

INFORME FINAL

FIP 2006-11

EVALUACION DIRECTA DE CAMARON NAILON ENTRE LA II Y VIII REGIONES, AÑO 2006

UNIDADES EJECUTORAS: AREA DE PESQUERIAS

**DEPARTAMENTO BIOLOGIA MARINA
UNIVERSIDAD CATOLICA DEL NORTE
- SEDE COQUIMBO**

**DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA
UNIVERSIDAD DE CONCEPCION**

**INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO
VALPARAÍSO**

COQUIMBO, julio de 2007

COMPOSICIÓN Y ORGANIZACIÓN DEL EQUIPO PROFESIONAL Y TÉCNICO

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE			
1	Enzo Acuña	Médico Veterinario, M.Sc. Oceanografía	Coordinación. Jefe de Proyecto. Análisis y elaboración de informes.
2	Juan Carlos Villarroel	Biólogo Marino, M.Sc. del Mar	Estructura de tallas, condición reproductiva. Elaboración de Informes.
3	Alex Cortés	Biólogo Marino	Análisis Información Netmind, Análisis y cartografía SIG. Elaboración de Informes.
4	Ximena Bennett	Biólogo	Coordinadora muestreos a bordo, laboratorio, planificación. Digitación datos.
5	Danny Rivera	Técnico Pesquero	Trabajo a bordo. Muestreos frecuencia tallas y bio-específicos.
6	Claudia Valenzuela	Técnico Pesquero	Muestreos frecuencia tallas y bio-específicos. Digitación datos.
7	José Zepeda	Técnico Acuicultura	Trabajo a bordo. Muestreos frecuencia tallas y bio-específicos
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN			
8	Hugo Arancibia Farías	Biólogo Marino, Dr. Rec. Nat.	Coordinación zona Sur. Fauna acompañante. Análisis y elaboración de informes.
9	Rafael León	Biólogo Marino, M. Sc. Estadística	Análisis fauna acompañante, análisis comunitarios, geoestadística.
10	Luis Cubillos	Biólogo Pesquero, M. Sc. Oceanografía	Distribución CPUE, cálculo de abundancia y biomasa. Análisis y elaboración de informes.
11	Angélica Carmona	Biólogo Marino	Coordinación zona sur. Mantención base datos.
12	Ayudante Técnico NN	Ingeniero Pesquero	Evaluación de stock. Estado situación actual recurso objetivo
INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO			
13	Roberto Bahamonde	Ingeniero Pesquero	Coordinador actividades IFOP. Procesamiento datos y análisis APA. Confección informes.
14	Cristián Canales	Ingeniero Pesquero	Estimación biomasa y análisis situación actual recurso objetivo. Confección informes.
15	Carlos Montenegro	Tec. Recursos del Mar, Postítulo Estadística Aplicada	Estado situación recurso e indicadores alternativos. Confección informes.
16	Bernardo Leiva	Ingeniero Pesquero	Preparación crucero, embarque, procesamiento datos. Confección informes.
17	Francisco Contreras	Biólogo Marino	Estado situación recurso. Confección informes.
CONSULTORES INDEPENDIENTES			
18	Luis Cid	Ph.D. Estadística	Análisis estadísticos, diseño de muestreo. Biomasa método Thompson (1992).
19	Rubén Alarcón	Biólogo, M. Sc. Pesquerías	Biomasa, distribución, composición e importancia relativa. Potencial Reproductivo.

Este documento debe citarse como:

Acuña, E.¹, J. C. Villarroel¹, A. Cortés¹, R. Alarcón², L. Cid², H. Arancibia³, R. León³, L. Cubillos³, R. Bahamonde⁴, C. Canales⁴, C. Montenegro⁴, B. Leiva⁴ y F. Contreras⁴. 2007. Evaluación directa de camaron nailon entre la II y VIII Regiones, año 2006. Informe Final Proyecto FIP N° 2006-11, 275 pp.

¹ Universidad Católica del Norte.

² Consultor independiente

³ Universidad de Concepción

⁴ Instituto de Fomento Pesquero (IFOP)

RESUMEN EJECUTIVO

En el presente documento, se informa sobre las actividades realizadas durante la ejecución de los cruceros de evaluación directa de la especie camarón nailon en el litoral entre la II y VIII Regiones así como de los resultados de todos los objetivos específicos, en particular de las estimaciones de la biomasa. El muestreo estuvo dirigido a los caladeros y las zonas intercaladeros conocidos de la especie en el área de estudio. Al interior de cada caladero, en la plataforma continental y talud de las siete Regiones, se utilizó un muestreo probabilístico (estocástico). El modelo probabilístico de muestreo al interior de cada caladero corresponde a un muestreo estratificado por celdas, de modo que dentro de cada uno de los estratos (celdas) se realizó aproximadamente una muestra de tamaño $n_h = 9$. Para definir los estratos, se consideró la posición conocida de los caladeros de la especie, obtenida en estudios anteriores realizados por la Universidad Católica del Norte, así como por otras instituciones nacionales.

Se llevó a cabo el 98,98% de los lances propuestos, siendo más exitosos los lances efectuados dentro de los caladeros que aquellos de las zonas intercaladeros. En la II Región, el 35,42% de los lances de pesca efectivamente realizados fueron positivos para camarón nailon, siendo el 5,1% del total del área de estudio capturado en lances ubicados exclusivamente dentro del Área de Reserva de la Pesca Artesanal (ARPA) de la región. En la III Región, el 43,14% de los lances positivos para camarón nailon registraron una captura equivalente al 6,6% del total obtenido en el área de estudio, en contraste al 38% en la IV Región, que además registró una proporción de lances con pesca positiva para la especie objetivo de un 82,47%. En la V Región, se obtuvo una proporción de lances positivos para la especie de un 75%, con una captura equivalente al 26,9% del total obtenido en toda el área de estudio, mientras que en la VI Región se registró un 71,43% de lances positivos para la especie objetivo lo que representa un 4,5% de toda la captura. Finalmente, en la VII y VIII Región se registró un 72,46% y 65% de lances positivos para camarón nailon, respectivamente, con capturas equivalente al 15% y al 3,9% del total obtenido en el área de estudio.

Durante el estudio se midió (LC, mm) un total de 19.045 ejemplares de camarón nailon para construir las distribuciones de frecuencia de tallas por sexo. Para estimar los parámetros de la relación talla-peso especie específica, se pesó un 30,8% de los ejemplares de camarón nailon.

El rango de tallas global de camarón nailon con sexos combinados, detectado en toda el área de estudio correspondió a 10,6 – 39,4 mm LC, mientras los rangos observados en las regiones muestreadas corresponden a 17,1 – 36,9 mm LC en la III Región, 11,4 – 38,7 mm LC en la IV Región, 12,8 – 38,7 mm LC en la V Región, 14,3 – 39,4 mm LC en la VI Región, 10,6 – 39,0 mm LC en la VII Región y finalmente 16,1 – 38,2 mm LC en la VIII Región.

Desde el punto de vista de la proporción sexual, se observa en el camarón nailon que los machos predominan en la IV, V, VI y VIII Regiones, mientras que las hembras predominan en la II, III y VII Regiones. En tanto que la proporción sexual a la talla de esta especie en la III Región, muestra una alternancia entre machos y hembras, con una mayor abundancia de los primeros en las tallas pequeñas hasta los 23 mm LC en la II y III Regiones, hasta los 25 mm LC en la IV Región, hasta los 26 mm LC en la V, VI y VII Regiones y hasta los 27 mm LC en la VIII Región. Sobre estas tallas se encontró un predominio de hembras. No fue posible ajustar la talla de madurez sexual ni realizar el análisis de fecundidad debido a que el muestreo se realizó después de la época de máxima actividad reproductiva, encontrándose un gran porcentaje de hembras sin huevos y/o con la masa ovífera deteriorada.

El análisis de la distribución espacial de los lances de pesca (tanto negativos como positivos), y el valor de la captura por unidad de área barrida (cpua, ton/km²) por latitud, revelaron la presencia de 18 focos de abundancia de camarón nailon, cuyos límites fueron determinados aplicando el “Enfoque Geoestadístico Transitivo”.

El área de estudio se dividió previamente en tres grandes zonas, denominadas arbitrariamente Zonas de Análisis Geoestadístico (ZAGs). La ZAG-1 consideró 82 lances de pesca realizados entre 24°09’S y 28°18’S; la ZAG-2 incluyó 247 lances de pesca (de investigación y comerciales) entre 28°30’00’’S y 33°01’48’’S; y la ZAG-3 incluyó 154 lances de pesca de investigación y comerciales entre 33°03’36’’S y 36°48’00’’S. En el análisis geoestadístico se incluyó el 100% de los lances de pesca efectivamente realizados entre la II y VIII Regiones (n = 483).

El análisis de variogramas direccionales reveló la presencia de efecto anisotrópico de la distribución espacial de la densidad poblacional de camarón nailon en las macrozonas (ZAGs) 1

y 2, del tipo geográfico en el primer caso, y zonal en el segundo. En la ZAG-3 no se evidenció efecto anisotrópico de ningún tipo. En la ZAG 1, el efecto anisotrópico se observó en la dirección NE-SW, asociado a la orientación de la línea de costa, mientras que en la ZAG-2, el efecto anisotrópico se observó en la dirección E-W, atribuido a la correlación espacial entre estaciones (lances) muestrales a lo largo de las transectas definidas en el plan general de muestreo. En las tres zonas de análisis (ZAGs), el modelo de variograma teórico que mostró el mejor ajuste fue el modelo esférico.

La estimación de biomasa total del stock de camarón nailon (*H. reedi*) en la plataforma y talud continental de las Regiones II a VIII, estimada mediante el enfoque geoestadístico, alcanzó a 37.110,5 toneladas (D.E. = 13.584,4 tons). El intervalo de confianza de la biomasa es entre 36.713,2 tons (límite inferior) y 37.507,8 tons (límite superior). La biomasa total del stock de camarón nailon estimada mediante el estimador de la Distribución Delta lognormal alcanzó 34.958,9 tons (intervalo de confianza, IC: 25.917,6 - 44.000,2 tons), mientras que mediante el método de las microceldas de estimación geoestadística se estimó una biomasa de 36.674,9 ton (IC: 35.370,7 – 37.979,1).

Por el método del estimador de razón, la biomasa de camarón nailon fue estimada en 21.758,9 tons, lo que representa una fuerte subestimación de la biomasa atribuida a la estimación del parámetro de densidad local promedio influida por la alta presencia de valores cero en las capturas estandarizadas (cpua).

El centro de gravedad de la densidad poblacional de camarón nailon (ton/Km^2) en el año 2006, se encontró en los $32^{\circ}26'S$ (inercia: $I = 5,922^{\circ}S$) y $72^{\circ} 00'W$ ($I = 0,383^{\circ}W$), encontrándose desplazado respecto del centro de gravedad observado en el año 2005 ($CG = 31^{\circ}42'S$, $I = 4,626^{\circ}S$), y más todavía de lo observado entre los años 1999 y 2004, donde el centro de gravedad promedio se encontró en $30^{\circ}41'S$.

El análisis de la evolución temporal del índice de Gini respecto de la biomasa entre el año 2000 y 2006, exceptuando el año 2001, mostró una tendencia decreciente, contraria a la tendencia de las biomásas. El índice de Gini para toda el área de estudio en el año 2006 alcanzó a 0,295 revelando

un alto grado de concentración de la densidad poblacional de camarón nailon en el área de estudio.

Se evalúa la situación del camarón nailon en la unidad de pesquería II-VIII Región, sobre la base de un Modelo de dinámica estructurado en tallas. El modelo permite una buena explicación de los datos observados, particularmente de la estructura de tallas en los cruceros de evaluación y la biomasa evaluada mediante el método de área barrida. Se observó una recuperación de la biomasa total y explotable del camarón nailon desde el 2001 al 2006, debido al ingreso de un reclutamiento abundante el 2003, una tendencia decreciente de la tasa de explotación (16% en el 2006) asociado al establecimiento de cuotas anuales de captura del orden de 4 mil toneladas. Si bien ha existido una recuperación de la biomasa explotable, se considera que los niveles de biomasa actuales aún no se consolidan para sustentar capturas por sobre 5.000 toneladas. Se recomienda que capturas inferiores a 3 mil toneladas pudiera permitir incrementar los niveles de biomasa actuales y generar tasas de explotación del orden del 10%.

INDICE

RESUMEN EJECUTIVO	iii
INDICE DE TABLAS.....	xii
INDICE DE FIGURAS	xiv
1. Objetivos.....	1
1.1. Objetivo General.....	1
1.2. Objetivo Específicos.....	1
2. Antecedentes	2
Generalidades.....	2
Administración de la pesquería de camarón nailon	5
3. Propuesta Metodológica.....	6
3.1. Generalidades	6
3.2. Estandarización de las naves	8
3.3. Análisis de las redes de arrastre y levantamiento de planos.....	9
3.4. Medición directa de la abertura de punta de alas (APA).....	10
3.5. Descriptores estadísticos de APA e interacción nave-patrón de pesca-arte	11
3.6. Registros de información (datos) del lance y capturas	14
3.6.1 Datos del lance	14
3.6.2. Datos de capturas.....	15
3.6.2.1. Captura por lance	15
3.6.2.2. Captura estandarizada por lance.....	15
3.6.3. Muestreos de longitud cefalotorácica y biológico-específicos.....	16
3.7. Diseño de muestreo	16
3.7.1. Método de muestreo	16
3.7.2. Estrategias muestrales	18
3.7.2.1. Muestreo completamente aleatorio	18
3.7.2.2. Muestreo estratificado	18
3.7.2.3. El muestreo sistemático.....	19
3.7.2.4. Muestreo sistemático estratificado	19
3.7.3. Diseño muestral propuesto	20

3.7.3.1.	Unidad muestral	20
3.7.3.2.	Estrategia de muestreo (Proceso de Aleatorización).....	21
3.7.3.3.	Tamaño de la muestra	22
3.7.3.4.	Definición de estratos, número de transectas y número de lances..	23
3.7.4.	Aplicaciones SIG para el manejo y tratamiento de la información.....	27
3.7.4.1.	Presentación	27
3.7.4.2.	Georreferenciación de los lances de pesca.....	29
3.7.4.3.	Metodología de implementación de bases de datos	29
3.7.4.4.	Procesamiento y tratamiento de la información.....	30
3.8.	Objetivo Específico 1	30
3.8.1.	Distribución espacial de la densidad de camarón nailon.....	30
3.9.	Objetivo Específico 2	35
3.9.1.	Estimación de biomasa.....	37
3.9.1.1.1.	Método geoestadístico intrínseco.....	37
3.9.2.2.	Método de la Distribución Delta-lognormal	39
3.9.2.3.	Estimador de razón.....	41
3.9.2.4.	Microceldas de estimación geoestadística.....	42
3.9.3.	Estimación del área de los focos de abundancia	44
3.9.2.2.	Geoestadística transitiva.....	44
3.9.3.2.	Kriging de indicadores	46
3.9.4.	Varianza total de estimación de biomasa	48
3.9.5.	Relación longitud-peso.....	52
3.9.6.	Pesos medios por intervalo de talla.....	54
3.9.7.	Distribución espacial y batimétrica de la longitud media	55
3.10.	Objetivo Específico 3	55
3.10.1.	Muestreo biológico a bordo de la nave	55
3.10.2.	Tamaño de muestra	56
3.10.3.	Determinación del estado de desarrollo embrionario de huevos.....	57
3.10.4.	Proporción sexual.....	57
3.10.5.	Talla promedio de madurez sexual.....	58
3.10.6.	Análisis de fecundidad	60
3.11.	Objetivo específico 4.....	61

3.11.1. Introducción.....	61
3.11.2. Metodología.....	62
3.11.2.1. Descripción de la abundancia de la fauna acompañante en sentido latitudinal y batimétrico.....	62
3.11.2.2. Determinación de diferencias entre asociaciones específicas por medio de análisis de similitud (ANOSIM).....	64
3.11.2.3. Contribución de cada especie en la similitud en los grupos y en la disimilitud entre grupos (SIMPER).....	65
• MAPEO INCERTIDUMBRE LOCAL.....	67
3.12. Objetivo Específico 5	70
3.12.1. Dinámica básica	74
3.12.1.1. Reclutamiento.....	74
3.12.1.2. Capturas.....	75
3.12.1.3. Selectividad	76
3.12.1.4. Matriz de transición del crecimiento	76
3.12.1.5. Distribución Gamma	77
3.12.1.6. Distribución normal y log-normal.....	78
3.12.1.7. Condiciones iniciales.....	78
3.12.1.8. Datos disponibles	79
3.12.1.9. Funciones de verosimilitud	80
3.12.2. Biomasa explotable	80
3.12.2.1. Cruceros de evaluación	80
3.12.2.2. Captura por unidad de esfuerzo.....	81
3.12.2.3. Composición por tallas.....	82
3.12.2.4. Penalizaciones e información a priori	83
3.12.2.5. Análisis de riesgo	84
3.12.2.6. Implementación y proceso de estimación	84
3.12.3. Métodos alternativos de estimación de abundancia, disponibilidad y CPUA	85
a) Modelo de los procesos.....	92
b) Modelo de las observaciones	94
c) Modelo de los errores.....	96
3.13. Taller de Difusión.....	98

4.	RESULTADOS.....	100
4.1.	Aspectos operacionales de los cruceros.....	100
4.2.	Características técnicas de las naves y redes utilizadas.....	101
4.3.	Estimación directa de la abertura entre punta de alas (APA).....	101
4.3.1.	Modelo funcional de la APA.....	102
4.4.	Capturas y densidad local (CPUA) por lance de pesca	102
4.5.	Aspectos biológicos.....	103
4.5.1.	Capturas y muestreo biológico	103
4.5.2.	Composición de tamaños.....	103
4.5.2.1.1.	Machos por foco.....	103
4.5.2.1.2.	Hembras por foco	106
4.5.2.1.3.	Sexos combinados por Región.....	108
4.5.2.1.4.	Machos por Región	109
4.5.2.1.5.	Hembras por Región	110
4.5.3.	Relación longitud-peso.....	111
4.6.	Objetivo Específico 1	112
4.6.1.	Identificación de focos de abundancia	112
4.6.2.	Análisis estructural	118
4.6.3.	Análisis espacio-temporal de la distribución espacial de camarón nailon ...	120
4.6.3.1.	Centro de gravedad e inercia	122
4.6.3.2.	Índice de Gini	123
4.7.	Objetivo Específico 2	125
4.7.1.	Enfoque geoestadístico.....	125
4.7.2.	Método de la Distribución Delta-lognormal	128
4.7.3.	Estimador de razón.....	131
4.7.4.	Microceldas de estimación geoestadística.....	132
4.8.	Objetivo Específico 3	141
4.8.1.	Proporción sexual.....	141
4.8.1.1.	Proporción sexual por Región.....	141
4.8.1.2.	Proporción sexual a la talla	144
4.8.1.3.	Proporción sexual a la talla por foco de abundancia.....	144
4.8.2.	Talla promedio de madurez sexual y análisis de fecundidad	147

4.9. Objetivo Específico 4	147
4.9.2.2. Detección de diferencias entre asociaciones	163
4.9.2.2.1. Análisis de similitud (ANOSIM)	163
4.10. Objetivo Específico 5	165
4.10.2.1. Desembarque y operación de la flota	175
4.10.2.2. Variación espacio-temporal del rendimiento nominal de pesca....	176
4.10.2.3. Modelo de Evaluación Indirecta	177
4.10.2.4. Fuentes de información para el modelo de evaluación	178
4.10.2.5. Ajustes	179
4.10.2.6. Evaluación de stock y estado de explotación.....	183
5. DISCUSIÓN	185
6. CONCLUSIONES	189
7. Referencias Bibliográficas	193
Anexo 1. Registro fotográfico de la maniobra de pesca.....	203
Anexo 2. Fechas y lugares geográficos de los muestreos.....	205
Anexo 3. Registros de posición, distancia lineal recorrida, área barrida, abertura de punta de alas, captura y cpua de camarón nailon.	207
Anexo 4. Características técnicas de las embarcaciones y planos de las redes utilizadas.....	219
Anexo 5. Estadígrafos de la talla por sexo, foco de abundancia y región.....	222
Anexo 6. Sistema NETMIND para medición de APA.....	226
Anexo 7. Distribución espacial de la densidad (tons/km ²) de camarón nailon por zona de análisis geoestadístico.....	228
Anexo 8. Biomasa (tons) y abundancia (miles de ejemplares) de langostino amarillo y langostino colorado, por caladero, sexo, dentro y fuera del arpa y región.....	236
Anexo 9. Plan detallado de asignación del personal profesional y técnico.....	261
Anexo 10. Taller de Difusión.....	267
Anexo 11. Contenido de las bases de datos.....	272

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Proyectos de evaluación directa e indirecta de camarón nailon licitados por el FIP y financiados por empresas pesqueras, instituciones ejecutoras y autor(es).....	4
Tabla 2.	Cuotas globales anuales de captura (ton) de camarón nailon asignadas en el período 1999-2006, fracciones intra-anales y Decretos correspondientes en la unidad de pesquería II-VIII Regiones.....	7
Tabla 3.	Definición de estratos y sus correspondientes tamaños muestrales indicados como número de transectas. La tercera columna corresponde a la distancia entre el límite norte y el límite sur del estrato, medido en minutos. La tercera columna corresponde a la longitud del estrato, y la Columna 4 corresponde las densidades medias obtenidas del proyecto FIP 2004-10, utilizadas en el presente proyecto para los coeficientes de proporcionalidad con aquella densidad.....	25
Tabla 4.	Parámetros de crecimiento en longitud de camarón nailon.....	73
Tabla 5.	Expresiones analíticas y notaciones de los modelos propuestos.....	95
Tabla 6.	Estimadores de verosimilitud por tipo de error.....	97
Tabla 7.	Variables operativas del estudio de evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones.....	100
Tabla 8.	Número de lances propuestos y efectuados totales en los caladeros históricos de camarón nailon, por Región.....	100
Tabla 9.	Lances con captura de camarón nailon por Región y porcentaje con respecto a los lances efectuados en cada caso.....	101
Tabla 10.	Parámetros de la relación funcional entre la APA (variable dependiente) y las variables independientes <i>LCC</i> , <i>Prof</i> y <i>Vel</i> en las embarcaciones PAM “FOCHE” y L/M “ORIENTE”, participantes del crucero de evaluación directa entre la II y VIII regiones. <i>pdg</i> = parámetro de dispersión de la familia gaussiana.....	102
Tabla 11.	Esfuerzo total de muestreo de frecuencia (medidos) y biológico específicos (pesados) de la captura de camarón nailon entre la II y VIII Regiones. <i>s/h</i> = hembras sin huevos, <i>c/h</i> = hembras con huevos. ...	103
Tabla 12.	Parámetros de la relación talla-peso de camarón nailon (<i>H. reedi</i> , ambos sexos) por foco y total. SCR = suma de cuadrados residuales.....	111
Tabla 13.	Límites latitudinales de las Zonas de Análisis Geoestadístico (ZAGs) para camarón nailon (<i>H. reedi</i>) y número de lances de pesca involucrados en cada caso.....	112
Tabla 14.	Límites latitudinales de los focos de abundancia de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) y área (km ²) correspondiente.....	118
Tabla 15.	Fracción de área (km ²) de los caladeros de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) dentro y fuera de las 5 mn de exclusión artesanal.....	119
Tabla 16.	Parámetros del variograma teórico según el modelo esférico para las ZAGs de camarón nailon (<i>H. reedi</i>). SCR: suma de cuadrados de los residuos, VNE: Varianza no explicada.....	120
Tabla 17.	Densidad poblacional (pu, ton/km ²) promedio, desviación estándar, tamaño de muestra (n) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) por fracción de área de los focos de abundancia entre la II y VIII Región. ARPA: 1 = IN, 2 = OUT.....	126
Tabla 18.	Biomasa estimada (toneladas) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>), error estándar de la estimación (EEE, tons) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) por foco de abundancia entre la II y VIII Región.....	127
Tabla 19.	Biomasa estimada (toneladas) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) por Región, fuera y dentro de la ARPA. ARPA: 1 = IN, 2 = OUT.	128
Tabla 20.	Estimador de la densidad poblacional (ton/mn ²) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) mediante el estimador de la Distribución Delta.....	130
Tabla 21.	Biomasa estimada (toneladas) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>), error estándar de la estimación (EEE, tons) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) por foco de abundancia entre la II y VIII Región. Distribución Delta.....	130
Tabla 22.	Estimador de la densidad poblacional (ton/mn ²) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) mediante el estimador de razón.....	131
Tabla 23.	Biomasa (tons) e intervalos de confianza inferior (LI, tons) y superior (LS, tons) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) entre la II y VIII Región. ARPA: 1 = Dentro, 2 = Fuera. Estimador de razón.....	131
Tabla 24.	Biomasa estimada (toneladas) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) por foco de abundancia entre la II y VIII Región. Microceldas de estimación geoestadística.....	132

Tabla 25.	Estimaciones de cpua media, a través del estimador de la media de la distribución normal bivariada (Richards y Schnute, 1992).....	141
Tabla 26.	Proporción sexual (%) de los ejemplares de camarón nailon medidos en el muestreo de frecuencia de tallas por región.	144
Tabla 27.	Proporción sexual a la talla de camarón nailon, entre la II y VIII Regiones.....	145
Tabla 28.	Proporción sexual de camarón nailon, por foco de abundancia.	146
Tabla 29.	Numero de hembras con huevos de camarón nailon por rango de talla.	148
Tabla 30.	Listado de las especies que conforman la fauna acompañante en las capturas de camarón nailon de este proyecto. IIRFA= índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante, IIRO= índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso de los recursos objetivo.	149
Tabla 31.	Listado de las especies que conforman la fauna acompañante en las capturas de camarón nailon, ordenados por región. IRFA= importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante, IRRO= importancia relativa respecto a la captura total en peso de los recursos objetivo.	150
Tabla 32.	Fauna acompañante en las capturas de camarón nailon, ordenados por estratos de profundidad. IRFA= importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante, IRRO= importancia relativa respecto a la captura total en peso de los recursos objetivo. $0.00 < 0.01$	154
Tabla 33.	Fauna acompañante en las capturas de camarón nailon, ordenados por grupos identificados por clasificación y ordenación. IRFA= importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante, IRO= importancia relativa respecto a la captura total en peso de los recursos objetivo.	160
Tabla 34.	Resultado del contraste entre asociaciones específicas por medio de ANOSIM.	164
Tabla 35.	Especies de mayor contribución a la similitud de las muestras (lances) en cada grupo.....	164
Tabla 36.	Especies de mayor contribución a la a la disimilitud entre grupos.	165
Tabla 37.	Función de log-verosimilitud negativa considerando tres funciones de distribución de probabilidad para construir la matriz de transición del crecimiento.	166
Tabla 38.	Resumen de la evaluación de la biomasa total, explotable de camarón nailon, tasa de explotación anual, y comparación entre la biomasa evaluada en los cruceros con la salida del modelo, II-VIII Región.....	170
Tabla 39.	Tabla de decisión para las diferentes políticas de explotación definidas para el camarón nailon de la unidad de pesquería de la II-VIII Regiones. La función de desempeño es la razón entre la biomasa explotable al final de 10 años de proyección y la biomasa explotable del 2006.....	174
Tabla 40.	Indicadores del estado de camarón nailon para el año 2006 y proyección de la Biomasa Total, Vulnerable y Desovante para el 2007	183

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1.	Imagen de salida <i>on line</i> del sistema NETMIND utilizado para la estimación de apertura de punta de alas (APA). A la derecha, la flecha roja muestra el momento que se considera como t_1 de inicio del arrastre.	12
Fig. 2.	Distribución latitudinal de los estratos a partir de los resultados del Proyecto FIP 2004-10.	24
Fig. 3.	Ejemplo de las “capas temáticas” de parte de la Región de Coquimbo y la información desplegada en forma paralela proporcionada por el SIG.	28
Fig. 4.	Distribución espacial de la densidad de langostino amarillo en el Foco 14 identificado en el marco del Proyecto FIP 2004-11. Izquierda: mapa de superficie. Derecha: mapa de contornos.	36
Fig. 5.	Esquema de pasos en un análisis multivariado basado en Índice de Similitud para identificar asociaciones específicas (Clarke & Warwick, 1994).	64
Fig. 6.	(A) Mapa de probabilidad de exceder el valor umbral de 1,2 ton/km ² de <i>Merluccius gayi</i> ; (B) clasificación de zonas con valores mayores y menores al nivel umbral, de acuerdo a una probabilidad de 0,80; (C) focos de abundancia de <i>M. gayi</i> y <i>Pleuroncodes monodon</i> . Datos tomados del proyecto FIP 2004-11.	68
Fig. 7.	Distribución de frecuencias de tamaño y porcentaje acumulado de machos de camarón nailon (<i>H. reedi</i>), Focos 2 a 7.	104
Fig. 8.	Distribución de frecuencias de tamaño y porcentaje acumulado de machos de camarón nailon (<i>H. reedi</i>), Focos 8 a 13.	105
Fig. 9.	Distribución de frecuencias de tamaño y porcentaje acumulado de machos de camarón nailon (<i>H. reedii</i>), Focos 14 a 18.	105
Fig. 10.	Distribución de frecuencias de tamaño y porcentaje acumulado de hembras de camarón nailon (<i>H. reedi</i>), Focos 2 a 7.	106
Fig. 11.	Distribución de frecuencias de tamaño y porcentaje acumulado de hembras de camarón nailon (<i>H. reedi</i>), Focos 8 a 13.	107
Fig. 12.	Distribución de frecuencias de tamaño y porcentaje acumulado de hembras de camarón nailon (<i>H. reedii</i>), Focos 14 a 18.	107
Fig. 13.	Distribución de frecuencias de tamaño de camarón nailon (<i>H. reedii</i>), sexos combinados (% y porcentaje acumulado), por Región.	108
Fig. 14.	Distribución de frecuencias de tamaño de machos de camarón nailon (<i>H. reedii</i>) (% y porcentaje acumulado), por Región.	109
Fig. 15.	Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de camarón nailon (<i>H. reedii</i>), (% y porcentaje acumulado), por Región.	110
Fig. 16.	Disposición espacial de los lances de pesca (puntos azules) y delimitación de las Zonas de Análisis Geoestadístico (ZAGs) 1 y 2 para camarón nailon (<i>H. reedi</i>). Para detalles ver texto.	113
Fig. 17.	Disposición espacial de los lances de pesca (puntos azules) y delimitación de la ZAG 3 para camarón nailon (<i>H. reedi</i>). Para detalles ver texto.	114
Fig. 18.	Disposición espacial de los focos de abundancia de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) (línea roja) en las tres Zonas de Análisis Geoestadístico (ZAGs). La línea azul representa el límite del Área de Reserva a la Pesca Artesanal (ARPA).	115
Fig. 19.	Variograma experimental (puntos) y variograma teórico (modelo esférico, línea continua) de camarón nailon (<i>Heterocarpus reedi</i>). ZAG-1: arriba-izquierda, ZAG-2: arriba-derecha, ZAG-3: abajo.	121
Fig. 20.	Centro de gravedad (puntos negros) en sentido latitudinal de la densidad poblacional (ton/Km ²) de camarón nailon (<i>Heterocarpus reedi</i>) entre la II y VIII Regiones. Las barras verticales representan la inercia (<i>I</i>).	122
Fig. 21.	Curvas de Lorenz para la distribución de la densidad poblacional (ton/Km ²) de camarón nailon (<i>Heterocarpus reedi</i>) en la unidad de pesquería norte (II-IV Regiones, línea azul), unidad de pesquería sur (V-VIII Regiones, línea roja) y para toda en área de estudio (línea negra).	123
Fig. 22..	Evolucion temporal del índice de Gini (línea roja) entre el año 200 y 2006, para la distribución de la densidad poblacional (ton/Km ²) de camarón nailon (<i>Heterocarpus reedi</i>), y la biomasa total (tons, línea negra) en toda en área de estudio.	124
Fig. 23..	Distribución de frecuencias del logaritmo de la captura por unidad de área (ln[cpua]) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>). A =ZAG-1, B = ZAG-2 y C = ZAG-3.	129
Fig. 24.	Área de cobertura de la flota (mn ²) entre 1993 y el año 2006, según macro zona de pesca.	134

Fig. 25.	Índices de abundancia relativa estimados para camarón nailon entre 1993 y 2006, según macro zona de pesca. cpue 1 corresponde al índice estimado utilizando las áreas y cpue 2 es el obtenido a través de un modelo lineal de efectos principales.	135
Fig. 26.	Biomاسas (t) y abundancias (númerox10 ⁹) de camarón nailon obtenidas a través de área barrida, entre 1998 y 2006, según macro zona.	137
Fig. 27.	Serie del Índice de Abundancia (IA) estimado desde la operación de la flota camaronera, asociada a la serie de Abundancia obtenida desde los cruceros de evaluación directa de camarón nailon durante el periodo 1998-2006, según macro zona.	138
Fig. 28.	Series temporales de la cpue nominal (rendimiento de pesca) en base mensual entre 1993 y 2006, según macro zona de pesca. Para completar los datos faltantes necesarios para el análisis estacional, se utilizó interpolación lineal.	139
Fig. 29.	Índice estacional de la cpue nominal obtenido a través de descomposición estacional (Pindyck y Rubinfeld, 1991), según macro zona de pesca, considerando la información desde 1993 al 2006.	140
Fig. 30.	Diagrama de contornos de la función de densidad de probabilidad normal bivariada estimada para el área barrida (km ²) y la captura (kg) de camarón nailon entre la II y V Región. Evaluación directa año 2006.	142
Fig. 31.	Diagrama de contornos de la función de densidad de probabilidad normal bivariada estimada para el área barrida (km ²) y la captura (kg) de camarón nailon entre la VI y VIII Región. Evaluación directa año 2006.	143
Fig. 32.	Proporción sexual de camarón nailon, por foco de abundancia.	146
Fig. 33.	Análisis de clasificación de la abundancia relativa (CPUA) de la fauna acompañante presente en las capturas de camarón nailon durante los cruceros del presente proyecto en las Regiones II a VIII.	158
Fig. 34.	Análisis de ordenación (MDS) de la abundancia relativa (CPUA) de la fauna acompañante presente en las capturas de camarón nailon en las Regiones II a VIII. Los símbolos corresponden a los diferentes ensambles específicos identificados (I a V). El grupo NN corresponde a aquellos lances que en el dendrograma no constituyeron un grupo.	159
Fig. 35.	Distribución espacial en el gradiente latitudinal de las cuatro asociaciones específicas de fauna acompañante (grupos).	162
Fig. 36.	Distribución espacial en el gradiente batimétrico de las cuatro asociaciones específicas de fauna acompañante (grupos).	163
Fig. 37.	Tasa de crecimiento (mm/año) de camarón nailon en función de la longitud. La línea representa la tasa promedio de 200 valores alternativos e igualmente probables y los círculos vacíos una realización. Los valores fueron generados a partir de los parámetros de crecimiento de Roa y Ernst (1996).	166
Fig. 38.	Biomasa vulnerable de camarón nailon evaluada mediante el método de área barrida (puntos) y ajuste del modelo a los datos (línea).	168
Fig. 39.	Patrón de explotación asumido para la pesquería y estimado para la fracción vulnerada en los cruceros de evaluación directa por área barrida.	168
Fig. 40.	Estructura de tallas de camarón nailon en los cruceros de evaluación directa. Las barras representan los datos observados y la línea continua el ajuste del modelo de evaluación.	169
Fig. 41.	Tendencias de biomasa y capturas de camarón nailon (II-VIII Región).	170
Fig. 42.	Reclutamiento en número de individuos de camarón nailon a la longitud de 10 mm LC, II-VIII Región.	171
Fig. 43.	Evolución de la tasa de explotación en función de la biomasa explotable de camarón nailon en el periodo 1995-2006, II – VIII Regiones.	172
Fig. 44.	Evolución de la tasa de explotación en función de la biomasa desovante (hembras maduras) y del potencial de huevos de camarón nailon en el periodo 1995-2006.	172
Fig. 45.	Perfil de probabilidad acumulada de la función de desempeño según cuatro políticas de manejo de la pesquería de camarón nailon (II-VIII Regiones).	174
Fig. 46.	Desembarque según zona de captura para la flota industrial y artesanal que operó sobre el camarón nailon durante el periodo 1993-2006. Fuente de datos: SUBPESCA.	175
Fig. 47.	Rendimiento de pesca (estimador de razón en kg/h.a.) y esfuerzo de pesca total estimado (h.a.) para camarón nailon, II a IV Región entre 1993 – 2005. Fuente de datos: IFOP.	176
Fig. 48.	Rendimiento de pesca (estimador de razón en kg/h.a.) y esfuerzo de pesca total estimado (h.a.) para camarón nailon, V a VIII Región entre 1993-2005. Fuente de datos: IFOP.	177
Fig. 49.	Ajuste de modelo macrozona norte datos observados (círculos) y predichos (línea).	180
Fig. 50.	Ajuste de modelo macrozona sur, datos observados (círculos) y predichos (línea).	180

Fig. 51	Estructura de tallas observada para la macrozona norte, en barras se grafican las estructuras de tamaños observadas y en líneas se presentan las obtenidas del modelo para el periodo 1993-2006.....	181
Fig. 52.	Estructura de tallas observada para la macrozona sur, en barras se grafican las estructuras de tamaños observadas y en líneas se presentan las obtenidas del modelo para el periodo 1993-2006.....	182
Fig. 53.	Variación temporal de la Biomasa Total, Vulnerable y Desovante, estimadas en el modelo de evaluación para ambas macrozonas. Intervalos de confianza (--) con nivel $\alpha = 0,05$	184

1. Objetivos

1.1. Objetivo General

Estimar la biomasa y abundancia de camarón nailon, en el litoral comprendido entre la II y VIII Regiones, a través de una evaluación directa con el método de área barrida.

1.2. Objetivo Específicos

- 1.2.1. Determinar la distribución espacial del recurso, en el área de estudio.
- 1.2.2. Determinar la biomasa vulnerable total (en peso) y la abundancia vulnerable total (en número), según talla y sexo, de recurso en el área de estudio, y por región y focos de abundancia, según corresponda.
- 1.2.3. Determinar la condición reproductiva del camarón nailon, en el área y período de estudio.
- 1.2.4. Determinar la composición e importancia relativa de las especies que constituyan fauna acompañante de este recurso durante los cruceros de evaluación.
- 1.2.5. Analizar la situación actual del recurso en la zona de estudio, considerando los antecedentes de la pesquería y los resultados del proyecto.

2. Antecedentes

Generalidades

Regularmente, el ordenamiento pesquero requiere como uno de sus antecedentes más relevantes resultados de la evaluación de los stocks. Al respecto, se puede mencionar dos familias de métodos, a saber, indirectos y directos para la determinación de la abundancia y biomasa. Los **métodos indirectos** requieren una serie de varios años de datos de capturas totales, composición numérica por edad en la captura y esfuerzo de pesca, con una amplia cobertura espacial y temporal de muestreos rutinarios y de registros del desembarque. La serie de datos debe cubrir, al menos, tantos años como grupos de edad estén presentes en la pesquería, lo que, en el caso del camarón nailon, es de 7 años en machos y 6 en hembras o incluso más (Acuña *et al.*, 1997a y b, 2002a).

Los **métodos directos** se caracterizan por su relativa rapidez y sencillez, y se aplican frecuentemente a la evaluación de crustáceos bentónicos, siendo uno de los más utilizados el **método del área barrida**. Desde mediados de los años 90 este método ha sido aplicado a recursos pesqueros de las Regiones III y IV, como por ejemplo a langostino amarillo (Pavez *et al.*, 1994), Acuña *et al.* (1995) y otros. Acuña y Arancibia (1996) recurrieron a esta metodología para evaluar la biomasa del camarón nailon en las Regiones II a IV mediante el uso de 15 embarcaciones arrastreras camaroneras, siguiendo un riguroso esquema científico o de muestreo en una pesca de investigación autorizada por la Subsecretaría de Pesca a la Universidad Católica del Norte (Resolución N° 1.882 de 18.12.1995). Posteriormente, Arredondo (1996) y Roa *et al.* (1999) lo utilizaron en evaluaciones directas de la esta misma especie entre la II y VIII Regiones.

Anteriormente, Arancibia y Mora (1992) aplicaron el método de área barrida para evaluar la biomasa de merluza común (*Merluccius gayi*) entre San Antonio y Corral utilizando información obtenida a bordo de embarcaciones industriales arrastreras merluceras, sin desviar la intencionalidad de captura, entre mediados de 1991 y mediados de 1992. Un tiempo después, Arancibia y Mora (1995) aplicaron este método a la evaluación de merluza común bajo un esquema de muestreo científico.

El camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) fue descrito por Bahamonde (1955) a partir de ejemplares capturados en Valparaíso y San Antonio en alrededor de 320 m de profundidad, y es considerada una morfoespecie, la única conocida para el Océano Pacífico Suroriental. El área de dispersión se extiende frente a la costa chilena entre Taltal (25°19' S) y Puerto Saavedra (39°00' S), a profundidades entre 155 y 424 m, con fondo de arcilla, roca sedimentaria (laja), arena fangosa o fango (Bahamonde y Henríquez, 1970), aunque Acuña y Arancibia (1996) detectaron su presencia en 23°48' S, extendiendo su distribución hasta el sur de Antofagasta.

Bahamonde y Henríquez (1970) entregaron datos biológicos y de explotación. Su aparición en la pesquería se inicia en 1950 como fauna acompañante de merluza común, registrándose capturas comerciales desde 1954 (Arana y Nakanishi, 1971), siendo Coquimbo, Guayacán, Quintero, Valparaíso, San Antonio, Talcahuano y Tomé los puertos de desembarque. Arana y Tiffou (1970) estudiaron la madurez sexual, sexualidad y fecundidad de la especie en muestras obtenidas frente a Valparaíso, informando que a los 25,5 mm de longitud cefalotorácica el 50% de las hembras portaban huevos externos. Posteriormente, Andrade y Báez (1980) estudiaron la fauna acompañante de crustáceos decápodos en la pesquería de camarón nailon en la zona de Quintero. Más tarde, Acuña *et al.* (1995) analizaron las capturas de camarón nailon como fauna acompañante en la pesca de langostino amarillo (*Cervimunida johni*). Acuña y Arancibia (1996) analizaron la comunidad en las capturas de camarón nailon y lo propio ha ocurrido en posteriores evaluaciones directas de camarón nailon en su unidad de pesquería (Roa *et al.*, 1998; Acuña *et al.*, 2000a, 2002a; Escuela de Ciencias del Mar, 2000).

Los estudios más recientes del camarón nailon en las Regiones II a VIII se deben proyectos licitados por Fondo de Investigación Pesquera (FIP) y otros más antiguos financiados directamente por los industriales pesqueros de la IV Región (Tabla 1), lo que han permitido actualizar el conocimiento de aspectos tales como abundancia y biomasa, caracterización de la operación de la flota, estandarización del esfuerzo de pesca, abundancia relativa (CPUE), ciclo reproductivo y ojiva de madurez, parámetros de crecimiento, y composición e importancia relativa de la fauna acompañante.

Tabla 1. Proyectos de evaluación directa e indirecta de camarón nailon licitados por el FIP y financiados por empresas pesqueras, instituciones ejecutoras y autor(es).

Código Proyecto	Nombre proyecto	Ejecutor	Fuente
FIP 96-09	Evaluación directa del stock de camarón nailon en la zona centro-norte.	Universidad Católica de Valparaíso	Escuela de Ciencias del Mar. (1996)
Empresas Pesqueras de la IV Región	Evaluación directa del stock de camarón nailon por el método de área barrida en la zona de operación de la flota arrastrera de las Regiones III y IV.	Universidad Católica del Norte + INPESCA	Acuña y Arancibia (1996)
FIP 95-06	Análisis de la pesquería y evaluación indirecta del stock de camarón nailon (II a VIII Regiones).	UCN + INPESCA	Acuña <i>et al.</i> (1997b).
FIP 97-24	Evaluación directa del stock de camarón nailon en el litoral de la II a VIII Regiones.	Instituto de Fomento Pesquero	Canales <i>et al.</i> (1999)
FIP 98-03	Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones.	Universidad de Concepción	Roa <i>et al.</i> (1999)
Empresas Pesqueras de la IV Región	Monitoreo de la pesquería de crustáceos realizada por la flota de la IV Región.	UCN	Acuña <i>et al.</i> (1999)
FIP 99-08	Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, 1999.	UCN + UdeC	Acuña <i>et al.</i> (2000a)
Empresas Pesqueras de la IV Región	Monitoreo de la pesquería de crustáceos realizada por la flota de la IV Región, temporada 1999.	UCN	Acuña <i>et al.</i> (2000b)
FIP 2000-05	Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, 1999.	UCV + IFOP	Escuela de Ciencias del Mar (2000)
Empresas Pesqueras de la IV Región	Monitoreo de la pesquería de crustáceos realizada por la flota de la IV Región, temporada 2000.	UCN	Acuña <i>et al.</i> (2001)
FIP 2001-05	Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2001.	UCN + UdeC	Acuña <i>et al.</i> (2002a)
FIP 2002-05	Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2002.	UCV + IFOP	Arana <i>et al.</i> (2003a)
FIP 2003-05	Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2003.	UCV + IFOP	Arana <i>et al.</i> (2003b)
FIP 2004-10	Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2004.	UCV + IFOP	Arana <i>et al.</i> (2004)
FIP 2005-08	Evaluación directa de camarón nailon y gamba entre la II y VIII Regiones, año 2005.	UCV + IFOP	Arana <i>et al.</i> (2006)

Administración de la pesquería de camarón nailon

Con respecto al marco legal que regula la pesquería del camarón nailon, hasta fines de 1994 y de acuerdo a la Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA), ésta se encontraba sometida al régimen general de acceso en las Regiones II a VIII. Con la aplicación del Artículo 20 de dicha Ley, mediante D.S. N° 627 del MINECOM, de 15.11.1994, publicado en el D.O. de 5.12.1994, se suspendió transitoriamente por 12 meses la recepción de solicitudes y el otorgamiento de autorizaciones de pesca extractiva industrial del recurso camarón nailon, incluida su fauna acompañante, en todo el litoral comprendido entre el límite norte de la II Región y el límite sur de la VIII Región. Luego de concluido el plazo señalado por el D.S. existían dos alternativas: declarar la unidad de pesquería en estado de plena explotación o en régimen general de acceso. Mediante el D.S. 611 de 6.10.1995 se declaró a la pesquería de este recurso en estado y régimen de plena explotación.

Una vez concretado el cambio de estado a plena explotación de esta pesquería del camarón nailon, se fijó una cuota de 8.000 ton para el año 1996 (D.E. N° 259 de 1995), agregándose 2.000 ton (D.E. N° 222 Exento de 26.09.1996). Posteriormente, se ha ido estableciendo anualmente cuotas globales, con el rango entre 10.000 ton como máximo (año 1997) y 4.770 ton como mínimo (año 2004), volviendo la pesquería a cuotas globales levemente mayores a 5.000 ton los años 2005 y 2006. Desde el año 1998, las cuotas anuales comenzaron a ser fraccionadas en cuatrimestres, a saber: 1 de enero al 30 de abril, 1 de mayo al 31 de agosto y 1 de septiembre al 31 de diciembre. También en el año 1998 se estableció por primera vez una veda biológica reproductiva para la especie en toda el área de la pesquería entre el 1 de julio y 31 de agosto (D.E. N° 92 de 22.01.1998), la que se mantiene hasta ahora.

A partir del año 2001 al fraccionamiento temporal de la cuota anual de camarón nailon se agregó uno por flota (industrial y artesanal), la reserva de una cuota de investigación y del recurso como fauna acompañante de las pesquerías de langostino amarillo, langostino colorado y merluza común. Posteriormente, el año 2003 se incorporó el fraccionamiento regional, con lo cual se completa la división temporal y por flota con la dimensión espacial. Durante los años 2003, 2004 y 2005 se aplicó veda extractiva para el recurso de la VI a VIII Regiones (Tabla 2).

Paralelamente, debido a un nivel de biomasa notablemente disminuido del stock de camarón nailon, según lo mostraron las evaluaciones de stock y la evolución de los rendimientos de pesca, se estableció una veda total entre el límite norte de la V Región y el límite sur de la X Región (D.E. N° 423 de 22.12.2000) desde el 1 de enero al 31 de diciembre de 2001, lo que se mantuvo hasta el año 2003 cuando se reabre, a partir del 1° de enero, la pesquería de la especie en la V y VI Regiones (D.E. N° 1.129 de 26.12.2002). El recurso vuelve a ser declarado en veda en la VI Región a fines del 2003 (D.E. N° 856 de 22.12.2003). En la Tabla 2 se presenta un resumen de las cuotas globales anuales de este recurso en el período 1999-2006, las distintas fracciones intra-anuales y los Decretos correspondientes.

Otro tema importante de administración para la pesquería del camarón nailon, por su eventual presencia dentro del área de reserva a la pesca artesanal (ARPA) corresponde al ejercicio de actividades pesqueras extractivas en dicha zona o “ventanas de penetración”, las que se han establecido secuencialmente en la III y IV Regiones a partir del año 1997 (Resoluciones N° 314 modificada por la N° 339 de 13.03.1998; Resoluciones N° 574 de 15.03.2000 y N° 575 de 15.03.2000; Resoluciones N° 735 de 15.04.2002 y N° 734 de 16.04.2002; y Resoluciones N° 1030 de 15.04.2004 y N° 1543 de 4.06.2004).

Una última medida de administración aplicada a la pesquería del camarón nailon corresponde al Límite Máximo de Captura por Armador (LMCA), mediante la cual se establece fracciones de cuota por armador participante en la pesquería (Resolución N° 132 de 25.01.2001).

3. Propuesta Metodológica

3.1. Generalidades

En atención a las Bases Especiales del Proyecto FIP N° 2006-11 se realizó un crucero de evaluación directa por el método de área barrida desde la II a la VIII Regiones, el que se ha venido aplicando en Chile desde inicios de los años 80 para los stocks de langostino colorado, langostino amarillo y camarón nailon.

Tabla 2. Cuotas globales anuales de captura (ton) de camarón nailon asignadas en el período 1999-2006, fracciones intra-anales y Decretos correspondientes en la unidad de pesquería II-VIII Regiones.

Cuatrimestre	1999	2000	2001		2002		2003		2004		2005		2006	
			Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal
Cuota Sp. Objetivo	7.900	5.000	4.709		4.650		4.630		4.630		4.925		4.890	
Cuota por flota			3.767	942	3.720	930	3.632	908	3.644	911	3.940	985	3.912	978
1º Ene. - 31 Mar.	3.160 *	2.500*	1507 *	377 *	1.353	338								
1º Abr. - 31 Ago.	1.580 **	1.000 **	753 **	188 **	1232	308								
1º Sep. - 31 Dic.	3.160	1.500	1.507	377	1.135	284								
Cuota II Región							323	35	310	20	170	39	197	20
1º Ene. - 31 Mar.							100	11	96	6	53	11	89	9
1º Abr. - 31 Ago.							107	12	102	7	56	11	49	5
1º Sep. - 31 Dic.							116	12	112	7	61	17	59	6
Cuota III Región							1.409	435	1.041	418	602	294	393	265
1º Ene. - 31 Mar.							437	135	323	130	187	78	177	119
1º Abr. - 31 Ago.							465	143	343	138	198	83	98	66
1º Sep. - 31 Dic.							507	157	375	150	217	133	118	80
Cuota IV Región							727	245	1.089	313	1.378	395	980	357
1º Ene. - 31 Mar.							225	76	338	97	427	105	441	161
1º Abr. - 31 Ago.							240	81	359	103	455	112	245	89
1º Sep. - 31 Dic.							262	88	392	113	496	178	294	107
Cuota V Región							505	193	775	134	728	256	289	306
1º Ene. - 31 Mar.							157	60	240	42	226	68	130	138
1º Abr. - 31 Ago.							167	64	256	44	240	73	72	77
1º Sep. - 31 Dic.							181	69	279	48	262	115	87	91
Cuota VI Región							668						368	10
1º Ene. - 31 Mar.							208						166	5
1º Abr. - 31 Ago.							220						92	2
1º Sep. - 31 Dic.							240						110	3
Cuota VII Región									429	26	1.062	1	1246	10
1º Ene. - 31 Mar.									133	8	155		560	5
1º Abr. - 31 Ago.									142	9	166		312	2
1º Sep. - 31 Dic.									154	9	741		374	3
Cuota VIII Región													439	10
1º Ene. - 31 Mar.													197	5
1º Abr. - 31 Ago.													110	2
1º Sep. - 31 Dic.													132	3
Investigación			100		112		170		140		130		160	
Fauna acompañante			191		38		72	18	60	15	60	15	64	16
En Langostino colorado			5% en peso/viaje (120)		1% en peso / viaje (18)		36	9	36	9	36	9	25	5
En Langostino amarillo	10% en peso/viaje	10% en peso/viaje	5% en peso/viaje (70)		2% en peso / viaje (19)		28	7	16	4	16	4	30	10
En Merluza común			1% en peso/viaje (1)		1% en peso / viaje (1)		4	1	4	1	4	1	5	
En Gamba							4	1	4	1	4	1	1	1
Total anual (tons)	7.900	5.000	5.000		4.800		4.800		4.770		5.130		5.130	
Decreto	D.S. N° 551 de 16-12-1998	D.Ex. N° 502 de 24-12-1999	D.Ex. N° 437 26-12-2000		D.Ex. N° 923 de 31-12-2001		D.Ex. N° 1.106 de 31-12-2002		D.E. N° 829 de 22.12.2003		D.Ex. N° 1.019 de 16-12-2004 modificado por D. Ex. N° 1336 de 08-11-2005		D.Ex. N° 1.560 de 21.12.2005	

* 1º Ene-30 Abr.; ** 1º May.-31 Ago.

En las operaciones de pesca se utilizó la nave pesquera de alta mar (PAM) FOCHE y la lancha a motor (L/M) ORIENTE, ambos arrastreros langostineros-camaroneros. El PAM operó por fuera del Área de Reserva de la Pesca Artesanal (ARPA) y la L/M operó por dentro de aquella. Ambos tipos de embarcaciones se ajustaron al esquema general de muestreo detallado más adelante.

Cuando las estaciones de muestreo (lances) cayeron dentro del ARPA, entonces los lances de pesca fueron realizados por la nave artesanal, utilizando la misma duración de los lances de pesca explicitados en la propuesta técnica. La identificación de las ARPAs en toda el área de estudio está clara a partir de cruceros anteriores.

En este proyecto se realizó un diseño muestral que consideramos más robusto, que el que se ha venido aplicando en las evaluaciones directas de camarón nailon previas.

3.2. Estandarización de las naves

Debido a que se utilizó más de una nave para efectuar los lances de pesca en el área de estudio, se procedió a estandarizar el poder de pesca de cada nave, ya que se asume que no son homogéneas. Este procedimiento metodológico es fundamental para proceder después con la estimación de la captura por unidad de esfuerzo (cpue) a la forma estandarizada (CPUE). Por lo tanto, la estandarización de las naves se justifica si aquellas no son homogéneas, esto es, en cuanto a sus características físicas o en su poder de pesca. El método más directo se encuentra en FAO Documentos Técnicos de Pesca 306/1 (1995, págs. 303 y 304). Allí se define “la potencia de pesca relativa” de cada nave i , que se denomina “poder de pesca relativo” (ρ_i), como:

$$\rho_i = \frac{CPUE_i}{CPUE_s}$$

donde $CPUE_i$ corresponde a la captura por unidad de esfuerzo estándar; i representa a la i -ésima nave y s a la nave estándar.

Se seleccionó la nave estándar, de entre aquellas que participaron en el proyecto, después de analizar las CPUE para todos los lances de pesca efectuados por nave durante el período de estudio. El criterio de selección de la nave estándar correspondió a aquella nave que presentó el

menor coeficiente de variación (CV) de la CPUE. Se comparó las CPUE promedio entre naves con varianzas desiguales (Sokal y Rohlf, 1981) mediante la aplicación del test t-Student para probar la existencia de diferencias significativas. En el caso que tales diferencias ocurran, entonces se procedió a corregir el esfuerzo de pesca nominal (por ejemplo, distancia de barrido) ponderándolo por el poder de pesca relativo de cada nave.

El esfuerzo de pesca fue medido en unidades de área barrida (km^2). Esta unidad de medida se ha venido utilizando en varios proyectos análogos a éste y es la que ha sido seleccionada por la Subsecretaría de Pesca para este tipo de pesquería.

No se realizó ninguna experiencia *ad hoc* para comparar la CPUE de las naves debido a que el presupuesto del proyecto no permite desviar recursos a otros lances que no sean los de evaluación. Además, Acuña y Arancibia (1996) demostraron que el CV es una buena medida para seleccionar la nave patrón en este tipo de pesquerías en la que participan naves con la misma plantilla, operan regularmente, usan el mismo tipo de red arrastrera y las dimensiones de la red son similares.

3.3. Análisis de las redes de arrastre y levantamiento de planos.

Según el numeral 5.5 de las Bases Especiales se debe adjuntar los planos de los artes de pesca bajo las normas que sugiere el Catálogo FAO de Planos de Aparejos de Pesca (FAO, 1972). Al respecto, debido a que se ha efectuado proyectos análogos en los años recién pasados, ya se dispone de los planos de las naves que operaron en este proyecto, los que fueron dibujados con el software qCAD de Linux de diseño de planos, para lo que se ha registrado las dimensiones de las estructuras de la red tales como relinga, borlón y lachas, así como la cantidad y tamaño de mallas por cuerpo, las dimensiones de los paños, el material y diámetro de los hilos, y la razón de corte de cada cuerpo, tanto para el panel superior como para el inferior de las redes. Este trabajo ha sido efectuado por ingenieros y técnicos pesqueros. No obstante, es política del consultor revisar los elementos con los que se realiza la evaluación y, evidentemente, entre ellos se verificaron las características de las redes de las naves que participaron del estudio.

En consecuencia, el equipo de investigadores ya conoce las redes y dispone de sus planos técnicos en formato FAO. Además, los patrones de pesca y las tripulaciones tienen vasta experiencia en la pesca comercial de los recursos langostinos (amarillo y colorado) y camarón nailon, así como en cruceros de evaluación directa; lo propio ocurre con el personal técnico para trabajo a bordo y que provino de la UCN e IFOP. En el último tiempo la UCN y UdeC han ejecutado proyectos análogos de evaluación de langostinos tales como FIP 2003-03, FIP 2004-11, FIP 2005-09 y FIP 2006-04 de la II a VIII Regiones. A su vez, IFOP ha participado en los últimos años como institución subcontratada en proyectos de evaluación de camarón nailon tales como FIP 2003-05, FIP 2004-10 y FIP 2005-08.

3.4. Medición directa de la abertura de punta de alas (APA).

La medición electrónica directa de la APA se efectuó con el Sistema NETMIND. Sólo se utilizó el equipo de propiedad del IFOP, el cual recolectó información de ambas embarcaciones. Para operar este equipo se contó con personal técnico y profesional del IFOP con vasta experiencia en operar estos equipos específicamente en proyectos de evaluación directa de crustáceos (proyectos FIP 2003-05, FIP 2004-10 y FIP 2005-08).

Durante la ejecución del crucero se efectuaron mediciones electrónicas de APA de manera instantánea durante todo el lance conectando el equipo NETMIND con un notebook a bordo y almacenando los registros en memoria. A la vez, con un tercer sensor electrónico adosado a la red se pudo conocer exactamente el tiempo cronológico cuando la red toca fondo en el calado, y comienza efectivamente a operar, hasta el término del lance, cuando se inicia el virado. Cabe señalar que, en tal sentido, para cada lance de pesca que cuenta con este sensor de contacto, se registra la hora en que se suelta los portalones, la hora en que se fija el winche y la hora en que la red toca el fondo.

Con el sistema NETMIND se registra continuamente la APA mediante sensores sónicos adosados a la red en su parte anterior, lo que permite medir la distancia entre las puntas de alas. El sistema de transmisión sónico para registrar APA es clásico y consiste en que un transmisor (master) envía una señal sónica (onda sonora) desde la punta de ala de babor (o estribor), la que es recibida y respondida por otro sensor ubicado en la punta de ala de estribor (o babor) de la red.

Seguidamente, la información sónica es transmitida a un hidrófono adecuadamente ubicado por debajo del casco de la nave. La información se registra en un computador al que se conecta en forma serial al hidrófono, y que posee un software *ad hoc* que proporciona el proveedor de NETMIND, obteniéndose archivos con registros a intervalos de tiempo fijados por el usuario, en cada lance.

3.5. Descriptores estadísticos de APA e interacción nave-patrón de pesca-arte

Debido a que las mediciones del APA a bordo son continuas, entonces es posible obtener registros automáticos del APA por lance cada 1 ó 2 segundos, o bien en el intervalo de tiempo que se desee fijar. Esta información fue almacenada automáticamente en una base de datos electrónica, pues el equipo operó conectado en línea con un computador. Dado que los lances de pesca tienen una duración de 15 minutos efectivos de arrastre (desde que la red toca el fondo hasta que se inicia el virado), las mediciones de APA por lance permitieron determinar los estadígrafos descriptivos de tendencia central de APA (promedio, moda, mediana) y de dispersión (desviación estándar). La duración del tiempo efectivo de arrastre de 15 min ya ha sido discutida en proyectos análogos anteriores y es lo que se viene aplicando desde al menos 4 años evaluaciones directas de crustáceos.

El equipo NETMIND, junto con el sensor de apertura de punta de alas (wingspread), cuenta con sensores de contacto (inclinómetros), los que adecuadamente dispuestos en la red (generalmente adosados al borlón) permiten determinar la inclinación de ésta respecto de un ángulo previamente establecido. Luego, la gran ventaja del sistema NETMIND en su conjunto, radica en que se puede vigilar en tiempo real el momento en que la red toca el fondo, tiempo que es fijado como t_1 de inicio del lance o inicio del arrastre. Así mismo se puede determinar el tiempo t_2 de término del lance (Fig. 1). Al respecto, esta ventaja que ofrece el sistema NETMIND reduce el error asociado a la estimación del área barrida por la red a través de una estimación más certera tanto de la distancia recorrida (tiempo de arrastre por velocidad de arrastre) como por la estimación de la APA.

En aquellos lances de pesca en que no se utilizó el equipo NETMIND se consideró un lapso promedio de n minutos desde que se lanza la red hasta que ella toca fondo, para contabilizar el

tiempo de arrastre, dependiendo de la profundidad ya que existe una relación entre el tiempo en que la red llega al fondo y la profundidad de la columna de agua. Los tiempos indicados son valores determinados a bordo por los profesionales del equipo de investigadores a partir de la observación de lances de pesca en los cuales se contó con el sistema de sensores de NETMIND en el marco de los proyectos FIP 2003-03, FIP 2004-11, FIP 2005-09 y FIP 2006-04, habiéndose construido modelos funcionales de la APA respecto de distintas variables asociadas al lance de pesca mediante métodos de regresión múltiple (FIP 2003-03, FIP 2004-11) y modelos lineales generalizados (GLMs, FIP 2005-09, FIP 2006-04).

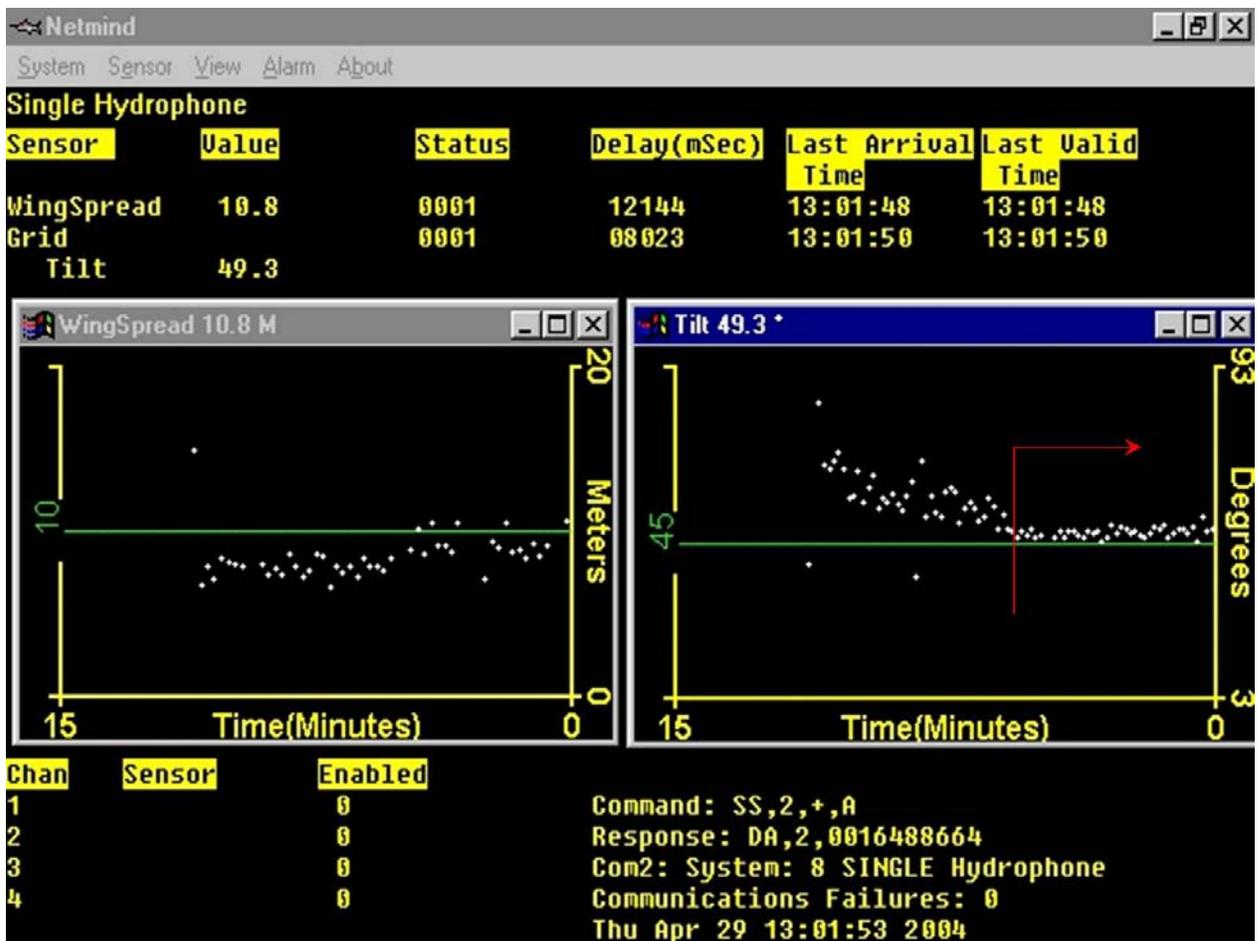


Fig. 1. Imagen de salida *on line* del sistema NETMIND utilizado para la estimación de apertura de punta de alas (APA). A la derecha, la flecha roja muestra el momento que se considera como t_1 de inicio del arrastre.

Se realizaron pruebas estadísticas para indagar si la variable APA se asoció a algún tipo de distribución estadística conocida (normal, log-normal u otra) con la finalidad de determinar y usar correctamente, en sentido estadístico, los estadígrafos señalados para, posteriormente, efectuar comparaciones de la variable APA entre las naves que participen en los cruceros. En el caso que la variable APA no se asociara a una distribución estadística conocida, entonces se acudió a técnicas de bootstrapping no paramétrico para determinar las medias de tendencia central y de dispersión señaladas anteriormente.

Para analizar las relaciones de aspecto y profundidad para cada nave se efectuaron lances para registrar APA a distintas profundidades de pesca. La información fue agrupada en rangos de 50 ó 100 m de profundidad, dependiendo de la cantidad de lances disponibles con registros de APA y que permitieron efectuar análisis estadísticos mediante modelos lineales generalizados (GLMs) o modelos generales aditivos (GAMs). En cualquier caso (que la variable APA se asocie a una distribución estadística conocida o no), el propósito fue analizar también la relación entre APA variables tal como longitud del cable de cala (Lc), profundidad (Z) y cociente de longitud cable de cala/profundidad (Lc/Z^1), entre otros, para probar la existencia de efectos de tales variables sobre APA, ya que, especialmente esta última razón, es la utilizada operacionalmente por el patrón de cada nave basándose exclusivamente en su experiencia.

Adicionalmente, la interacción nave-patrón de pesca-arte (numeral 5.2.viii de las Bases especiales) fue investigada mediante análisis de regresión múltiple a partir del análisis de datos registrados en este proyecto, considerando como variable dependiente la CPUE por lance de pesca, y como variables independientes las características geométricas de la red de arrastre (θ_{red}), variables operacionales (θ_{oper} , longitud del cable de cala (Lc), velocidad de arrastre (VA)) y años de experiencia del patrón de pesca (AEPP), esto es:

$$CPUE = f(\theta_{red}, \theta_{oper}, AEPP)$$

donde θ es un conjunto de variables asociadas a la red o a la operación de pesca.

En las pesquerías de camarón nailon y langostinos, las embarcaciones normalmente mantienen un mismo patrón de pesca durante toda la temporada de pesca. Por lo tanto, para una misma zona de pesca, considerando que en todos los lances se utilizó el mismo diseño de red (o la misma red), entonces la variabilidad de la CPUE sólo será función de la experiencia del patrón de pesca que ha ejecutado el lance, esto es:

$$CPUE = f(\rho, AEPP)$$

donde ρ es una constante derivada de la geometría de la red.

Además de lo planteado recién, y dada la relevancia de una mayor precisión en la estimación de la biomasa de los recursos bentodemersales, como una manera de incorporar otras variables que expliquen los valores de APA obtenidos, se analizó la existencia de relaciones entre los caladeros y los valores de APA resultantes en los lances de pesca. Ello se justifica en que la variable “caladero” (o foco), además de considerar la profundidad, engloba otros atributos que en la práctica son difíciles de evaluar en su interacción, como son la abundancia, relaciones tróficas, tipo y dinámica del fondo marino, corrientes marinas, otras. Entonces, se procedió a la búsqueda de posibles relaciones estadísticas entre las variables APA vs. “caladero” como una forma de establecer si la variable “caladero” tiene significancia estadística en la explicación de los valores de APA obtenidos durante los lances de pesca.

3.6. Registros de información (datos) del lance y capturas

3.6.1 Datos del lance

A bordo, además de los registros señalados anteriormente, en cada lance se registró adecuadamente (grados, minutos y segundos con 2 decimales) la geoposición con GPS cuando la red toca fondo y al inicio del virado (inicio y fin del lance, respectivamente). El momento en que la red está efectivamente sobre el fondo fue registrado mediante un sensor de ángulo de NORTHSTAR Technicals ubicado en el piso anterior de la red. La profundidad (m) del piso marino se registró mediante un ecosonda en los mismos tiempos del lance. La velocidad de arrastre se obtuvo de las lecturas del mismo GPS a distintos tiempos de operación de la red,

determinándose después el promedio y la varianza. La distancia recorrida por la red entre los tiempos de inicio del arrastre sobre el fondo y el virado se determinó con el Teorema de Pitágoras (Sparre y Venema, 1992).

3.6.2. Datos de capturas

3.6.2.1. Captura por lance

La captura (Kg) a bordo para la especie objetivo se registró de acuerdo a procedimientos estándar para este tipo de estudios, encajonando toda la captura en bandejas (cajas) apilables, una vez depositada la pesca sobre la cubierta y abierto el copo. Las cajas se llenan del recurso objetivo (camarón nailon) y se las pesa todas a bordo con una báscula de colgar PESAMATIC compuesta de una Celda de Carga marca REVERE TRANSDUCERS U.S.A., tipo “S” Modelo 9363, y un Indicador Digital GSE-350/SS LCD con un filtro especialmente diseñado para aplicaciones industriales en ambientes hostiles (altamar), permitiendo registrar el peso exacto de la captura.

En cada lance la fauna acompañante fue separada de la especie objetivo y se procedió a su muestreo y contabilización (en peso), según se detalla en la descripción metodológica del Objetivo Específico 4. Los procedimientos e identificación de especies han sido aplicados por nosotros a este tipo de estudios, por ejemplo, en los proyectos FIP 2003-03, FIP 2004-11, FIP 2005-09 y FIP 2006-04.

3.6.2.2. Captura estandarizada por lance

Para cada lance se estandarizó la captura por el área barrida por la red debido a que la distancia recorrida puede variar entre lances debido a la velocidad de arrastre de la nave (por causas como viento, estado del mar, velocidad de la corriente, piso marino, otros) y a que el tiempo de arrastre efectivo puede no ser siempre de 15 minutos (cambio repentino en la topografía del piso marino, otros). La captura (Kg) estandarizada, por lance, se obtiene simplemente como la captura del recurso objetivo en el lance dividido por la distancia efectivamente arrastrada por la red.

3.6.3. Muestreos de longitud cefalotorácica y biológico-específicos

Los muestreos para determinar la distribución de tamaños (longitud cefalotorácica, LC) del recurso objetivo se realizó obteniendo, en cada lance con pesca, una muestra completamente aleatoria de ejemplares (machos y hembras). La muestra se obtiene de la captura después que ésta es depositada sobre la cubierta de la embarcación. Si se asume que la distribución de la variable LC es normal (con media poblacional μ y varianza σ^2), entonces, para muestras grandes ($\alpha = 0,05$) se tiene que el tamaño de muestra (n) por lances es cercano a 400 ejemplares (sin diferenciar por sexo). Para muestreos biológico-específicos (por ejemplo, para registrar sexo, peso y tamaño), el tamaño muestral se presenta en el Objetivo Específico 3.

3.7. Diseño de muestreo

3.7.1. Método de muestreo

En cuanto a la distribución del recurso camarón nailon parece haber consenso en que aquella es una delgada cinta en sentido N-S, desde la II a la VIII Regiones, con el ancho promedio de unas pocas millas (4 mn). Sin embargo, dada la extensa distribución N-S (casi 1.600 Km lineales), no parece razonable aceptar que la distribución del stock de camarón nailon sea continua. Esto es fundamental pues ayuda a precisar una estrategia de muestreo más *ad hoc* para este recurso que la que se ha venido utilizando y que ha consistido en transectas perpendiculares a la costa y equidistanciadas entre ellas (ver Arana *et al.*, 2004). En términos pesqueros, las preguntas que se debieron formular fueron las siguientes: ¿se distribuye el stock de camarón nailon en agregaciones? ¿es posible reconocer macro-estructuras agregacionales tipo bancos (en cuanto al recurso) o caladeros (en cuanto a la pesquería)?

La importancia de reconocer agregaciones es que permite precisar la mejor estrategia de muestreo. Nos hemos inclinado a suponer que los esquemas de muestreo propuestos históricamente para la evaluación del recurso camarón nailon mediante área barrida han sido ineficientes en discriminar la distribución espacial agregada del recurso, lo que ha traído como resultado que la distribución sea del tipo continua. En otras palabras, lo más probable es que tales resultados se deban a la incorrecta estrategia de muestreo utilizada más que a la distribución

natural del recurso. En efecto, Pérez y Defeo (2003) señalan que las diferencias encontradas en el coeficiente de capturabilidad (q) del recurso camarón nailon entre las Regiones III y IV se deberían a diferentes “patches” (=agregaciones), refutando que la distribución sea continua.

En términos de la mejor estrategia de muestreo, con una distribución continua del stock lo más razonable es usar un muestreo homogéneo con transectas equidistantes, como lo han venido aplicando, por ejemplo, Arana *et al.* (2004). Sin embargo, si la distribución no fuere continua sino en “patches”, como lo sugieren Pérez y Defeo (2003), entonces necesariamente el esquema de muestreo debe ser modificado, que es lo que se presenta en adelante.

Estrictamente hablando, una estrategia de muestreo requiere la definición de tres elementos básicos, a saber:

- la *unidad muestral*, que es el objeto que se mide y, por tanto, entrega la medida de la variable (biomasa) que se está investigando;
- el *proceso de aleatorización*, que asegura una adecuada representatividad y que la selección de las unidades muestrales se realizará sin sesgos; y, finalmente,
- el *tamaño muestral*, que garantiza un cierto nivel de confianza y una precisión determinada en la estimación de los estimadores de los parámetros de interés.

El objetivo típico para este tipo de estudios es estimar la abundancia $N(A)$ dentro del área de estudio A , basándose en un plan de muestreo del área. Los diseños muestrales más conocidos establecen, mediante un adecuado proceso de aleatorización que considera la distribución espacial de las unidades muestrales, que cada muestra posible m de la población tiene la misma probabilidad $p(m)$ de ser seleccionada. El objetivo final de la estrategia de muestreo tiene dos componentes fundamentales que nos ayudan a definir qué estrategia utilizar, y que son:

- obtener el máximo de información sobre la población objetivo con el menor esfuerzo muestral posible; y,
- generar estimadores óptimos, es decir, insesgados y de mínima varianza.

3.7.2. Estrategias muestrales

Para lograr estos objetivos, y considerando principalmente las propiedades distribucionales de la población en estudio, se definen habitualmente las siguientes estrategias muestrales.

3.7.2.1. Muestreo completamente aleatorio

Si la distribución de la población es uniforme, se puede utilizar una estrategia de aleatorización completa (irrestricada) denominada *muestreo aleatorio simple*. En este caso, las unidades muestrales son seleccionadas en base a criterios estrictamente aleatorios, obteniéndose un único estimador para la población completa. La principal desventaja del método es que en áreas de muestreo muy extensas es difícil asumir la misma distribución uniforme en toda la extensión de la población y, producto del mismo proceso de muestreo, si los tamaños muestrales son limitados (por razones de tiempo o de financiamiento, por ejemplo), algunas zonas pueden ser submuestreadas.

3.7.2.2. Muestreo estratificado

Si la uniformidad sólo se puede garantizar por sectores de la población, como ocurre en la mayoría de los casos, se puede utilizar la misma estrategia de selección aleatoria simple dentro de cada uno de los segmentos homogéneos de ella que se puedan considerar (internamente) uniformemente distribuidos. En este caso, la estrategia de muestreo se denomina *muestreo estratificado*, cada estrato representa precisamente a un sector uniforme dentro de la población y, por tanto, cada uno de ellos se evalúa independientemente de los demás. El estimador final no será, en tal caso, sino una suma ponderada de los resultados de cada estrato. Esta estrategia de muestreo tiene la ventaja, por sobre otras estrategias de muestreo, que tiende a minimizar las varianzas de los estimadores, reduciendo los tamaños muestrales mínimos necesarios para lograr un mismo nivel de precisión y confianza de éstos. Las ponderaciones utilizadas para las estimaciones finales, pueden depender tanto de los tamaños relativos de los estratos, como de sus varianzas, siendo esta última también un factor relevante en la determinación de los tamaños

muestrales. En el caso de este estudio, además utilizaremos como criterio de estratificación las densidades medias observadas en las distintas áreas de extracción del recurso camarón nailon.

3.7.2.3. El muestreo sistemático

Es una estrategia utilizada principalmente en los casos en los cuales existen componentes distribucionales periódicas y/o gradientes geográficos o temporales asociadas a la variable de interés, en este caso la abundancia o densidad de la especie. Si el muestreo sistemático define un total de k-muestras sistemáticas, entonces el plan de muestreo se puede asumir como un muestreo estratificado de k-estratos, de cada uno de los cuales se extrae una muestra de tamaño uno.

La ventaja principal del muestreo sistemático, dados los requerimientos distribucionales mencionados, es que permite estimar la pendiente de la gradiente asociada, la que es un parámetro fundamental para la estimación de los totales poblacionales. La principal desventaja del método es que, en el caso de distribuciones no uniformes, emplea el mismo esfuerzo muestral en zonas de alta y de baja densidad, desperdiciando, en el segundo caso, el esfuerzo que debiera concentrarse en los focos de mayor abundancia.

3.7.2.4. Muestreo sistemático estratificado

Si la población se divide en regiones igualmente espaciadas que sean internamente homogéneas, entonces es posible tratar a cada una de los segmentos generados como estratos independientes, de cada uno de los cuales se obtiene una muestra estratificada. La estrategia de muestreo utilizada corresponde entonces a un *muestreo sistemático estratificado*. Si la distribución espacial se puede considerar relativamente uniforme dentro de cada estrato, entonces esta estrategia puede unir las ventajas relativas de ambas estrategias, sistemática y estratificada.

Los conceptos anteriores son fundamentales al momento de extraer conclusiones sobre las poblaciones en estudio pues, dada una determinada distribución espacial de los animales, el objetivo del muestreo es obtener un estimador insesgado del número total por medio de factores inducidos por el diseño muestral, como por ejemplo la aleatoriedad de la selección de los sitios de muestreo. Mientras las características (parámetros) poblacionales permanecen fijas, sus

estimadores contienen distintos grados de incertidumbre, los que dependen tanto de las estrategias (sistemas de aleatorización) como de los tamaños muestrales y de la variabilidad propia de la población.

Para optimizar los procesos muestrales, Folmer y Pennington (2000) indican que, aunque el muestreo adaptativo bietápico fue usado en el pasado, este método de muestreo fue reemplazado definitivamente por un muestreo estratificado utilizando preferentemente un número reducido de estratos para optimizar el esfuerzo muestral, el que se concentró en las zonas de mayor abundancia. De la misma forma, Kingsley *et al.* (2004) definen el muestreo estratificado como la forma de muestreo estándar para este tipo de poblaciones. Considerando dentro de cada estrato un esquema de aleatoriedad espacial completa, que corresponde a la distribución uniforme asumida por nosotros para efectuar, dentro de cada estrato, un muestreo aleatorio simple.

3.7.3. Diseño muestral propuesto

Todo plan de muestreo requiere de la definición de tres elementos básicos, a saber: una *unidad muestral*, un *plan de aleatorización* y un *tamaño de muestra*, cuyos fundamentos presentamos a continuación

3.7.3.1. Unidad muestral

Sobre el área de abundancia del recurso camarón nailon se define una grilla de 1,0 mn * 1,0 mn de orientación N-S y E-W, al interior de las cuales se efectuará los lances y que llamaremos *celdas básicas*. Se definirá como *unidad muestral* a una transecta de orientación longitudinal, definida sobre las celdas básicas ya definidas y de, en promedio, 4 mn de longitud. De acuerdo con la definición de unidad muestral antes entregada, las mediciones (lances) de esta transecta se realizaron, alternamente, en una de cada dos celdas básicas, hasta cubrir completamente la longitud de la transecta. Para efectos de estimación, las medidas de la unidad muestral, fueron entonces las de la transecta, lo que entregó como resultado final un promedio ponderado por la longitud de la transecta.

3.7.3.2. Estrategia de muestreo (Proceso de Aleatorización)

Las Bases Especiales del Proyecto FIP 2006-11 indican que se debe intensificar el muestreo en las áreas de abundancia (focos) que se detecte. Una interpretación de estas Bases exigiría la aplicación de un método de muestreo adaptativo (Thompson, 1992), el que es recomendado para poblaciones agregadas en clusters. Sin embargo, estudios anteriores del camarón nailon han mostrado que existe un gradiente latitudinal con diferencias de densidad claramente delimitadas. La distribución espacial del recurso, sumada a las diferencias en densidad permiten utilizar un diseño muestral diferente, intensificándose el muestreo en aquellas zonas reconocidamente de mayor abundancia. Se propone reemplazar la componente adaptativa de las estrategias de muestreo, como se ha venido haciendo hasta ahora, intensificando el muestreo en las áreas de mayor abundancia o densidad del recurso camarón nailon. Consecuentemente, se utilizó un diseño muestral estratificado, en el que los estratos (5) son definidos por zonas de distinta abundancia de la II a VIII Regiones, considerando que debe realizarse una intensificación de los muestreos al interior de las zonas de mayor abundancia.

Dado el conocimiento relativamente exacto que se posee de la ubicación de las zonas de mayor abundancia (considerando principalmente el proyecto FIP 2004-10), el presente proyecto considera la estratificación de las zonas en función de la densidad ($CPUE = CPUTA$), lo que permitió analizar separadamente cada una de las zonas así definidas, para luego integrar los resultados en un estimador global de la biomasa total. Se consideró una estrategia de muestreo con mayor intensidad de muestreo en las zonas de mayor abundancia y menor en las zonas de reconocida menor densidad, por lo que los tamaños muestrales por cada estrato se definieron proporcionalmente a los tamaños y a la densidad ($CPUTA$) conocida.

Cada estrato estuvo conformado por un número fijo y conocido de celdas básicas, las que definen el tamaño N_h del estrato. Dado que la distribución de la especie es esencialmente latitudinal, sobre una estrecha banda que en promedio tiene 4 mn de ancho (con orientación longitudinal), el proceso de aleatorización al interior de cada estrato se realiza en sentido latitudinal a partir del límite norte de cada estrato, de acuerdo al siguiente procedimiento:

- si la distancia entre el límite norte y el límite sur del estrato h -ésimo es de K_h millas náuticas, éstas se numeraron ordenadamente y en forma creciente de norte a sur con números de 1 a K_h ;
- si el tamaño muestral, asignado proporcionalmente al estrato h -ésimo es n_h , se generaron n_h números aleatorios entre 1 (para la milla náutica ubicada más al Norte en el Estrato) y K_h (para la milla náutica ubicada más al Sur en el Estrato), utilizando para ello los procedimientos de simulación Montecarlo habituales. Así, las unidades muestrales se seleccionaron de aquellos lugares en los que corresponda según la numeración previamente asignada. Este procedimiento permitió seleccionar en forma completamente aleatoria los lugares desde donde se seleccionaron las muestras;
- en cada ubicación seleccionada se realizó una transecta de orientación E-W, seleccionando como primera celda básica a muestrear la que se encontró más próxima a la línea de la costa y que correspondió a la zona de abundancia previamente seleccionada. A partir de esa primera celda se realizaron las transectas antes definidas (unidad muestral), hasta cubrir enteramente la zona de abundancia. Esta estrategia permitió muestrear completamente el área de abundancia en sentido longitudinal y definir, por tanto, los límites longitudinales de las zonas de abundancia.

3.7.3.3. Tamaño de la muestra

En todo estudio destinado a la estimación de biomasa los tamaños muestrales se deben calcular teniendo en consideración tres elementos esenciales, a saber:

- **Varianza de la población**

El tamaño muestral varía en proporción directa a la varianza de la población. Este es un valor que es propio de ella por lo que en general no es modificable por el investigador. Es posible, sin embargo, minimizar los tamaños muestrales mediante estrategias de agrupación adecuadas, como es el caso del muestreo estratificado, con el que se muestrea desde subpoblaciones internamente más homogéneas y, por tanto, de menor varianza.

- **Nivel de confianza de la estimación**

El tamaño de la muestra varía directamente también con el nivel de confianza, el que está relacionado directamente con los procesos muestrales y nos refiere directamente la certidumbre que tenemos sobre las mediciones realizadas. Regularmente se opta por un nivel de confianza del 95%.

- **Nivel de error deseado para los estimadores**

El tamaño muestral varía inversamente con el cuadrado del error aceptado para el estudio. El error está relacionado con la precisión de los instrumentos de medida y la precisión deseada por los investigadores. Por lo anterior, errores demasiado pequeños requieren de tamaños muestrales muy grandes para lograr los objetivos de precisión y confianza deseado.

No obstante lo anterior, en estudios como éste es frecuente que los tamaños muestrales estén determinados por factores externos a los tres antes mencionados, como son el tiempo para ejecutar los estudios y la cantidad de recursos financieros disponibles. Considerando tales restricciones, se anticipaba que el número total de lances a realizar debía ser cercano a 500, los que se distribuirán estratificadamente de acuerdo al siguiente esquema:

3.7.3.4. Definición de estratos, número de transectas y número de lances

El stock de camarón nailon se distribuye como una delgada franja que se extiende latitudinalmente entre la II y VIII Regiones. Sin embargo, la densidad a lo largo de esta franja no es uniforme. En la Fig. 2 se muestra la distribución latitudinal de las abundancias observadas y reportadas por el Proyecto FIP 2004-10. Las zonas restantes se separaron en cinco estratos de acuerdo con lo exhibido en la Tabla 3, y que corresponden a las regiones geográficas delimitadas por los rangos latitudinales que se indican diferentes densidades medias.

Los tamaños muestrales fueron proporcionales a los tamaños de los estratos y a la densidad conocida del recurso en estudio. En una primera etapa dicha proporcionalidad se define sólo en

función de la extensión latitudinal de los estratos, que se muestra en la columna 3 de la Tabla 3. Para intensificar el muestreo en las áreas de mayor abundancia se considera la abundancia media obtenida en el proyecto FIP 2004-10, que se muestra en la columna 4 de la misma Tabla. En ella se observa que los estratos 3 y 5 tienen densidades medias muy parecidas y 20% superior a la del estrato 2, en tanto que el estrato 4 presenta una densidad de aproximadamente el doble de estas dos. En base a tales resultados se propuso que el factor de proporcionalidad a la intensidad de muestreo, debido a la densidad media del recurso en el estrato, sea igual a:

- 1.0 para el estrato 2,
- 1.2 para los estratos 3 y 5, y
- 2.4 para el estrato 4.

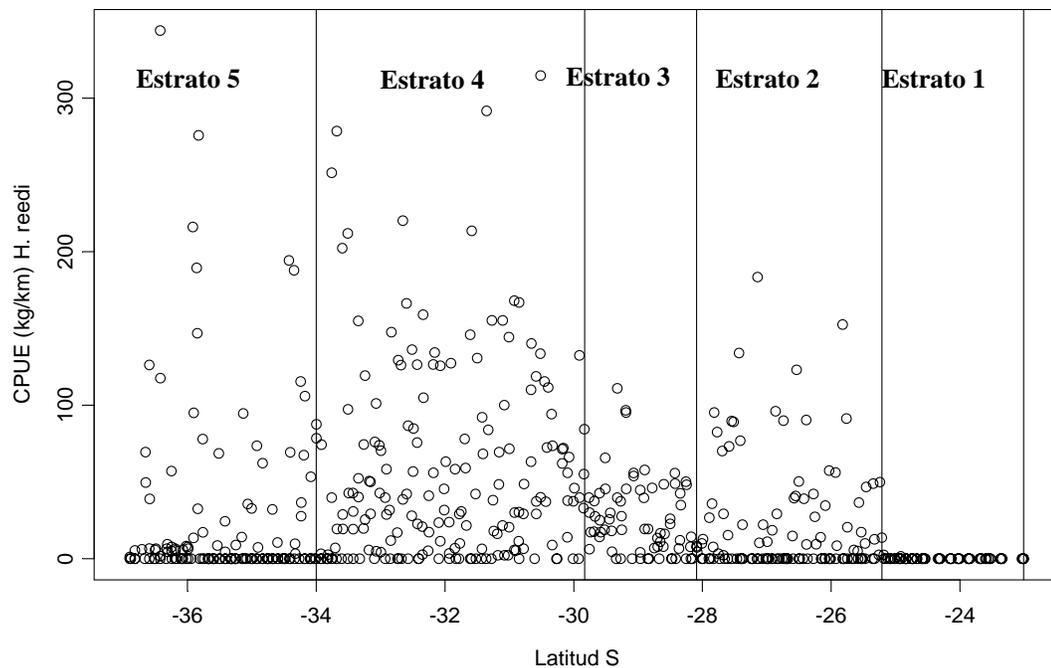


Fig. 2. Distribución latitudinal de los estratos a partir de los resultados del Proyecto FIP 2004-10.

Tabla 3. Definición de estratos y sus correspondientes tamaños muestrales indicados como número de transectas. La tercera columna corresponde a la distancia entre el límite norte y el límite sur del estrato, medido en minutos. La tercera columna corresponde a la longitud del estrato, y la Columna 4 corresponde las densidades medias obtenidas del proyecto FIP 2004-10, utilizadas en el presente proyecto para los coeficientes de proporcionalidad con aquella densidad.

Estrato	Rango Latitudinal (°S)	Extensión Latitudinal (min)	Densidad media	Número de transectas (n_h)	Número de lances esperado
1	22°06'-25°12'	186	0,06	11	44
2	25°13'-28°05'	172	20,82	17	68
3	28°06'-29°49'	103	25,75	12	48
4	29°50'-33°59'	249	54,88	60	240
5	34°00'-37°00'	180	24,91	22	88
Total		890		122	488

El estrato 1 en tanto tiene una densidad considerablemente más baja que los otros cuatro estratos, por lo que se propone un factor de intensidad de 0,5. Esta intensidad mínima se justifica porque ello da, en promedio, una transecta cada 20 mn de latitud, aprox.; de acuerdo con estos criterios, en la Tabla 3 se muestra los resultados del número de transectas y lances propuestos para el presente proyecto. Para determinar el número de lances se estimó que, en promedio, se realizará 4 lances (=estaciones) por transecta.

Estos resultados nos permiten definir extensiones latitudinales del stock de camarón nailon que tienen densidades relativamente homogéneas y que sirvieron para definir las dimensiones de los estratos. No se realizó transectas entre adelgazamientos o estrangulamientos de la distribución del stock de camarón nailon relacionados con accidentes topográficos tales como puntas y bahías.

Esta estrategia permite optimizar el esfuerzo de muestreo al concentrarlo en aquellas zonas en las que comparativamente se obtenga resultados diferentes a los de evaluaciones anteriores, logrando, al mismo tiempo, tres objetivos, a saber:

- ajustar estadísticamente el número total de lances;
- distribuir de mejor forma el número total de lances por estrato en función del tamaño de cada estrato y de su varianza; y

- mejorar estadísticamente las estimaciones de la biomasa promedio y la varianza asociada, por caladero.

En nuestro proyecto se efectuaron lances de 15 minutos de arrastre efectivo, ya que ésta es ahora la tendencia a nivel mundial (Gerard Conan, *com. pers.*, 2003), tal como se aplicó en los proyectos FIP 2003-03, FIP 2004-11, FIP 2005-09 y FIP 2006-04 para la evaluación de la biomasa de los recursos langostino colorado y langostino amarillo de la II a VIII Regiones. Por lo tanto, lo que se hace ahora es abordar con aquella experiencia la evaluación del recurso camarón nailon. Las razones principales son:

- en geoestadística tradicional cada muestra corresponde a una medida puntual en el mapa. Un lance largo funciona como un computador obteniendo promedios al metro cuadrado a lo largo del lance, entonces borra parte de la estructura espacial. En geoestadística este efecto se denomina “regularización” y resulta en variogramas deformados. Es difícil corregir los datos pues, en el caso de lances de arrastre, el promedio se obtiene según un recorrido largo y estrecho, con rumbos a veces variables;
- a un lance largo le corresponden normalmente capturas importantes. Pero, es muy difícil muestrear dentro de las capturas de un lance. La distribución de las especies y de las tallas dentro del copo no es nada de aleatoria. Por el contrario, en muchas ocasiones se detecta estratificación de la pesca en el copo. Luego, es preferible tener capturas pequeñas y contar y/o medir todos los individuos capturados. Luego, el hecho de muestrear dentro de un copo se introduce mayor variabilidad, obteniéndose mayor sesgo y falta de precisión en relación a la dispersión espacial natural del recurso en el piso marino;
- antiguamente, los métodos de navegación eran muy poco precisos, por lo que se utilizaba métodos de cálculo de biomasa no georreferenciados. Los lances largos permitían borrar un poco de variabilidad. Actualmente, por el contrario, la meta es utilizar el conocimiento de la variabilidad espacial para mejorar las estimaciones.

Sobre el particular, los lances cortos (15 minutos) permiten un mejor conocimiento de esta variabilidad;

- las características de pesca de la red van siendo modificadas conforme transcurre el lance y tiende a llenarse el copo. Esto significa que el agua no entra a la red ni filtra bien en la red cuando está llena, por lo que las especies en parte se escapan en vez de ser retenidas por las mallas. Esto trae como consecuencia obtener capturas que no son proporcionales al largo del lance. Por el contrario, los lances cortos limitan la incidencia de este efecto;
- para proceder con lances cortos, por todas las razones expuestas arriba, la condición es que la distancia recorrida por la red debe que ser medida con la más alta precisión posible. Por lo tanto, se requiere determinar exactamente cuándo la red llega al fondo en el calado y cuándo se inicia el levantamiento de la red desde el fondo en el virado. En nuestro caso, los registros son efectuados electrónicamente.

3.7.4. Aplicaciones SIG para el manejo y tratamiento de la información

3.7.4.1. Presentación

En el mundo actual, la buena gestión de los recursos es cada vez más función de la calidad de la información que se dispone y genera, y de la capacidad para su manejo. Así, la capacidad de manejo de información junto a conceptos claros de gestión permiten identificar bien fortalezas y debilidades para realizar un diseño superior de programas de acción, y una planificación eficiente para alcanzar objetivos de desarrollo de largo plazo (FAO, 1996).

Las herramientas de manejo de información al nivel de computadores de escritorio tienen hoy ya una capacidad tal que se puede organizar un volumen enorme de datos. En el tema de recursos pesqueros, estos sistemas permiten transformar los datos en información de gran valor práctico, a través de la representación de su distribución en el territorio de un modo gráfico y asociarlos a puntos o determinadas características mapa digital de la zona de evaluación o atributos de los recursos estudiados. Esta herramienta se denomina Sistema de Información Geográfica (SIG) y se

está usando en una variedad creciente de aplicaciones, en todo tipo de campos de las ciencias naturales.

Los Sistemas de Información Geográfica permiten visualizar un fondo cartográfico constituido por capas de información, las que se despliegan una sobre otra a voluntad. Así, se pueden exhibir -separada o conjuntamente- líneas de costa, veriles de profundidad, hitos submarinos relevantes (montañas o abismos submarinos, volcanes sumergidos, etc.), y lo que resulta relevante para este proyecto, la distribución espacial de los lances de pesca, límites de la distribución del recurso objetivo y focos de abundancia. Además, para cada elemento identificado en la representación digital, se puede asociar en la pantalla una tabla con todas las propiedades que se hayan ingresado al sistema, que correspondan a ese elemento (Fig. 3).

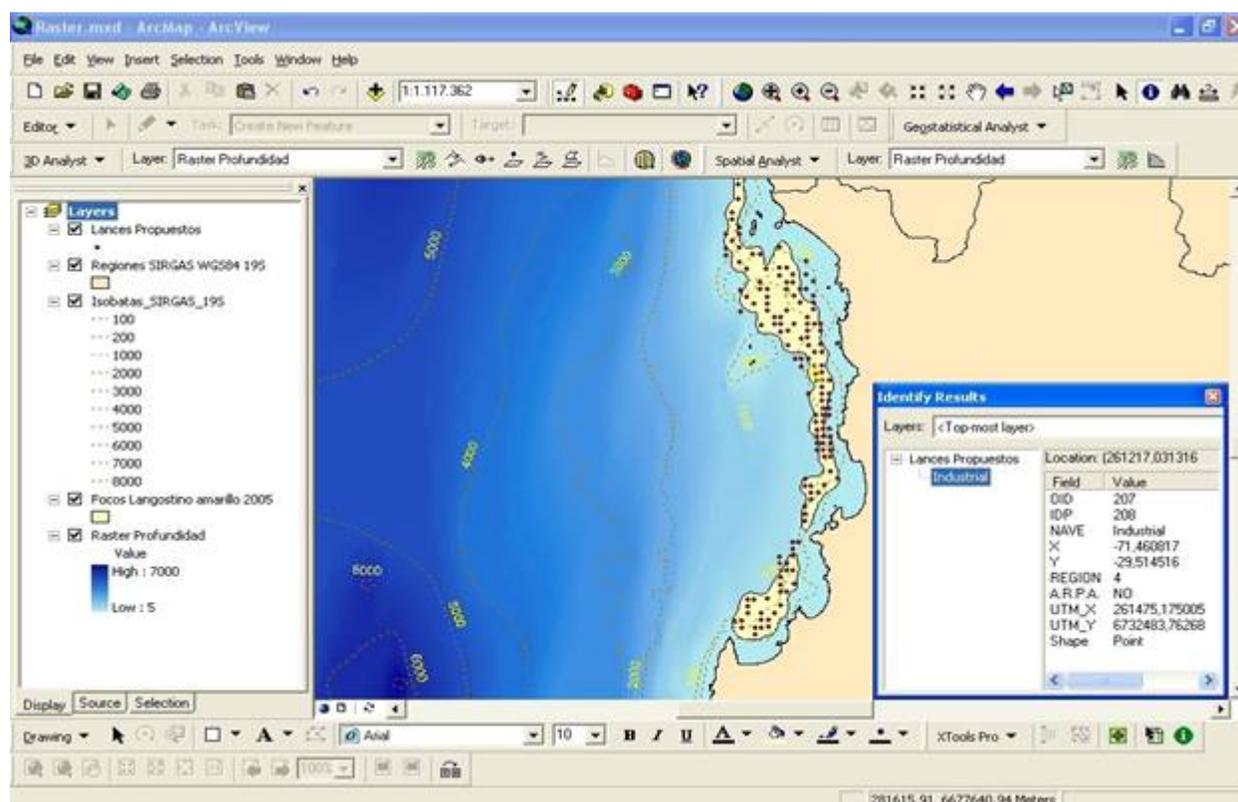


Fig. 3. Ejemplo de las “capas temáticas” de parte de la Región de Coquimbo y la información desplegada en forma paralela proporcionada por el SIG.

Las capacidades anteriores permiten, además, realizar análisis y simulaciones que son una ayuda muy valiosa para la asignación eficaz de recursos. Cabe destacar que las posibilidades de análisis

espacial y de representación sobre la pantalla quedan definidas, no por la capacidad del equipamiento o por el software sino por la cantidad y calidad de información que dispone el sistema. La información se prepara sobre planillas de cálculo, que se pueden ir integrando a las bases de datos de modo de mantener la información mejor actualizada y completa posible (FAO, 1996).

3.7.4.2. Georreferenciación de los lances de pesca

Para elaborar la cartografía se trabajó con un software SIG *ad hoc* para los propósitos del proyecto, que permite trabajar con información gráfica y alfanumérica. Primero se prepara el fondo cartográfico (mapa base) consistente en el mapa electrónico de la zona de estudio (Cartas Náuticas electrónicas 1000, 2000 y 3000 del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile, SHOA), georreferenciado en coordenadas UTM y geográficas en el datum WGS84 (World Geodetic System 1984). La elección del datum se debe a que este es un estándar mundialmente aceptado en los SIG y está ampliamente difundido en equipos comerciales (geoposicionadores) utilizados por las embarcaciones pesqueras de la Región y que participaron en los cruceros de evaluación de la abundancia del recurso objetivo.

Para mejorar la precisión de la ubicación de los lances de pesca y reducir las fuentes de error de observación, todos los posicionadores satelitales fueron configurados y calibrados con el mismo datum. Adicionalmente, para la localización de los lances de pesca y, posteriormente, los focos de abundancia del recurso objetivo, se dispuso del modelo digital de terreno (DEM) creado en la Universidad Católica del Norte, a partir de una base de puntos georreferenciados con valores batimétricos y que ha sido utilizado en los proyectos FIP 2003-03, FIP 2004-11, FIP 2005-09 y FIP 2006-04.

3.7.4.3. Metodología de implementación de bases de datos

Se diseñó una base de datos relacional que tuvo incluida la componente geográfica (ubicación) para vincular las diferentes variables levantadas en terreno y que sea compatible con programa de tratamiento de datos geoestadísticos y/o planillas de datos.

3.7.4.4. Procesamiento y tratamiento de la información

Se rescató del programa SIG las diferentes bases de datos georreferenciados, las que fueron tratadas en unidades UTM. Posteriormente, cuando se construyan las cartas temáticas con la distribución de los recursos y sus focos de abundancia, éstas serán convertidas en unidades geográficas.

3.8. Objetivo Específico 1

Determinar la distribución espacial del recurso, en el área de estudio.

3.8.1. Distribución espacial de la densidad de camarón nailon

El análisis de la distribución espacial del recurso camarón nailon se entiende acá en un sentido amplio. La técnica de análisis más apropiada para este efecto es la geoestadística (Petitgas, 1993; Rivoirard *et al.*, 2000), la que ha venido usándose en Chile para estudiar la distribución espacial de recursos de crustáceos desde 1996 y ya constituye una herramienta estándar (Roa y Tapia, 1998; Páramo y Roa, 2003; Acuña *et al.*, 2002a; Acuña *et al.*, 2003b; Acuña *et al.*, 2005, Acuña *et al.*, 2006). Una propiedad importante de este método de análisis es que supone que la variable medida localmente (densidad poblacional o captura por unidad de área = CPUA) es la realización de una variable aleatoria y, por lo tanto, se puede dar cuenta rigurosamente del error en la determinación de la variable localmente.

Para esto se define que el parámetro *nugget* del modelo de variograma está compuesto de la suma de dos efectos independiente: el error de observación debido a la variabilidad del APA y la micro-varianza debida a covarianzas espaciales a distancias menores que la menor distancia entre las muestras. Por esto es que el término de error en la ecuación de la densidad local total, que es debido a la APA, será tomado en cuenta en el análisis de la distribución espacial mediante geoestadística. El análisis geoestadístico, cuando se aplica con todas las especificaciones correctas y cuando se cuenta con una estimación independiente del error de observación debido a la variabilidad de la APA dentro de cada lance, cumple con el requerimiento de las Bases

Especiales de incluir el efecto de la variabilidad de la APA. Esto será así tanto en el análisis de la distribución espacial (Obj. Espec. 1) como en la estimación de biomasa (Obj. Espec. 2).

Se supuso la existencia de *estacionaridad de segundo orden* de la distribución espacial de la densidad poblacional de camarón nailon, es decir, que la media del proceso aleatorio bajo estudio es constante en el área de prospección y la covarianza entre dos puntos de muestreo depende sólo de sus distancias relativas (Isaaks y Srivastava, 1989). Este no es un requerimiento muy fuerte pues en la etapa de interpolación por kriging sólo se necesita la ausencia de una tendencia en la vecindad de los puntos observados. La variante teórica a utilizar es la *geoestadística intrínseca*, que se basa en un modelo de covarianza espacial. En este caso en particular, ese modelo corresponde al variograma (Journel y Huijbregts 1978), definido como la esperanza de la variable aleatoria $(Z(x) - Z(x+h))^2$, ó

$$2\gamma(x, h) = E[(Z(x) - Z(x+h))^2]$$

donde hemos omitido el índice de longitud (y) sólo para evitar notación excesiva.

Bajo la hipótesis intrínseca es posible estimar el variograma $2\gamma(h)$ a partir de los datos muestrales mediante el variograma experimental $2\gamma^*(h)$, que es la media aritmética de las diferencias al cuadrado entre dos mediciones experimentales, $Z(x_i) - Z(x_i + h)$, realizadas en dos puntos cualesquiera separados por el vector h , o sea:

$$\gamma^* = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} (z(x_i) - z(x_i + h))^2$$

donde $N(h)$ es el número de pares de datos experimentales separados por el vector h .

Cuando existe efecto proporcional en los datos, es decir, cuando los cambios espaciales en la media local tienen asociado un cambio proporcional en su variabilidad, es conveniente utilizar variogramas experimentales relativos o estandarizados (Isaaks y Srivastava, 1989), de la forma

$$\gamma_s = \frac{\gamma^*(h)}{\sigma_{-h}\sigma_{+h}}$$

$$\sigma_{-h}^2 = \frac{1}{N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} z^2(x_i) - m_{-h}^2$$

$$m_{-h} = \frac{1}{N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} z(x_i)$$

$$\sigma_{+h}^2 = \frac{1}{N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} z^2(x_i + h) - m_{+h}^2$$

$$m_{+h} = \frac{1}{N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} z(x_i + h)$$

donde la semivarianza en cada intervalo de distancia está ponderada por su variabilidad local.

En esta estudio se utilizó variogramas estandarizados en todos los análisis pues esta opción no afecta la estimación del parámetro relevante del modelo y la hace mucho más eficiente. Se realizó este cálculo en dos direcciones (N-S y E-O) para investigar la existencia de diferencias direccionales en la estructura del proceso (*i.e.* anisotropía). Una vez calculados los variogramas experimentales se ajustaron modelos matemáticos que permiten relacionar la estructura observada con el supuesto proceso generador. Los tres modelos considerados para las densidades locales de camarón nailon fueron el esférico, el exponencial y el modelo Gaussiano, que están dados según Cressie (1993) por,

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

para el modelo esférico, y

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

para el modelo exponencial, y

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

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

En el caso de la ocurrencia de variogramas experimentales caóticos, producto de valores extremos, se usó la versión robusta propuesta por Cressie (1993):

$$\bar{\gamma}(h) = \frac{\frac{1}{2} \left\{ \frac{1}{N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(u_i) - Z(u_i + h)]^2 \right\}^4}{\left(0,457 + \frac{494}{N(h)} \right)}$$

Los modelos fueron ajustados a los datos del variograma experimental mediante el método de mínimos cuadrados descrito por Cressie (1993), minimizando la sumatoria, esto es,

$$\sum_{i=1}^H N(h_i) \left(\frac{\hat{\gamma}(h_i)}{\gamma(h_i)} - 1 \right)^2$$

donde H es el número de intervalos en que se dividió la distancia entre puntos de muestreo.

Cada residuo al cuadrado se pondera según $N(h_i)$, que es el número de pares utilizado para calcular $\hat{\gamma}(h_i)$, y según el inverso de $\gamma(h_i)^2$. Este procedimiento tiene la ventaja de disminuir la ponderación de pares menos representados en la muestra y aumentar la de puntos cercanos al origen del variograma, que es donde posteriormente se hace la interpolación por kriging.

Previo a la estimación de la distribución espacial del recurso se realiza una validación cruzada de los parámetros del variograma teórico ajustado y de los parámetros a utilizar en la interpolación por *kriging* (*i.e.* parámetros del variograma teórico, radio de búsqueda, número máximo de pares a utilizar en la interpolación). El método de validación cruzada (Deutsch y Journel 1998) consiste en eliminar uno a uno los puntos en que se realizó el muestreo y utilizar el resto de los datos para estimar el valor de la variable en ese punto, utilizando el modelo de variograma y parámetros de *kriging* seleccionados.

De esta forma, se define el error de predicción en cada localidad muestreada como la diferencia entre el valor medido y el estimado a partir del resto de los datos (Isaaks y Srivastava 1989). El objetivo final de este procedimiento no paramétrico es obtener un criterio de decisión para seleccionar una combinación dada de parámetros del variograma teórico y del *kriging*. Se utilizó el promedio de los errores de estimación (*i.e.* sesgo) como criterio primario, dado que el objetivo central del análisis es obtener una estimación insesgada de la densidad media (Z^*) en la zona de prospección (Isaaks y Srivastava 1989).

Se utilizó *kriging puntual ordinario* como método de interpolación para obtener una estimación de la densidad media de camarón nílón sobre cada estrato y sobre cada foco de abundancia. Se consideró la distancia mínima promedio entre las estaciones de muestreo como la distancia internodal de la grilla de interpolación. Los parámetros del variograma teórico y del *kriging* seleccionados después de la validación cruzada, fueron utilizados para calcular las ponderaciones óptimas a ser asignadas a cada punto de muestreo y para estimar la densidad $Z(x_0, y_0)$ en las localidades (x_0, y_0) , utilizando

$$z^*(x_0, y_0) = \sum_{i=1}^n \omega_i z(x_i, y_i)$$

donde ω_i representa las ponderaciones asignadas a cada localidad muestreada.

La suma de estas ponderaciones es igual a 1 (*i.e.* constituyen una combinación lineal convexa), y por lo tanto la estimación es insesgada ($E[z^*(x_0) - z(x_0)] = 0$). Cada ponderación fue estimada de tal forma que el error de estimación ($\sigma_k^{*2}(x_0)$), llamado *varianza de kriging*, sea minimizada.

El mapeo geoestadístico se implementó en la última versión del programa SURFER, el SURFER 8, que incorpora la posibilidad de incluir los parámetros del variograma teórico ajustado para la interpolación por kriging al interior de los focos de abundancia identificados. Al respecto, en este mismo programa se puede incluir la grilla de interpolación previamente definida y construir los mapas de distribución de la densidad deseados.

En tal sentido, el mapeo de la densidad poblacional derivado del análisis geoestadístico (análisis estructural y kriging) permiten la construcción de mapas de contornos o de superficie donde se representa las variaciones espaciales de la variable aleatoria (Fig. 4).

3.9. Objetivo Específico 2

Determinar la biomasa vulnerable total (en peso) y la abundancia vulnerable total (en número), según talla y sexo, del recurso en el área de estudio, y por región y focos de abundancia, según corresponda.

La media muestral se reconoce como un estimador insesgado de la media poblacional independiente de la distribución subyacente desde donde es tomada la muestra aleatoria. Sin embargo, en los estudios de área barrida, la distribución de probabilidad de la densidad local es frecuentemente altamente sesgada, donde además la desviación estándar es mucho mayor que la media, lo que representa serios problemas para el uso de la media muestral como un estimador de la media poblacional (Grosslein, 1971; Pennington, 1996). En tal caso, la media muestral en si misma, tiene una distribución sesgada, convergiendo a una distribución normal simétrica sólo cuando el tamaño de muestra se hace infinitamente grande (asintóticamente normal).

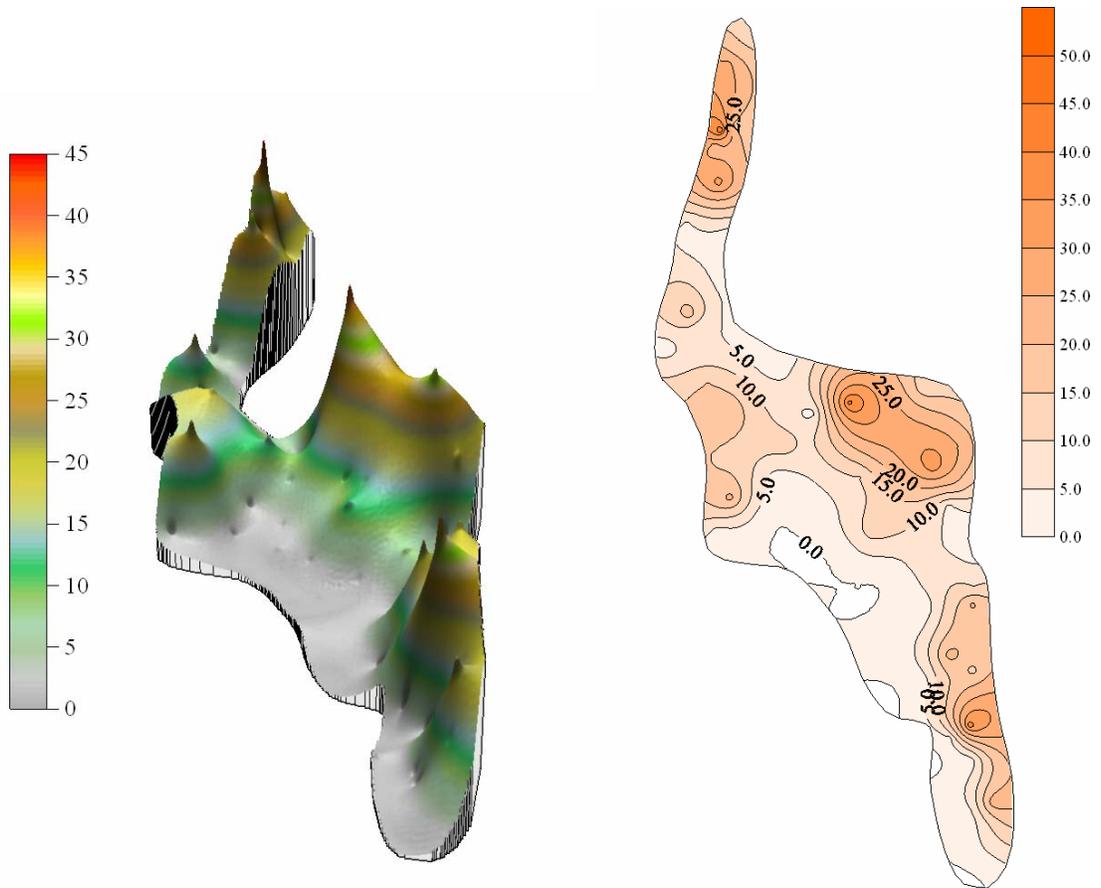


Fig. 4. Distribución espacial de la densidad de langostino amarillo en el Foco 14 identificado en el marco del Proyecto FIP 2004-11. Izquierda: mapa de superficie. Derecha: mapa de contornos.

Cuando se muestrea desde una distribución sesgada, como es el caso de los datos de arrastre de fondo de camarón nailon, con un tamaño de muestra pequeño a moderado (a veces limitado presupuestariamente), el estimador de densidad media poblacional es bastante sensible a la presencia de observaciones infrecuentemente altas, las que tienden a sobreestimar la media poblacional. La extensión de dicha sobreestimación depende, en gran parte, de cuan extrema es la observación (Syrjala, 2000). De la misma manera, el estimador de varianza de la media muestral será mucho mayor, indicando una muy poca precisión del estimador de la media.

Con propósitos comparativos, la estimación de la biomasa vulnerable total (ton) de camarón nailon se calculará mediante cuatro métodos, a saber:

- (i) método geoestadístico intrínseco,
- (ii) método de la Distribución Delta lognormal,
- (iii) estimador de razón, y
- (iv) método de las microceldas de estimación geoestadística.

Al respecto, cabe hacer notar que la inclusión del método de la Distribución Delta y estimador de razón se debe a que ambos son todavía ampliamente utilizados para la estimación de la densidad media y abundancia de diversos recursos pesqueros nacionales, a pesar de las fuertes restricciones que tienen (caso de la Distribución Delta lognormal), así como a la poca robustez frente a valores extremos o valores atípicos. Adicionalmente, ambos métodos son considerados espacialmente no-explicitos, a diferencia del enfoque geoestadístico intrínseco y de microceldas de estimación. Adicionalmente, tanto en el caso del método de la Distribución Delta como del estimador de razón, el estimador de densidad media es fuertemente influenciado por la presencia de valores infrecuentemente grandes (valores atípicos), los que tienden a sobreestimar la densidad media e incrementar cuadráticamente la varianza del estimador (Smith, 1988; Myers y Pepin, 1990). Por el contrario, en ausencia de valores extremos, el estimador de la densidad poblacional promedio, tiende a ser subestimada dependiendo de la proporción de valores ceros (o muy pequeños) en la muestra, situación que es una constante en los estudios de área barrida.

3.9.1. Estimación de biomasa

3.9.1.1.1. Método geoestadístico intrínseco

Los métodos presentados para el objetivo específico 1, de distribución espacial de la densidad en peso total, de machos y de hembras, fueron utilizados en esta parte para estimar biomasa mediante la integración a través de la grilla generada por kriging dentro de un polígono que define el área del stock en cada estrato y foco de abundancia. Dentro de cada uno de estos polígonos, la densidad media (z^*) se obtuvo promediando las estimaciones locales calculadas en cada uno de los m nodos de la grilla que cubre cada área de estudio. La biomasa total (B) y de

cada sexo por estrato y foco de abundancia, y para el área de exclusión artesanal y el resto del área, todos estos cálculos por separado, fue estimada a través del producto entre la densidad media obtenida por kriging (z_{kg}^*), el área total cubierta por el stock, S , y el recíproco del coeficiente de capturabilidad local promedio, cuya expresión es

$$\hat{B} = \frac{1}{q} \hat{S} \cdot z_{kg}^*$$

Hemos evitado aquí introducir una enorme cantidad de subíndices para indicar las distintas particiones de la biomasa solicitadas en las Bases Especiales y las adicionales incluidas en esta propuesta, pero se debe entender que éstos se aplicaron a todas esas particiones. El área S no puede ser estimada estadísticamente utilizando la teoría intrínseca de la geoestadística pues esta teoría no permite ‘efecto de borde’, es decir, interacción entre la densidad y el hábitat (Petitgas y Lafont 1997). Sin embargo, es posible estimar S y su varianza de estimación transformando los datos de $z(x,y)$ con la función indicadora para utilizar luego la teoría geoestadística transitiva (Petitgas y Lafont 1997). Este tema será tratado más adelante en este capítulo. Consideremos por ahora sólo la varianza de estimación del estimador de la media zonal, cuya forma es

$$z_{kg}^* = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m z^*(x_j, y_j) \approx \frac{1}{S} \int_S z(x, y) dx dy$$

La varianza debida sólo al hecho de observar una realización del proceso estocástico que se supone da origen a los datos se calculará utilizando la teoría intrínseca de la geoestadística (Petitgas y Lafont 1997). La varianza de estimación de z_{kg}^* corresponde al varianza del error, de la forma

$$\sigma_{kg}^2 = E\left[\left(z - z_{kg}^*\right)^2\right] = 2\bar{\gamma}_{\{z(\cdot)\}S} - \bar{\gamma}_{SS} - \bar{\gamma}_{\{z(\cdot)\}}$$

donde el operador esperanza se desarrolla en términos del variograma en lugar de la covarianza como se hace usualmente.

El primer término al lado derecho de la precedente es el variograma promedio para todas las distancias entre cada uno de los puntos observados (elementos del conjunto $\{z(\cdot)\}$) y todos los puntos del área S . El segundo término es el variograma promedio para todas las distancias entre los puntos en el área S (observados o no). El tercer término es el variograma promedio para todas las distancias entre todos los puntos observados (todos los elementos del conjunto $\{z(\cdot)\}$).

Este método de estimación de la varianza de la densidad media por geoestadística intrínseca sólo depende de los datos indirectamente, a través de la estimación del modelo de variograma del Objetivo Específico 1. Entonces, el modelo de variograma para cada sexo, estrato, foco de abundancia y área de exclusión artesanal y el resto del área, y la disposición de las muestras, fue ingresada en el algoritmo EVA2 de Petitgas y Lafont (1997). Este programa ha sido especialmente diseñado para la varianza de la estimación de biomasa, y sigue la metodología de discretización del área propuesta por Journel y Huijbregts (1978). Una copia del programa fue obsequiada por Pierre Petitgas a uno de los investigadores incluidos en esta Propuesta Técnica y puede ser usado libremente.

EVA2 considera el caso de diversos tipos de diseño de muestreo, a saber: (1) transectas paralelas regularmente espaciadas continuamente muestreadas (registros acústicos), (2) Transectas paralelas regularmente espaciadas muestreadas por estaciones regularmente espaciadas, (3) grilla regular con un tamaño de malla cuadrado (muestreo sistemático), (4) transectas en zig-zag continuamente muestreadas cubriendo el área independientemente de la distribución espacial de los valores de densidad, (5) estaciones dispersas no aleatorias ni regularmente espaciadas (muestreo aleatorio), y (6) diseños donde la densidad de muestreo varía en el espacio (muestreo adaptativo).

3.9.2.2. Método de la Distribución Delta-lognormal

Considerando que la captura por unidad de esfuerzo (CPUE = CPUA) en las faenas de pesca comerciales y científicas orientadas a crustáceos como camarón nailon y langostinos (colorado y amarillo) se distribuye en forma asimétrica lognormal, entonces, para cuantificar la biomasa de

este recurso, ignorando criterios espaciales, es posible utilizar un estimador de densidad media derivado del modelo de la Distribución Delta, cuya forma simplemente es

$$B_0(f) = A_{\ln}(f) \cdot Area(f)$$

donde $B_0(f)$ es la biomasa (toneladas) en el foco (f), $A_{\ln}(f)$ es el estimador Finney-Sichel (Finney, 1941) de la media log-normal (ton/Km²) en el foco (f), $Area(f)$ es el área total (Km²) de distribución del recurso en el foco (f).

De acuerdo a McConnaughey y Conquest (1993), el estimador Finney-Sichel (FS), equivale al estimador de máxima verosimilitud de los datos log-normales, y está dado por la siguiente expresión:

$$FS = \frac{m}{n} \cdot e^{\overline{CPUE}_{\ln}} \cdot \phi_m(\sigma)$$

siendo m el número de lances con captura del recurso objetivo, n el número de lances totales efectuados, $CPUE_{\ln}$ la densidad media transformada a logaritmo natural, $\phi_m(\sigma)$ una serie infinita en función de la varianza (s^2) de las CPUE transformadas a logaritmo natural.

La serie $\phi_m(\sigma)$ está definida por la siguiente expresión:

$$\phi_m(\sigma) = 1 + (m-1) \frac{\sigma}{m} + \frac{(m-1)^3 \sigma^2}{2! m^2 (m+1)} + \frac{(m-1)^5 \sigma^3}{3! m^3 (m+1)(m+3)} + \dots$$

donde el parámetro σ , corresponde a la mitad de la varianza de las CPUE transformadas a logaritmo natural ($s^2/2$).

Los límites de confianza del estimado de biomasa media explotable, efectuado con las CPUE transformadas a logaritmo natural, no son simétricos y quedan expresados en función del estadístico tabulado H_α (obtenido de las tablas de Land, 1975), que establece valores distintos considerando la asimetría de la distribución analizada, luego el límite superior (LS) y el inferior (LI) son:

$$LI = B_0 - \left(Area(f) * e^{\left(\overline{CPUE}_{ln} + \frac{s^2}{2} + H_\alpha * \frac{s}{\sqrt{m-1}} \right)} \right)$$

$$LS = B_0 + \left(Area(f) * e^{\left(\overline{CPUE}_{ln} + \frac{s^2}{2} + H_{1-\alpha} * \frac{s}{\sqrt{m-1}} \right)} \right)$$

donde H_α es un estadístico tabulado en función de α , $m-1$ y s (Land, 1975).

3.9.2.3. Estimador de razón

No obstante, el estimador de razón es considerado poco robusto como estimador de la densidad media, dado que es altamente influenciado por los valores muestrales (especialmente cuando existen valores atípicos), se ha optado por considerarlo aquí como un referente de comparación, debido a que es frecuentemente utilizado por otros grupos de investigación nacionales.

El estimador de razón, como estimador de la densidad media, corresponde a la razón entre la captura obtenida en una unidad espacial cualquiera y el esfuerzo de pesca (área barrida, AB) correspondiente a esa unidad, lo anterior se representa como:

$$\overline{CPUA}_k = \frac{\sum_{i=1}^n C_i}{\sum_{i=1}^n AB_i}$$

donde \overline{CPUA}_k es la densidad media (captura por unidad de área, ton/Km²) en la k -ésima unidad espacial (foco de abundancia), C_i es la captura (tons) en todos los i lances dentro de la unidad espacial evaluada y AB_i es la unidad de esfuerzo de pesca aplicada.

La varianza del estimador de razón, dado que es no paramétrico, se calculó (para cada una de las unidades espaciales = focos de abundancia) mediante remuestreo aleatorio con reemplazo. Luego,

los intervalos de confianza fueron construidos mediante el método del percentil corregido (Efron, 1982).

El estimador de biomasa para el estimador de razón está dado por el producto entre el estimador de densidad media (\overline{CPUA}_k) del foco de abundancia k y su respectiva área (A_k , Km²), esto es,

$$B_0^k = A_k \cdot \overline{CPUA}_k$$

Luego, la varianza de la biomasa se estima como la varianza del producto de una variable y una constante mediante la siguiente expresión:

$$Var(B_0^k) = Var(A_k \cdot \overline{CPUA}_k)$$

entonces,

$$Var(B_0^k) = A_k^2 \cdot Var(\overline{CPUA}_k)$$

3.9.2.4. Microceldas de estimación geoestadística

Este método se propone como una alternativa de estimación de biomasa al interior de los focos de abundancia previamente definidos. Este enfoque se deriva del análisis geoestadístico, particularmente del kriging, y consiste de tres pasos fundamentales:

1. Definición de una grilla de interpolación con tamaño de malla regular de dimensiones conocidas de tamaño menor a la distancia promedio entre estaciones de muestreo, por ejemplo 1 x 1 Km², al interior de los focos de abundancia. Luego, el nodo de la grilla se asume el punto medio (x_0, y_0) de un polígono regular de tamaño (superficie) también conocido o celda de estimación.
2. Aprovechando las propiedades del kriging (y sus parámetros), junto con los parámetros del variograma teórico calculados después de la validación cruzada, se estima la densidad local ($Z(x_0, y_0)$) en los puntos medios de las celdas antes definidas según la expresión:

$$z^*(x_0, y_0) = \sum_{i=1}^n \omega_i z(x_i, y_i)$$

donde ω_i representa las ponderaciones (del algoritmo de kriging) asignadas a cada localidad muestreada.

El algoritmo de estimación de la densidad local por kriging implementado en el módulo Spatial Stat del paquete estadístico S-Plus 2000 permite la estimación del error de estimación del estimador de densidad local en el punto (x_0, y_0) . Luego, si se asume que el error de estimación es equivalente al error estándar del estimador se cuenta así con $n(x_0, y_0)$ valores de densidad media, su error estándar e intervalos de confianza correspondiente.

3. Se calcula la biomasa al interior de cada celda de estimación como el producto entre el área de la celda y su densidad local:

$$B_{(x_0, y_0)} = A_{(x_0, y_0)} \cdot z^*(x_0, y_0)$$

con intervalos de confianza equivalentes a:

$$LI(B_{(x_0, y_0)}) = A_{(x_0, y_0)} \cdot LI(z^*(x_0, y_0))$$

y

$$LS(B_{(x_0, y_0)}) = A_{(x_0, y_0)} \cdot LS(z^*(x_0, y_0))$$

Por lo tanto, el estimador de biomasa e intervalos de confianza corresponderán a la sumatoria de los $n(x_0, y_0)$ celdas de estimación calculadas para cada foco de abundancia k , esto es:

$$B_k = \sum_{i=1}^{n(x_0, y_0)} B_{(x_0, y_0)_i}^k$$

$$LI(B_k) = \sum_{i=1}^{n(x_0, y_0)} LI(B_{(x_0, y_0)_i}^k) \quad LS(B_k) = \sum_{i=1}^{n(x_0, y_0)} LS(B_{(x_0, y_0)_i}^k)$$

3.9.3. Estimación del área de los focos de abundancia

3.9.2.2. Geoestadística transitiva

Uno de las mayores debilidades del método del área barrida se refiere a la forma de calcular o estimar el área del stock, o de cualquier partición del mismo. Cualquier método de estimación basado en la estadística clásica del muestreo de poblaciones finitas no está permitido pues esa teoría supone que el número total de unidades de muestreo en la población es conocido antes de la estimación. Consecuentemente, cualquier método de remuestreo exhibe de la misma deficiencia pues los datos mismos a ser re-muestreados no contienen información independiente acerca del número de datos a ser re-muestreados. Incluso, la teoría intrínseca de la geoestadística no permite una estimación del área porque en esa teoría no está definida la covarianza entre el hábitat y el proceso estocástico.

Todos los métodos que pudieran diseñarse dentro de esas tres teorías son métodos *ad-hoc*, es decir, no están apoyados por la teoría de estimación. Lo máximo que pudiera plantearse bajo cualquiera de las tres teorías mencionadas es un estudio de sensibilidad, haciendo variar el área dado distintos criterios de delimitación, y observando los efectos sobre la estimación de biomasa, pero ese análisis presenta un problema de circularidad en el argumento, pues dado que la relación entre la densidad promedio y el área es perfectamente lineal en la estimación de biomasa, los resultados del análisis de sensibilidad serán conocidos perfectamente antes de hacer el análisis de sensibilidad. Por ejemplo, al hacer variar el área un 20% hacia abajo o un 20% hacia arriba, la biomasa varía determinísticamente un 20% hacia abajo y un 20% hacia arriba, respectivamente.

Afortunadamente, existe una rama de la geoestadística que permite cubrir este problema desde un punto de vista consistente con la teoría de estimación estadística, la geoestadística transitiva. Esta teoría fue desarrollada por el fundador de la teoría geoestadística Matheron (1971), pero no ha sido ampliamente usada en pesquerías a pesar del ya consolidado uso de la geoestadística para el análisis de datos espaciales de densidad de recursos pesqueros. Aparte de un trabajo de Petitgas (1993) en una dimensión, la literatura principal pesquera registra sólo dos estudios muy recientes, a saber, Bez y Rivoirard (2001) y Bez (2002). Se propone la introducción de estas técnicas

específicamente para la estimación del área de las distintas particiones del stock a ser evaluadas mediante transectas espaciadas regularmente.

Como la estimación de la densidad media ya está cubierta por el uso de la geoestadística intrínseca y por el método Delta-lognormal, sólo interesa estimar el área S . Convenientemente, entonces, realizaremos la transformación de los datos de densidad con la función indicadora

$$I(x, y) = \begin{cases} 0, & \text{si } z(x, y) = 0 \\ 1 & \text{si } z(x, y) > 0 \end{cases}$$

lo que significa que la grilla regular dentro de cada partición espacial del stock se convertirá en una grilla de 1s y 0s. Esta técnica permite que la doble integral sobre la latitud y la longitud, multiplicada por el área de influencia de cada unidad muestral, sea inmediatamente igual al área de la partición espacial del stock que se está considerando. Sea S el área total que cubre la distribución espacial de la función indicadora $I(x, y)$, entonces la cantidad a ser estimada es

$$S = \int_{-\infty}^{+\infty} dx \int_{-\infty}^{+\infty} I(x, y) dy$$

y su estimador geoestadístico transitivo es

$$\hat{S}(x_0, y_0) = s_x s_y \sum_{k_1=-\infty}^{+\infty} \sum_{k_2=-\infty}^{+\infty} I(x_0 + k_1 s_x, y_0 + k_2 s_y)$$

donde x_0, y_0 son los puntos de partida de la grilla, que deben ser elegidos aleatoriamente para garantizar insesgamiento respecto del diseño (que se cumple aquí pues nuestra primera transecta será elegida al azar dentro de cada estrato), s_x y s_y son las áreas latitudinales y longitudinales cubiertas por cada unidad de muestreo (cada estación de muestreo dentro de cada transecta), iguales para todas las unidades (garantizado por el diseño de espaciamiento regular), y donde las sumas van hacia el infinito porque se permite el efecto de borde y de hecho el borde mismo es estimado.

En esta teoría, la herramienta estructural conveniente no es el variograma de la teoría intrínseca, sino que el covariograma transitivo de la forma

$$g(h) = \int_{-\infty}^{+\infty} dx \int_{-\infty}^{+\infty} I(x, y) I(x+u, y+v) dy$$

donde u y v son los lados de un triángulo tal que el vector de distancia cuadrático $h^2=u^2+v^2$. La varianza de estimación es equivalente a la varianza del estimador ya que este método es diseño-basado y luego la cantidad S no se supone que sea la realización de una variable aleatoria sino que se supone fija,

$$\sigma_S^2 = s_x s_y \sum_{k_1=-\infty}^{+\infty} \sum_{k_2=-\infty}^{+\infty} g(k_1 s_x, k_2 s_y) - \int_{-\infty}^{+\infty} g(h) dh$$

Esta metodología es una de las opciones del algoritmo EVA2 de Petitgas y Lafont (1997), y la usaremos en este proyecto.

3.9.3.2. Kriging de indicadores

Un método alternativo de estimación del área de los focos de abundancia está dado por uso de variables indicadoras. En este caso, el objetivo es estimar la probabilidad de que un valor de cpua (z) exceda un valor crítico z_c (umbral mínimo para considerar la existencia de un foco de abundancia), en un punto no muestreado (u_0 , u = vector de coordenadas (x,y)). La información disponible consiste en valores de la variable z en N puntos u_j , $j = 1, 2, \dots, N$, los que son generados a partir del kriging ordinario descrito anteriormente con motivo del análisis de la distribución espacial del recurso camarón nailon. En análisis propuesto se desarrolla en cuatro etapas:

- 1.- El valor $z(u)$ para cualquier punto u es visto como una realización particular de la variable aleatoria $Z(u)$ en los lugares u . Los valores desconocidos $z(u_0)$ son entonces una realización de la variable $Z(u_0)$ y el problema entonces se transforma en estimar la probabilidad condicional que $Z(u_0)$ exceda el valor crítico z_c , dado los datos $z(u_j)$.

$$\begin{aligned} \Pr\{Z(u_0) > z_c | z(u_j), j = 1, 2, \dots, N\} &= 1 - \Pr\{Z(u_0) \leq z_c | z(u_j), j = 1, 2, \dots, N\} \\ &= 1 - F(u_0; z_c | N) \end{aligned}$$

donde $F(u_0; z_c | N)$ es la probabilidad condicional o “posterior” de los valores verdaderos menores que el límite z_c , y N es la información condicionante (datos observados).

La variable continua como la cpua calculada sobre una grilla de estimación que sobrepasa los límites de la distribución espacial de los datos es clasificada dentro de dos clases en función de un nivel crítico z_c . Una clase contiene a los valores menores o iguales a z_c y la otra todos los valores mayores. Con esto se crea una nueva variable, binaria y también aleatoria, o *Indicador* $I(u; z_c)$, el que se define como:

$$I(u; z_c) = \begin{cases} 1 & \text{si } Z(u) \leq z_c \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

- 2.- Se construye un variograma para indicadores, cuyo modelo corresponde a:

$$\hat{\gamma}_I(h; z_c) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{j=1}^{N(h)} [i(u_j; z_c) - i(u_j + h; z_c)]^2$$

- 3.- Se estima la probabilidad local en cada punto u mediante kriging de los valores indicadores (Journel, 1983).

$$\Pr\{Z(u) \leq z_c | (n)\} = \sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot i(u_j; z_c)$$

- 4.- Se selecciona aquellos valores obtenidos en el paso anterior que cumplan la condición umbral para la delimitación de los focos de abundancia. El nivel umbral previamente establecido corresponderá a una cpua = 0,09064 ton/Km², que equivale aproximadamente a una captura de 1.000 g de la especie objetivo cuando es capturada a una velocidad de

arrastre de 3 nudos con una red de APA = 11,0 m que es arrastrada durante 30 minutos (arrastre efectivo).

3.9.4. Varianza total de estimación de biomasa

El estimador de biomasa (B), ya sea el geoestadístico o el Delta-lognormal, presenta cuatro fuentes de incertidumbre que serán estimadas, a saber:

- la varianza del coeficiente de capturabilidad local, $\hat{\sigma}_a^2$,
- la varianza del APA, $\hat{\sigma}_{APA}^2$,
- la varianza de estimación de la densidad media, $\hat{\sigma}_{kg}^2$ o $\hat{\sigma}_{D-L}^2$ y,
- la varianza del área, $\hat{\sigma}_s^2$.

La combinación de estas cuatro fuentes de incertidumbre depende de la estructura algebraica de la ecuación de estimación de la biomasa. Para el caso del estimador en que la densidad media corresponde a la estimación por geoestadística intrínseca y kriging puntual ordinario, la estructura del estimador de biomasa es

$$\hat{B}_{kg} = \frac{\hat{S}}{a} z_{kg}^*$$

Una gran ventaja del enfoque geoestadístico es que la varianza debida al APA ya está incorporada en la varianza del estimador de densidad media z_{kg}^* porque esa varianza fue incluida aditivamente dentro de la estructura del parámetro nugget, al considerar una varianza de error de observación, y luego esta varianza debida al APA se propagará automáticamente hacia la varianza de z_{kg}^* , $\hat{\sigma}_{kg}^2$. En este caso sólo nos queda considerar la combinación de las varianzas debidas al área, al coeficiente de capturabilidad local, y al promedio de densidad mediante kriging. El método delta (no confundir con la distribución Delta-Lognormal) permite calcular una varianza aproximada de combinaciones algebraicas de fuentes de varianza mediante expansiones de Taylor hasta el segundo orden. Obtengamos primero la varianza del producto $\hat{S} \cdot z_{kg}^2$,

$$Var(\hat{S} \cdot z_{kg}^*) = \hat{S}^2 \cdot Var(z_{kg}^*) + (z_{kg}^*)^2 Var(\hat{S}) + 2(\hat{S} \cdot z_{kg}^*) Cov(\hat{S}, z_{kg}^*)$$

No hay razones físicas para suponer que la covarianza entre el estimador geoestadístico transitivo \hat{S} y el estimador de densidad media de la geoestadística intrínseca z_{kg}^* sean dependientes, especialmente considerando que en la estimación de \hat{S} se utilizó la transformación por la función indicadora. Por lo tanto, descontando el término de covarianza y reemplazando los términos de varianza por sus respectivos estimadores, tenemos

$$\hat{\sigma}_{\hat{S}, z_{kg}^*}^2 = \hat{S}^2 \hat{\sigma}_{kg}^2 + (z_{kg}^*)^2 \hat{\sigma}_{\hat{S}}^2$$

Para obtener la varianza de la biomasa debemos obtener la varianza de la razón entre $\hat{S} \cdot z_{kg}^2$ como el numerador y de \bar{a} como el denominador, que nuevamente por el método delta y descartando los términos de covarianza y reemplazando los términos de varianza por sus respectivos estimadores corresponde a

$$\hat{\sigma}_{B_{kg}}^2 = \frac{\hat{\sigma}_{\hat{S}, z_{kg}^*}^2}{\bar{a}^2} + \frac{(\hat{S} \cdot z_{kg}^*)^2}{\bar{a}^4} \hat{\sigma}_{\bar{a}}^2$$

El error estándar del estimador de varianza del estimador de biomasa geoestadística es la raíz cuadrada de la varianza del mismo estimador, así que un intervalo de confianza asintóticamente válido de $(1-\alpha)\%$ corresponde a

$$IC_{(1-\alpha)\%} = \left[\hat{B}_{kg} \pm \eta_{(1-\alpha)} \sqrt{\hat{\sigma}_{B_{kg}}^2} \right]$$

El estimador de biomasa por el método Delta-Lognormal es

$$\hat{B}_{kg} = \frac{\hat{S}}{\bar{a}} \hat{z}_{D-L}$$

En este caso la situación es más compleja pues la varianza debida al APA no está incorporada en la estimación de \hat{z}_{D-L} , como si lo estaba en la estimación de z_{kg}^* . La aproximación por el método delta ya no es recomendable pues, aunque se pudiera utilizar la varianza promedio del APA a través de todos los lances las aproximaciones para cancelar covarianzas serían demasiado exigentes. Sin embargo, es posible aplicar el método delta a la razón \hat{S}/\bar{a} que actúa como la expansión del estimador de biomasa Delta-Lognormal, y agregar el error de observación a la varianza de la densidad proveniente de la distribución Delta-Lognormal. Entonces, la varianza del término de proporcionalidad es

$$\hat{\sigma}_{\hat{S}/\bar{a}}^2 = \frac{\hat{\sigma}_{\hat{S}}^2}{\bar{a}^2} + \frac{\hat{S}^2}{\bar{a}^4} \hat{\sigma}_{\bar{a}}^2$$

en donde claramente el término de covarianza es cero pues no existe relación entre el coeficiente de capturabilidad local y el área del stock, para cualquier partición del mismo que se esté considerando. Además, tenemos la varianza del estimador Delta-Lognormal, $\hat{\sigma}_{D-L}^2$, de la densidad media y la varianza del APA, $\hat{\sigma}_{APA}^2$. Ya hemos reemplazado todas las varianzas por sus respectivos estimadores. Como toda la varianza de cada observación local de densidad está dada por el APA (la captura en cada lance es calculada sin error), debemos agregar la varianza de observación de la densidad a la varianza de la distribución lognormal, suponiendo independencia entre la varianza debida al APA y la varianza que resulta de la distribución Delta-Lognormal. Esto resulta en

$$\hat{\sigma}_{z_{(D-L)}}^2 = \hat{\sigma}_{D-L}^2 + \hat{\sigma}_{APA}^2$$

Este razonamiento es similar al aplicado para la varianza de la densidad media estimada por el análisis geoestadístico intrínseco, en donde el error de observación se agregó aditivamente al parámetro nugget como un término de micro-varianza. El supuesto de independencia, en este caso entre APA y la densidad media lognormal, es fuerte, pero puede producir una sobreestimación de la varianza de la densidad media Delta-lognormal si la varianza del APA es baja y el término ignorado de covarianza entre APA y densidad Delta-Lognormal es mayor. En este

caso el estimador final de varianza de la biomasa por el método Delta-Lognormal será conservador. Este estimador final de varianza del estimador de biomasa tiene la forma

$$\hat{\sigma}_{B_{D-L}}^2 = \left(\frac{\hat{S}}{a} \right)^2 \hat{\sigma}_{z_{D-L}}^2 + \hat{z}_{D-L}^2 \hat{\sigma}_{\hat{S}/\bar{a}}^2$$

y un intervalo asintóticamente válido de $(1-\alpha)\%$ corresponde a

$$IC_{(1-\alpha)\%} = \left[\hat{B}_{D-L} \pm \eta_{(1-\alpha)} \sqrt{\hat{\sigma}_{B_{D-L}}^2} \right]$$

En el caso de la estimación de biomasa por sexo, se utilizará ecuaciones similares correspondientes al método Delta utilizando la proporción sexual global, con un estimador de varianza correspondiente a la distribución binomial. Por estar el estimador de proporción cerca de 0,5, los intervalos de confianza se construirán utilizando la aproximación normal. En el caso de la abundancia en número por sexo, se utilizará el peso medio global de toda la muestra biológica para contar con un gran tamaño de muestra e ignorar el efecto de la varianza de estimación del peso medio. En ese caso, el estimador de abundancia en número y su varianza de estimación corresponden a

$$\hat{A} = \frac{\hat{B}}{w} \quad \hat{\sigma}_A^2 = \left(\frac{1}{w} \right)^2 \hat{\sigma}_B^2$$

respectivamente. Al reemplazar los estimadores de biomasa y sus varianzas de estimación por los correspondientes a cada uno de los métodos empleados, el geoestadístico intrínseco y el Delta-Lognormal, se obtendrán los correspondientes estimadores de biomasa.

Finalmente, la biomasa a la talla (B_t) y la abundancia en número a la talla (A_t) serán

$$\hat{B}_t = \hat{B} \frac{\bar{w}_t}{\sum_{i=1}^T \bar{w}_i} \quad \hat{A}_t = \hat{A} \frac{f_t}{\sum_{i=1}^T f_i}$$

respectivamente, y las varianzas de estos estimadores serán

$$\hat{\sigma}_{\hat{B}_t}^2 = \hat{\sigma}_{\hat{B}}^2 \left(\frac{\bar{w}_t}{\sum_{i=1}^T \bar{w}_i} \right)^2 \quad \hat{\sigma}_{\hat{A}_t}^2 = \hat{\sigma}_{\hat{A}}^2 \left(\frac{f_t}{\sum_{i=1}^T f_i} \right)^2$$

respectivamente, donde \hat{B} y \hat{A} , como valores y como subíndice representan a la biomasa y la abundancia total de alguno de los dos métodos a ser aplicados, el geoestadístico intrínseco o el Delta-Lognormal, cualquiera que tenga menor coeficiente de variación; T representa al total de categorías de talla; y f representa a la frecuencia numérica medida a través de toda la muestra biológica. Para terminar se reitera que los cálculos descritos en esta sección se aplicarán por separado a las distintas particiones espaciales del stock, tales como estratos, focos de abundancia, y área de exclusión artesanal y resto del área.

3.9.5. Relación longitud-peso

Unos de los aspectos básicos registrados en los estudios de la biología o biología pesquera de cualquier especie son la longitud y peso de los individuos recolectados. Ambas variables permiten caracterizar la población estudiada, como es el caso de la estructura de tamaños (o peso), o determinar la relación longitud-peso particular. En este sentido, resulta muy frecuente observar en la literatura científica alcances respecto de la relación longitud-peso de las especies en estudio.

Algunos de los principales usos de la relación longitud-peso en la investigación pesquera son: (i) permitir la conversión de la longitud de un individuo a peso o viceversa; (ii) estimar el peso medio de los ejemplares de una clase de longitud dada (Beyer, 1987); (iii) convertir la ecuación de crecimiento en longitud en una ecuación de crecimiento en peso; (iv) predecir el peso a la

edad, por ejemplo, en modelos de rendimiento por recluta; (v) comparar morfológicamente entre poblaciones de una misma especie; (vi) estimar la biomasa de una población edad o talla-estructurada a partir del número de individuos sobrevivientes (abundancia en número), por nombrar algunos.

La relación longitud-peso en la mayoría de las especies marinas está definida por una ecuación de tipo potencial (medida con error) de la forma:

$$w = aL^b + \varepsilon$$

donde w es el peso, L es la longitud, a y b son constantes, ε es la medida de error.

El método de estimación a utilizar en la estimación de los parámetros de la relación longitud-peso consiste en Mínimos Cuadrados No Lineales (MCNL), que se basa en minimizar la suma de los errores cuadráticos ($S(\theta)$). Partiendo de la Ecuación General para Modelos No Lineales, de la forma:

$$y = f(\mathbf{X}_u; \Theta) + \varepsilon$$

Sea

$$S(\Theta) = \sum_{u=1}^n [y_u - f(\mathbf{X}_u; \Theta)]^2$$

La solución a tal ecuación se obtiene por la derivación del término dentro de la sumatoria respecto de cada parámetro que considera el vector de parámetros θ , de la forma siguiente:

$$S(\Theta) = \sum_{u=1}^n \left[y_u - f(\mathbf{X}_u; \Theta) \left(\frac{\partial f(\mathbf{X}_u; \Theta)}{\partial \Theta} \right)_{\theta=\hat{\theta}} \right]$$

En el caso de la ecuación que describe la relación longitud cefalotorácica-peso, $w = aLC^b + \varepsilon$, $S(\theta)$ tendría la siguiente forma:

$$S(a, b) = \sum_{i=1}^n \varepsilon^2 \quad S(a, b) = \sum_{u=1}^n (w_u - aLC^b)$$

ya que $f(w) = aLC^b$

$$\frac{\partial f}{\partial a} = LC^b \quad \text{y} \quad \frac{\partial f}{\partial b} = abLC^{b-1}$$

si $a = a_j$ y $b = b_j$ en la iteración j , entonces

$$w_u - f_u^j = [LC_u^b] \cdot [a_{ju} - a_j] + [abLC_u^{b-1}] \cdot [b_{j+1} - b_j]$$

Como el resultado de esta ecuación no se puede encontrar mediante álgebra tradicional, se debe utilizar un método iterativo para estimar los parámetros a y b . Los parámetros de la relación tamaño-peso se estimaron separadamente tanto para machos y hembras independientemente de la condición reproductiva de los ejemplares estudiados, como para las hembras portadoras de huevos o en condición reproductiva avanzada de acuerdo a los criterios de madurez sexual definidos en el marco del Objetivo Específico 3. Adicionalmente, se estimó la relación tamaño-peso para ambos sexos en conjunto, tanto por región como por foco de abundancia. El tamaño de muestra mínimo se indica en el Objetivo Específico 3.

3.9.6. Pesos medios por intervalo de talla

Los pesos medios por intervalo de talla y su dispersión estadística, para cada foco de abundancia del recurso objetivo, se estiman utilizando los estimadores que a continuación se detallan. Los intervalos de tamaño se construyen cada 1 mm de LC. Los estimadores son:

$$\bar{w}_j = \frac{\sum_{i=l[k]}^{n_{jk+1}[} w_{ijk}}{n_{jk}} \quad \text{y} \quad s_{w_j}^2 = \frac{\sum_{i=l[jk]}^{n_{jk+1}[} (\bar{w}_j - w_{ijk})^2}{n_j - 1}$$

donde: w_{ijk} : es el peso del i -ésimo ejemplar del intervalo de longitud j cuyo límite inferior es k ;

- $l_{[jk)}$: es el primer elemento del intervalo de longitud j .
- $n_{]jk+1[}$: es el número de ejemplares del intervalo de longitud j considerando el último individuo cuya longitud es $k + 1$ mm.
- \bar{w}_j : es el peso promedio del j -ésimo intervalo de longitud, y
- $s_{w_j}^2$: es la varianza del peso en el j -ésimo intervalo de longitud.

3.9.7. Distribución espacial y batimétrica de la longitud media

Se investigó mediante un enfoque geoestadístico la distribución espacial y batimétrica de la longitud media de camarón nailon. Al respecto, las variables a considerar en este análisis fueron: (1) la longitud cefalotorácica promedio, y (2) la proporción de ejemplares mayores a una longitud de referencia, por ejemplo 25 mm LCT ($\%>25$ mm LCT), considerada como el tamaño mínimo de procesamiento comercial.

El propósito de este enfoque es construir cartas de la distribución espacial y batimétrica para las dos variables antes señaladas y evaluar así posibles patrones de segregación espacial por tamaño del recurso estudiado.

3.10. Objetivo Específico 3

Determinar la condición reproductiva del camarón nailon, en el área y período de estudio.

3.10.1. Muestreo biológico a bordo de la nave

Después de depositar la captura en la cubierta de la embarcación, se procedió a separar la especie objetivo (camarón nailon). En cada lance se pesará 5 de estas bandejas vacías y con contenido, para determinar el peso neto promedio por bandeja. Luego, se cuenta el número total de bandejas con camarón para obtener la captura total en peso de cada especie. El muestreo biológico consiste en obtener estrictamente al azar 4 Kg de camarón nailon. Este procedimiento ha sido utilizado

por Acuña *et al.* (2002a). A partir de estos datos y para mantener un nivel de precisión de muestreo adecuado, se estimó que el tamaño muestral para frecuencia de tallas es aproximadamente 400 ejemplares por lance, los que corresponden a 3,7 Kg, que es lo que se aproxima a 4 Kg por razones operacionales (rapidez a bordo en la toma de muestras y mejor uso del tiempo).

Para efectos prácticos, la unidad básica de muestreo biológico es un balde de 4,5 a 5 litros. Los ejemplares se guardan en bolsas de polietileno grueso, indicándose el número correlativo del lance, su posición, fecha y las horas de calado y virado, al menos, y son mantenidas en hielo en escamas mientras están a bordo. Las muestras fueron enviadas al laboratorio húmedo del Departamento de Biología Marina de la Universidad Católica del Norte, donde fueron almacenadas (congeladas) y luego analizadas. En el laboratorio, los ejemplares fueron sexados, medidos en su longitud cefalotorácica (LC; precisión de 0,1 mm) y pesados (peso total; precisión de 0,01 g).

3.10.2. Tamaño de muestra

En el cálculo de tamaño de muestra para caracterizar la condición reproductiva de camarón nailon en cada fracción del área de estudio se ha tomado como variable de referencia el peso corporal total (PCT) y estuvo supeditada al muestreo piloto de la estructura de pesos, de la cual se obtuvo el coeficiente de variación ($CV_{(PT)}$). A continuación, se presenta los tamaños muestrales (n) para un nivel de incertidumbre α de 0,05 considerando un error de 10% ($d = 0,1$) y un coeficiente de variación teórico entre 10 % y 30% calculado según la expresión dada por Cochran (1977), donde $t_{\alpha,\infty}$ es el valor de la distribución t-Student para el nivel de incertidumbre α y ∞ grados de libertad. Al mismo tiempo se entrega el tamaño de muestra para distintos niveles del coeficiente de variación.

$$n > \frac{t_{\alpha,\infty}}{\left(\frac{d}{CV_{(LV)}} \right)}$$

CV _(LV) (%)	n ($t_{0,05;\infty}$)
10	196
15	294
20	392
25	490
30	588

Al respecto, si se utilizara un $CV = 15\%$, el tamaño mínimo de muestra por foco de abundancia sería de 294 ejemplares. En consecuencia, el tamaño de muestra a considerar se asumió con un error esperado entre 10% y 15%, lo que equivale a 196 y 294 ejemplares por foco de abundancia. Este tamaño de muestra fue utilizado, además, para la estimación de los parámetros de la relación talla-peso descrita en el objetivo específico anterior.

3.10.3. Determinación del estado de desarrollo embrionario de huevos

Para la determinación del estado de madurez sexual de hembras de camarón nailon se utilizó como criterio el estado de desarrollo embrionario o madurez de los huevos portados, basándose principalmente en la coloración de los huevos, apariencia y grado de desarrollo del vitelo, desarrollo y pigmentación de los globos oculares del embrión, de acuerdo con Palma y Arana (1997), cuya tabla de 4 estados ha sido aplicada anteriormente por este grupo de trabajo en el proyecto FIP 2001-05 de evaluación directa de este recurso pesquero. La fecundidad individual de las hembras se determinó a partir de la selección aleatoria de 420 hembras del muestreo biológico-específico en toda el área de estudio (60 hembras por Región) para tener la mejor cobertura geográfica. A su vez, este muestreo fue estratificado, contemplándose 3 estratos de LC para tener una amplia cobertura muestral de talla. Debido a que el trabajo a bordo debe ser rápido, la estratificación del muestreo por tamaño consistió en obtener 20 ejemplares (hembras) de tallas pequeñas, 20 de tallas medianas y 20 de tallas grandes por Región. Para evitar la liberación de huevos de la masa ovífera de cada hembra muestreada que induzca a subestimar la fecundidad, entonces se muestreó solamente hembras en estados de madurez tempranos (Estados 1 y 2 de Palma y Arana, 1997).

3.10.4. Proporción sexual

La proporción sexual corresponde a la fracción de hembras o machos en la población. Por ejemplo, la proporción de hembras se calcula para cada lance como:

$$Ph_i = \frac{Nh_i}{(Nh_i + Nm_i)}$$

donde: Ph_i es la proporción de hembras en el lance de pesca i ; Nh_i es el número de hembras en la muestra del lance i ; Nm_i es el número de machos en la muestra del lance i .

Luego, la proporción total de hembras para el área y época de estudio se estima por:

$$\overline{Ph} = \sum_{i=1}^m Ph_i \cdot w_i$$

donde: \overline{Ph} es la proporción total promedio de hembras; Ph_i proviene de la ecuación anterior; m es el número total de lances de pesca; w_i es la proporción en peso de la captura obtenida en el lance de pesca i , la cual se calcula como:

$$w_i = \frac{C_i}{\sum_{i=1}^m C_i}$$

donde: C_i es la captura en peso del recurso objetivo en el lance de pesca i .

3.10.5. Talla promedio de madurez sexual

Para la estimación de la talla promedio de madurez sexual de hembras se utilizó la información de proporción de hembras ovíferas a la talla. Esta información se ajusta al siguiente modelo logístico:

$$P_l = \frac{1}{1 + e^{a+bl}}$$

donde: P_l es la proporción de hembras ovíferas en el intervalo de talla l ; l es la longitud cefalotorácica en milímetros; a y b son los parámetros de intercepto y pendiente de la ojiva de madurez, respectivamente.

La estimación de los parámetros de madurez se realiza minimizando el negativo del logaritmo de la función de verosimilitud (Roa *et al.*, 1999), que corresponde a la siguiente distribución binomial:

$$-\ell(a,b) = -C \sum [(h) \ln(P_l) + (1+h) \ln(1-P_l)]$$

donde: P_l se calcula de la Ec. anterior; a y b son los parámetros de la ojiva de madurez anteriormente definidos; h es una variable dicotómica ($h = 1$ es maduro, $h = 0$ es inmaduro); C es una constante que no afecta la estimación de los parámetros.

Dada la naturaleza no lineal de la función logística de madurez, el mínimo de la función de verosimilitud se encuentra por un algoritmo de iteración (Quasi-Newton). Los parámetros estimados por la función de verosimilitud son los estimados de máxima verosimilitud (MLE = maximum likelihood estimates). Se determina, además, la matriz de covarianza que representa la incerteza asociada a los MLE.

El cálculo de la talla a cualquier proporción de madurez ($l_{p\%}$) está definido por:

$$l_{p\%} = \frac{1}{b} \ln \left(\frac{1}{P_{LT}} - 1 \right) - \frac{a}{b}$$

Para el cálculo de la talla de madurez sexual se utiliza el criterio del 50% ($l_{50\%}$). De esta forma si se reemplaza P_l por 0,5 en la expresión anterior, se tiene que $l_{50\%}$ queda definido por $-(a/b)$.

Luego, se utiliza remuestreo Monte Carlo (con el algoritmo MATSIM) de los estimadores de los parámetros de madurez junto con su distribución de probabilidad asintótica y matriz de covarianza, para generar la distribución de probabilidad del estadístico derivado $l_{50\%}$. A partir de la distribución de probabilidad de $l_{50\%}$, su intervalo de confianza se obtiene por el método percentil. Los límites del intervalo de confianza están definidos por los valores en las posiciones $N_{MC}(\alpha/2)$ y $N_{MC}(1-(\alpha/2))$, donde N_{MC} es el número de ensayos Monte Carlo. El número de ensayos Monte Carlo realizados para determinar el intervalo de confianza de $l_{50\%}$ es 5000. Además, se determina el intervalo de confianza para las tallas donde se obtenga los porcentajes de madurez del 10, 20, ..., 90%.

3.10.6. Análisis de fecundidad

Se analizó la fecundidad de las hembras de camarón nailon expresada como el número de huevos portados a la talla para toda el área de prospección y para cada foco de abundancia. Se recolectó 600, para toda el área de estudio, hembras maduras con huevos en estado 1 ó 2 (debido a que en este estado es más fácil el recuento), que no presenten deterioro físico de la masa ovífera, tal como ha sido recomendado por Acuña *et al.* (1997b).

Para la estimación del número total de huevos portados por cada hembra se utiliza el método gravimétrico, de acuerdo a Acuña *et al.* (1997b), considerando las siguientes etapas:

- a) Se descongela los ejemplares hembra, se los mide individualmente (0,01 mm) y pesa completos (0,0001 g).
- b) Se extrae los huevos en forma manual, comenzando desde los pleópodos posteriores hacia los anteriores.
- c) Se extrae el exceso de humedad de la masa ovífera utilizando papel absorbente.
- d) Se pesa su masa ovífera total (0,0001g).
- e) Se selecciona y pesa 3 submuestras de huevos y se realiza un recuento exhaustivo utilizando lupa estereoscópica.
- f) Se extrapola el número promedio de huevos por submuestra al peso total de la masa ovífera.

Una vez obtenidos los datos de fecundidad se ajustaron modelos funcionales de tipo (a) lineal, (b) potencial, (c) exponencial, (d) logarítmicos, y (e) polinomiales, escogiéndose aquel que presente la menor suma de cuadrados residuales (SCR). Este procedimiento es el correcto cuando se trabaja con la misma base de datos. En caso contrario se debe trabajar con el coeficiente de determinación (r^2).

3.11. Objetivo específico 4

Determinar la composición e importancia relativa de las especies que constituyan fauna acompañante de este recurso durante los cruceros de evaluación.

3.11.1. Introducción

En Chile se ha utilizado la fauna acompañante de las capturas de langostino colorado (Roa *et al.*, 1997, Acuña *et al.*, 2005), de camarón nailon (Acuña y Arancibia, 1996; Acuña *et al.*, 1997b, Acuña *et al.*, 2002a) y langostino amarillo (Acuña *et al.*, 1995, Acuña *et al.*, 2005) para efectuar una caracterización de las comunidades a las que se asocian estos recursos. Este análisis ha consistido básicamente en identificar asociaciones específicas por medio de métodos multivariados, análisis de clasificación y ordenación. Otra alternativa para probar la hipótesis nula de ausencia de diferencias entre comunidades es el método de permutación no paramétrica ANOSIM. Esta prueba ha sido ampliamente utilizado para contrastar la estructura de comunidades de peces (Fennessy *et al.*, 1994), macroinfauna (Carrasco *et al.*, 1999), meiofauna (Warwick *et al.*, 1997) y macroepifauna (Chapman & Underwood, 1999; Kraufvelin, 1999) y recientemente para identificar ensambles específicos en fauna acompañante en evaluaciones de camarón nailon (Acuña *et al.*, 2002a) y langostinos colorado y amarillo (Acuña *et al.*, 2006). Su ventaja es que entrega un coeficiente de similitud global y para cada par de ensambles específicos comparados, con su respectivo valor de significancia.

De los análisis comunitarios efectuados por Acuña *et al.* (2005, 2006) se detectó que la estructura comunitaria asociada a los recursos langostinos colorado y amarillo está determinada por aquellas especies que contribuyen en mayor medida a identificación de ensambles específicos. En las evaluaciones de los langostinos amarillo y colorado estas especies son los peces pejerreta (*Nezumia pulchella*), lenguado de ojos grandes (*Hippoglossina macrops*) y merluza (*Merluccius gayi*).

Entre los langostinos colorado y amarillo y camarón nailon existe algún grado de sobreposición, la que, eventualmente, podría ocurrir a nivel comunitario, lo que podría reflejarse en las especies de la fauna acompañante. Por tanto, la descripción comunitaria analizada aquí permitirá efectuar

una discusión respecto a los patrones comunitarios descritos para los langostinos. Para ello se utiliza información generada en el presente proyecto y aquella generada en el proyecto de evaluación de langostinos, FIP 2006-04.

De acuerdo a la teoría ecológica existen especies claves que determinan la estructura comunitaria, las que pueden ser reemplazadas cuando ocurren cambios desfavorables para ellas, cualquiera sea su origen y naturaleza, por especies que en condiciones “normales” se encuentran en abundancia baja (Menge, 1995; Menge *et al.*, 1985, 1994). En función de esto se sugiere como metodología de monitoreo de cambios en la estructura comunitaria la determinación de aquellas especies relevantes que caracterizan a los ensamblajes específicos año a año. Esto puede verse reflejado en especies clave.

Un aspecto relevante en la definición del diseño de muestreo de especies como *H. reedi* es el conocimiento de la zona de distribución, por lo que resulta relevante el usar de datos provenientes de evaluaciones de langostinos, ya que en los lances de estas evaluaciones también se captura camarón nailon. Entonces, como las evaluaciones de langostinos tienen su intensidad de muestreo mayor más hacia la costa que las evaluaciones de camarón nailon, se puede contar con información que habitualmente no está disponible en evaluaciones de camarón nailon. De este modo se propone evaluar el procedimiento de incorporar la información de evaluaciones de langostinos para mejorar la definición del límite costero de los focos de distribución de camarón nailon, utilizando procedimientos descritos en la metodología de esta sección. Esto permitirá cuantificar el grado de sobreposición entre estos recursos pesqueros.

3.11.2. Metodología

3.11.2.1. Descripción de la abundancia de la fauna acompañante en sentido latitudinal y batimétrico

Originalmente se propuso trabajar con aquellas especies que componen la fauna acompañante cuyo aporte relativo, en peso, sea superior al 5%, como lo sugieren Clarke & Warwick (1994), quienes argumentan que especies con proporción menor corresponden a especies raras sin aporte a la estructura comunitaria. De acuerdo a este criterio, todas las especies de la fauna acompañante

en el presente estudio cayeron en la categoría de especies raras, a excepción de merluza común *Merluccius gayi* y lenguado de ojos grandes *Hippoglossina macrops*. Entonces, para establecer un criterio de selección de especies, cuya estructura de CPUA en cada lance capture el patrón comunitario subyacente, se optó por un Análisis de Componentes Principales (ACP), el que permite determinar qué especies son aquellas que aportan mayormente la varianza del proceso en estudio, que es la estructura comunitaria. En efecto, la varianza está compuesta por dos elementos, la unicidad y la comunalidad (*comunality*) (Vivanco, 1999). El primer elemento corresponde a aquella fracción de la varianza total que explica cada especie y ninguna otra; en cambio, la comunalidad es aquella fracción de la varianza que es explicada por más de una especie. Aquellas especies con alta comunalidad aportan poco a la varianza total, por tanto, éste fue el criterio para seleccionar especies; aquellas con alta comunalidad en los dos primeros factores fueron eliminadas del análisis.

Seguidamente, con las especies seleccionadas del by-catch se describió la estructura de abundancia de las especies de la fauna acompañante por estratos de profundidad y por estratos latitudinales. Los estratos batimétricos fueron cada 100 de profundidad. La descripción latitudinal fue efectuada para cada Región, desde la II hasta la VIII. Como la estratificación por Regiones es artificial y no guarda relación con la estructura comunitaria, se realizó también una estratificación de acuerdo las similitudes comunitarias logradas, según procedimientos que se expone más adelante.

Para cada estrato (batimétrico, latitudinal y de estructura de similitud) se generó un listado de especies de la fauna acompañante con su respectiva frecuencia de ocurrencia (en función del total de lances), abundancia relativa (CPUE) e importancia relativa, tanto respecto a la captura total de la fauna acompañante como la del recurso objetivo.

Se identificó en la escala espacial las asociaciones específicas con los Métodos de Clasificación (Análisis de Cluster) y ordenación (Multi Dimensional Scaling, MDS) (Clifford & Stephenson, 1975), utilizando el software PRIMER (Plymouth Marine Laboratory; Clarke & Warwick, 1994). Este análisis consiste en comparar por pares todos los lances de pesca en función de la CPUE de

cada especie, utilizando el Índice de Similitud de Bray-Curtis (*IBC*, Bray & Curtis, 1957), cuya expresión es la siguiente:

$$IBC = \frac{\sum_{i=1}^p |x_{ij} - x_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (x_{ij} + x_{ik})}$$

donde: p es el número de puntos de muestreo; X_{ij} : es la cpue de la especie i en el punto de muestreo j , X_{ik} : es la cpue de la especie i en el punto de muestreo k .

Con los valores de similitud se construyó una matriz de similitud, la que fue utilizada para efectuar el análisis de clasificación y ordenación (Fig. 5). Para balancear los valores atípicos (especies raras) con los valores comunes (especies comunes) se transforman los datos originales de abundancia relativa (cpue) aplicando raíz cuarta ($\sqrt[4]{}$), según el criterio propuesto por Clarke & Warwick (1994).

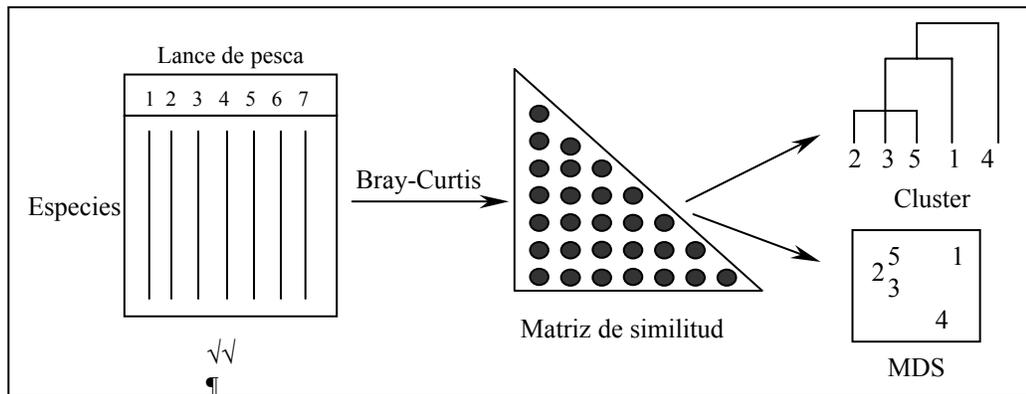


Fig. 5. Esquema de pasos en un análisis multivariado basado en Índice de Similitud para identificar asociaciones específicas (Clarke & Warwick, 1994).

3.11.2.2. Determinación de diferencias entre asociaciones específicas por medio de análisis de similitud (ANOSIM)

Después de ser identificadas las diferentes asociaciones de especies a través del Análisis de Clasificación, éstas fueron comparadas entre sí para detectar diferencias en su estructura. Se aplicó un método análogo a MANOVA, denominado ANOSIM (*Analysis of Similarities*) (Clarke & Green, 1988), el que consiste en una permutación no paramétrica aplicada a la matriz de similitud de rangos basada en la ordenación o clasificación de las muestras. Este método entrega el coeficiente R y su respectivo nivel de significancia, y se encuentra definido por la siguiente ecuación:

$$R = \frac{(\overline{r_B} - \overline{r_w})}{n(n-1)/4}$$

donde: r_B es el promedio de los rangos de similitud de todos los pares de réplicas en los diferentes sitios; r_w es el promedio de todos los rangos de similitud entre réplicas dentro de cada sitio.

El valor R se encuentra ente -1 y +1. Sin embargo, valores menores a 0 son poco probables, ya que correspondería a zonas de pesca distintas con valores de similitud mayores a los valores de similitud de puntos geográficos dentro de estas zonas de pesca. Un valor igual o aproximado a cero señala que la similitud entre y dentro del las zonas geográficas es aproximadamente el promedio, es decir, las asociaciones específicas no muestran diferencias en la estructura de sus valores de CPUE. Un valor igual a 1 ocurre cuando todas las réplicas de una zona de pesca son iguales entre sí y distintas a las réplicas de cualquier otra zona de pesca en la comparación, es decir, las asociaciones específicas muestran diferencias en la estructura de sus valores de CPUE.

3.11.2.3. Contribucion de cada especie en la similitud en los grupo y en la disimilitud entre grupos (SIMPER)

Para determinar la contribución de cada especie a la similitud entre las muestras de un mismo grupo se calculó para cada una de ellas su proporción de similitud. Se pareó cada muestra dentro de un mismo grupo, calculando el porcentaje de similitud especie por especie mediante el índice Bray & Curtis, de tal forma que la contribución a la similitud de la i -ésima especie entre dos muestras, j y k de un mismo grupo, está dada por:

$$s_{jk}(i) = 100 \cdot \left(1 - \frac{|x_{ij} - x_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (x_{ij} + x_{ik})} \right)$$

donde: p es el número de muestras; X_{ij} es la abundancia de la especie i en la muestra j ; X_{ik} es la abundancia de la especie i en la muestra k .

Para la determinación de la contribución de cada especie a la disimilitud entre grupos se siguió un procedimiento análogo al anterior. Se pareó cada muestra entre un grupo y otro, contrastándolos todos, para calcular el porcentaje de disimilitud especie por especie mediante el índice Bray & Curtis, de tal forma que la contribución de la i -ésima especie a la disimilitud entre los grupos j y k está dada por:

$$\delta_{jk}(i) = 100 \cdot \frac{|x_{ij} - x_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (x_{ij} + x_{ik})}$$

donde: p es el número de muestras; X_{ij} es la abundancia de la especie i en la muestra j , X_{ik} es la abundancia de la especie i en la muestra k .

3.11.2.4. Límites de distribución de *Heterocarpus reedi* y su superposición espacial con *Pleuroncodes monodon* y *Cervimunida johni*

- **SUPERPOSICION ESPACIAL**

Se calculó el Índice de Superposición Espacial (*ISE*) que entrega una visión cuantitativa de la superposición de especies. Este índice es análogo al índice de superposición de nicho de Pianka (1977) y corresponde a:

$$ISE = \frac{\sum_{i=1}^n p_{ij} \cdot p_{ik}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n p_{ij}^2 \sum_{i=1}^n p_{ik}^2}}$$

donde: p_{ij} y p_{ik} son la proporción del i -ésimo parche de superposición respecto a la superficie total de las especies j y k , respectivamente. Para la obtención de la varianza de este índice se utiliza Jackknife (Efron & Tibshirani, 1993).

- **MAPEO INCERTIDUMBRE LOCAL**

Con el análisis de incertidumbre local, expuesto más adelante, se construirá mapas de probabilidades de ocurrencias de valores mayores un límite umbral de CPUA y clasificará en función de una probabilidad de 80%. De este modo se establecerá los límites de los focos de abundancia, que en el caso del límite Este de *H. reedi* estarán complementado con la información proveniente de proyectos de evaluación de los langostinos.

Para ilustrar esto se presenta un ejemplo con los datos de CPUA (ton/ km²) de *Merluccisu gayi* del proyecto FIP 2004-11 de evaluación directa de los langostinos amarillo y colorado. Este análisis fue efectuado para determinar los patrones espaciales de los recursos camarón nailon, langostinos (colorado y amarillo) y merluza común en el marco del proyecto FIP 2004-43.

La Fig. 6A presenta un mapa de probabilidades de ocurrencia de valores superiores a 1,2 ton/km². Este valor fue considerado umbral para definir la presencia de foco de abundancia. Luego, se clasificó la zona en función de presencia y ausencia de focos, de acuerdo a la probabilidad límite de 0.8 (Fig. 6B). A partir del mapa de clasificación, con técnicas SIG, se delineó los focos de abundancia de *M. gayi* (Fig. 6C). Aquí también se presenta los focos de abundancia de *Pleurondon monodon*. De este modo se pudo determinar la superficie que ocupa cada recurso y aquella que comparten.

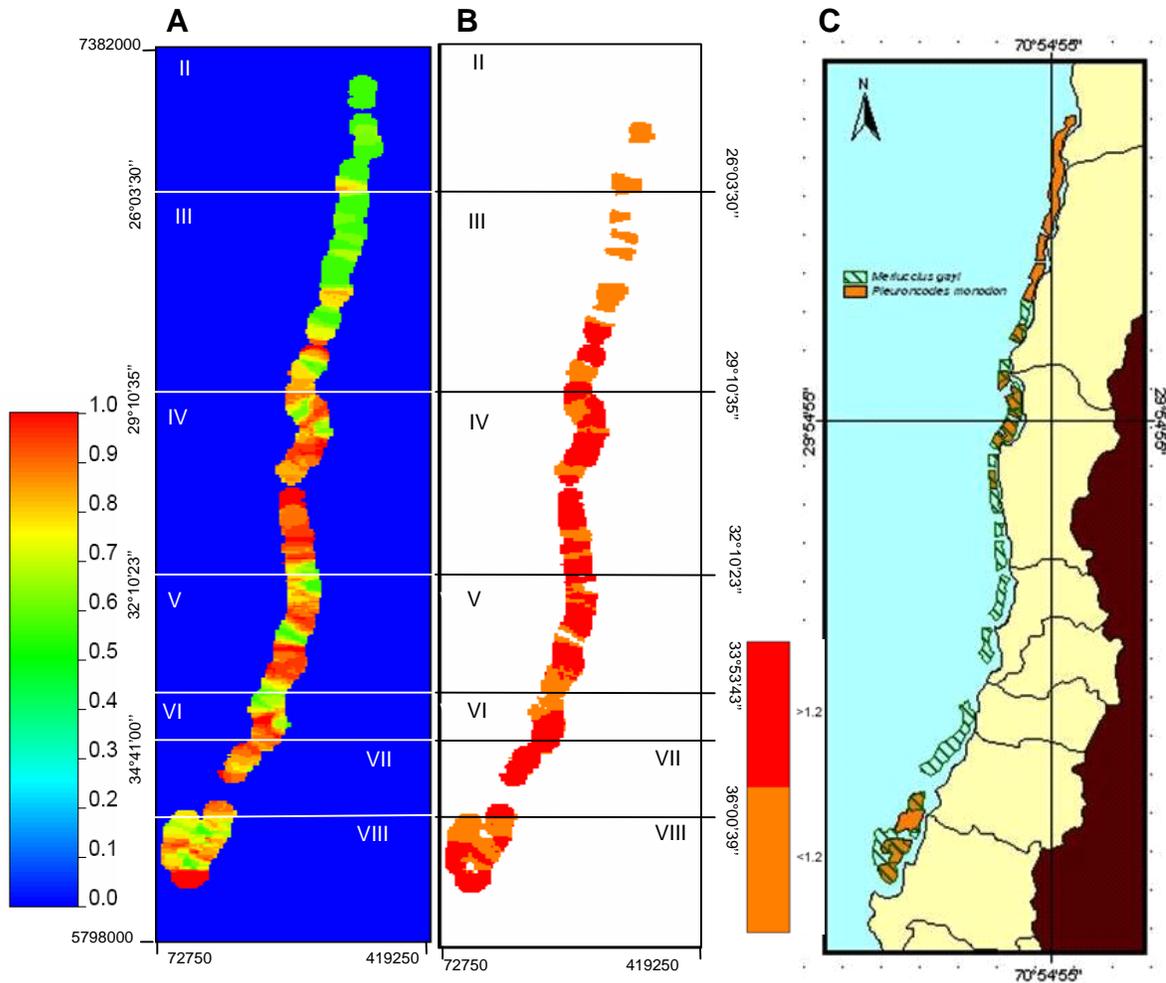


Fig. 6. (A) Mapa de probabilidad de exceder el valor umbral de $1,2 \text{ ton/km}^2$ de *Merluccius gayi*; (B) clasificación de zonas con valores mayores y menores al nivel umbral, de acuerdo a una probabilidad de 0,80; (C) focos de abundancia de *M. gayi* y *Pleuroncodes monodon*. Datos tomados del proyecto FIP 2004-11.

- **Enfoque del Método**

El problema consiste en estimar el valor de CPUE (z) que exceda un valor crítico z_c (umbral mínimo para considerar la existencia de banco) en un punto no muestreado (u_0 , $u =$ vector de coordenadas (x, y)). La información disponible consiste en valores de la variable z en N puntos u_j , $j = 1, 2, \dots, N$.

En geoestadística el valor $z(u)$ para cualquier punto u es visto como una realización particular de la variable aleatoria $Z(u)$ en los lugares u . Los valores desconocidos $z(u_0)$ son entonces una

realización de la variable $Z(u_0)$ y el problema entonces se transforma en estimar la probabilidad condicional que $Z(u_0)$ exceda el valor crítico z_c , dado los datos $z(u_j)$.

$$\begin{aligned} \Pr\{Z(u_0) > z_c | z(u_j), j = 1, 2, \dots, N\} &= 1 - \Pr\{Z(u_0) \leq z_c | z(u_j), j = 1, 2, \dots, N\} \\ &= 1 - F(u_0; z_c | \mathcal{N}) \end{aligned}$$

donde: $F(u_0; z_c | \mathcal{N})$ es la probabilidad condicional o “posterior” de los valores verdaderos menores que el límite z_c , y \mathcal{N} es la información condicionante (datos observados).

Las variables continuas como CPUE pueden ser clasificadas dentro de dos clases en función de un nivel crítico z_c . Una clase contiene a los valores menores o iguales a z_c y la otra todos los valores mayores. Con esto se crea una nueva variable, binaria y también aleatoria, o *Indicador* $I(u; z_c)$, el que se define como:

$$I(u; z_c) = \begin{cases} 1 & \text{si } Z(u) \leq z_c \\ 0 & \text{si en otro caso} \end{cases}$$

Entonces, el enfoque de indicadores (Journel, 1983) se basa en la probabilidad condicional definida como la esperanza matemática de la variable indicadora en el punto no muestreado u_0 , dada la información existente para la variable Z en los N puntos de muestreo, esto es:

$$F(u_0; z_c | \mathcal{N}) = E\{I(u_0; z_c | \mathcal{N})\}$$

con

$$I(u_0; z_c) = \begin{cases} 1 & \text{si } Z(u_0) \leq z_c \\ 0 & \text{si en otro caso} \end{cases}$$

que es la variable indicadora en los puntos no muestreados, cuya observación $i(u_0; z_c)$ está dada por la observación de la variable original en el punto muestreado j ($z(u_j)$), y que se define como:

$$i(u_0; z_c) = \begin{cases} 1 & \text{si } z(u_j) \leq z_c \\ 0 & \text{si en otro caso} \end{cases}$$

La codificación binaria asume que el error es despreciable.

- **Variograma para Indicadores y Kriging con Indicadores**

Luego de la codificación se caracteriza la distribución espacial del indicador por medio de su semivarianza, la que toma la forma:

$$\hat{\gamma}_I(h; z_c) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{j=1}^{N(h)} \{i(u_j; z_c) - i(u_j + h; z_c)\}^2$$

donde: $i(u_j; z_c)$ y $i(u_j + h; z_c)$ son los indicadores de u_j y u_j+h separados por la distancia h . $N(h)$ es el número de pares de comparación a cada lag (distancia h). El significado de $\hat{\gamma}_I(h; z_c)$ corresponde a la medida de la frecuencia con que cambia el indicador de 0 a 1. Dicho de otro modo, es la frecuencia de transición entre las dos clases de Z en función de h .

De acuerdo al Teorema de Proyección (Luenberger, 1969), el estimador mínimos cuadrados (kriging) de $I(u_o; z_c)$ es el estimador mínimos cuadrados de de la esperanza condicional. De esta forma, la probabilidad $F(u_o; z_c | \mathcal{N})$ puede ser estimada por kriging usando la transformación de indicadores de la variable original Z . De este modo el kriging pasa a llamarse kriging de indicadore; el que se usará en este estudio es el kriging ordinario de indicadores.

3.7. Objetivo Específico 5

Analizar la situación actual del recurso en la zona de estudio, considerando los antecedentes de la pesquería y los resultados del proyecto.

En las pesquerías de crustáceos chilenas, el camarón nailon constituye una especie de importancia con capturas que han fluctuado de 3,9 a 10,6 mil ton en el período 1990-2005. La especie se distribuye desde Taltal hasta Puerto Saavedra, en un rango batimétrico entre 155 y 420 m, de preferencia en sustratos de arcilla (Acuña *et al.*, 2003a). La pesquería de camarón nailon se inicia en 1957 como una especie alternativa para las naves arrastreras dedicadas a la pesca de

langostino amarillo, principalmente entre Coquimbo y San Antonio. La pesquería se mantuvo con libertad de acceso hasta 1994, sin estar sujeta a ningún tipo de regulación. En 1995 la pesquería fue declarada en estado de explotación plena (D.S. 611 de noviembre, 1995) y a contar de 1996 Subsecretaría de Pesca comenzó a fijar cuotas anuales de captura. En el 2001 se estableció veda total para las Regiones V a VIII, y también entró en vigencia de la Ley de Límite Máximo de Captura por Armador (Ley 19.713), con asignación de cuotas globales asignadas a los armadores, fraccionada para el sector artesanal e industrial. De esta manera, desde el 2001 la pesquería de camarón nailon se concentra en la zona centro-norte de Chile, aunque la cuota global de captura no sobrepasa a 5 mil ton.

Las evaluaciones indirectas del camarón nailon previamente realizadas se han basado en las siguientes metodologías:

- a) Análisis de Cohortes a la talla (Jones 1984) y sus modificaciones (Zuleta y Moreno 1993), y posterior análisis de puntos biológicos de referencia mediante rendimiento y biomasa por recluta (Pavez *et al.* 1996, Arana 2000, Acuña *et al.* 2000a, 2002b);
- b) Análisis Secuencial de Cohorte en Talla (ASCT) por Canales *et al.* (1999) para el periodo 1972-1997;
- c) Modelo de Biomasa Dinámico, con una función logística para el excedente de producción (Arana *et al.* 2003a); y,
- d) Modelo talla-estructurado (CASA) de Sullivan *et al.* (1990) ejecutado por el Instituto de Fomento Pesquero (Canales *et al.* 2003, SSP 2002).

En los modelos aplicados que se señalaron en el punto (a) se supone que la estructura de tallas es estable, asumiendo que el reclutamiento, la mortalidad y el crecimiento se han mantenido sin variaciones durante tantos años como clases anuales estén presentes en los datos de composición por tamaños. Esta aproximación solamente es válida ante datos limitados. El ASCT aplicado por Canales *et al.* (1999) fue el primer intento por analizar la dinámica del stock, tratando de integrar

la mayor cantidad de datos disponibles en un largo periodo de tiempo (1972-1997). Sin embargo los autores evaluaron al stock sin tomar en cuenta las diferencias sexuales en el crecimiento, lo que podría tener implicancias que deben necesariamente ser evaluadas. Por otra parte, el modelo de biomasa dinámico que utiliza una función logística para el excedente de producción aplicado por Arana *et al.* (2003a), si bien permite el análisis de los cambios dinámicos en el excedente de producción, debe necesariamente ser contrastado con modelos más complejos, particularmente cuando la información estructurada de la población está disponible.

En los últimos años, el Instituto de Fomento Pesquero ha analizado la situación de camarón nailon básicamente a través del modelo talla-estructurado de Sullivan *et al.* (1990) (ver SSP 2001, 2002; Canales *et al.* 2003). Este modelo se utiliza una función estocástica para el crecimiento a través de la distribución gamma, y trabaja bien cuando se pre-especifica el parámetro β y la distribución por tallas del reclutamiento es cuidadosamente descrita a través de una función de densidad de probabilidad (Quinn y Deriso 1999).

Un aspecto de fundamental importancia en un modelo talla-estructurado lo constituye la matriz de transición del crecimiento, ya que puede tener impacto en la evaluación. En efecto, algunas funciones aceptan crecimiento nulo y negativo, mientras otras no. En el modelo de evaluación descrito por Sullivan *et al.* (1990) la distribución gamma se utiliza para modelar la matriz de transición para el crecimiento. Sin embargo, en el caso de las evaluaciones de camarón nailon no se ha evaluado si esta distribución es la función más adecuada para representar la probabilidad de distribución alrededor del incremento anual promedio esperado de cada clase de longitud.

Actualmente, la matriz de transición del crecimiento puede ser descrita por otras funciones, como la distribución normal (Chen *et al.* 2000, Breen *et al.* 2003), log-normal (Hobday y Punt, 2001) y recientemente la función beta-binomial (Björnsson y Sigurdsson 2003), mientras que para calcular el incremento promedio de crecimiento entre grupos de longitud usualmente se utiliza la función de crecimiento von Bertalanffy. Punt *et al.* (1997) determinaron la matriz de transición del crecimiento para la langosta de Tasmania utilizando datos de marcaje y recaptura; y Troynikov (1998) propuso una forma unificada flexible para la parametrización estocástica considerando heterogeneidad en el crecimiento. En el caso del camarón nailon se cuenta con

varias funciones de crecimiento (ver Tabla 4) y, en consecuencia, surge la siguiente interrogante: ¿cuál conjunto de parámetros de crecimiento y qué función de distribución son los que producen la mayor verosimilitud del proceso de crecimiento individual de camarón nailon?

Para responder esta pregunta, y teniendo en cuenta que el modelo de Sullivan *et al.* (1990) es el que se está utilizando actualmente en Chile a este recurso, se considera como hipótesis nula que la distribución gamma y los parámetros de crecimiento comunicados por Roa y Ernst (1996) explican con mayor verosimilitud la dinámica del stock de camarón nailon. Para probar esto se construyeron matrices de transición de crecimiento utilizando una combinación de los parámetros de crecimiento disponibles con funciones de densidad de probabilidad gamma, log-normal y normal para calcular las probabilidad de crecimiento entre grupos de longitud (ver más adelante para una descripción de cada modelo). Inicialmente, la matriz de transición de crecimiento se calcula fuera del modelo de evaluación.

Los modelos de evaluación talla-estructurados han tenido un desarrollo reciente para poblaciones explotadas, principalmente para invertebrados en los que es difícil determinar la edad, como en crustáceos (Punt *et al.* 1997, Quinn *et al.* 1998; Fu *et al.* 1999, 2001, Fu y Quinn 2000, Hobday y Punt, 2001, Frøysa *et al.* 2002, Breen *et al.* 2003, Punt, 2003). Para este proyecto, el estado de situación del camarón nailon se determinó considerando los siguientes componentes de un modelo de evaluación talla-estructurado basado en Hobday y Punt (2001) y Punt (2003):

Tabla 4. Parámetros de crecimiento en longitud de camarón nailon.

Sexo	L_{∞} (LC, mm)	K (año ⁻¹)	t_0 (año)	ϕ^a	Fuente
Machos	37,7	0,343	-0,117	2,688	Ziller (1993)
Hembras	43,9	0,305	0,170	2,769	
Machos	52,1	0,105	0,508	2,455	Pavez <i>et al.</i> (1996)
Hembras	52,9	0,149	0,614	2,620	
Ambos	46,3	0,138	0,374	2,471	Canales <i>et al.</i> (1999)
Machos	40,7	0,199	-0,809	2,518	Roa y Ernst (1996)
Hembras	48,3	0,174	-0,510	2,608	

(a) Growth performance index, i.e. $\phi^{\dagger} = \log_{10} K + 2 \log_{10} L_{\infty}$ (Pauly y Munro 1984).

3.12.1. Dinámica básica

La ecuación que especifica el número de animales del sexo s en la clase de longitud l al comienzo del año t toma en cuenta la mortalidad natural, crecimiento y reclutamiento:

$$N_{t+1,l}^s = \sum_{l'} X_{l',l}^s N_{t,l'}^s \exp(-M)(1 - S_{t,l'}^s F_t) + R_{t,l}^s$$

donde $N_{t,l}^s$ es el número de animales de sexo s en la clase de longitud l al comienzo del año t , $X_{l',l}^s$ es la proporción de animales de sexo s en la clase de longitud l' que crece dentro de la clase de longitud l a fines de año, M es la tasa de mortalidad natural (asumida independiente del tamaño y tiempo), $S_{t,l}^s$ es la selectividad del arte sobre animales del sexo s en la clase de longitud l durante el año t , F_t es la tasa de explotación sobre la fracción completamente seleccionada (i.e. $S_{t,l}^s = 1$) de animales durante el año t , y $R_{t,l}^s$ es el reclutamiento de animales de sexo s a la clase de longitud l a fines del año t .

3.12.1.1. Reclutamiento

Se evalúa un modelo básico en que la proporción sexual del reclutamiento anual se asume 1:1, y que el reclutamiento ocurre solamente en la primera clase de tamaños. Para una parametrización simple, y dada la corta serie de tiempo de datos disponibles (1993-2003), el reclutamiento anual se estima como sigue:

$$R_{t,l}^s = 0,5\bar{R} \exp(\varepsilon_t)$$

donde \bar{R} es el reclutamiento promedio y ε_t representa los residuos del reclutamiento en la escala logarítmica, siendo una variable que se asume con distribución normal con media cero y varianza constante (σ_r^2).

Alternativamente, y como una manera de analizar el supuesto anterior, el reclutamiento anual se distribuyó en varias clases de longitud adoptándose una distribución de probabilidad. Se evaluó una distribución normal y log-normal en este caso, siendo variantes del modelo básico.

Dada la corta serie de tiempo (1993-2005), con el modelo no se asumió explícitamente una relación entre el reclutamiento y la producción de huevos pasada. Sin embargo, el número de huevos producidos anualmente es una cantidad de importancia para evaluar la situación del stock, según la siguiente expresión:

$$H_t = \sum_l Q_l E_l N_{t,l}^f$$

donde H_t es la producción anual de huevos, Q_l es la fracción de hembras maduras en la clase de longitud l , E_l es la fecundidad representando el número de huevos producidos por una hembra madura en la clase de longitud l , y f denota la abundancia de hembras en el año t y clase de talla l .

3.12.1.2. Capturas

La captura anual en peso (C_t , ton) se asume ocurre a mitad del año (después de la mitad de la mortalidad natural), y se utilizará para calcular la tasa de explotación anual para la fracción de tallas completamente seleccionadas:

$$F_t = \frac{C_t}{\sum_s \sum_l S_{t,l}^s W_l^s N_{t,l}^s \exp(-M/2)}$$

donde el denominador es la biomasa explotable a mitad de año, W_l^s es el peso promedio por clases de longitud l , asumido constante para todo el periodo de evaluación, el que se calcula según:

$$W_l^s = a^s L_l^{b^s}$$

donde a^s y b^s representan los parámetros de la relación longitud peso para los animales de sexo s y longitud L_l , que representa la longitud promedio entre los límites inferior y superior de la clase de tamaños l .

3.12.1.3. Selectividad

Se asume que la selectividad del arte tiene forma logística. El modelo básico considera selectividad constante, mientras que modelos alternativos incluirán variabilidad interanual en la selectividad asumiendo que ésta impacta solo al tamaño de 50% de selección, i.e.

$$S_{l,t}^s = \left[1 + \exp(-\ln(19)(L_l - L_{50,t}^s - \eta_t) / D^s) \right]^{-1}$$

donde $\eta_t \approx N(0, \sigma_\eta^2)$, $L_{50,t}^s$ es la longitud al nivel de 50% de selección para los animales de sexo s durante el año t; i.e.

$$L_{50,t}^s = L_{50,t-1}^s + \delta_t$$

donde $\delta_t \approx N(0, \sigma_\delta^2)$, σ_η^2 es la varianza de las fluctuaciones aleatorias en la longitud de 50% de selección, y σ_δ^2 es la varianza de los cambios graduales en la longitud de 50% de selección (modelo de caminata aleatoria), D^s es el ancho lineal del patrón de selectividad que representa la diferencia entre el tamaño al nivel de 50% y 95% de selectividad.

Se cuenta con información de composición por tamaños en los cruceros de evaluación anuales, de tal manera que la evaluación considera un modelo logístico similar para los cruceros.

3.12.1.4. Matriz de transición del crecimiento

La matriz de transición que representa el crecimiento se determina según la siguiente expresión general:

$$X_{l,t}^s = \int_{L_l - \Delta l / 2}^{L_l + \Delta l / 2} FDP dL$$

donde Δl representa el ancho de las clases de talla, FDP es una función de densidad de probabilidad (gamma, normal, o log-normal), en tanto el incremento anual de crecimiento esperado para la clase de longitud l estará representado por los parámetros del modelo de von Bertalanffy, i.e.

$$\Delta L_l^s = (L_\infty^s - L_l^s)(1 - \exp(-K^s)) \text{ para } L_l^s < L_\infty^s$$

y

$$\Delta L_l^s = 0 \text{ para } L_l^s \geq L_\infty^s$$

La longitud esperada, $E(x)$, de un animal de longitud L_l^s de sexo s una unidad de tiempo después viene dada por:

$$E(x) = L_l^s + \Delta L_l^s$$

La probabilidad alrededor del incremento promedio se incorpora para un animal de longitud L_l^s , asumiendo que su longitud, x , una unidad de tiempo más tarde puede ser modelada por alguna función de densidad de probabilidad.

3.12.1.5. Distribución Gamma

Sullivan et al. (1990) utilizan la distribución gamma para la matriz de transición, la cual se puede expresar, según Quinn y Deriso (1999), por:

$$g(x | \alpha_l, \beta) = \frac{x^{\alpha_l - 1} \exp(-x / \beta)}{\beta^{\alpha_l} \Gamma(\alpha_l)}$$

De acuerdo con este modelo, α_l es el parámetro de escalamiento para la clase de longitud l , y β es el parámetro de forma común para todas las clases de talla. La media y varianza de la distribución gamma vienen dadas por las siguientes expresiones:

$$E(x) = \alpha_l \beta$$

$$Var(x) = \alpha_l \beta^2 = \beta E(x)$$

El parámetro α_l de la distribución gamma puede estimarse por:

$$\hat{\alpha}_l = (L_l^s + \Delta L_l^s) / \beta$$

y por lo tanto es función de los parámetros de crecimiento y de la longitud media. A su vez, la varianza de la longitud una unidad de tiempo después es proporcional a la longitud esperada.

3.12.1.6. Distribución normal y log-normal

La distribución normal puede aplicarse para construir la matriz de transición de crecimiento según,

$$g(x | \Delta L_t^s, \sigma) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{(L_t^s - \Delta L_t^s)^2}{2\sigma^2}\right)$$

En este modelo, σ es la desviación estándar de la longitud esperada, común para todas las clases de talla.

La distribución log-normal viene dada por:

$$g(x | \Delta L_t^s, \sigma) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \frac{1}{\Delta L_t^s} \exp\left(-\frac{(\ln(L_t^s / \Delta L_t^s))^2}{2\sigma^2}\right)$$

Estas funciones de densidad de probabilidad se reemplazan en:

$$X_{l,t}^s = \int_{L_t - \Delta l / 2}^{L_t + \Delta l / 2} FDP dL$$

En consecuencia, se obtienen tres matrices de transición de crecimiento diferentes en cuanto a las funciones de densidad de probabilidad, para cada sexo, y para tres conjuntos de parámetros de crecimiento. Por lo tanto, se cuenta con 18 matrices de transición diferentes, que son evaluadas fuera del modelo de evaluación inicialmente, para analizar el impacto en la evaluación talla-estructurada del crecimiento.

3.12.1.7. Condiciones iniciales

Las condiciones iniciales corresponden a la estructura de tallas de la población en equilibrio con respecto a una tasa de explotación (F_l) inicial a comienzos del primer año de evaluación. En este contexto, el estado inicial es la solución de la siguiente ecuación:

$$\tilde{N}_l^s = \sum_{l'} X_{l',l}^s N_{l'}^s \exp(-M)(1 - S_{l'}^s F_1) + 0,5\bar{R}$$

La matriz de transición del crecimiento es una matriz triangular inferior, de tal manera que la siguiente ecuación puede ser utilizada recursivamente:

$$\tilde{N}_l^s = \begin{cases} 0,5\bar{R} / \{1 - X_{1,1}^s \exp(-M)(1 - S_1^s F_1)\} & \text{si } l = 1 \\ \frac{\sum_{l'=1}^{l-1} \tilde{N}_{l'}^s X_{l',l}^s \exp(-M)(1 - S_{l'}^s F_1)}{1 - X_{l,l}^s \exp(-M)(1 - S_l^s F_1)} & \text{si } l > 1 \end{cases}$$

3.12.1.8. Datos disponibles

Para la pesquería de camarón nailon se cuenta con los siguientes datos:

- a) Cruceros de evaluación directa: El Fondo de Investigación Pesquera ha demandado la ejecución de cruceros de evaluación directa mediante el método de área barrida y se cuenta con la siguiente información desde 1996:
 - Biomasa total y desagregada por regiones.
 - Coeficiente de variación para la biomasa.
 - Abundancia y proporción a la talla para sexo s en la región k.
 - Composición por tallas de hembras ovíferas.
 - Relación longitud-peso, total, por sexo y región.
 - Fecundidad en función de la talla y peso, total y por región.
 - Ojiva de madurez sexual, total y por región
- b) Pesca comercial: Subsecretaría de Pesca, el Instituto de Fomento Pesquero y la UCN-UdeC cuentan con información de la pesquería comercial consistente en:
 - Captura por unidad de esfuerzo,
 - Composición por longitudes de la captura,
 - Capturas anuales.

3.12.1.9. Funciones de verosimilitud

El modelo básico utiliza las siguientes observaciones: a) capturas anuales, b) biomasa total de los cruceros, c) composición por tallas por sexo en los cruceros de evaluación, d) captura por unidad de esfuerzo, y e) composición por tallas en las capturas de la flota.

3.12.2. Biomasa explotable

3.12.2.1. Cruceros de evaluación

La ecuación que predice la biomasa explotable a mitad de año y que puede ser comparada con aquella de los cruceros desde el modelo de evaluación, es la siguiente:

$${}^c B_t^e = \sum_s \sum_l {}^c S_l^s W_l^s N_{t,l}^s \exp(-M/2)$$

que define la biomasa explotable a mitad de año, como la biomasa disponible al momento de la evaluación menos la mitad de la captura anual. El super-índice c a la derecha de la selectividad indica que el patrón de explotación es el del crucero. La biomasa de los cruceros de evaluación (observaciones) se considera directamente proporcional a ${}^c B_t^e$ a través de una constante de escalamiento (ψ), i.e.

$${}^{Obs} B_t^e = \psi {}^c B_t^e$$

La contribución de estos datos a la función de verosimilitud es dada por:

$$\ell_1 = \prod_t \frac{1}{{}^{Obs} B_t^e \sqrt{2\pi} \sigma_\psi} \exp \left[-\frac{(\ln({}^{Obs} B_t^e) - \ln(\psi {}^c B_t^e))^2}{2(\sigma_\psi)^2} \right]$$

donde σ_ψ es la desviación estándar de las fluctuaciones aleatorias en la constante de escalamiento, ψ , y ${}^{Obs} B_t^e$ es la biomasa explotable observada en los cruceros de evaluación. El estimador máximo verosímil de ψ puede ser obtenido analíticamente, i.e.

$$\hat{\psi} = \exp \left(\frac{1}{n} \sum_t \ln({}^{Obs} B_t^e / {}^c B_t^e) \right)$$

donde n corresponde al número de años para los cuales se cuenta con datos de biomasa explotable observados (cruceros).

3.12.2.2. Captura por unidad de esfuerzo

La biomasa explotable a mitad de año que corresponde a la biomasa disponible para la pesquería, es un modelo equivalente que se diferencia solamente en el uso de la selectividad para la pesquería, i.e.

$$B_t^e = \sum_s \sum_l S_{t,l}^s W_t^s N_{t,l}^s \exp(-M/2)$$

En tanto, la captura por unidad de esfuerzo observada ($CPUE_t$) está relacionada con la biomasa explotable disponible a la pesquería a través del coeficiente de capturabilidad (q), i.e.

$$CPUE_t = qB_t^e$$

La contribución de los datos de CPUE a la función de verosimilitud viene dada por:

$$\ell_2 = \prod_t \frac{1}{CPUE_t \sqrt{2\pi\sigma_q}} \exp\left[-\frac{(\ln(CPUE_t) - \ln(qB_t^e))^2}{2(\sigma_q)^2}\right]$$

donde σ_q es la desviación estándar de las fluctuaciones aleatorias en el coeficiente de capturabilidad, q , y $CPUE_t$ es la captura por unidad de esfuerzo observada. El estimador máximo verosímil de q puede ser obtenido analíticamente, i.e.

$$\hat{q} = \exp\left(\frac{1}{n} \sum_t \ln(CPUE_t / B_t^e)\right)$$

donde n corresponde al número de años para los cuales se cuenta con datos de CPUE observados.

3.12.2.3. Composición por tallas

Se están utilizando los datos de frecuencia de tallas provenientes del muestreo en los cruceros de evaluación y en las capturas comerciales (por sexo). La fracción de la captura en número durante el año t de animales de sexo s que están en la clase de talla l se denota por ${}^c P_{t,l}^s$ para los datos observados en los cruceros y por $P_{t,l}^s$ para los observados en las capturas. Las cantidades estimadas por el modelo que están siendo contrastadas con las observaciones toman en cuenta la selectividad de los cruceros y de la pesquería y el número de individuos en cada clase de tallas. En el caso de los cruceros de evaluación, se considera que:

$${}^c \hat{P}_{t,l}^s = {}^c S_l^s N_{t,l}^s / \sum_{l'} {}^c S_{l'}^s N_{t,l'}^s$$

un modelo similar, se utiliza para las proporciones por longitud de las capturas reemplazando la selectividad de la pesquería, i.e.

$$\hat{P}_{t,l}^s = S_{t,l}^s N_{t,l}^s / \sum_{l'} S_{t,l'}^s N_{t,l'}^s$$

Se asume que los valores de proporciones a la talla siguen una distribución multinomial, determinando las siguientes funciones de verosimilitud (ignorando constantes):

$$\ell_3 = \prod_s \prod_t \prod_l ({}^c P_{t,l}^s)^{\omega \tilde{n}_t^s {}^c \hat{P}_{t,l}^s} \text{ para los datos de los cruceros}$$

y

$$\ell_4 = \prod_s \prod_t \prod_l (P_{t,l}^s)^{\omega \tilde{n}_t^s \hat{P}_{t,l}^s} \text{ para los datos que provienen de la pesca comercial,}$$

donde \tilde{n}_t^s es el número de animales de sexo s que fueron medidos en el año t , y ω es un factor que pondera los datos de frecuencia de longitud respecto de otros datos. Este parámetro es necesario porque la función de verosimilitud está basada en el supuesto que los datos de frecuencia de tallas se obtienen a partir de una sola muestra aleatoria simple de la captura. Sin

embargo, hay variación adicional y al utilizar $\omega = 1$ se otorga demasiado énfasis a los datos de frecuencia de tallas.

3.12.2.4. Penalizaciones e información a priori

Los resultados desde la evaluación son presentados en la forma de distribuciones *a posteriori* Bayesiana para salidas claves sobre la situación del recurso. Información *a priori* para todos los parámetros estimables se especifican para permitir la aplicación de métodos Bayesianos en la evaluación de stock. El “prior” para el logaritmo del reclutamiento promedio corresponde a una distribución uniforme evaluada como $U(-\infty, \infty)$ con la intención que este “prior” no sea informativo. Debe ser mencionado que ningún prior puede ser verdaderamente “no informativo” porque un “prior” que no es informativo para una cantidad en un modelo será informativo para otras cantidades en ese modelo (Punt y Hilborn, 1997). El “prior” para los residuales del reclutamiento será $N(0, \sigma_r^2)$. El valor a priori de σ_r^2 se asume igual a 0,4 y desviación estándar de 0,1. El prior para la tasa de explotación inicial se asume uniforme $U(0,1)$, nuevamente para representar ignorancia.

La penalización para los residuales del reclutamiento queda definida por

$$z_1 = \frac{1}{2\sigma_r^2} \sum_t (\varepsilon_t)^2$$

Mientras que para la tasa de explotación, en el caso en que las capturas sean mayores que la biomasa explotada, por:

$$z_2 = 10000 \sum_t \left(1 + \frac{0.001C_t}{0.99B_t^e} \right)$$

Para desarrollar las distribuciones a posterior se utiliza MCMC (Markov Chain Monte Carlo, Gelman et al. 1995), el que trabaja bien con superficies a posterior complejas encontradas en modelos de evaluación talla-estructurados como el propuesto (Punt y Hilborn, 1997). Se evalúan las muestras *a posteriori* obtenidas para analizar la magnitud de la correlación entre muestras

adyacentes de conjuntos de parámetros y se compara la variabilidad en los valores promedio de las salidas del modelo entre diferentes secciones de la cadena Monte Carlo. El diagnóstico de estas evaluaciones permite indagar sobre la convergencia y determinar un número adecuado de ciclos del algoritmo MCMC, la fracción “burn in” que debe ignorarse y la selección relativa al “thinning” en la cadena restante.

3.12.2.5. Análisis de riesgo

El propósito del análisis de riesgo es evaluar las implicancias de acciones de manejo alternativas para el estado futuro del recurso en un periodo de 10 años. Las implicancias de las diferentes acciones de manejo se resumirán en los cambios que exhiba la biomasa explotable en el tiempo. Las acciones de manejo consideradas corresponderán a una secuencia futura de capturas.

Se seleccionan 100 conjuntos de valores de parámetros desde la distribución a posteriori para tomar en cuenta la incertidumbre. Cada proyección involucra calcular la estructura de la población a partir del conjunto de parámetros y proyectando al futuro dado diferentes niveles de captura (p.e. 0, 2500, 5000, 7500 t). Los resultados del análisis de riesgo son presentados a la forma de perfiles de distribución acumulada.

3.12.2.6. Implementación y proceso de estimación

El modelo de evaluación aquí descrito y sus variantes se implementa en AD Model Builder de diferenciación automática que permite resolver modelos complejos no-lineales (Otter Research 1999, otter@island.net). El AD Model Builder permite una estimación eficiente y rápida, otorgando gran flexibilidad al usuario para modificar el modelo y analizar variantes. El AD Model Builder utiliza derivativas exactas respecto de los parámetros del modelo (diferenciación automática). Además, es muy útil para modelos con una gran cantidad de parámetros, provee estimaciones rápidas y precisas de la matriz Hessiana en el máximo (o mínimo), lo que permite contar con la matriz de covarianza, correlación, y por lo tanto con límites de confianza para todos los parámetros de interés a través del método Delta (Seber y Wild, 1989). A su vez, el AD Model

Builder permite evaluar políticas de explotación alternativas a través del algoritmo MCMC (Gelman *et al.* 1995).

3.12.3. Métodos alternativos de estimación de abundancia, disponibilidad y CPUA

a) Índice alternativo de abundancia relativa

El rendimiento de pesca (CPUE = CPUA) es utilizado tradicionalmente como índice de abundancia relativa. Sin embargo, en recursos que se distribuyen de manera agregada, la CPUE puede no necesariamente reflejar cambios en abundancia, sino más bien variaciones en la densidad al interior de tales agregaciones. Por lo mismo, con información histórica de la que dispone IFOP (varios años) se analiza la distribución espacial de la flota en el despliegue del esfuerzo de pesca. La idea que subyace es que la biomasa poblacional viene dada por el producto entre la densidad (CPUE) y el área de ocupación de la flota/recurso. Luego, el stock no variará si se observa paralelamente un aumento en la densidad (CPUE) y una reducción del tamaño del foco (mayor capturabilidad) o viceversa o habrá un aumento poblacional con el incremento de una de esas dos variables. Entonces, se tiene un aumento/reducción en la población cuando:

- la CPUA = CPUE aumenta/disminuye y el área de distribución de la flota/recurso permanece constante;
- el área de distribución de la flota/recurso aumenta/disminuye mientras la CPUA (densidad) al interior de la misma se mantiene constante.

En tanto que la estabilidad o invariabilidad en el tamaño poblacional pudiera registrarse cuando:

- La CPUA aumenta en la misma tasa en que el área de distribución de la flota/recurso se contrae.

De esta forma, si la biomasa se considera proporcional al producto:

$$B_t \cong A_t * \delta_t$$

donde: A es el área de ocupación del recurso y δ es la densidad (CPUE) al interior de A . En términos concretos, el estimador de abundancia relativa anual resulta del producto de un estimador de rendimiento de pesca medio al interior de una cierta agregación y el área de la misma. La información corresponde a toda aquella operacional de la flota camaronera contenida en las bitácoras de pesca disponibles en la base de datos de IFOP desde 1993 hasta 2004 ó 2005. El procedimiento consiste en desplegar cartográficamente los lances de pesca anuales de la flota, a partir de los cuales se identifican focos, para cada uno de los cuales se delimitan los respectivos polígonos, se calcula su área y se determina el rendimiento de pesca (CPUA). Por lo tanto, este análisis con información histórica de distribución del recurso camarón nailon se complementa a los resultados de distribución del recurso que se deriven con datos de los cruceros con motivo de este proyecto. Con el despliegue de resultados de distribución del camarón nailon con resultados de este crucero y con información histórica se efectúan análisis comparados.

Se espera determinar el grado de linealidad de la relación entre el Índice de Abundancia (IA) y la Biomasa (B) del recurso camarón nailon, que puede ser de la forma:

$$IA = \alpha * B^b$$

Dependiendo de los valores que adopte el parámetro b , se puede interpretar el nivel de hiperestabilidad o hiperdepleción que presenta IA respecto de B y se indaga su posible utilidad para el diagnóstico del recurso camarón nailon. Los escenarios pueden ser:

- si $b < 1$ el índice de abundancia (IA) es poco sensible a grandes variaciones de biomasa y solo cae a tasas crecientes cuando la población se ha reducido significativamente. Esta situación se conoce como hiperestabilidad;
- si $b = 1$ el índice IA refleja proporcionalmente los cambios en biomasa; y,
- si $b > 1$, el índice IA varía de manera más rápida respecto de cambios en la biomasa, es decir, a pequeñas reducciones de la población IA cae rápidamente. Esta situación se conoce como hiperdepleción.

b) Análisis estacional de la disponibilidad

Frecuentemente las fuentes de información provenientes desde evaluaciones directas, como el área barrida, proporcionan una adecuada descripción del estado de explotación de poblaciones marinas (Korsbrekke et al., 2001), siempre que la cronología y localización de las prospecciones sea consistente con la mayor disponibilidad y/o abundancia de la población. Este hecho queda de manifiesto al explorar las diferencias en las estimaciones de biomasa obtenidas en cruceros de evaluación directa 2003 (Bahamonde et al., 2004) y 2004 (Acuña et al., 2005) desarrollados en primavera e inicios de otoño, respectivamente.

Es conocido que procesos poblacionales como la reproducción y el reclutamiento, entre otros, pueden influir en la disponibilidad del recurso pesquero, sea disminuyéndola debido a requerimientos de refugio durante el proceso reproductivo o aumentándola debido al reclutamiento. En ecosistemas de aguas templadas y frías, la mayoría de las poblaciones de peces y crustáceos muestran marcados ciclos reproductivos estacionales, donde la extensión de los periodos de reproducción (apareamiento, desove, liberación larval) presenta significativas diferencias para una misma especie viviendo en diferentes latitudinales (Munro et al., 1990). De la misma forma, el reclutamiento puede presentar estacionalidad.

Considerando que la distribución de camarón nailon ocurre en aguas templado-frías, es posible que los procesos de reproducción y reclutamiento presenten ciclos estacionales no necesariamente cronológicos que influyan en su disponibilidad. Para analizar esta hipótesis se propone explorar y modelar estadísticamente las fluctuaciones en la captura por unidad de esfuerzo ($CPUE = CPUA$) utilizando herramientas de series de tiempo. El análisis permite revelar componentes estacionales y discutir su posible cronología, extensión y variabilidad latitudinal. Este acercamiento posibilita discriminar algún/os periodo/s con máxima disponibilidad donde las estimaciones de biomasa mediante cruceros de evaluación directa representen mejor al stock.

Para el recurso camarón nailon se utilizan series temporales de captura (ton) y esfuerzo (horas de arrastre) obtenidas de la flota arrastrera de crustáceos para el periodo 1993-2004. Las series temporales de CPUE para el camarón explotado en las zonas norte y centro-sur son consideradas

como un *proxy* de la variación en la abundancia y, por tanto, se asume que contienen información de disponibilidad.

Los datos de captura y esfuerzo son analizados para indagar sobre las componentes de variabilidad de la CPUE. Teóricamente, la serie de CPUE debe presentar un conjunto de 4 patrones o componentes entremezclados dependientes del tiempo (t), denominados Tendencial (T), Estacional (E), Cíclico (C) e Irregular (ε) o ruido aleatorio, de la forma:

$$CPUE_t = T_t + C_t + E_t + \varepsilon_t$$

Los dos principales componentes de variación en muchas series temporales son la tendencial (T) y la estacional (E). Como consecuencia de la reducida serie temporal (1993-2004) es altamente probable que la componente cíclica (C) no esté presente. Sin embargo, datos utilizados en modelos de estandarización de la CPUE revelan un fuerte componente tendencial y una suave componente estacional (Quiroz et al. 2004). En el caso de la componente tendencial, se exploran modelos matemáticos que permitan describir diferentes formas en la tendencia, sea ésta de carácter lineal o no-lineal, estocástico o determinista. El modelo más sencillo corresponde a una tendencial lineal local del tipo:

$$T_t = \alpha_t + \beta_t t$$

donde: T_t es el nivel medio local de la CPUE al tiempo t , α_t es el intercepto local y β_t es la pendiente local. De esta forma, la tendencia es modelada a través de un modelo lineal estocástico temporal. Un método alternativo para modelar la tendencia temporal de la CPUE es usar un modelo estructural o de estado-espacio. En este último modelo la tendencia lineal es reescrita como:

$$\mu_t = \mu_{t-1} + \beta_{t-1} + \omega_{1,t}$$

que corresponde a una formulación recursiva donde se espera cambios de nivel en μ_t a través del tiempo. El término $\omega_{1,t}$ representa un proceso de disturbio primario. En el caso de la componente estacional (E) se considera variaciones sobre un periodo de un año. La estacionalidad de la CPUE

será representada por una función armónica de periodo s . Suponiendo que se ha eliminado la tendencia, la componente estacional se estructura de la siguiente forma:

$$E_t = S_t + a_t$$

con $S_t = S_{t-s}$, donde s es función armónica (seno o coseno).

El propósito del análisis temporal de la CPUE (con información histórica) es tratar de aislar adecuadamente el ciclo estacional de la disponibilidad de camarón nailon y cuantificar el período de máximas que pudieran ser recomendables para el desarrollo de futuros cruceros.

c) Modelo de probabilidad normal bi-variado como estimador alternativo de CPUA

Como innovación se propone ajustar un modelo de probabilidad normal bi-variado a los datos transformados de esfuerzo de pesca y captura, reconociendo en éstos su correlación natural. De acuerdo con Richards y Schnute (1992), definiendo los vectores esfuerzo de pesca y captura por \mathbf{E} y \mathbf{C} , respectivamente, y considerando que éstos son naturalmente sesgados, se utiliza la transformada de Box-Cox en la forma:

$$\xi_i = \begin{cases} \frac{E_i^\alpha - u^\alpha}{U^\alpha - u^\alpha} & \alpha \neq 0 \\ \frac{\ln(E_i / u)}{\ln(U / u)} & \alpha = 0 \end{cases}$$

$$\eta_i = \begin{cases} \frac{C_i^\beta - v^\beta}{V^\beta - v^\beta} & \beta \neq 0 \\ \frac{\ln(C_i / v)}{\ln(V / v)} & \beta = 0 \end{cases}$$

aquí, los exponentes α y β son parámetros propios de la transformada, en tanto que los escalares u , U , v y V son seleccionados por el usuario a fin de reescalar los datos. Así, los valores u y v son escogidos típicamente para representar valores bajos de \mathbf{E} y \mathbf{C} respectivamente; en tanto que U y V representan valores altos de \mathbf{E} y \mathbf{C} , respectivamente.

El modelo normal bivariado, consiste en el uso de ambas transformaciones y el supuesto que los pares (ξ_i, η_i) son independientes y binormales, esto es:

$$(\xi_i, \eta_i) \sim B(u, v, \rho, \sigma^2, \tau^2)$$

donde μ y σ^2 son la media y varianza del la primera variante ξ , v representa la media, τ^2 la varianza de la segunda variante η , y ρ es la correlación entre ξ y η . La forma de representación de los resultados es a la forma de isopletras en el plano capturas vs. esfuerzo.

Definiendo el vector completo de parámetros como $\phi = (\alpha, \beta, \mu, v, \rho, \sigma, \tau)$, la función de verosimilitud para el modelo bi-variado viene dada por el producto:

$$Q(E, C | \phi) = \prod_{i=1}^n q(E_i, C_i | \phi)$$

De este modo, la inferencia estadística se basa en el doble del negativo log-verosímil, según:

$$L(\phi) = -2\ln[Q(E, C | \phi)] - 2n\ln(2\pi)$$

donde el mínimo $L(\phi)$ define la estimación de máxima verosimilitud del vector $\hat{\phi} = (\hat{\alpha}, \hat{\beta}, \hat{\mu}, \hat{v}, \hat{\rho}, \hat{\sigma}, \hat{\tau})$ condicionado a los valores de u , U , v y V . Así, los parámetros de interés se resuelven de

$$E^* = [\mu(U^\alpha - u^\alpha) + u^\alpha]^{\frac{1}{\alpha}}$$

$$C^* = [v(V^\beta - v^\beta) + v^\beta]^{\frac{1}{\beta}}$$

$$CPUA^* = \frac{C^*}{E^*}$$

Los intervalos de confianza para estos últimos parámetros se construyen directamente empleando técnicas bayesianas y recorriendo el perfil de la verosimilitud conjunta dado el vector ϕ .

$$CPUA = \frac{(v^* (V^\beta - v^\beta) + v^\beta)^{\frac{1}{\beta}}}{(\mu^* (U^\alpha - u^\alpha) + u^\alpha)^{\frac{1}{\alpha}}}$$

En este sentido, la matriz de varianza covarianza de los parámetros viene dada por el inverso del Hesiano dado por:

$$\Lambda(\phi) = \left[\frac{\partial L^2(\phi_{i,j})}{\partial \phi_i \partial \phi_j} \right]^{-1}$$

manejando consecuentemente para estos efectos el supuesto de una distribución de probabilidad normal multivariada de los parámetros. Sin perjuicio de lo anterior, se podrá relajar dicho supuesto y construir de manera empírica la distribución conjunta a través de los algoritmos Markov Chain Montecarlo (MCMC) o Sampling Importance Resampling (SIR) (Gelman et al., 1995).

3.12.4. Propuesta Complementaria al Objetivo Especifico 5. Analizar la situación actual del recurso

Una de las principales deficiencias que presentan las evaluaciones directas es el hecho de dar cuenta de situaciones instantáneas en el recurso que no incorporan la historia de la pesquería. En este contexto, más allá de determinar un nivel de biomasa que pudiera ser discrepante respecto con otras evaluaciones, resulta necesario entregar los elementos fundamentales de tales discrepancias que, a la postre, mejoren la percepción respecto del estado de situación del recurso camarón nailon. Para el efecto se analiza e integra la siguiente información como elementos de diagnóstico:

- desembarques y CPUE del periodo 1993-2005, disponible desde los programa de seguimiento de la pesquería de crustáceos desarrollado por IFOP;
- estructuras de tallas de la captura anual para el periodo 1993-2005 (IFOP);
- estructuras de pesos medios anuales a la talla (IFOP);
- estimaciones de biomásas directas y estructuras de tallas en los cruceros de evaluación directa para el periodo 1993-2005; y,
- un modelo relativo a la dinámica de este recurso.

El modelo propuesto incluye los mismos procesos de crecimiento, reclutamiento y esfuerzo pesquero que un modelo estadístico de análisis de captura a la edad (Deriso et al., 1985), con la salvedad que el crecimiento es asumido estocástico, un proceso útil en crustáceos con edad no definida. El modelo es talla-estructurado y se basa en el análisis estadístico de la dinámica de las distribuciones de talla y los índices de abundancia, el que viene siendo utilizado por IFOP desde el 2000 para la elaboración de las recomendaciones de cuotas de captura anuales. El modelo trabaja proyectando la abundancia de reclutas por categoría de talla hacia los años sucesivos, conforme los animales crecen y mueren por efectos naturales y de la pesca. Las distribuciones de talla son proyectadas en base al crecimiento estocástico individual de los ejemplares modelado mediante una matriz de transición. Estas proyecciones requieren de una serie de supuestos respecto de los procesos de la dinámica poblacional y de la estructura de los errores, tal como se indica más adelante.

a) Modelo de los procesos

El modelo que está siendo aplicado se sustenta en los siguientes supuestos:

- la mortalidad natural es constante entre años y entre clases de tallas;
- el crecimiento de los ejemplares se determina en base al modelo von Bertalanffy;
- el crecimiento individual es de características estocásticas, donde los ejemplares tienen diferentes probabilidades de alcanzar distintas tallas a través de los años;
- la selectividad a la talla de los cruceros es constante en el tiempo;
- la selectividad a la talla de la flota constante en el tiempo, aunque este supuesto puede ser relajado admitiendo alguna variabilidad en los parámetros de la ojiva de selectividad;
- la distribución de tallas del reclutamiento anual responde a un proceso estocástico, diferenciada entre sexos y constante a través del tiempo;
- la CPUE es proporcional a la biomasa media vulnerable a la flota; y,
- el recurso en el área evaluada constituye una unidad de stock.

Los supuestos relacionados a la mortalidad natural, modelo de crecimiento y selectividad son similares a los utilizados en modelos edad estructurados. En efecto, el modelo COLERAINE y

los modelos que incluyen la hipótesis de separabilidad (Deriso et al. 1985) consideran la mortalidad natural tiempo-edad invariante, la selectividad orientada a determinada una edad totalmente explotable y modelo de crecimiento von Bertalanfy, con la salvedad que la asignación de edad es validada (e.g. otolitos).

En el enfoque de modelación propuesto, la abundancia de ejemplares del sexo s de talla l a inicios del año t es representada por la siguiente ecuación de balance:

$$N_{l,s,t} = T_{s,l,l'}(N_{l,s,t-1} \exp(-Z_{l,t-1})) + pR_{l,t}$$

donde T representa la matriz de transición que modela el crecimiento individual de la talla l a l' , Z es la mortalidad total, $R_{l,t}$ el reclutamiento anual talla-especifico y p la proporción sexual del reclutamiento, el cual responde a la siguiente notación:

$$p = \begin{cases} \phi & \text{hembras} \\ 1 - \phi & \text{machos} \end{cases}$$

En relación con el crecimiento, éste es definido en términos probabilísticos a través de un modelo tipo Gamma, y cuya variable aleatoria corresponde al incremento en longitud anual esperado para cada talla, lo que se traduce en una matriz de transición, cuya expresión es:

$$T_{s,l,l'} = \int_l^{l'} \frac{(l'-l)^{\alpha_{l,s}-1} \exp(-\frac{l'-l}{\beta_p})}{\beta_p^{\alpha_{l,s}} \Gamma(\alpha_{l,s})} dl$$

donde β_p es un parámetro de proporcionalidad que modula la variación del crecimiento individual y $\alpha_{l,s}$ es función del incremento anual en tallas, cuya expresión es:

$$\alpha_{l,s} = \frac{l'-l}{\beta_p} = \frac{(l - L_{00,s})(1 - \exp(-k_s))}{\beta_p}$$

Z es la mortalidad total correspondiente a la suma entre la mortalidad natural (M) y la mortalidad por pesca a la talla anual ($F_{l,t}$), esta última modelada por un efecto anual y un efecto talla-específico, según:

$$F_{l,t} = F_{cr,t} S_l$$

$$S_l = \frac{1}{1 + \exp\left(-\ln(19) * \frac{L50_t^f - l}{L95^f - L50^f}\right)}$$

donde: $F_{cr,t}$ es la mortalidad anual de los ejemplares completamente reclutados a la pesquería, S_l el patrón de explotación de la flota talla-específico, en tanto que $L50^f$ y $L95^f$ corresponden a la talla al 50% y 95% de reclutamiento a la pesquería, respectivamente.

En relación con el reclutamiento, éste se propone separable en un componente anual y otro talla-específico, según:

$$R_{l,t,s} = R_t \nu_{l,s} = R_t \int_l^{l+1} \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_s^2}} \exp\left[-\frac{(l - \mu_s)^2}{\sigma_s^2}\right] dl$$

donde: μ y σ corresponden a la media y desviación de una distribución normal diferenciada por sexos.

b) Modelo de las observaciones

El modelo de las observaciones para los desembarques, la estructura de tallas por sexos de la captura y los cruceros, la biomasa del crucero y la captura por unidad de esfuerzo se resumen en las ecuaciones de la Tabla 5.

Tabla 5. Expresiones analíticas y notaciones de los modelos propuestos.

Variable predicha	Notación
<p>Captura a la talla por sexo</p> $\hat{C}_{l,s,t} = N_{l,s,t} \frac{F_{l,t}(1 - \exp(-Z_{l,t}))}{Z_{l,t}}$	<p>F_t: mortalidad por pesca para individuos reclutados en el año t</p> <p>$S_{l,t}$: selectividad de la flota comercial para ejemplares de talla l en el año t</p>
<p>Desembarque anual</p> $\hat{Y}_t = \sum_s \sum_l N_{l,s,t} w_{l,s} \frac{F_{l,t}(1 - \exp(-Z_{l,t}))}{Z_{l,t}}$	<p>$w_{l,s}$: peso estimado de un individuo de talla l del sexo s</p>
<p>CPUE de la flota</p> $CPUE_t = q^f \sum_s \sum_l N_{l,s,t} w_{l,s} \frac{S_l(1 - \exp(-Z_{l,t}))}{Z_{l,t}}$	<p>q^f: capturabilidad de la flota comercial</p> <p>S_l: patrón de explotación de la flota para ejemplares de talla l</p>
<p>Biomasa de los cruceros</p> $\hat{B}_t^c = q^c \sum_s \sum_l N_{l,s,t} w_{l,s} \frac{S_l^c(1 - \exp(-Z_{l,t}))}{Z_{l,t}}$	<p>q^c: capturabilidad del crucero</p> <p>S_l^c: patrón de explotación de los cruceros para ejemplares de talla l</p>
<p>Estructura de tallas de los cruceros</p> $\hat{N}_t^c = N_{l,s,t} \frac{S_l^c(1 - \exp(-Z_{l,t}))}{Z_{l,t}}$	
$S_l^c = \frac{1}{1 + \exp\left(-\ln(19) * \frac{L50^c - l}{L95^c - L50^c}\right)}$	<p>S_l^c: patrón de explotación de los cruceros para ejemplares de talla l</p>
<p>Proporción de tallas de la captura y los cruceros</p> $\hat{p}_{l,t,s}^f = \frac{C_{l,s,t}}{\sum_s \sum_l C_{l,s,t}} \quad \hat{p}_{l,t,s}^c = \frac{N_{l,s,t}^c}{\sum_s \sum_l N_{l,s,t}^c}$	

Algunas diferencias son categóricas entre el enfoque de modelación propuesto y los modelos edad estructurados basados en longitud (e.g. COLERAINE). Estos últimos estiman la composición a la edad en las capturas, a través de una clave talla-edad (llamada en la literatura matriz de transición edad-talla) que modela las clases anuales y depende exclusivamente de los parámetros de crecimiento, mientras que en los modelos talla- estructurados la composición en talla se estima sin realizar esta transformación. En el caso puntual del modelo COLERAINE, las capturas comerciales son conocidas sin error, situación que nosotros asumimos con un error de observación y que debe ser incluido en la función objetivo.

c) Modelo de los errores

El modelo está siendo implementado en Matlab[®] y resuelto a través de algoritmos de optimización para problemas no lineales. Matlab[®] es una plataforma de trabajo basado en un lenguaje matricial, el cual es muy útil para la aplicación de modelos pesqueros. Además, permite estructurar diferentes opciones para la modelación del crecimiento, dinámica poblacional, selectividad, reclutamiento, función objetivo, etc., similar a la flexibilidad otorgada por ADMB Model Builder[®] (Otter Research). En el caso del enfoque propuesto, el vector de parámetros θ será estimado a través de un enfoque bayesiano, maximizando para el efecto la distribución *a posteriori* de los parámetros (equivalente al enfoque de minimización en COLERAINE) sobre la base de las observaciones y evidencias recogidas en la historia de los últimos 11 años de la pesquería.

En este contexto, el estimador por maximizar corresponde a una función de probabilidad conjugada y penalizada en la forma

$$p(\theta / X) \approx L(Y | \theta)L(CPUE | \theta)L(B^c | \theta)L(P^f | \theta)L(P^c | \theta)\prod_i p(\theta_i)$$

donde más precisamente se minimiza el negativo del logaritmo de la distribución *a posteriori* :

$$-\ln p(\theta | X) = \ln L(Y | \theta) + \ln L(CPUE | \theta) + \ln L(B^c | \theta) + \ln L(P^f | \theta) + \ln L(P^c | \theta) + \sum_i \ln p(\theta_i)$$

en la cual la suma de los 5 primeros términos corresponden a los estimadores log-verosímiles de la información utilizada, en tanto que el $p(\theta_i)$ es la distribución *a priori* de cada parámetro en escala logarítmica. El listado con el detalle de los estimadores de verosimilitud por tipo de error se entregan en la Tabla 6.

Las distribuciones *a priori* de los parámetros son establecidas a partir del análisis previo de la información empleada, en tanto que los asociados con el crecimiento y mortalidad natural son asumidos como conocidos y citados de la literatura. De igual forma, el análisis de incertidumbre

de éstos y los correspondientes intervalos de confianza de las biomazas y otras variables de interés son determinados recorriendo la distribución de probabilidad *a posteriori* de los parámetros mediante el algoritmo MCMC (Markov Chain Monte Carlo).

Tabla 6. Estimadores de verosimilitud por tipo de error.

Tipo de error	Notación
Error log-normal del desembarque anual $\ln L(Y \theta) = \frac{1}{2cv_Y^2} \sum_t (\ln(Y_t) - \ln(\hat{Y}_t))^2$	cv_Y :coeficiente de variación del desembarque anual
Error log-normal de la CPUE anual $\ln L(CPUE \theta) = \frac{1}{2cv_U^2} \sum_t \ln\left(\frac{CPUE_t}{\hat{CPUE}_t}\right)^2$	cv_U :coeficiente de variación de la CPUE anual
Error log-normal de la biomasa anual de los cruceros $\ln L(B^c \theta) = \frac{1}{2cv_B^2} \sum_t \ln\left(\frac{B^c_t}{\hat{B}^c_t}\right)^2$	cv_B :coeficiente de variación de las biomazas anuales de los cruceros
Error multinomial en la proporción de tallas de la captura y los cruceros $\ln(\hat{P}^f \theta) = \sum_t n_t \sum_l \sum_s \hat{p}_{l,s,t}^f \log(\hat{p}_{l,s,t}^f)$ $\ln(\hat{P}^c \theta) = \sum_t n_t \sum_l \sum_s \hat{p}_{l,s,t}^c \log(\hat{p}_{l,s,t}^c)$	n_t : tamaño de muestra efectivo

d) Análisis del Estado de Situación del Recurso Camarón Nailon

Después de ajustar los modelos de evaluación talla-estructurado y agregado, más el análisis de incertidumbre, se analizan las variables de desempeño poblacionales más relevantes, como reclutamientos, mortalidades y biomazas (total, desovante y biomasa explotable). Se entregan las trayectorias de las principales variables con los intervalos de confianza al 95%, además de una proyección de la población de este recurso a inicios del año 2007. Para establecer el estado actual del recurso, las causas de dicha situación y las expectativas de corto plazo, se evalúan las siguientes variables:

Excedentes de producción anual vs. Desembarques

La productividad neta del stock considera el incremento anual en peso y el aporte de los reclutas, menos las pérdidas por causas naturales. Así, la pesca se considera adecuada cuando los excedentes generados por la población son removidos por el hombre y permiten mantener un nivel estable de biomasa. Sin embargo, es necesario evaluar si los actuales niveles de biomasa son o no adecuados para mantener reducido el riesgo de sobrepesca.

Nivel de explotación respecto de puntos biológicos de referencia

La sobrepesca puede ser definida en su contexto más amplio, como el exceso de pesca por sobre los excedentes que en definitiva determinan la reducción de la población. En este sentido, un primer análisis basado en la densodependencia del reclutamiento y la biomasa podrá dar una idea respecto del nivel de biomasa mínimo como umbral de sobrepesca por reclutamiento, en tanto que la relación de mortalidades respecto de aquellas mortalidades por pesca recomendables biológicamente (ej. $F_{40\%}$, $F_{60\%}$) permiten evaluar si estructuralmente la población está soportando una presión de pesca acorde con su dinámica y objetivos de manejo. Los PBRs son derivados de un modelo de rendimiento por recluta que considera la edad (o talla) al 50% como de primera captura.

Tendencias de los reclutamientos y sus efectos denso-dependientes

Las tendencias en los reclutamientos determinan las expectativas de corto y mediano plazo de la población, además de verificar si estas han sido determinadas por la disminución de la biomasa progenitora (explotable).

3.13. Taller de Difusión

De acuerdo al numeral 5.6 de los TBR, se realizó un Taller de Difusión de los resultados del proyecto FIP 2006-11, el día viernes 11 de mayo de 2007, en donde se discutieron los resultados del proyecto. A saber:

- distribución espacial del recurso y focos de abundancia;
- biomasa/abundancia vulnerable y total por talla y sexo para el área de estudio, por región y focos;
- biomasa/abundancia vulnerable y total para el ARPA por sexo y talla;
- estructura de tallas por sexo y proporción sexual global;
- proporción de hembras ovadas;
- análisis de la fauna acompañante (frecuencia de ocurrencia, captura e importancia relativa); y,
- situación actual del recurso.

El Taller duró medio día y las temáticas fueron tratadas en un formato de presentaciones y mesa redonda al final de estas. El grupo de invitados consideró al menos, a las siguientes personas:

- Director Departamento Pesquerías SubPesca
- Secretario Ejecutivo FIP
- Directores Zonales de Pesca III-IV y V-IX Regiones
- Directores Regionales de Pesca II a VIII Regiones
- Sectorialistas SubPesca
- Representantes de grupos de interés (trabajadores de planta, trabajadores de flota, empresarios, asociaciones de la pesca artesanal, asociaciones de empresarios, otros)
- Investigadores de IFOP, UCV, INPESCA, UCN, UdeC, otros.
- Estudiantes de postgrado.

Las características del taller se entregan en documento Anexo.

4. RESULTADOS

4.1. Aspectos operacionales de los cruceros

En la Tabla 7 se resumen las actividades de muestreo ejecutadas mediante la programación de las dos embarcaciones arrastreras (un PAM y una L/M) participantes en el presente estudio, mientras que en la Tabla 8 se entrega detalles de los lances propuestos (n= 488) y efectivamente efectuados (n= 483) dentro de los caladeros históricos del recurso camarón nailon de la II a la VIII Regiones.

Tabla 7. Variables operativas del estudio de evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones.

VARIABLE OPERATIVA	VALOR	(%)	TOTAL
Período	08/10/2006 - 27/12/2006		
Rango de Latitud	24° 12,72' S - 36° 42,83' S		
Rango de Profundidad (m)	100 – 653		
Lances propuestos OTE	488		
Lances Investigación ejecutados	386		483
Lances complementarios o intercaladeros	21		
Lances comerciales	76		
Total lances ejecutados	483	98,98	
Lances con pesca	409	84,68	483
Lances sin pesca	74	15,32	
Lances con captura de camarón nailon	334	69,15	483
Lances sin captura de camarón nailon	149	30,85	
Lances con medición de APA	161	33,33	483
Lances sin medición de APA	322	66,67	
Tiempo total de arrastre (horas)	266,21	100,00	
Tiempo de arrastre con captura de camarón nailon	220,26	82,74	266,21

Tabla 8. Número de lances propuestos y efectuados totales en los caladeros históricos de camarón nailon, por Región.

Estrato	Rango latitudinal	Propuestos	Efectuados	Desviación
1	22°06'-25°12'	44	18	-26
2	25°13'-28°05'	68	60	-8
3	28°06'-29°49'	48	57	+9
4	29°50'-33°59'	240	238	-2
5	34°00'-37°00'	88	110	+22
Total		488	483	-5

En la Tabla 9 se detalla los lances donde se capturó efectivamente la especie objetivo, observándose que el mayor porcentaje de lances con captura se encontró en la IV Región, con el 82,47%. Entre la V y la VIII Región también se obtuvieron porcentajes importantes de lances con captura de camarón, mientras en la II y la III el porcentaje fue bajo.

Tabla 9. Lances con captura de camarón nailon por Región y porcentaje con respecto a los lances efectuados en cada caso.

REGIONES	LANCES	CAPT. CA	%
II	48	17	35,42
III	51	22	43,14
IV	154	127	82,47
V	120	90	75,00
VI	21	15	71,43
VII	69	50	72,46
VIII	20	13	65,00
Total	483	334	69,15

La información de fechas y lugares geográficos de los muestreos de detalla en el Anexo 2. Los registros de los lances efectuados por nave, con geoposición, distancia lineal recorrida, área barrida, abertura de punta de alas (APA), captura (kg) y rendimiento de pesca (CPUA) de cada especie objetivo son presentados en el Anexo 3.

4.2. Características técnicas de las naves y redes utilizadas

Las características técnicas de las naves y de las redes utilizadas se entregan en el Anexo 4.

4.3. Estimación directa de la abertura entre punta de alas (APA)

La estimación de abertura de punta de alas (APA) se realizó con la información recogida por el sistema NETMIND de NorthStar Technical de ondas acústicas, cuyos sensores (2) se fijaron en las puntas de las alas de la red (Anexo 5). Este sistema mide posición y apertura en forma casi continua con intervalos de 1-2 segundos.

4.3.1. Modelo funcional de la APA

Se obtuvo un modelo funcional de la APA para cada una de las embarcaciones participantes en el crucero mediante un Modelo General Linealizado (glm, generalized linear model) utilizando el paquete “stats” implementado en el ambiente y lenguaje computacional R (www.R-project.org). Las variables incorporadas en el análisis fueron la APA (m) como variable respuesta, la velocidad de arrastre (*Vel.*, nudos), la longitud del cable de cala (*LCC*, m) y la profundidad de calado (*Prof*, m). El modelo funcional de la APA quedó representado por la expresión (según el lenguaje R):

$$glm(APA \sim LCC + Prof + Vel, family = gaussian)$$

La medida de bondad de ajuste está dada por el parámetro de dispersión de la familia gaussiana (*pdg*) y es equivalente al valor de r^2 utilizado como medida de bondad de ajuste en el caso de la regresión simple o múltiple. Luego, conocidos los ponderadores del modelo funcional (Tabla 10), y las variables independientes se calculó la APA en aquellos lances de pesca en que no se contó con registro directo mediante el equipo NETMIND.

Tabla 10. Parámetros de la relación funcional entre la APA (variable dependiente) y las variables independientes *LCC*, *Prof* y *Vel* en las embarcaciones PAM “FOCHE” y L/M “ORIENTE”, participantes del crucero de evaluación directa entre la II y VIII regiones. *pdg* = parámetro de dispersión de la familia gaussiana.

Variable	PAM Foche	L/M Oriente
<i>LCC</i>	0,0001	-0,0077
<i>Prof</i>	0,0040	0,0127
<i>Vel</i>	-1,3769	-16,1605
Constante	9,4836	45,2614
<i>pdg</i>	0,8890	0,9071

4.4. Capturas y densidad local (CPUA) por lance de pesca

Las capturas por lance de pesca de 15 minutos fluctuaron entre cero (ausencia de pesca) y 1.633,7 Kg. La densidad local (por lance de pesca) fluctuó entre cero (cuando no hubo captura) y 59,79 ton/km². Se descartó del análisis todos aquellos lances en que las dificultades de operación (profundidad no apta, fondo no rastreable, otras) o climáticas impidieron el buen desempeño de la

nave. La distribución espacial de la densidad (ton/km²) por especie y zona de análisis geoestadístico se entregan en el Anexo 5.

4.5. Aspectos biológicos

4.5.1. Capturas y muestreo biológico

Durante el período y zona de estudio (II a VIII Regiones) se midieron 61.807 ejemplares de camarón nailon en su LC (m) para construir las distribuciones de frecuencia de tallas; además, se pesaron 19.045 ejemplares, para estimar la relación longitud-peso. En la Tabla 11 se entrega la información del esfuerzo total de muestreo de frecuencia (ejemplares medidos) y biológico-específicos (ejemplares pesados).

Tabla 11. Esfuerzo total de muestreo de frecuencia (medidos) y biológico específicos (pesados) de la captura de camarón nailon entre la II y VIII Regiones. s/h = hembras sin huevos, c/h = hembras con huevos.

SEXO	DATOS	REGIÓN							TOTAL
		II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
Machos	Medidos	523	1.394	13.077	8.064	1.398	4.753	1.407	30.616
	Pesados	116	327	2.817	1.697	349	1.114	231	6.651
Hembras s/h	Medidos	1.276	2.656	8.203	5.501	1.002	4.742	995	24.375
	Pesados	478	586	2.080	1.294	217	1.017	220	5.892
Hembras c/h	Medidos		297	3.359	2.068	181	694	217	6.816
	Pesados		37	3.338	2.035	181	694	217	6.502
Total Medidos		1.799	4.347	24.639	15.633	2.581	10.189	2.619	61.807
Total Pesados		594	950	8.235	5.026	747	2.825	668	19.045

4.5.2. Composición de tamaños

El análisis de la composición de tamaños considera la distribución de frecuencia de talla porcentual y la frecuencia de talla porcentual acumulada.

4.5.2.1.1. Machos por foco

En general, la composición de tamaños de los machos mostró distribuciones de frecuencia unimodales en todos los focos (caladeros) detectados durante el año 2006 entre la II y VIII

Regiones (Figs. 7 – 9). Para los focos 2, 3 y 4, el número de ejemplares fue muy reducido para construir la distribución de frecuencia de talla. Considerando toda el área de estudio, en 14 de los 17 focos detectados el rango de tamaño observado para los machos se extendió entre 12,8 y 39,0 mm LC, encontrándose el macho de mayor talla en el foco 17 (VII Región) y el de menor talla en el foco 13 (V Región). El rango más amplio de tallas se encontró en el foco 10, mientras que el más estrecho en el foco 6. La moda principal se encontró entre el rango de clase de 22 mm LC y 25 mm LC.

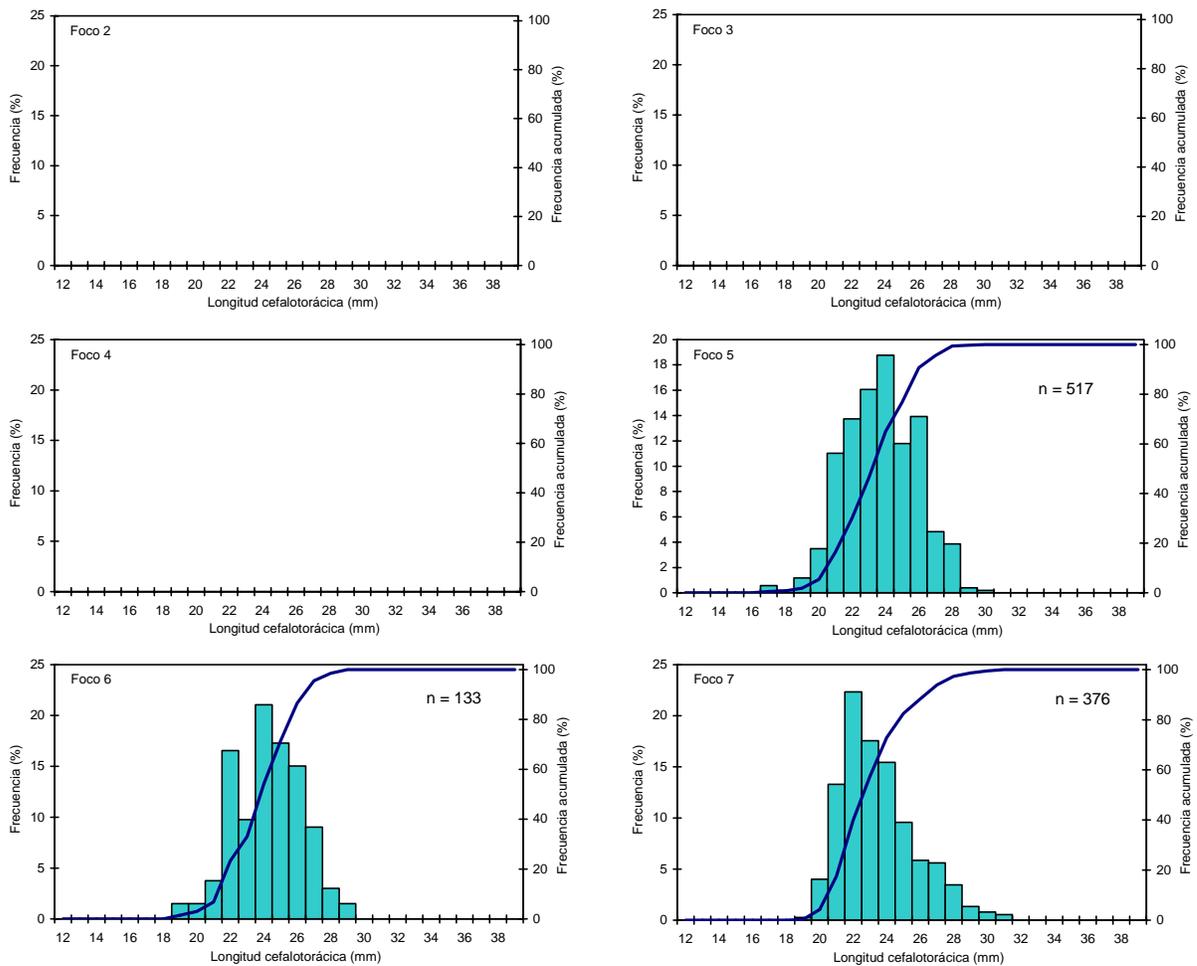


Fig. 7. Distribución de frecuencias de tamaño y porcentaje acumulado de machos de camarón nailon (*H. reedi*), Focos 2 a 7.

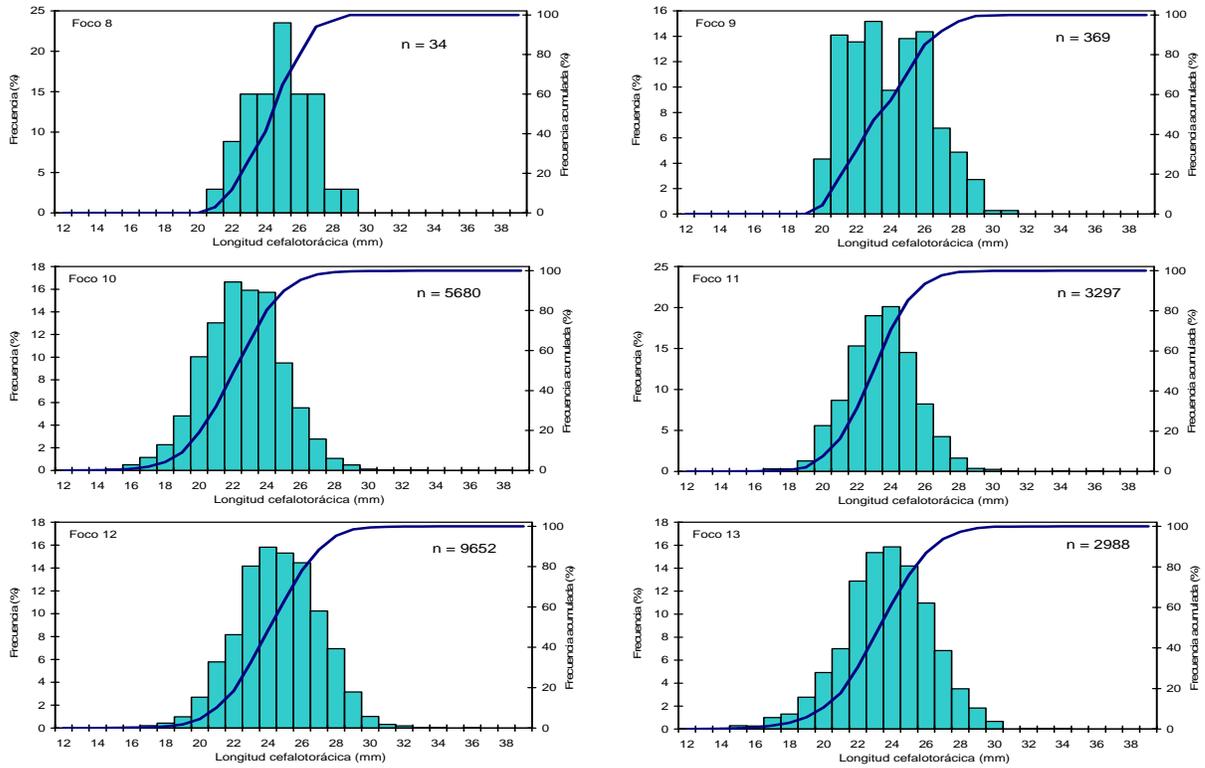


Fig. 8. Distribución de frecuencias de tamaño y porcentaje acumulado de machos de camarón nailon (*H. reedi*), Focos 8 a 13.

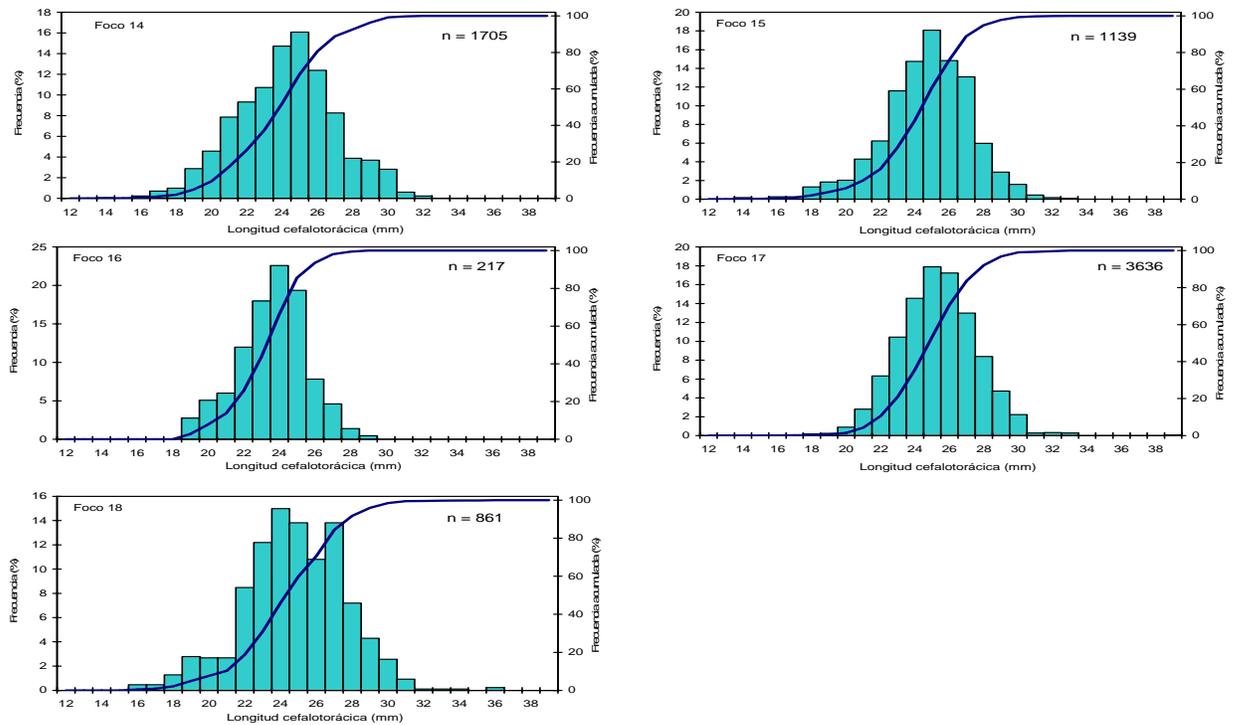


Fig. 9. Distribución de frecuencias de tamaño y porcentaje acumulado de machos de camarón nailon (*H. reedi*), Focos 14 a 18.

4.5.2.1.2. Hembras por foco

En el caso de las hembras, la composición de tamaños por foco (caladero) durante el año 2006, de la II a VIII Regiones, mostró distribuciones de frecuencias unimodales y polimodales dependiendo del foco (Figs. 10 - 12). En el foco 2 y 8 el número de ejemplares fue muy bajo para construir las distribuciones de frecuencia de talla. El rango de tamaño observado de hembras se extendió entre 10,6 y 39,4 mm LC, encontrándose la hembra de mayor talla en el foco 14 (VI Región) y el de menor talla en el foco 17 (VII Región). El rango más amplio de tallas se encontró en el mismo foco 17 y el más estrecho en el foco 4. La moda principal fue levemente mayor a los machos localizándose entre los 24 mm LC y 27 mm LC (Figs. 10 a 12).

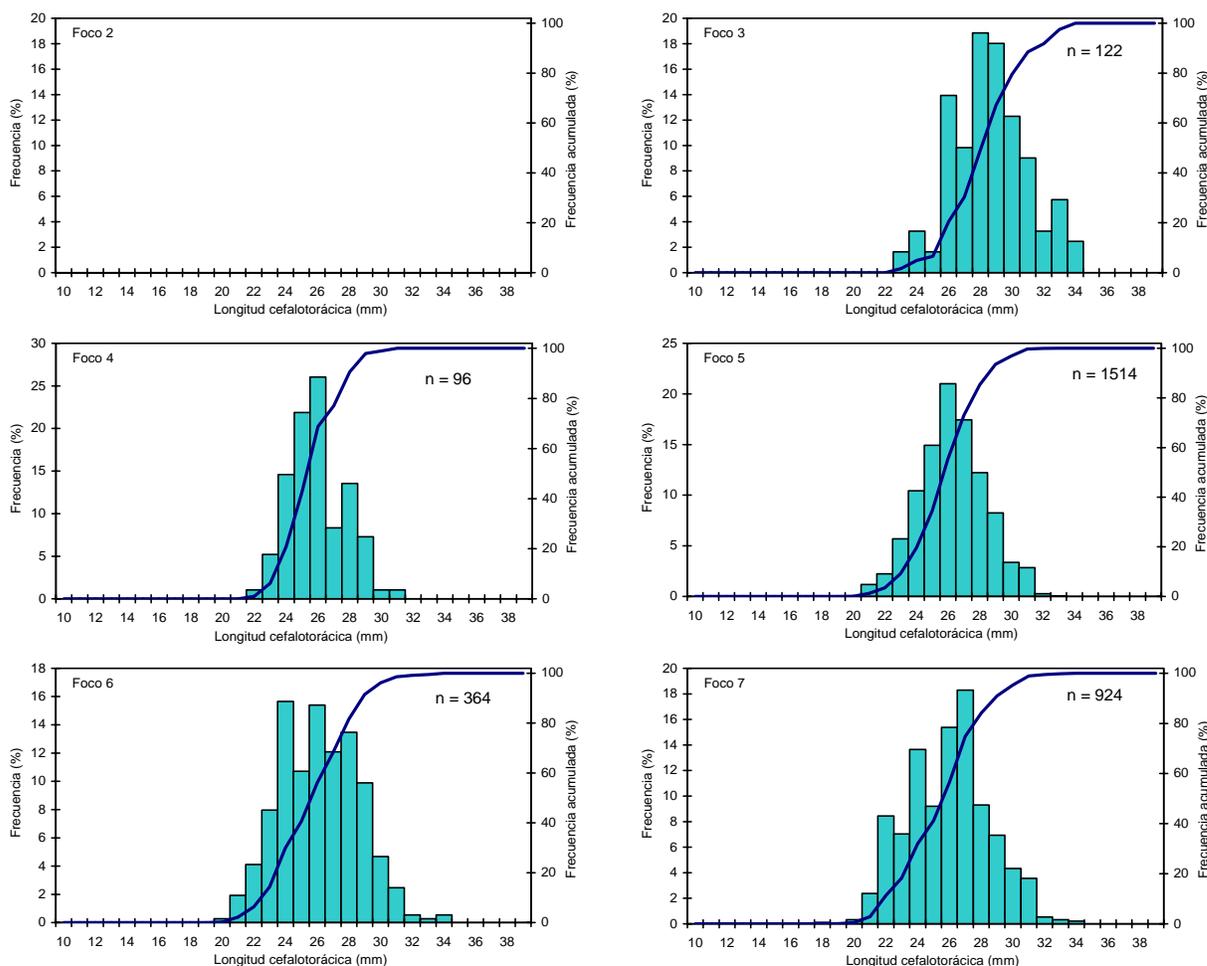


Fig. 10. Distribución de frecuencias de tamaño y porcentaje acumulado de hembras de camarón nailon (*H. reedi*), Focos 2 a 7.

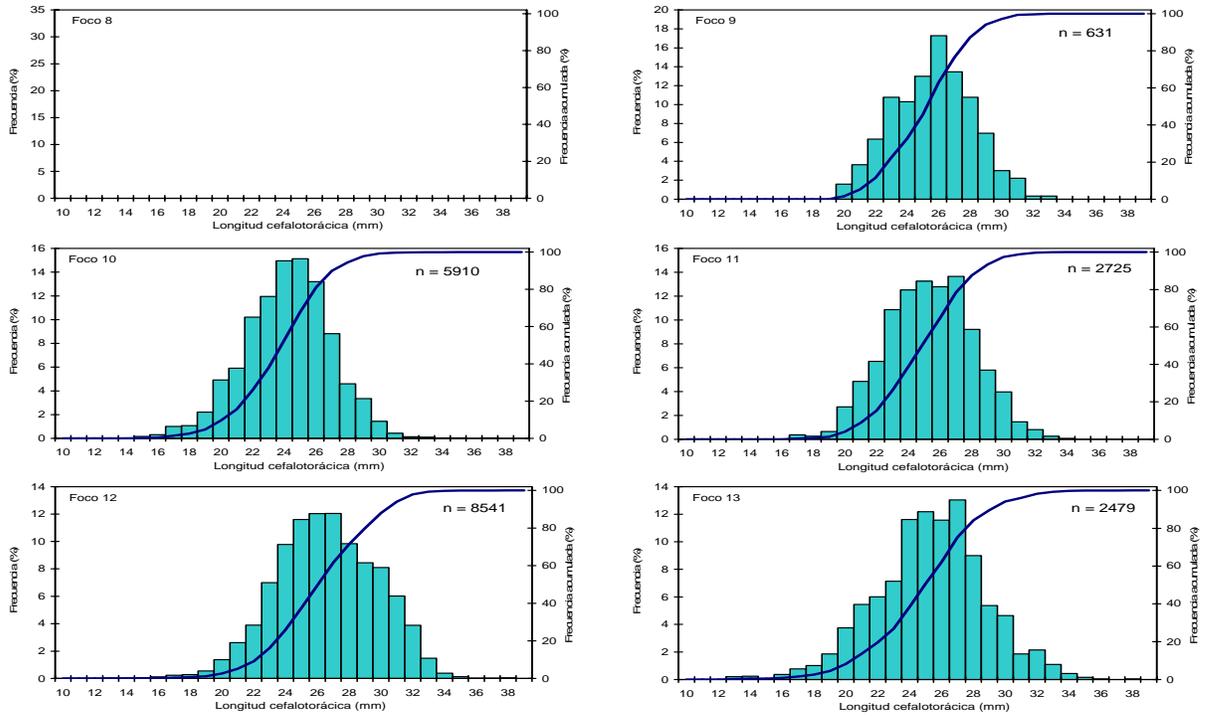


Fig. 11. Distribución de frecuencias de tamaño y porcentaje acumulado de hembras de camarón nailon (*H. reedi*), Focos 8 a 13.

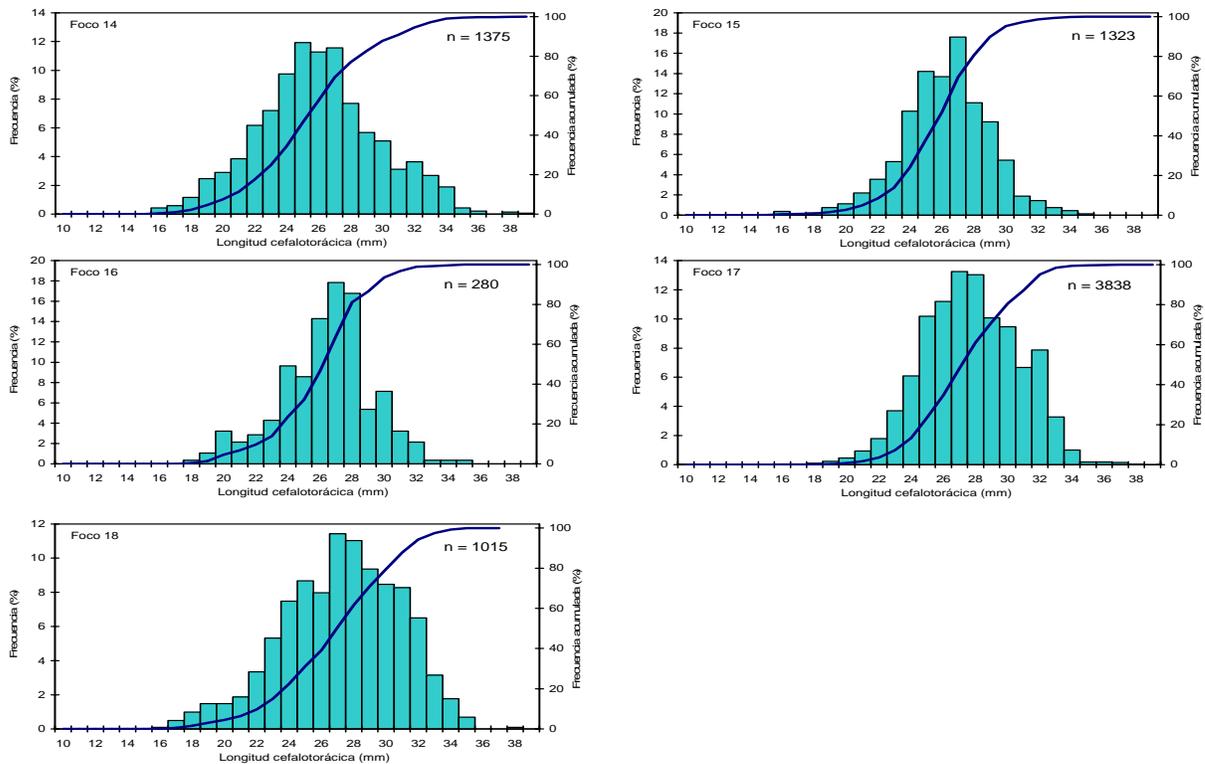


Fig. 12. Distribución de frecuencias de tamaño y porcentaje acumulado de hembras de camarón nailon (*H. reedi*), Focos 14 a 18.

4.5.2.1.3. Sexos combinados por Región

El rango de tallas global (sexos combinados) en toda el área de estudio correspondió a 10,6 - 39,4 mm LC, mientras los rangos observados en las distintas regiones corresponden a 17,1 – 36,9 mm LC en la III Región; 11,4 – 38,7 mm LC en la IV Región; 12,8 – 38,7 mm LC en la V Región; 14,3 – 39,4 mm LC en la VI Región, 10,6 – 39,0 en la VII Región; y 16,1 – 38,2 mm LC en la VIII Región (Fig. 13). En términos globales, las distribuciones son muy similares por región, observándose la moda principal entre los 24 mm LC y los 26 mm LC.

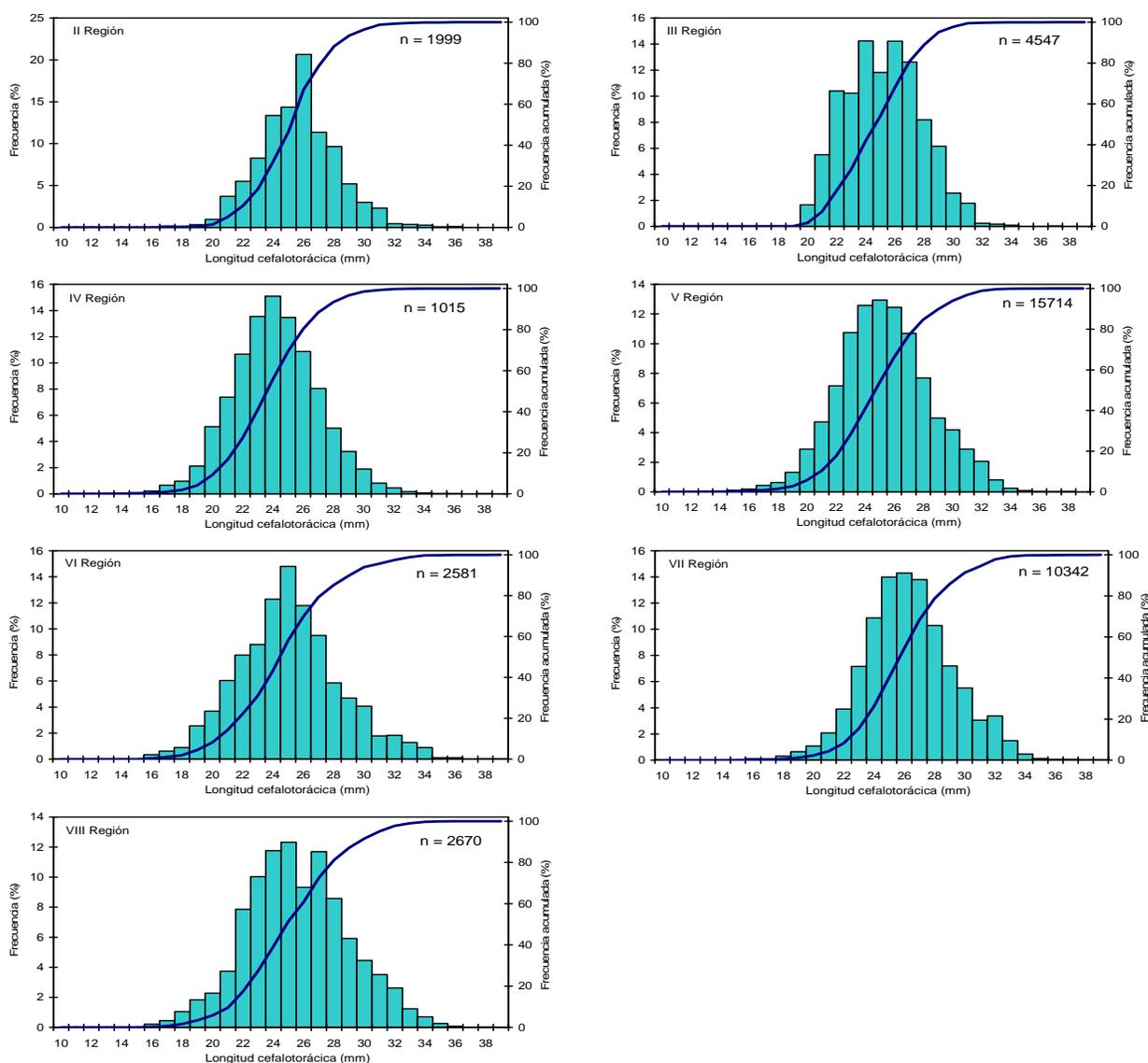


Fig. 13. Distribución de frecuencias de tamaño de camarón nailon (*H. reedii*), sexos combinados (% y porcentaje acumulado), por Región.

4.5.2.1.4. Machos por Región

El rango de tallas global de machos de langostino amarillo (toda el área de estudio) correspondió a 11,5 - 58,3 mm LC, mientras los rangos observados en las distintas regiones muestreadas corresponden a 17,1 – 30,9 mm LC en la II Región; 19,1 – 31,4 mm LC en la III Región; 12,9 – 38,3 mm LC en la IV Región; 12,8 – 36,8 mm LC en la V Región; 14,3 – 32,8 mm LC en la VI Región; 14,5 – 39,0 mm en la VII Región; y 16,3 – 36,5 mm LC en la VIII Región; se observaron distribuciones unimodales y polimodales (Fig. 14). La moda principal por región se encontró entre 22 mm LC y 25 mm LC.

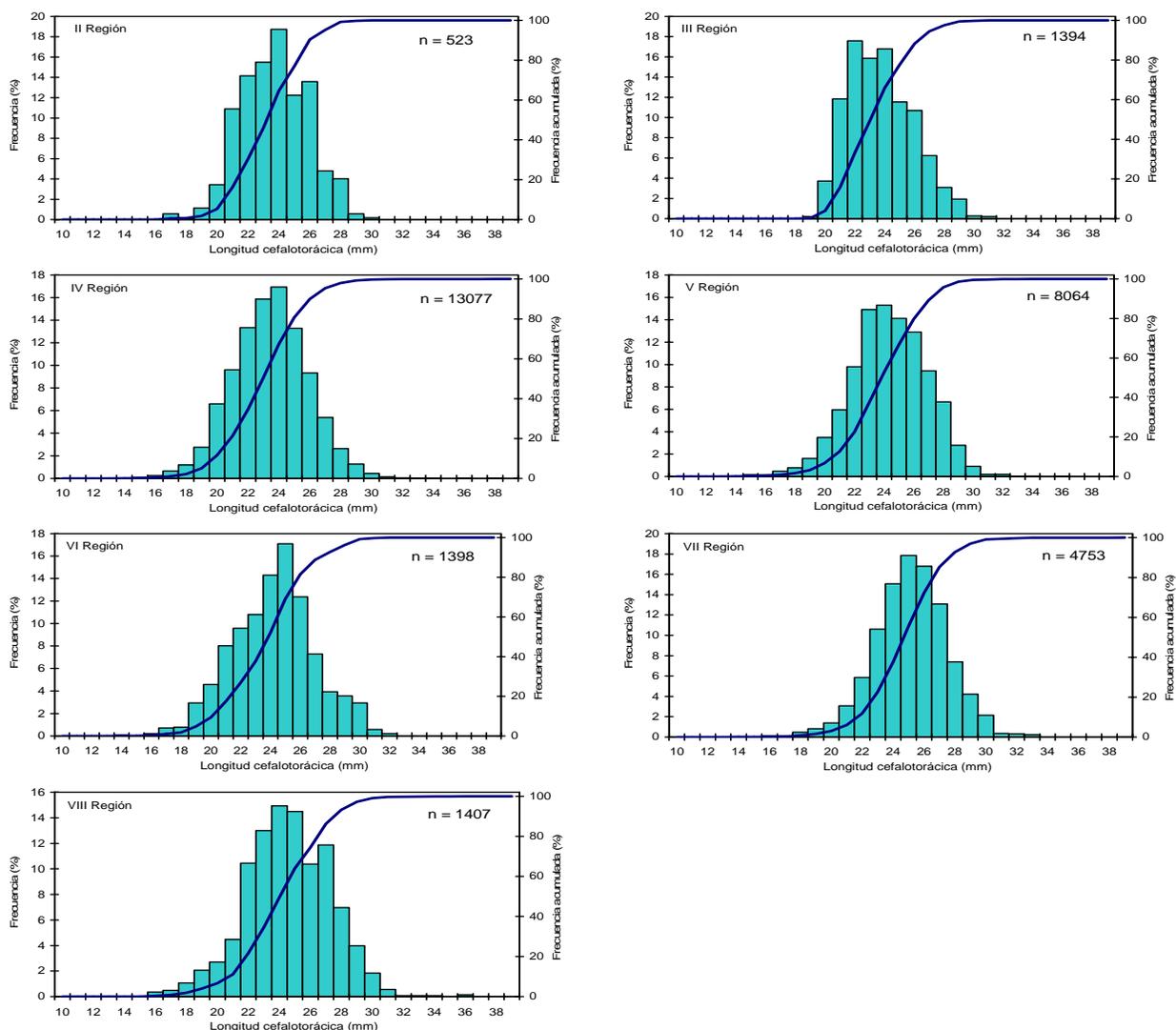


Fig. 14. Distribución de frecuencias de tamaño de machos de camarón nailon (*H. reedii*) (% y porcentaje acumulado), por Región.

4.5.2.1.5. Hembras por Región

El rango de tallas global de hembras (toda el área de estudio) correspondió a 10,6 – 39,4 mm LC, mientras los rangos observados en las distintas regiones muestreadas corresponden a 20,1 – 36,9 mm LC en la II Región; 18,6 – 37,8 mm LC en la III Región; 11,4 – 38,7 mm LC en la IV Región; 13,1 – 38,7 mm LC en la V Región; 16,1 – 39,4 mm LC en la VI Región; 10,6 – 38,8 mm LC en la VII Región; y 16,1 – 38,2 mm LC en la VIII Región (Fig. 15). La moda principal por región se encontró entre 25 mm LC y 27 mm LC.

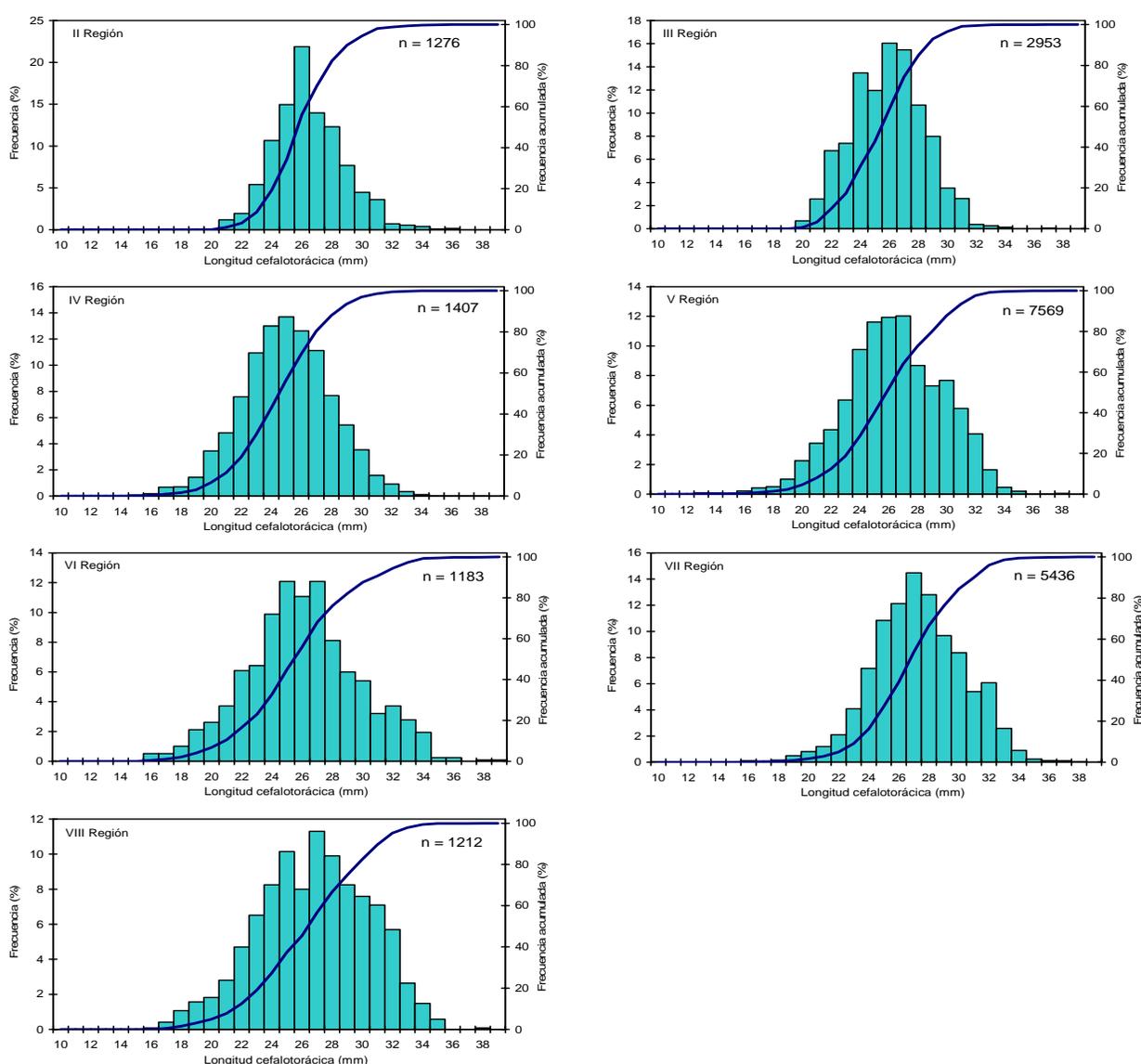


Fig. 15. Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de camarón nailon (*H. reedii*), (% y porcentaje acumulado), por Región.

4.5.3. Relación longitud-peso

La relación talla-peso de camarón nílón se estimó, para cada foco, mediante Mínimos Cuadrados No Lineales, por lo tanto, la medida de bondad de ajuste se expresa como la suma de cuadrados residuales (SCR). Los detalles de la definición de los focos de abundancia se presentan más adelante en este documento. Los parámetros de la relación talla-peso para ambos sexos en conjunto por foco se entregan en la Tabla 12.

En la estimación de los parámetros de la relación talla peso, en el caso de algunos focos de abundancia, la insuficiencia de observaciones biológicas por bajo número de registros o estrecho rango de tamaños llevó a que se juntaran focos de abundancia contiguos y se estimara un conjunto de parámetros comunes a todos los focos agrupados.

Tabla 12. Parámetros de la relación talla-peso de camarón nílón (*H. reedi*, ambos sexos) por foco y total. SCR = suma de cuadrados residuales.

Foco	Parámetro			
	a	b	SCR	n
1 2 3 4	1,945 x 10 ⁻⁴	3,195	200,4	468
5 6	2,691 x 10 ⁻⁴	3,079	268,5	431
7 8	1,593 x 10 ⁻⁴	3,243	190,9	350
9	2,546 x 10 ⁻⁴	3,083	114,5	200
10	9,789 x 10 ⁻⁴	2,744	3.561,6	2.775
11	3,574 x 10 ⁻⁴	3,066	2.629,8	2.123
12	5,414 x 10 ⁻⁴	2,941	9.055,2	6.237
13	5,351 x 10 ⁻⁴	2,961	2.032,8	1.690
14	3,280 x 10 ⁻⁴	3,106	1.057,9	857
15	4,818 x 10 ⁻⁴	3,005	807,1	661
16 17	3,092 x 10 ⁻⁴	3,125	4.143,3	2.258
18	2,703 x 10 ⁻⁴	3,178	984,7	551

4.6. Objetivo Específico 1

4.6.1. Identificación de focos de abundancia

Los límites de los focos de abundancia de camarón nailon o caladeros fueron determinados aplicando el “Método Transitivo” descrito en la Propuesta Metodológica. El sustento científico-técnico de la utilización de dicho enfoque se basa en que el diseño de muestreo (lances de pesca) traspasa los límites de distribución de la especie en estudio y son considerados todos los valores muestrales, incluidos los ceros. Se asumió también que la densidad poblacional disminuye sistemáticamente hacia los límites de distribución de la especie.

El área de estudio se dividió primero en tres grandes zonas, las que fueron denominadas arbitrariamente como ZAGs (**Z**onas de **A**nálisis **G**eoestadístico), las que incluyeron tanto lances de investigación como lances comerciales (Fig. 16 y 17). Los límites latitudinales de las ZAGs se entregan en la Tabla 13.

Tabla 13. Límites latitudinales de las Zonas de Análisis Geoestadístico (ZAGs) para camarón nailon (*H. reedi*) y número de lances de pesca involucrados en cada caso.

ZAG	Límites latitudinales (°S)		Número lances
	Norte	Sur	
1	24° 09' 00"	28° 18' 00"	82
2	28° 30' 00"	33° 01' 48"	247
3	33° 03' 36"	36° 48' 00"	154
Total			483

La definición de las ZAGs está dada tanto por un criterio geográfico, como de la homogeneidad media que presentan las observaciones locales de densidad poblacional en cada una de las zonas identificadas. En el análisis geoestadístico se incluyó el 100% de los lances de pesca efectivamente realizados entre la II y VIII Regiones (n = 483).

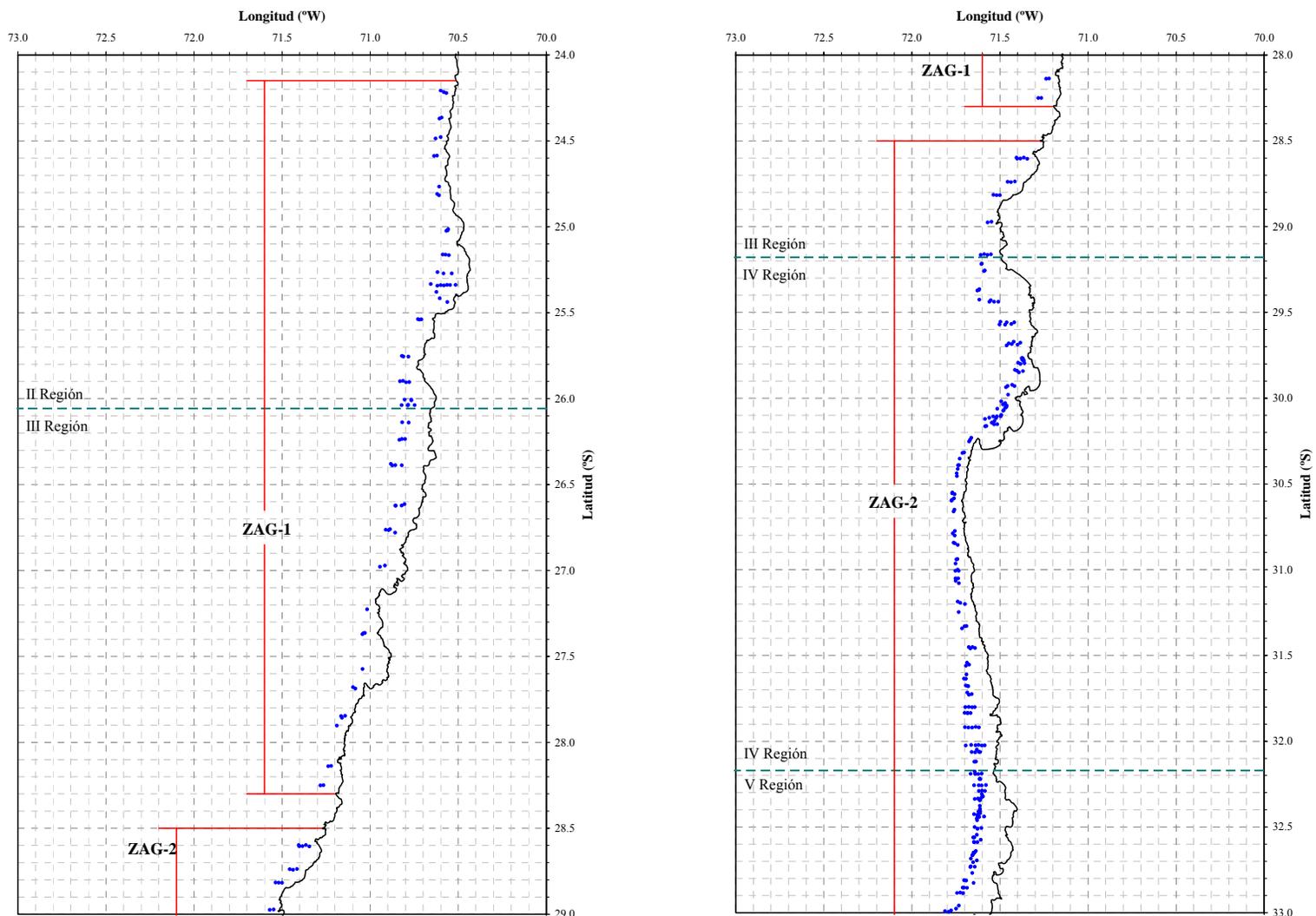


Fig. 16. Disposición espacial de los lances de pesca (puntos azules) y delimitación de las Zonas de Análisis Geoestadístico (ZAGs) 1 y 2 para camarón nailon (*H. reedi*). Para detalles ver texto.

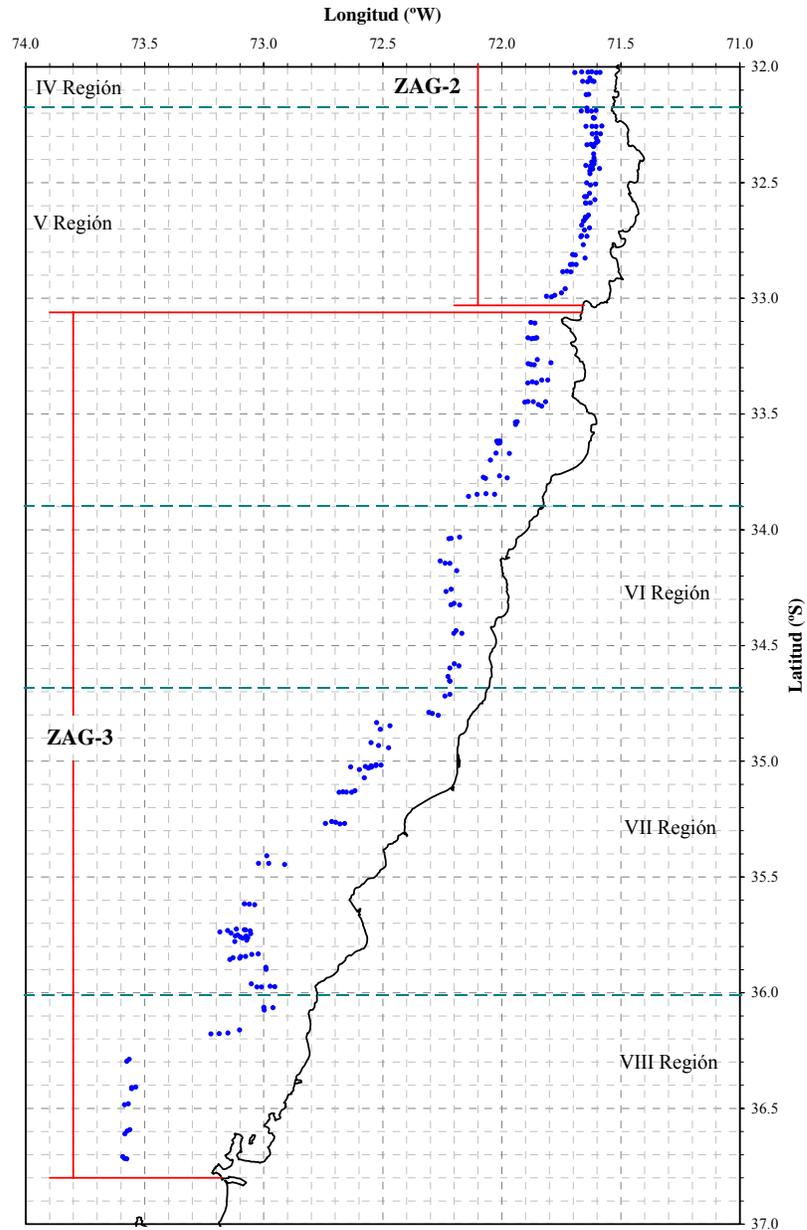


Fig. 17. Disposición espacial de los lances de pesca (puntos azules) y delimitación de la ZAG 3 para camarón nailon (*H. reedi*). Para detalles ver texto.

El análisis de la distribución espacial de los lances de pesca (tanto negativos como positivos) y el valor de la captura por unidad de área barrida (cpua, ton/km²) por latitud, mostró la presencia de 18 focos de abundancia o caladeros de camarón nailon entre la II y VIII Regiones (Fig. 18; Tabla 14).

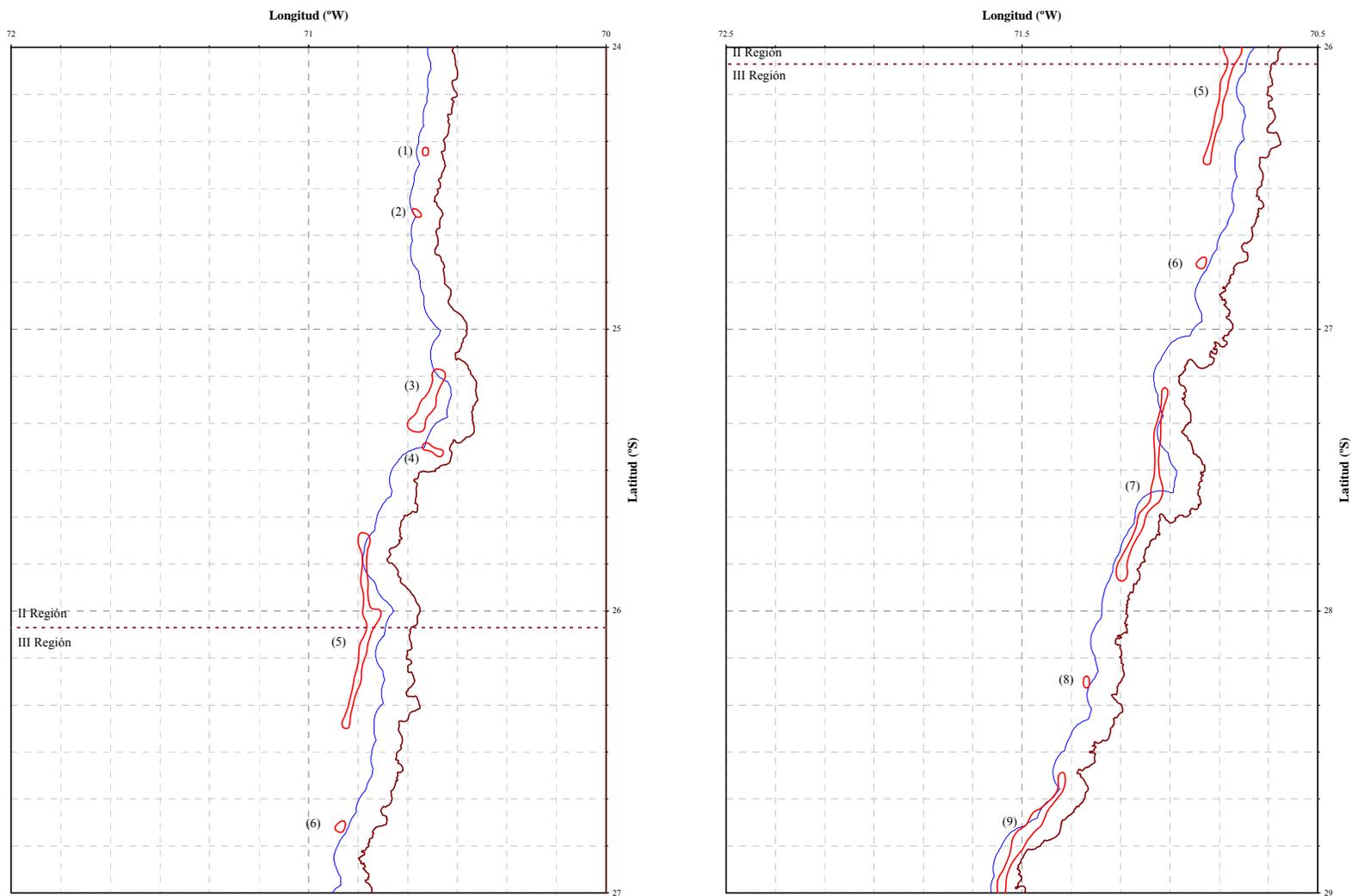


Fig. 18. Disposición espacial de los focos de abundancia de camarón nailon (*H. reedi*) (línea roja) en las tres Zonas de Análisis Geoestadístico (ZAGs). La línea azul representa el límite del Area de Reserva a la Pesca Artesanal (ARPA).

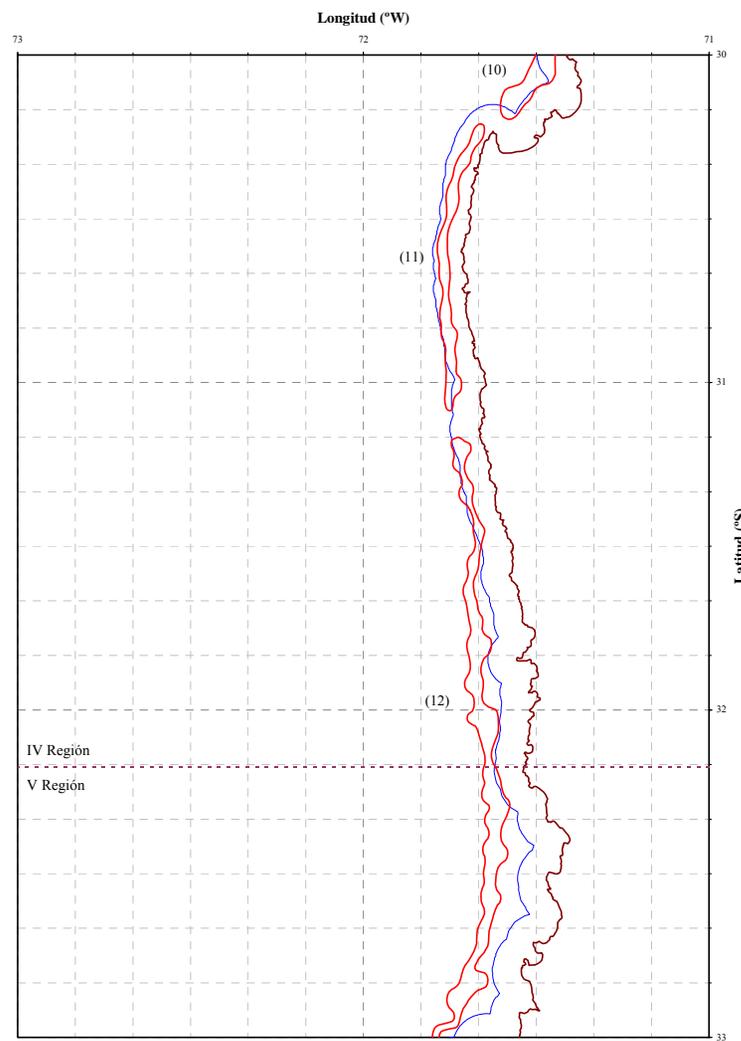
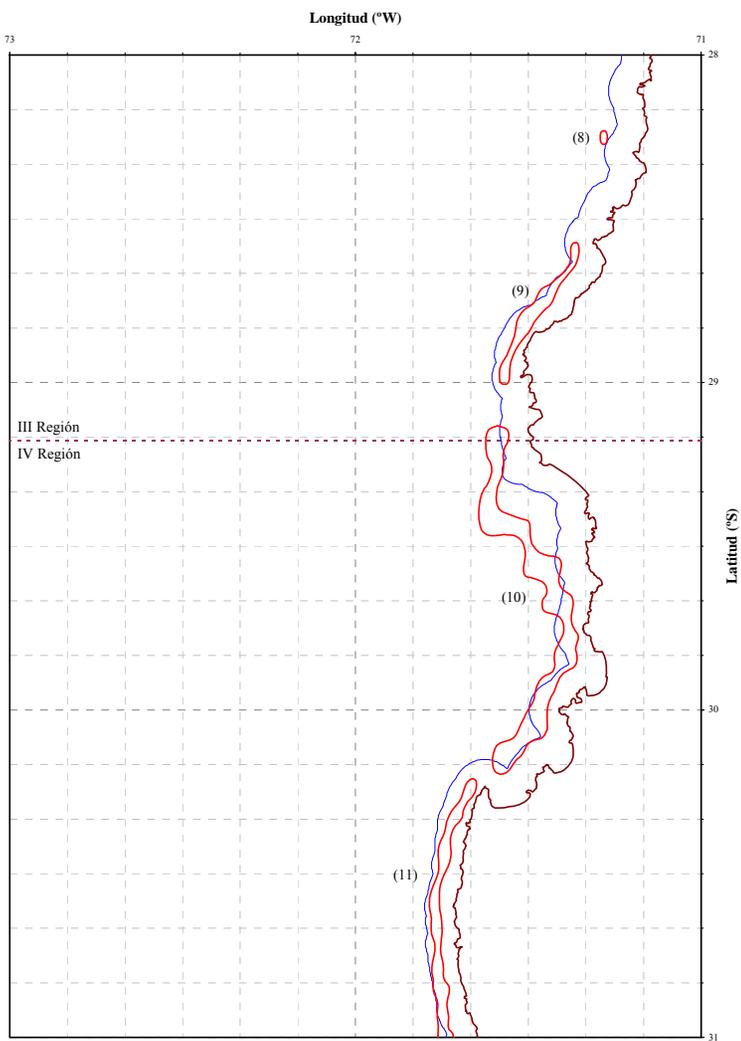


Fig. 18. Continuación.

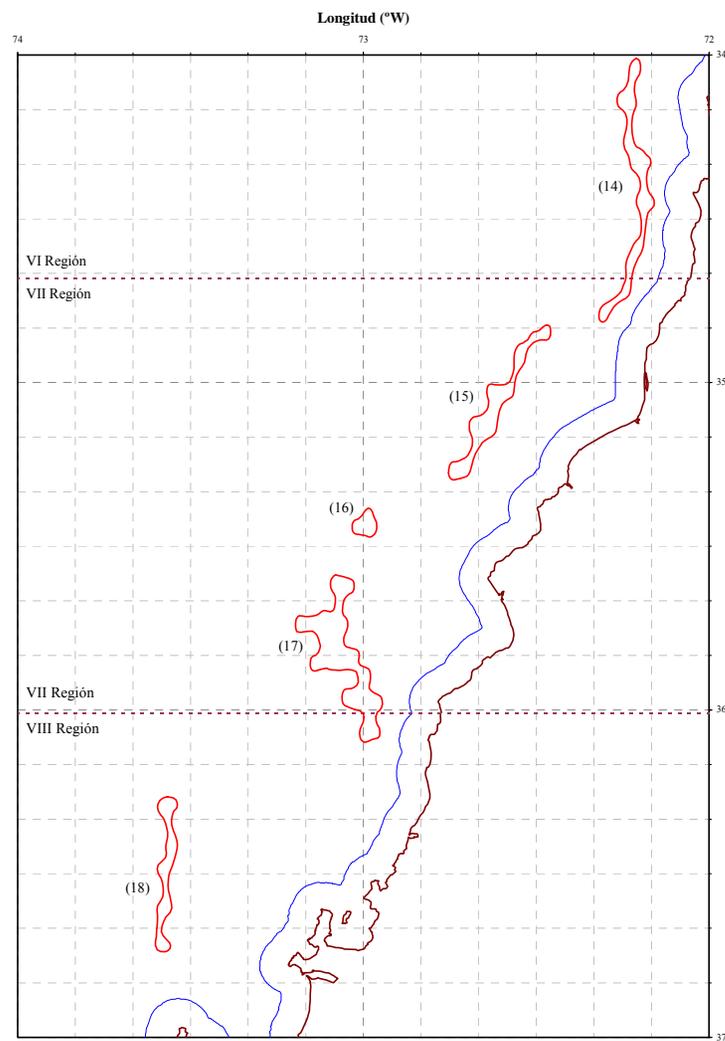
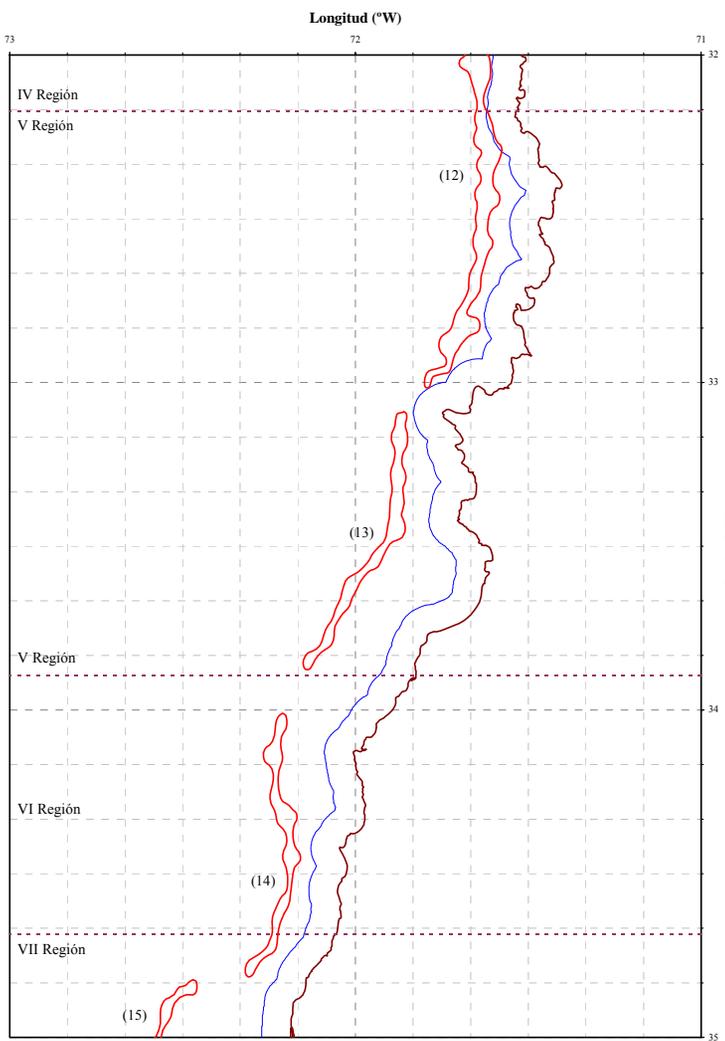


Fig. 18. Continuación.

Tabla 14. Límites latitudinales de los focos de abundancia de camarón nailon (*H. reedi*) y área (km²) correspondiente.

Caladero	Límites latitudinales (°S)		Area (km ²)
	Norte	Sur	
1	24° 21' 19,9"	24° 23' 00,0"	5,395
2	24° 34' 22,7"	24° 36' 08,2"	6,632
3	25° 08' 29,8"	25° 21' 52,6"	110,030
4	25° 24' 10,1"	25° 27' 08,3"	18,059
5	25° 43' 19,6"	26° 24' 59,4"	182,307
6	26° 44' 39,9"	26° 47' 05,9"	11,202
7	27° 12' 25,9"	27° 53' 36,2"	165,682
8	28° 13' 51,2"	28° 16' 21,7"	7,650
9	28° 34' 22,1"	29° 00' 20,5"	152,450
10	29° 07' 57,0"	30° 11' 46,0"	706,032
11	30° 12' 36,0"	31° 05' 08,5"	276,893
12	31° 10' 01,6"	33° 01' 00,5"	794,218
13	33° 05' 21,8"	33° 52' 21,8"	279,941
14	34° 00' 38,2"	34° 48' 54,4"	245,417
15	34° 49' 27,1"	35° 17' 51,4"	212,162
16	35° 23' 05,6"	35° 28' 18,1"	42,563
17	35° 35' 15,0"	36° 05' 55,0"	387,863
18	36° 15' 54,4"	36° 44' 18,2"	135,657
Total			3.740,153

En segundo lugar, para cada uno de los ZAGs se estableció una grilla de estimación aleatoriamente distribuida en el área. El tamaño de malla de la grilla de estimación, para definir los bordes de los focos de abundancia, correspondió a 200 m para los tres casos. Dado que en muchos casos, parte de los focos se encontraron dentro de las 5 millas náuticas de exclusión artesanal, y acorde a los Términos Básicos de Referencia, en la Tabla 15 se muestra el área de los focos de abundancia dentro y fuera de las 5 mn (ARPA).

4.6.2. Análisis estructural

El análisis de variogramas direccionales reveló la presencia de efecto anisotrópico de la distribución espacial de la densidad poblacional de camarón nailon en las ZAGs 1 y 2, y ausencia de éste en la ZAG 3. En las ZAG 1, el efecto anisotrópico, del tipo geográfico, se observó en la dirección NE-SW, asociado a la orientación de la línea de costa. En la ZAG-2, el efecto anisotrópico, del tipo zonal, se observó en la dirección E-W, atribuido a la correlación espacial

entre estaciones (lances) muestrales a lo largo de las transectas definidas en el plan de muestreo general. En la ZAG 3, la distribución espacial de la densidad local se mostró isotrópica.

Tabla 15. Fracción de área (km²) de los caladeros de camarón nailon (*H. reedi*) dentro y fuera de las 5 mn de exclusión artesanal.

Caladero	Dentro		Fuera		Total (km ²)
	(km ²)	%	(km ²)	%	
1	5,395	100,0		0,0	5,395
2	6,632	100,0		0,0	6,632
3	9,291	8,4	100,739	91,6	110,030
4	16,895	93,6	1,164	6,4	18,059
5	15,105	8,3	167,202	91,7	182,307
6		0,0	11,202	100,0	11,202
7	114,237	68,9	51,445	31,1	165,682
8		0,0	7,650	100,0	7,650
9	142,003	93,1	10,447	6,9	152,450
10	217,410	30,8	488,622	69,2	706,032
11	250,155	90,3	26,738	9,7	276,893
12	91,308	11,5	702,910	88,5	794,218
13		0,0	279,941	100,0	279,941
14		0,0	245,417	100,0	245,417
15		0,0	212,162	100,0	212,162
16		0,0	42,563	100,0	42,563
17		0,0	387,863	100,0	387,863
18		0,0	135,657	100,0	135,657
Total	868,431	23,2	2.871,722	76,8	3.740,153

En las tres zonas de análisis (ZAGs), el modelo de variograma teórico que mostró el mejor ajuste, mediante el procedimiento de mínimos cuadrados ponderados (Cressie, 1993) fue el modelo esférico con rango r , igual a:

$$\gamma(h) = \begin{cases} 0, & h = 0 \\ C_0 + C \left(\frac{3}{2} \left(\frac{h}{r} \right) \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{r} \right)^3, & 0 < \|h\| \leq r \\ C_0 + C, & \|h\| \geq r \end{cases}$$

donde C_0 es el efecto nugget que caracteriza la variabilidad de microescala, C es el valor asintótico o sill del variograma menos el nugget, y r es el rango del variograma, más allá del cual los datos ya no presentan correlación.

Se observó una tendencia latitudinal respecto de la proporción de varianza no resuelta (VNE) por el diseño muestral. En efecto, en la ZAG-1, el variograma teórico mostró la proporción más baja, alcanzando a 15,0%, seguido de la ZAG-2 con 22,6% y finalmente la ZAG-3, que mostró el mayor valor, alcanzando a 33,1%. La Fig. 19 muestra el ajuste del variograma teórico (modelo esférico) al variograma empírico para cada una de las zonas de análisis identificadas, mientras que los parámetros de cada modelo (efecto pepita, rango y umbral) y la bondad de ajuste correspondiente, medida como la sumatoria de los cuadrados residuales para cada una de las ZAGs, así como la varianza no explicada en cada caso se entregan en la Tabla 16.

Tabla 16. Parámetros del variograma teórico según el modelo esférico para las ZAGs de camarón nailon (*H. reedi*). SCR: suma de cuadrados de los residuos, VNE: Varianza no explicada.

Parámetro	ZAG-1	ZAG-2	ZAG-3
Rango (Km)	54,310	6,921	18,371
Sill	3,869	36,051	53,741
Nugget	0,685	10,550	26,532
SCR	35,615	1.802,7	9.869,4
VNE (%)	15,037	22,639	33,052

Los parámetros del variograma teórico esférico seleccionado y del *kriging* (modelo de covariograma, y geometría de la grilla de interpolación) fueron utilizados para calcular las ponderaciones óptimas asignadas a cada estimación local de la densidad de camarón nailon. Una vez realizada la interpolación, sólo aquellos nodos de la grilla que se encontraban dentro de los polígonos de estimación (focos, caladeros) definidos previamente, fueron considerados en el mapeo de la densidad y posterior estimación de la densidad media y biomasa total.

4.6.3. Análisis espacio-temporal de la distribución espacial de camarón nailon

La variación espacial y temporal de la densidad poblacional de camarón nailon en el área de estudio se analizó a través de:

- (i) el centro de gravedad (*CG*) e inercia (*I*) de la cpua (ton/Km^2), tanto para la unidad de pesquería norte (II a IV Regiones), como de la unidad de pesquería sur (V a VIII Regiones) para los años 2005 y 2006, y para toda el área de estudio entre 1999 y 2006,

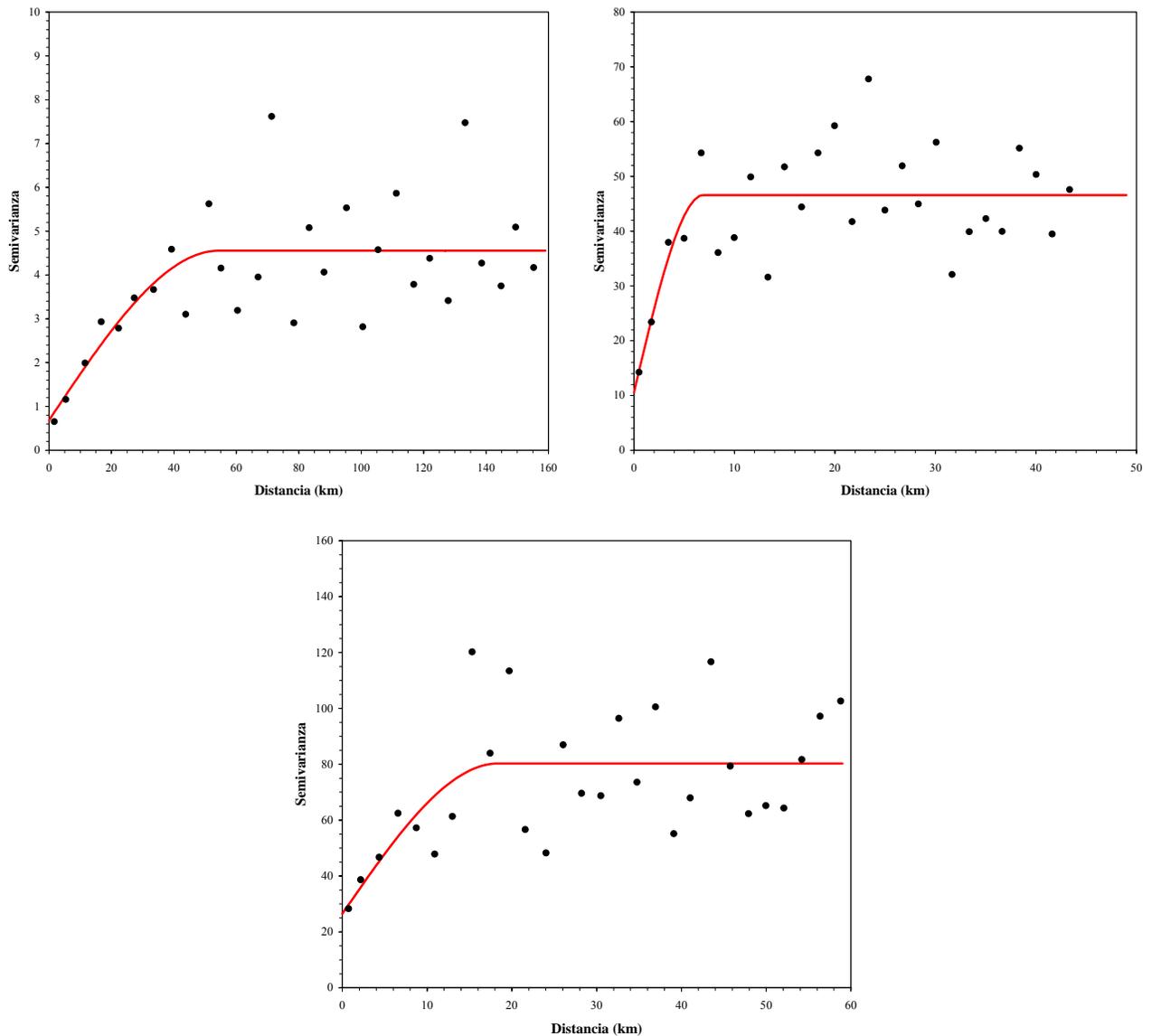


Fig. 19. Variograma experimental (puntos) y variograma teórico (modelo esférico, línea continua) de camarón nílón (*Heterocarpus reedi*). ZAG-1: arriba-izquierda, ZAG-2: arriba-derecha, ZAG-3: abajo.

- (ii) el Índice de Gini (IG), que mide el grado de agregación del recurso en el área de estudio, calculado a partir de la aplicación de la Curva de Lorenz (L), para los años 2005 y 2006 separadamente para las unidades de pesquería norte y sur, y entre el año 2000 y 2006 para toda el área de estudio.

4.6.3.1. Centro de gravedad e inercia

El centro de gravedad de la densidad poblacional de camarón nailon en el año 2006, para la unidad norte de la pesquería (II – IV Regiones), se localizó en $30^{\circ}10'S$ y $71^{\circ}35'W$, con una inercia de $1,856^{\circ}S$ en el plano latitudinal y $0,053^{\circ}W$ en el plano longitudinal, mientras que en la unidad de pesquería sur (V – VIII Regiones), el centro de gravedad de la densidad se encontró en $34^{\circ}13'S$, con una inercia de $1,905^{\circ}S$ en sentido latitudinal y $72^{\circ}20'W$, con una inercia de $0,395^{\circ}W$ en el plano longitudinal, respectivamente. El centro de gravedad para toda el área de estudio se encontró en $32^{\circ}26'09''S$ en el plano latitudinal, con una inercia de $5,922^{\circ}S$ (Fig. 20) y $72^{\circ}00'26''W$ en el plano longitudinal, con una inercia de $0,383^{\circ}W$.

Al comparar con la disposición del centro de gravedad para años anteriores (1999 a 2006, exceptuando 2001), en toda el area de estudio, se observa que existe un desplazamiento hacia el sur (Fig. 20), situación atribuida a la mayor abundancia del recurso, que a su vez ha aumentado la ocupación del espacio disponible, debido a la baja explotación existente entre la V y VIII Regiones por cierre de la pesquería en dichas regiones.

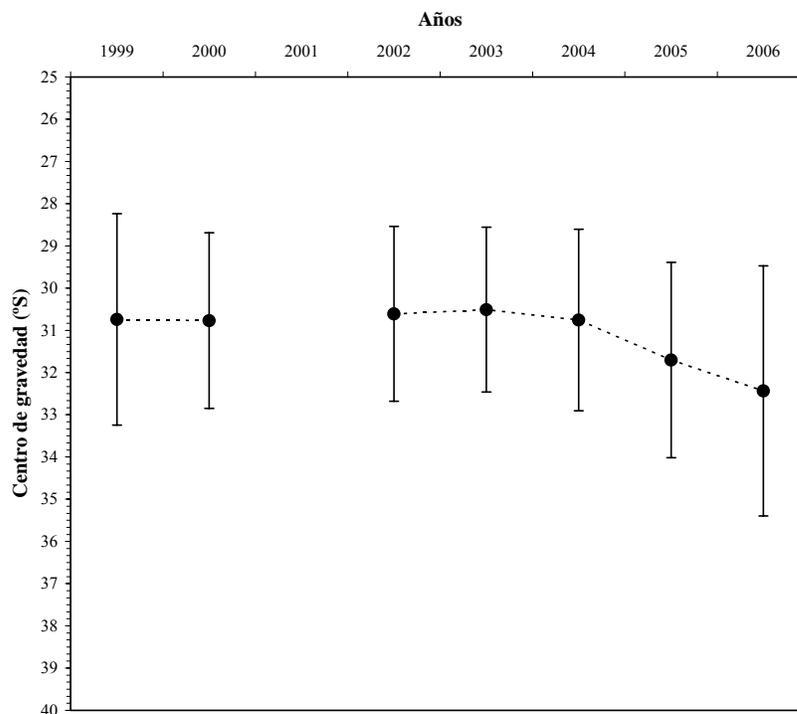


Fig. 20. Centro de gravedad (puntos negros) en sentido latitudinal de la densidad poblacional (ton/Km^2) de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) entre la II y VIII Regiones. Las barras verticales representan la inercia (I).

4.6.3.2. Índice de Gini

El índice de Gini para la unidad de pesquería norte (II – IV Regiones) alcanzó a 0,328, mientras que en la unidad de pesquería sur (V-VIII Regiones) alcanzó a 0,259. Ambos valores indican que la densidad de camarón nílón en ambas unidades de pesquería se encuentra agregados, con un mayor grado de concentración en la unidad de pesquería sur, en comparación a la unidad de pesquería norte. En comparación con el año 2005, cuando el índice de Gini alcanzó a 0,432 y 0,489 para la unidad de pesquería norte y sur, respectivamente, los valores encontrados en el 2006 fueron menores, lo que indica un mayor grado de concentración de la densidad poblacional de camarón nílón en ambas unidades, como se desprende gráficamente de la observación de las curvas de Lorenz (Fig. 21).

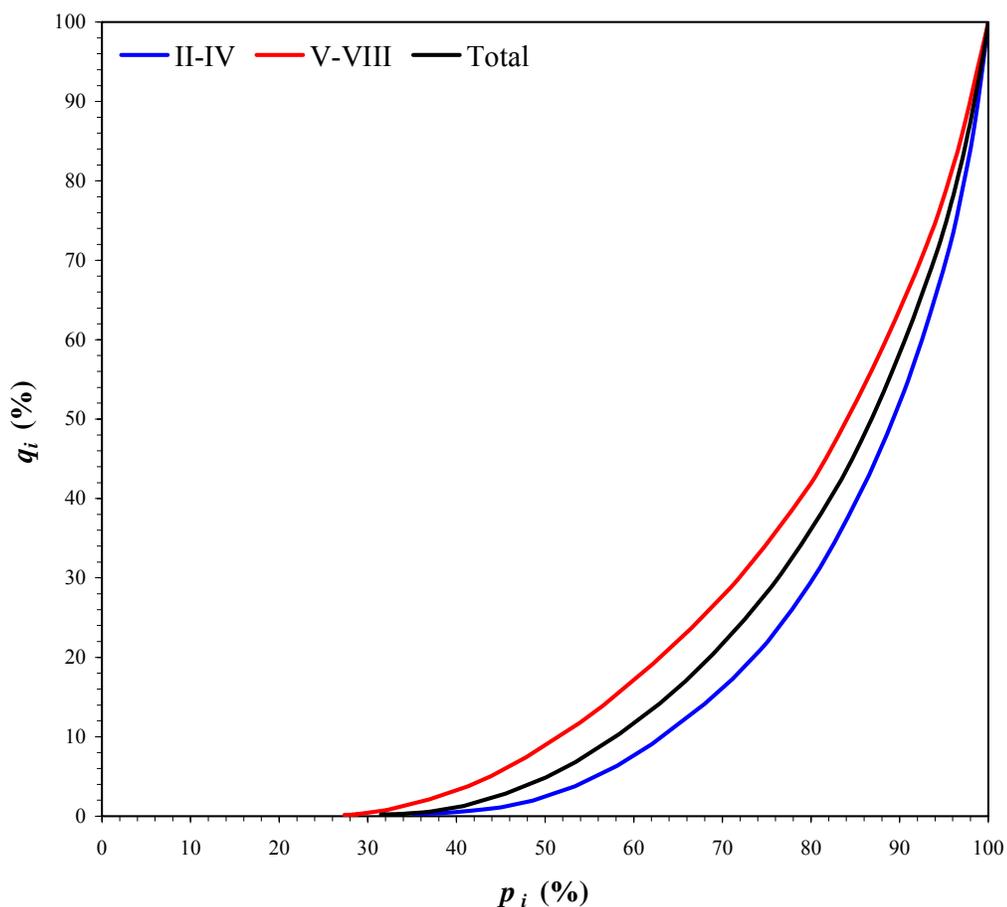


Fig. 21. Curvas de Lorenz para la distribución de la densidad poblacional (ton/Km²) de camarón nílón (*Heterocarpus reedi*) en la unidad de pesquería norte (II-IV Regiones, línea azul), unidad de pesquería sur (V-VIII Regiones, línea roja) y para toda en área de estudio (línea negra).

Adicionalmente, en el análisis de la evolución temporal del índice de Gini respecto de la biomasa de camarón nailon entre el año 2000 y 2006, exceptuando el año 2001, se observa que entre los años 2000 y 2004, el índice de Gini se mantiene fluctuando alrededor de 0,410, no mostrando cambios notables respecto de las fluctuaciones de la biomasa. Sin embargo, a contar del año 2005, el índice de Gini, para toda el área de estudio, mostró una tendencia decreciente, contraria a la tendencia de las biomasas (Fig. 22). El índice de Gini para el toda el área de estudio en el año 2006 alcanzó a 0,295.

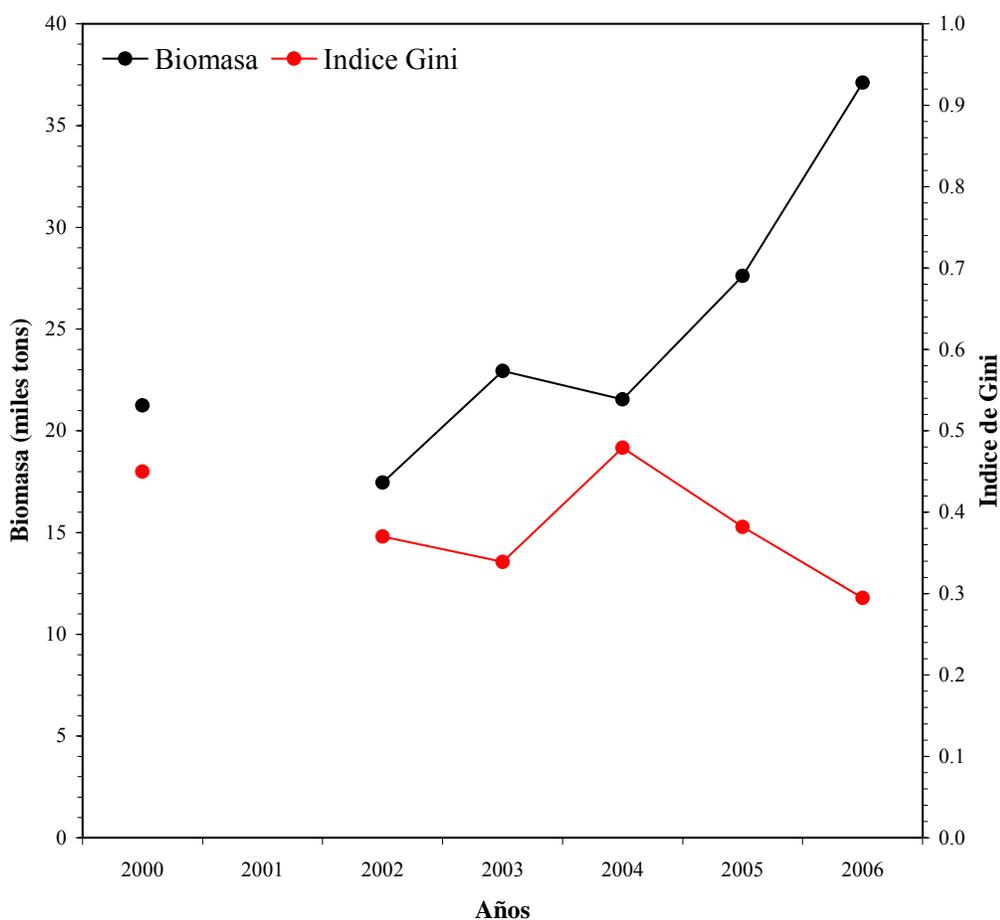


Fig. 22.. Evolucion temporal del indice de Gini (linea roja) entre el año 200 y 2006, para la distribución de la densidad poblacional (ton/Km^2) de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*), y la biomasa total (tons, linea negra) en toda en área de estudio.

4.7. Objetivo Específico 2

Determinar la biomasa vulnerable total (en peso) y la abundancia vulnerable total (en número), según talla y sexo, del langostino amarillo y langostino colorado en el área de estudio, por región y focos de abundancia, según corresponda.

4.7.1. Enfoque geoestadístico

La densidad poblacional promedio de camarón nailon se estimó como el promedio aritmético de los estimadores de densidad al interior de los focos de abundancia identificados mediante el método geoestadístico transitivo. Los valores de los estimadores puntuales de densidad ($\hat{\rho}_{pu}$) fueron generados mediante el método intrínseco aplicando kriging ordinario. Cabe hacer notar que, en la estimación de la densidad promedio por caladero, están incorporados los valores muestrales, siendo una de las propiedades del enfoque geoestadístico por el método intrínseco. Adicionalmente, en los casos en que se detectó efecto anisotrópico en la distribución de la densidad local de langostino amarillo o langostino colorado, se utilizó variogramas direccionales para modelar la continuidad espacial y la interpolación espacial posterior.

Al respecto, los focos de abundancia previamente identificados fueron separados en aquella fracción que quedaba dentro del Area de Reserva a la Pesca Artesanal (ARPA), por consiguiente, la densidad poblacional promedio se estimó independientemente para cada una de las fracciones de área, es decir, fuera (OUT) o dentro (IN) del ARPA. Los valores de Biomasa (tons) y abundancia (miles de ejemplares) de camarón nailon por caladero, sexo, separada tanto dentro como fuera del ARPA y Región se entregan en el Anexo 6.

La densidad poblacional promedio de camarón nailon en el área de estudio fluctuó entre 0,214 tons/km² en el Foco 1, localizado dentro del ARPA, y 20,539 tons/km² en la Sección 3 del Foco 16, en este caso, fuera del ARPA frente a la VII Región, seguido de la Sección 2 del Foco 11, también fuera del ARPA, con una densidad promedio de 17,411 ton/km², en el litoral de la IV región. El tamaño de muestra generado por kriging alcanzó a 116.192 observaciones (Tabla 17).

Tabla 17. Densidad poblacional (\square pu, ton/km²) promedio, desviación estándar, tamaño de muestra (n) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) de camarón nailon (*H. reedi*) por fracción de área de los focos de abundancia entre la II y VIII Región. ARPA: 1 = IN, 2 = OUT.

Foco.Sección	ARPA	cpua (ton/km ²)				
		Prom.	D.E.	LI	LS	n
1.1	1	0,214	0,024	0,212	0,216	539
2.1	1	0,224	0,026	0,222	0,226	686
3.1	1	0,400	0,053	0,393	0,407	246
3.2	2	0,354	0,136	0,349	0,360	2.707
4.1	1	0,496	0,067	0,493	0,499	1.808
4.2	2	0,382	0,026	0,377	0,387	122
5.1	1	7,852	2,014	7,657	8,047	411
5.2	2	3,520	4,066	3,355	3,686	2.331
5.3	2	0,809	0,549	0,786	0,831	2.225
6.1	2	1,903	0,425	1,879	1,928	1.181
7.1	1	2,705	1,008	2,602	2,807	375
7.2	1	8,287	2,049	8,005	8,569	203
7.3	1	9,264	6,636	9,009	9,519	2.603
7.4	2	16,422	6,633	16,078	16,766	1.431
8.1	2	4,832	0,770	4,779	4,885	801
9.1	1	7,250	2,607	7,169	7,331	4.001
9.2	2	6,809	1,178	6,430	7,189	37
9.3	2	6,268	0,788	6,172	6,364	259
10.1	1	4,795	0,765	4,705	4,884	280
10.2	1	6,143	0,790	5,994	6,292	108
10.3	1	10,655	0,189	10,572	10,738	20
10.4	1	6,443	0,645	6,354	6,533	199
10.5	1	6,643	2,600	6,571	6,716	4.980
10.6	1	7,618	3,718	7,327	7,910	625
10.7	2	8,497	2,001	8,314	8,680	459
10.8	2	11,968	7,379	11,821	12,114	9.758
10.9	2	8,376	2,081	8,250	8,502	1.049
10.10	2	6,799	3,201	6,678	6,921	2.666
11.1	1	15,706	7,129	15,541	15,871	7.159
11.2	2	17,411	1,072	16,930	17,893	19
11.3	2	12,442	7,212	11,923	12,962	741
12.1	1	8,496	1,564	8,432	8,560	2.309
12.2	1	6,404	2,393	6,151	6,658	343
12.3	2	7,992	0,664	7,916	8,067	298
12.4	2	13,301	1,305	13,131	13,471	226
12.5	2	8,123	3,848	8,042	8,205	8.545
12.6	2	9,121	5,842	9,015	9,228	11.557
13.1	2	11,649	3,283	11,578	11,719	8.314
14.1	2	12,216	7,285	12,035	12,398	6.208
14.2	2	7,432	2,830	7,265	7,598	1.105
15.1	2	11,647	4,605	11,534	11,760	6.390
16.1	2	20,539	3,714	20,436	20,641	5.032
17.1	2	13,139	2,907	13,084	13,195	10.571
17.2	2	10,077	1,455	9,993	10,161	1.160
18.1	2	10,500	6,152	10,312	10,688	4.105

Consecuentemente, la biomasa total del stock de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) en la plataforma y talud continental de las Regiones II a VIII estimada según el enfoque geoestadístico alcanzó a 37.110,5 toneladas (D.E. = 13.584,4 tons). El intervalo de confianza de la biomasa es entre 36.713,2 tons (límite inferior) y 37.507,8 tons (límite superior). En la Tabla 18 se presenta la biomasa del stock de camarón nailon, por caladero, destacando el Foco 12 con cerca de 18,6% de la biomasa total, seguido del Foco 10, con 17,9%, y luego del Foco 17, con 13,5% de la biomasa total del recurso objetivo en el área de estudio, respectivamente.

Tabla 18. Biomasa estimada (toneladas) de camarón nailon (*H. reedi*), error estándar de la estimación (EEE, tons) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) por foco de abundancia entre la II y VIII Región.

Foco	Biomasa (tons)			
	Estimada	E.E.E.	LI	LS
1	1,2	6,0	0,7	1,7
2	1,5	7,3	1,0	2,0
3	39,4	121,9	33,9	44,9
4	8,8	20,0	7,7	9,9
5	486,3	201,9	477,1	495,5
6	21,3	12,4	20,6	22,0
7	1.806,8	183,5	1.797,2	1.816,4
8	37,0	8,5	36,4	37,6
9	1.095,7	696,7	1.068,7	1.122,7
10	6.626,3	3.226,8	6.517,3	6.735,3
11	4.264,8	1.265,5	4.228,4	4.301,2
12	6.891,6	3.629,8	6.800,2	6.983,0
13	3.261,0	902,8	3.241,6	3.280,4
14	2.820,7	791,4	2.796,9	2.844,5
15	2.471,1	684,2	2.454,3	2.487,9
16	874,2	137,3	870,4	878,0
17	4.978,4	1.250,8	4.949,8	5.007,0
18	1.424,4	437,5	1.411,0	1.437,8
Total	37.110,5	13.584,4	36.713,2	37.507,8

En la Tabla 19, se entrega la estimación de biomasa de camarón nailon por región, identificándose la biomasa contenida dentro o fuera del Area de Reserva para la Pesca Artesanal. En este sentido, cabe hacer notar que 37,2% de la biomasa de camarón nailon se encontró en los focos o fracciones de focos de abundancia localizados en la IV Región, seguido de la VII Región (22,1%). La V Región aportó con 18,6% de la biomasa total de camarón nailon en el área y período de estudio.

Tabla 19. Biomasa estimada (toneladas) de camarón nailon (*H. reedi*) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) por Región, fuera y dentro de la ARPA. ARPA: 1 = IN, 2 = OUT.

Región.ARPA	Biomasa (tons)		
	Estimada	LI	LS
2.1	133,4	128,6	138,2
2.2	337,9	329,6	346,2
3.1	2.038,6	2.006,7	2.070,5
3.2	1.172,4	1.150,7	1.194,1
4.1	6.005,6	5.924,7	6.086,5
4.2	7.937,0	7.831,5	8.042,5
5.1	74,9	69,2	80,6
5.2	6.841,9	6.789,8	6.894,0
6.1			
6.2	2.545,2	2.528,5	2.561,9
7.1			
7.2	8.211,5	8.162,3	8.260,7
8.1			
8.2	1.812,1	1.791,6	1832,6
Total	37.110,5	36.713,2	37.507,8

4.7.2. Método de la Distribución Delta-lognormal

Para la estimación de abundancia de camarón nailon mediante el estimador de la Distribución Delta, se estimó la densidad poblacional promedio para cada una de las zonas de análisis geoestadístico (ZAGs) descritas para el recurso, lo anterior para asegurar suficiencia de datos (registros) para la estimación.

La distribución de frecuencias del logaritmo de la captura por unidad de área ($\ln[\text{cpua}]$) en la ZAG-1 se mostró fuertemente sesgada hacia la izquierda, alejándose completamente de la normalidad (Fig. 23). En cambio, en el caso de las ZAGs 2 y 3, la distribución de frecuencias de cpua, se mostró aproximadamente log-normal, luego la distribución de la cpua log-transformada ($\ln[\text{cpua}]$), es aproximadamente normal (Fig. 23), no obstante sesgada hacia la izquierda tanto en el caso de las ZAGs 2 y 3, con lo que se valida el uso de la Distribución Delta como un estimador de la densidad media para estos casos (Penington, 1983, 1986; Syrjala, 2000).

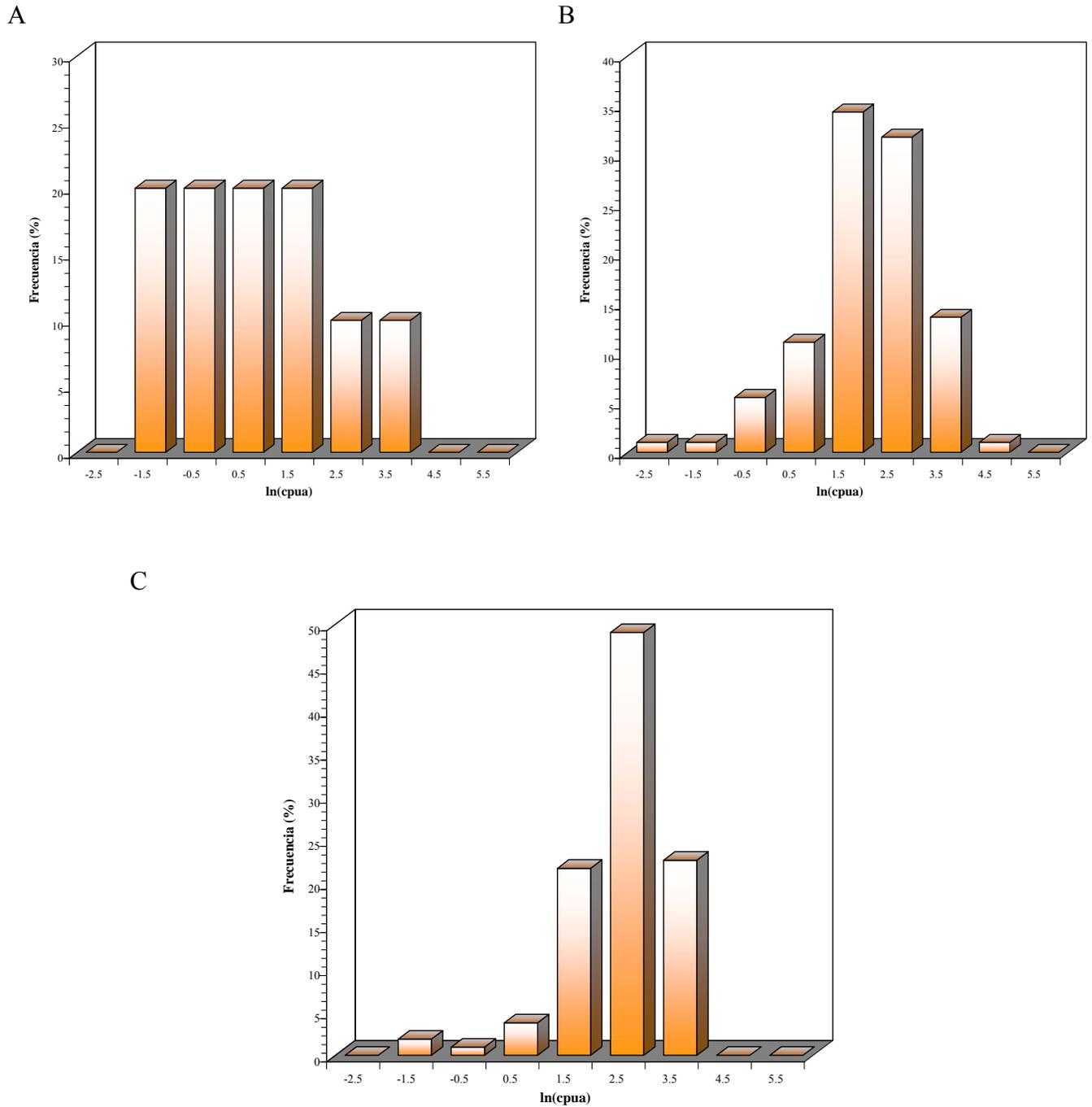


Fig. 23.. Distribución de frecuencias del logaritmo de la captura por unidad de área (ln[cpua]) de camarón nailon (*H. reedi*). A =ZAG-1, B = ZAG-2 y C = ZAG-3.

Por otro lado, no obstante en el caso de la ZAG-1, la distribución de probabilidades de ln[cpua] se aleja de la normalidad, y en el caso de la ZAG-3 la normalidad puede parecer espuria, de todas maneras se utilizó estimador log-normal para la estimación de biomasa de camarón nailon en esas

área de estudio con fines comparativos. El estimador de densidad media calculado mediante este método se entrega en la Tabla 20 y en la Tabla 21 se muestran los estimadores de biomasa e intervalos de confianza respectivos, por foco de abundancia. Al respecto, la biomasa total estimada de camarón nailon alcanzó a 34.958,9 tons (D.E. = 6.182,9 tons) con intervalos de confianza de 25.917,6 tons (límite inferior) y 44.000,2 tons (límite superior).

Tabla 20. Estimador de la densidad poblacional (ton/mn²) de camarón nailon (*H. reedi*) mediante el estimador de la Distribución Delta.

Zona	ln(cpua)		Densidad (ton/km ²)	
	Prom.	D.E.	Media	D.E.(D)
ZAG-1	0,595	1,535	1,953	5,719
ZAG-2	1,808	1,226	8,437	10,707
ZAG-3	2,327	0,930	9,659	10,664

Tabla 21. Biomasa estimada (toneladas) de camarón nailon (*H. reedi*), error estándar de la estimación (EEE, tons) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) por foco de abundancia entre la II y VIII Región. Distribución Delta.

Foco	Biomasa (tons)			
	Estimada	E.E.E.	LI	LS
1	10,8	2,6	10,2	11,2
2	13,2	3,2	12,7	13,8
3	219,2	53,7	210,2	228,3
4	36,0	8,8	34,5	37,5
5	363,3	89,0	348,3	378,2
6	22,3	5,5	21,4	23,2
7	330,1	80,9	316,6	343,7
8	15,2	3,7	14,6	15,9
9	1.569,5	155,0	1.123,0	2.015,9
10	7.268,5	717,8	5.201,1	9.335,9
11	2.850,6	281,5	2.039,8	3.661,4
12	8.176,4	807,5	5.850,7	10.502,0
13	3.024,4	853,3	2.305,1	3.743,7
14	2.651,4	748,1	2.020,9	3.282,0
15	2.292,2	646,7	1.747,0	2.837,3
16	459,8	129,7	350,5	569,2
17	4.190,4	1.182,2	3.193,8	5.187,0
18	1.465,6	413,5	1.117,0	1.814,2
Total	34.958,9	6.182,9	25.917,6	44.000,2

4.7.3. Estimador de razón

El estimador de la densidad poblacional mediante el estimador de razón se calculó para cada una de las Zonas de Análisis Geoestadístico (ZAGs), tal como en el caso del enfoque mediante la Distribución Delta (Tabla 22). La biomasa de camarón nailon en base a este método alcanzó a 21.758,9 tons, con intervalos de confianza de 17.571,4 tons como límite inferior y límite superior de 27.158,5 tons, respectivamente (Tabla 23).

Tabla 22. Estimador de la densidad poblacional (ton/mn²) de camarón nailon (*H. reedi*) mediante el estimador de razón.

Zona	Prom.	D.E.
ZAG-1	1,662	7,031
ZAG-2	12,228	35,048
ZAG-3	14,268	16,268
Total	8,776	21,237

Tabla 23. Biomasa (tons) e intervalos de confianza inferior (LI, tons) y superior (LS, tons) de camarón nailon (*H. reedi*) entre la II y VIII Región. ARPA: 1 = Dentro, 2 = Fuera. Estimador de razón.

Foco	Biomasa (tons)		
	Estimada	LI	LS
1	11,6	6,5	18,3
2	14,3	7,9	22,5
3	237,5	131,9	373,7
4	39,0	21,6	61,3
5	393,5	218,5	619,2
6	24,2	13,4	38,0
7	357,6	198,6	562,7
8	16,5	9,2	26,0
9	795,0	637,1	998,5
10	3.681,7	2.950,6	4.624,5
11	1.443,9	1.157,2	1.813,6
12	4.141,6	3.319,2	5.202,1
13	2.276,8	1.911,2	2.748,3
14	1.996,0	1.675,5	2.409,4
15	1.725,6	1.448,4	2.082,9
16	346,2	290,6	417,9
17	3.154,6	2.648,0	3.807,8
18	1.103,3	926,1	1.331,8
Total	21.758,9	17.571,4	27.158,5

4.7.4. Microceldas de estimación geoestadística

El método de las celdas de integración o estimación geoestadística, permitió estimar una biomasa e camarón nailon que alcanzó a 36.674,9 tons, con intervalos de confianza de 35.370,7 tons, como límite inferior, y 37.979,1 tons, como límite superior, respectivamente (Tabla 24).

Tabla 24. Biomasa estimada (toneladas) de camarón nailon (*H. reedi*) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) por foco de abundancia entre la II y VIII Región. Microceldas de estimación geoestadística.

Foco	Biomasa (tons)		
	Estimada	LI	LS
1	1,1	1,0	1,1
2	1,4	1,3	1,5
3	38,2	30,0	46,4
4	8,5	8,2	8,8
5	475,3	461,4	489,2
6	20,1	19,9	20,2
7	1.783,4	1.769,7	1.797,2
8	34,1	34,0	34,2
9	1.083,3	1.019,7	1.146,9
10	6.571,6	6.299,3	6.843,8
11	4.202,8	4.100,5	4.305,1
12	6.851,1	6.567,8	7.134,4
13	3.237,9	3.116,2	3.359,6
14	2.781,2	2.673,5	2.889,0
15	2.444,2	2.351,7	2.536,6
16	845,3	840,8	849,8
17	4.902,5	4.740,9	5.064,0
18	1.393,0	1.335,0	1.451,0
Total	36.674,9	35.370,7	37.979,1

4.7.5. Índice de abundancia alternativo y su relación con la abundancia

El rendimiento de pesca y la cpue son utilizados tradicionalmente como índices de abundancia relativa. Sin embargo, en este tipo de recursos, donde los focos de abundancia o agregaciones son su principal característica, la cpue puede no reflejar necesariamente cambios en abundancia, sino, variaciones en la densidad al interior de las agregaciones.

Sobre esta base, se realizó un análisis que pretende, por una parte, estimar un indicador de abundancia compuesto no solo por la variable temporal, como es la hora de arrastre o el número de lances, sino también por el espacio ocupado por la flota en el despliegue del esfuerzo de pesca.

En efecto, bajo el supuesto que el rendimiento de pesca nominal para este tipo de recursos recoge más bien las variaciones de la densidad relativa al interior del foco y no necesariamente de la abundancia, es que una mejor aproximación debiera resultar de integrar también el área del foco.

La información que fue analizada para estos efectos, corresponde a la contenida en las bitácoras de pesca de la base de datos de IFOP, desde 1993 al 2006. El procedimiento consistió en calcular el área ocupada por la flota, según año y región, para luego integrarlo por macro zona, es decir, analizando por separado la zona centro-norte (II-IV Región) y la zona centro (V-VIII Región).

Considerando la necesidad de obtener un índice que mantenga las unidades de tasa de captura (captura/esfuerzo), se estimó el indicador:

$$IA_{jk} = \sum_i w_{ijk} cpue_{ijk}$$

donde j indexa a la macro zona (centro-norte, centro-sur), k indexa al año, i indexa a la región.

Por su parte w_{ijk} corresponde al ponderador de acuerdo al área cubierta por la flota de la forma:

$$w_{ijk} = \frac{a_{ijk}}{\sum_i a_{ijk}}$$

donde a corresponde al área cubierta por la flota (mn^2) en la región i-ésima, en la macro zona j-ésima en el año k-ésimo. Por su parte, la cpue nominal se estimó de acuerdo a un estimador de razón, de la forma:

$$cpue_{ijk} = \frac{\sum_l c_{ijkl}}{\sum_l h_{ijkl}}$$

donde l indexa a los lances de pesca realizados en la región i-ésima, en la macro zona j-ésima en el año k-ésimo.

Así, se obtuvo el área cubierta por la flota, la cual alcanzó un máximo de $1.800 mn^2$ en la zona centro-norte los años 1994, 1995 y 1999. Posteriormente a este año, se registra una sostenida disminución del área, llegando el último año a alrededor de $500 mn^2$ (Fig. 24). Por su parte, la zona centro-sur registró una evidente disminución del área entre 1995 y el año 2000, para luego,

después de 2 años de veda, presentar un área de cobertura similar a la estimada para el último año en la zona centro-norte.

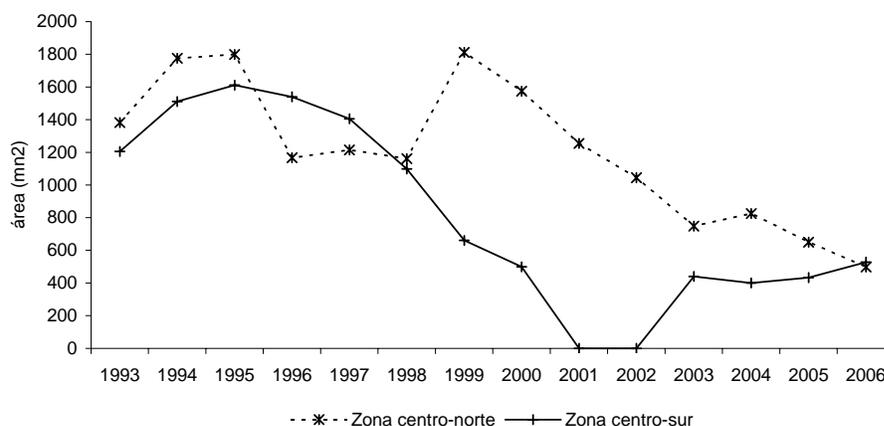


Fig. 24. Área de cobertura de la flota (mn²) entre 1993 y el año 2006, según macro zona de pesca.

Para tener una medida de comparación del índice de abundancia que considera el área de cobertura de la flota, se estimó la cpue a través de un modelo lineal, siguiendo la metodología utilizada por Montenegro et al., (2005) y Contreras et al., (2006). Tal como se aprecia en la Fig. 25, ambos índices presentan trayectorias similares, con una mayor similitud en los últimos años en la zona centro-norte. Para el caso de la zona centro-norte, ambos índices presentan una tendencia al aumento entre el año 2002 y 2006, en tanto que en la zona centro-sur ambos índices presentan un evidente aumento posterior a los años 2001 y 2002, cuando el recurso se encontró en moratoria extractiva.

El clásico supuesto de la relación existente entre la captura por unidad de esfuerzo y la abundancia de la forma:

$$\frac{C_t}{E_t} \equiv U_t = qN_t$$

establece que la cpue (U) es directamente proporcional a la abundancia. Este supuesto forma la base de la mayoría de los modelos de biomasa dinámica, como también en la mayoría de los análisis de captura a la edad (Hilborn y Walters, 1992). Sin embargo se ha propuesto una serie de modelos no-lineales, entre los cuales el más simple consiste en un modelo potencial de la forma:

$$U_t = qN_t^b$$

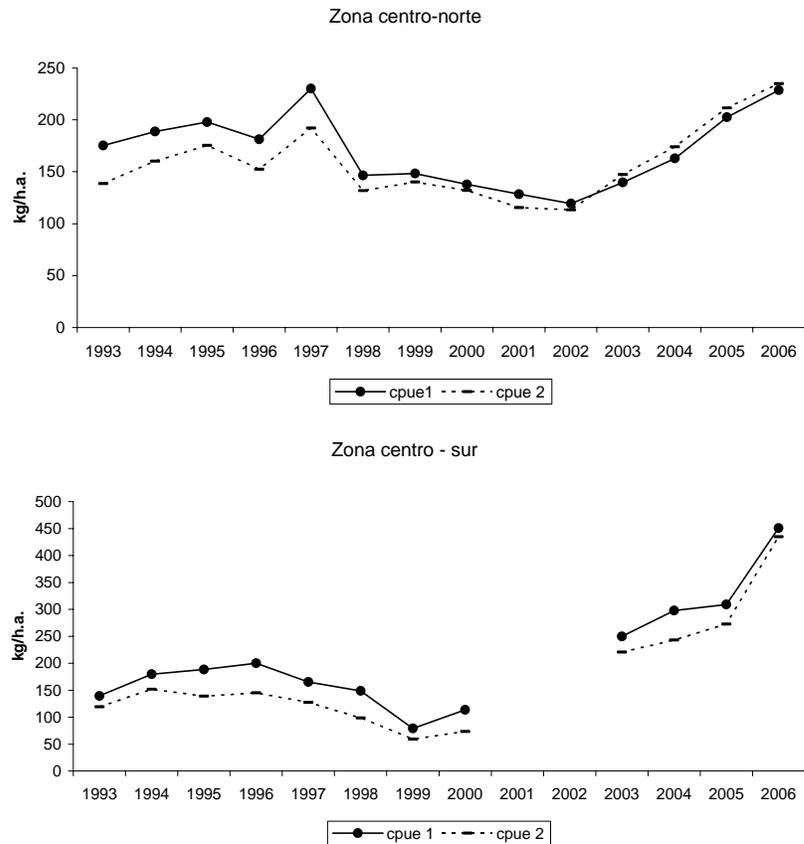


Fig. 25. Índices de abundancia relativa estimados para camarón nailon entre 1993 y 2006, según macro zona de pesca. cpue 1 corresponde al índice estimado utilizando las áreas y cpue 2 es el obtenido a través de un modelo lineal de efectos principales.

Así, dependiendo de los valores que adopte el parámetro b se podrá interpretar adecuadamente el nivel de hiperestabilidad o de hiperdepleción que presenta el índice respecto de la abundancia. En este sentido, se propuso estudiar la relación existente entre el índice propuesto (cpue 1) y la abundancia. Para esto, se utilizaron las estimaciones de abundancia obtenidas en los estudios de área barrida financiados por el FIP.

En la Fig. 26 se presentan las series temporales de biomazas (t) y abundancias estimadas por macro zona entre 1998 y el año 2006⁵. Para la zona centro-sur ambos indicadores del nivel poblacional son concordantes, presentando una evidente recuperación a partir del año 2002,

⁵ No se consideró la estimación realizada en el año 1996 en el Proyecto FIP 96-09 debido a que no fue posible separar las estimaciones por macro zona.

llegando a los máximos niveles en el año 2006. Por su parte, en la zona centro-norte se presenta una menor correspondencia entre las trayectorias de la biomasa y la abundancia, en particular en los años 2003 y 2004. No obstante lo anterior, ambos indicadores coinciden en mostrar una leve recuperación de los niveles del stock explotable entre los años 2002 y 2006.

Cabe señalar que el procedimiento más apropiado para estimar el parámetro b del modelo indicado más arriba corresponde a los modelos con error de medición (Fuller, 1987), también conocidos como modelos con error en las variables, por cuanto la variable independiente (abundancia) no es fija, sino más bien estimada con incertidumbre. No obstante lo anterior, para conocer el tipo de relación existente entre la abundancia y la cpue basta con observar el diagrama de dispersión. Sin perjuicio de lo anterior, como una primera aproximación se ha estimado el parámetro b por mínimos cuadrados no-lineales.

Para estudiar la relación abundancia/cpue, la serie correspondiente al IA (índice de abundancia estimado considerando el área), así como las abundancias, fueron reescaladas hasta un valor máximo de 1 de acuerdo a la metodología de Harley *et al* (2001). En la Fig. 27, se aprecia la forma de la relación abundancia/cpue. En la zona, centro-norte el primer año de la serie, no fue considerado en el análisis debido a los bajos valores de abundancia y biomasa estimados, en relación a los años siguientes. En la zona sur, el cierre del área de la pesquería durante el 2001 y 2002, no permitió tener estimaciones del IA.

En ambas zonas el parámetro b estimado, resultó en un valor inferior a 1 ($b < 1$), lo que de acuerdo a lo señalado por Harley (*op cit*), representa una situación de hiperestabilidad, en la cual el índice es poco sensible a las variaciones de abundancia del recurso, cayendo a tasas crecientes sólo cuando la población se ha reducido significativamente.

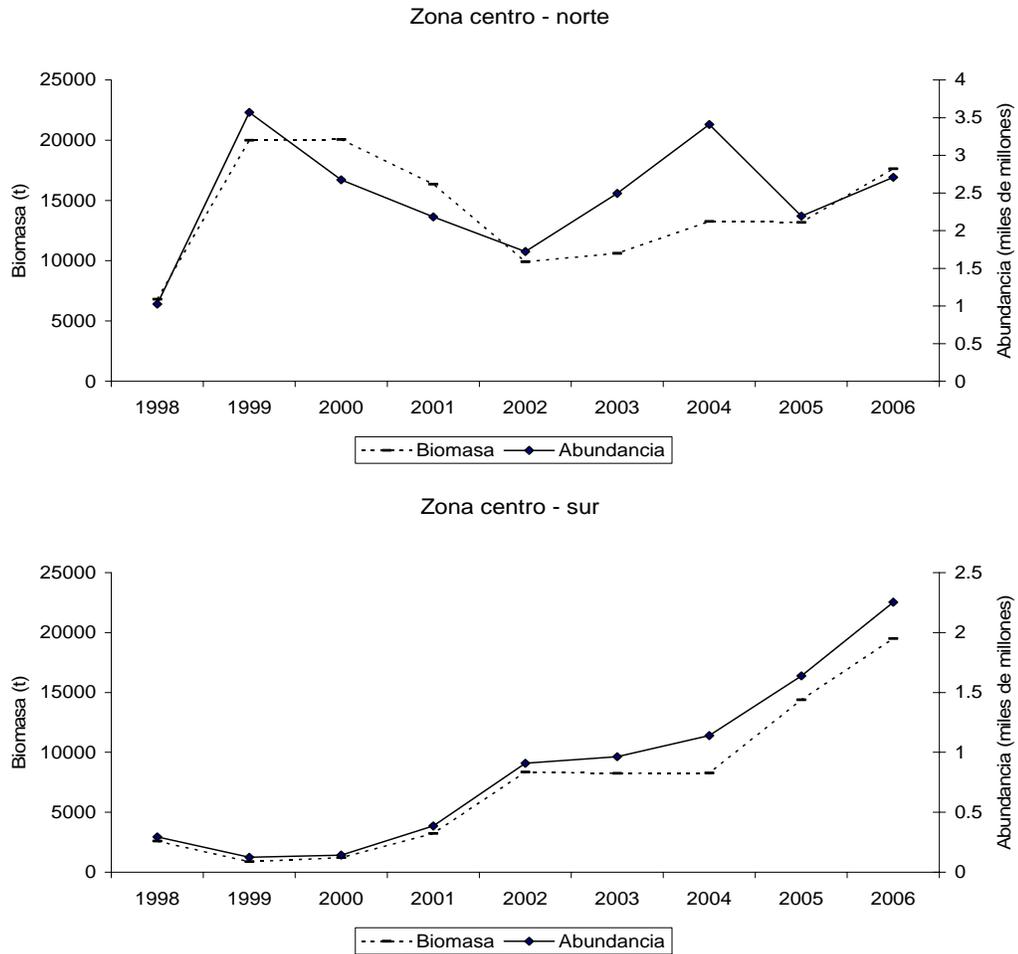


Fig. 26. Biomosas (t) y abundancias (número $\times 10^9$) de camarón nailon obtenidas a través de área barrida, entre 1998 y 2006, según macro zona.

En zona centro-norte, aunque se aprecia hiperestabilidad, la relación entre el IA y la abundancia estimada no es clara, resultando el parámetro b en un valor de 0.28. En la zona centro-sur en cambio, las series se relacionan estrechamente y el fenómeno de hiperestabilidad se aprecia de mejor forma, con el parámetro b estimado en 0.52.

4.7.6. Análisis estacional de la disponibilidad

Para el estudio de la disponibilidad estacionalidad, se asume que la cpue nominal o rendimiento de pesca es un indicador de la disponibilidad del stock explotable, es decir para aquella fracción vulnerable al arte de pesca. En este sentido, se estimó la cpue nominal en base mensual, según macro zona, de acuerdo a un estimador de razón (Thompson, 1992).

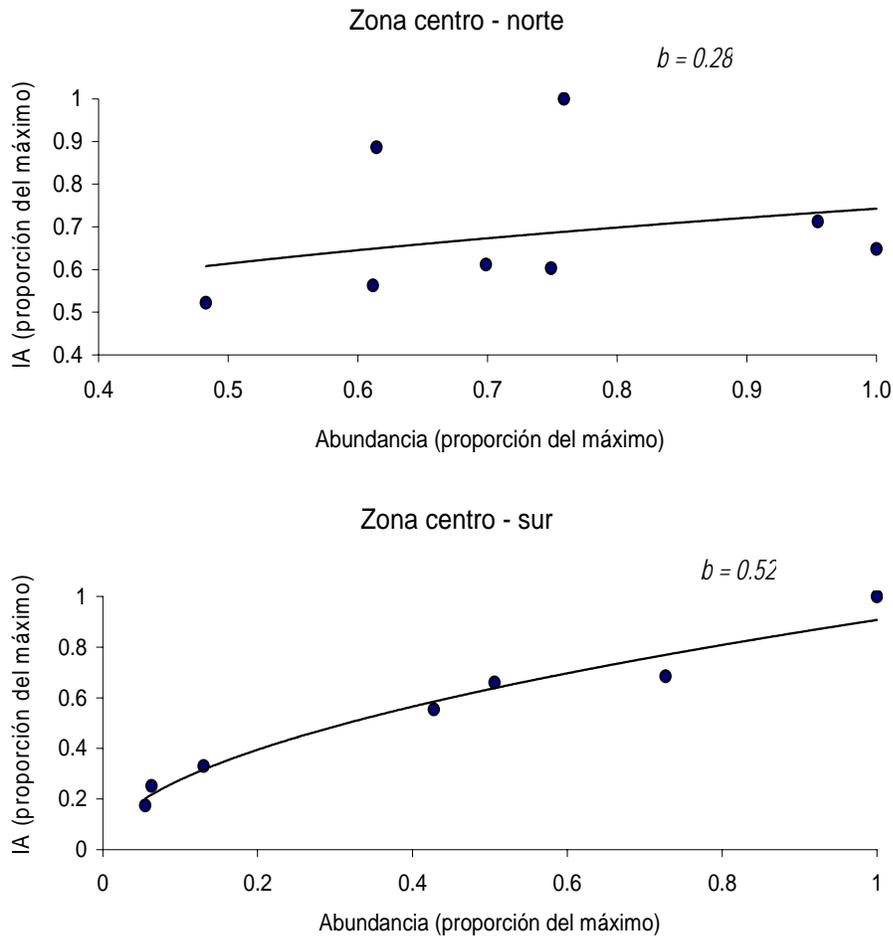


Fig. 27. . Serie del Índice de Abundancia (IA) estimado desde la operación de la flota camaronera, asociada a la serie de Abundancia obtenida desde los cruceros de evaluación directa de camarón nailon durante el periodo 1998-2006, según macro zona.

Para abordar el estudio de serie de tiempo de la cpue nominal, en el caso de la zona centro-norte, se contó con 141 estimaciones de las 168 que corresponde a la serie mensual de enero de 1993 a diciembre de 2006 (14 años x 12 meses), lo que equivale al 83,2% de las estimaciones requeridas. Las estimaciones faltantes fueron obtenidas por medio de interpolación lineal. Por su parte, para la zona centro-sur se excluyó del análisis el período enero 2001 a diciembre del 2002, debido a la veda, por lo que contó con un total de 107 estimaciones de las 144 (12 años x 12 meses), lo que equivale al 74% de las estimaciones requeridas. De igual forma que para la zona centro-norte, las estimaciones faltantes se obtuvieron por interpolación lineal.

Así, se pudo contar con las series temporales de la cpue nominal que se muestran en la Fig. 28. En éstas, se puede observar que a partir de mediados del 2005 la cpue nominal en la zona centro-norte se ha mantenido por sobre el promedio histórico, en tanto que en la zona centro-sur, esta situación se ha mantenido desde el año 2003 al 2006.

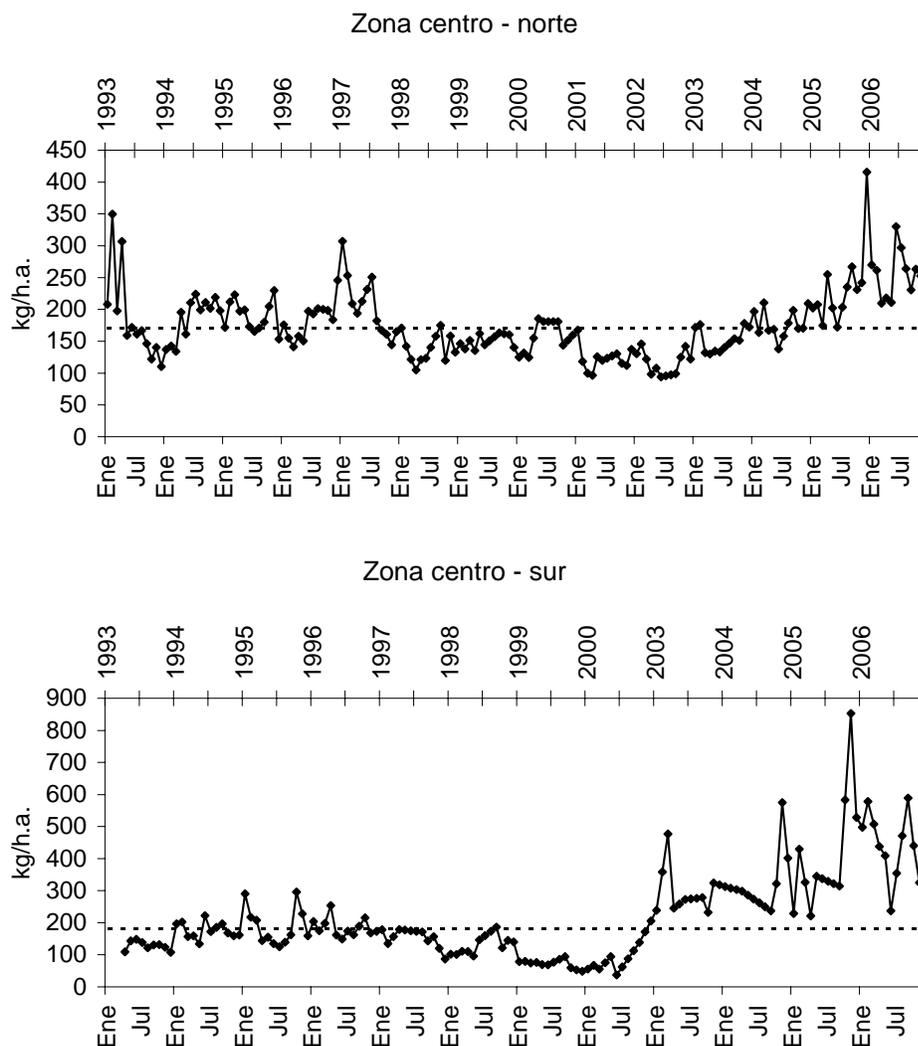


Fig. 28 . Series temporales de la cpue nominal (rendimiento de pesca) en base mensual entre 1993 y 2006, según macro zona de pesca. Para completar los datos faltantes necesarios para el análisis estacional, se utilizó interpolación lineal.

A partir de las estimaciones de la serie temporal, se realizó el análisis de estacionalidad del indicador a través del método de descomposición estacional, conocido como Census I (Pindyck y Rubinfeld, 1991). De esta forma, se obtuvo los índices estacionales por macro zona, los cuales se presentan en la Fig. 29. A partir de ésta, se puede confirmar la existencia de estacionalidad en la

cpue nominal, con máximos en enero y septiembre para la zona centro-norte y en febrero y noviembre en la zona centro-sur, evidenciándose una sincronía entre ambas señales estacionales, con un desplazamiento de 1 mes en el primer máximo del año y 2 meses en el segundo.

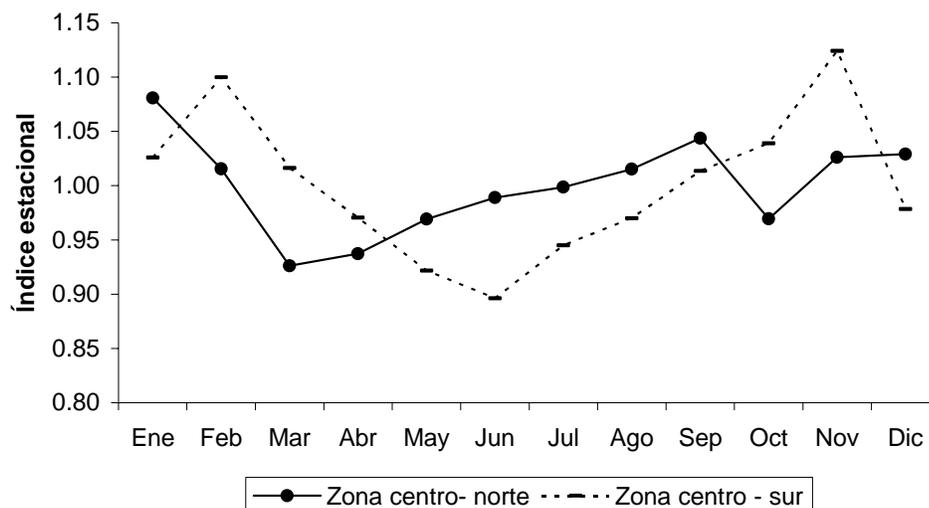


Fig. 29. . Índice estacional de la cpue nominal obtenido a través de descomposición estacional (Pindyck y Rubinfeld, 1991), según macro zona de pesca, considerando la información desde 1993 al 2006.

4.7.7. Estimación de la cpua media con el modelo normal bivariado

Con el objeto de contar con estimaciones de cpua media alternativas, se propuso estimar la media a partir de un modelo que considera que el esfuerzo (área barrida) y la captura, tienen una distribución normal bivariada (Richards y Schnute, 1992).

En la Tabla 25, se resumen las estimaciones, junto al error estándar y el coeficiente de variación estimado. De acuerdo a éstas, las más altas densidades del recurso se encuentran en la V y VII Regiones, con coeficientes de variación entre un 7 y 9%. Además en el sector norte del área de distribución del recurso, se encuentran las más bajas densidades, cuyas estimaciones presentaron niveles de incertidumbre (CV%) entre un 18 y 26%.

Tabla 25. Estimaciones de cpua media, a través del estimador de la media de la distribución normal bivariada (Richards y Schnute, 1992).

Región	Cpua Media	Error estándar	Coef Var (%)
II	664.2	172.8	26%
III	4316.0	768.8	18%
IV	9163.8	597.5	7%
V	11216.8	1022.9	9%
VI	10125.4	1985.3	20%
VII	16032.6	1123.0	7%
VIII	9407.6	1805.2	19%

En las Figs. 30 y 31 se presentan los diagramas de contornos con los percentiles del 5, 25, 50, 75 y 95% de la función de densidad de probabilidad evaluada a partir de los parámetros estimados del modelo bivariado.

Estos diagramas permiten conocer la relación esfuerzo/captura, destacándose que en la II y III Regiones, los aumentos en el esfuerzo no permiten obtener altas capturas. Por su parte entre la V y VII Región, las estimaciones de la media de la normal bivariada están desplazadas hacia valores más altos de captura y a menores niveles de esfuerzo, lo que permite obtener densidades medias más elevadas.

4.8. Objetivo Específico 3

4.8.1. Proporción sexual

4.8.1.1. Proporción sexual por Región

En la Tabla 26 se muestra la proporción sexual de los ejemplares medidos por región y sexo, observándose el predominio de hembras en la II, III y VII Regiones y de machos en el resto de las Regiones en estudio. La máxima proporción de hembras se encontró en la II Región (70,93%), mientras que la máxima proporción de machos se encontró en la VI Región con un 54,17%. Al considerar toda el área de estudio, las hembras (50,47%) predominan levemente sobre los machos.

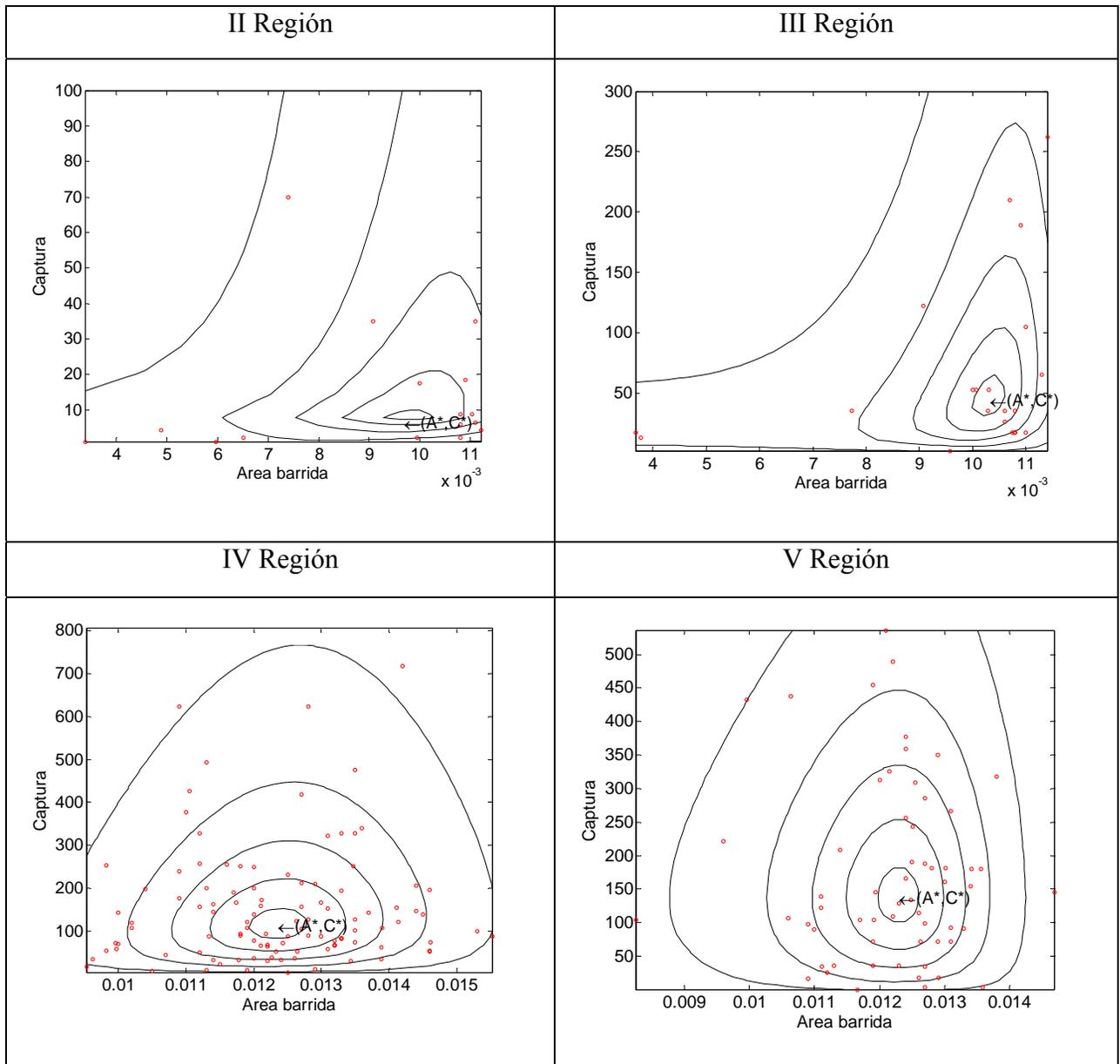


Fig. 30. Diagrama de contornos de la función de densidad de probabilidad normal biviada estimada para el área barrida (km^2) y la captura (kg) de camarón nailon entre la II y V Región. Evaluación directa año 2006.

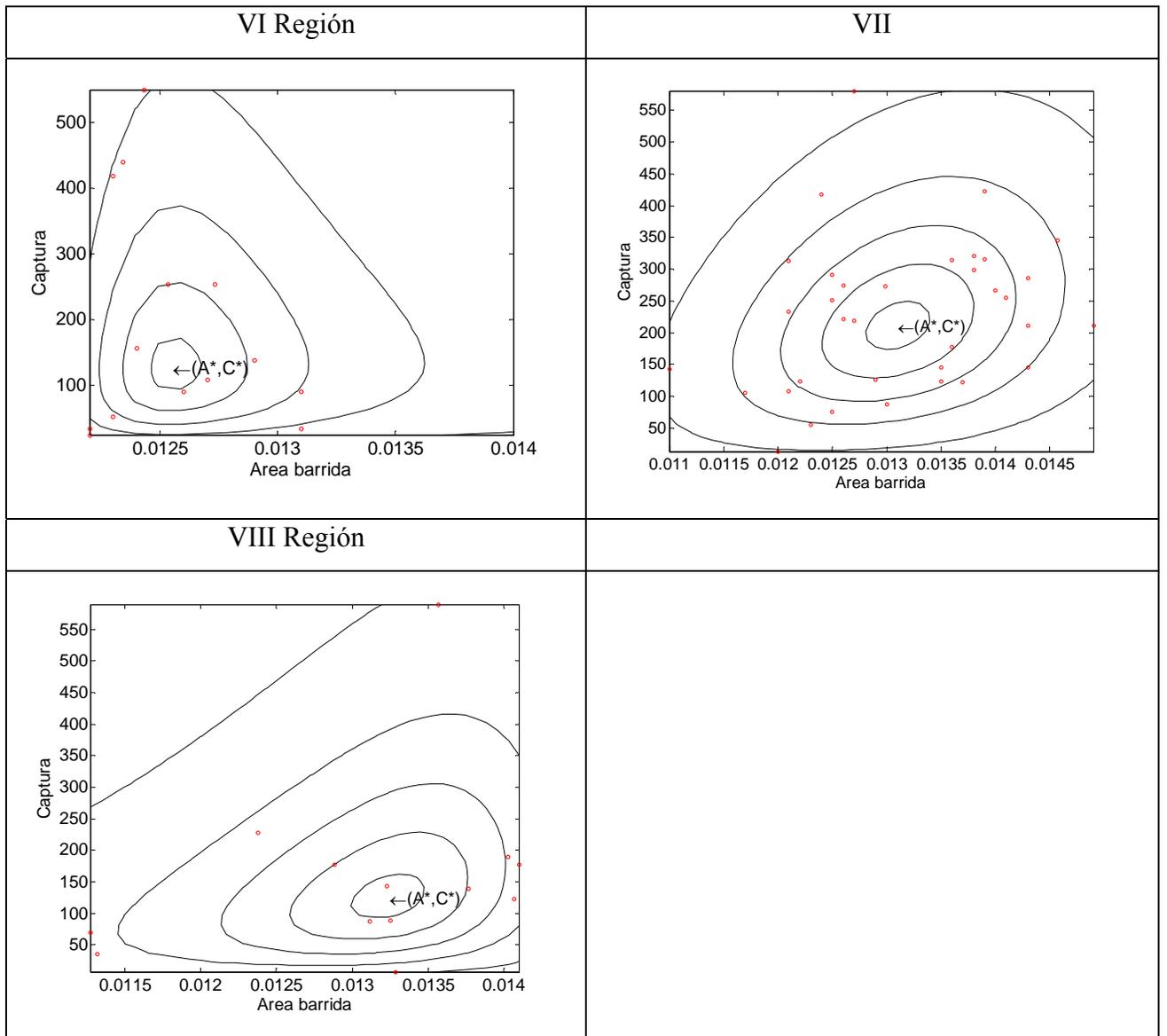


Fig. 31. Diagrama de contornos de la función de densidad de probabilidad normal bivariada estimada para el área barrida (km^2) y la captura (kg) de camarón nailon entre la VI y VIII Región. Evaluación directa año 2006.

Tabla 26. Proporción sexual (%) de los ejemplares de camarón nailon medidos en el muestreo de frecuencia de tallas por región.

REGION	MACHOS	HEMBRAS	TOTAL
II	29,07	70,93	100,00
III	32,07	67,93	100,00
IV	53,07	46,93	100,00
V	51,58	48,42	100,00
VI	54,17	45,83	100,00
VII	46,65	53,35	100,00
VIII	53,72	46,28	100,00
Total	49,53	50,47	100,00

4.8.1.2. Proporción sexual a la talla

En la II y III Región se observa un predominio de machos hasta los 23 mm LC y sobre esta talla las hembras llegan a ser más predominantes. En la IV Región, a excepción del rango de 18 mm LC, la mayor proporción de machos llega hasta los 25 mm LC, mientras que en la V, VI y VII Regiones esta llega a los 26 mm LC. En la VIII Región la mayor proporción de machos alcanza hasta los 27 mm LC (Tabla 27).

4.8.1.3. Proporción sexual a la talla por foco de abundancia

En la Tabla 28 se muestra la proporción sexual de camarón nailon estimada por foco de abundancia y su varianza asociada. En los focos 3 a 7 hay un fuerte predominio de hembras con rango de proporción entre 71% y 97,6%. El foco 8 mostró una mayor proporción de machos en las capturas, el cual puede ser debido a la baja cantidad de ejemplares analizados en ese lugar (n = 50). En el foco 9 se encontró una mayor proporción de hembras nuevamente, mientras que en el foco 10 la proporción se encontró casi en una relación 1:1. Entre los focos 11 y 14 la mayor proporción fue machos. En tanto, entre los focos 15 y 18 la mayor proporción fue de hembras (Fig. 32).

Tabla 27. Proporción sexual a la talla de camarón nailon, entre la II y VIII Regiones.

Rango	II Región		III Región		IV Región		V Región		VI Región		VII Región		VIII Región	
	MC	HE	MC	HE	MC	HE	MC	HE	MC	HE	MC	HE	MC	HE
10											0,0	100,0		
11					0,0	100,0								
12					100,0	0,0	100,0	0,0						
13					100,0	0,0	22,2	77,8						
14					66,7	33,3	25,0	75,0	100,0	0,0	100,0	0,0		
15					50,0	50,0	82,4	17,6			50,0	50,0		
16					60,4	39,6	44,8	55,2	33,3	66,7	50,0	50,0	83,3	16,7
17	100,0	0,0			52,4	47,6	55,1	44,9	62,5	37,5	55,6	44,4	58,3	41,7
18	100,0	0,0	0,0	100,0	66,0	34,0	62,0	38,0	47,8	52,2	71,9	28,1	53,6	46,4
19	100,0	0,0	100,0	0,0	68,6	31,4	63,1	36,9	62,1	37,9	59,1	40,9	60,4	39,6
20	94,7	5,3	72,2	27,8	68,4	31,6	62,1	37,9	67,4	32,6	60,0	40,0	63,3	36,7
21	79,2	20,8	68,5	31,5	69,2	30,8	64,9	35,1	71,8	28,2	69,2	30,8	64,9	35,1
22	74,7	25,3	55,2	44,8	66,5	33,5	70,6	29,4	65,0	35,0	70,9	29,1	72,1	27,9
23	54,0	46,0	50,3	49,7	62,1	37,9	71,4	28,6	66,5	33,5	69,5	30,5	69,8	30,2
24	41,9	58,1	37,0	63,0	59,6	40,4	62,5	37,5	63,1	36,9	64,7	35,3	67,7	32,3
25	25,1	74,9	31,3	68,7	52,3	47,7	56,4	43,6	62,6	37,4	59,0	41,0	62,4	37,6
26	20,3	79,7	23,9	76,1	45,5	54,5	53,5	46,5	56,9	43,1	54,8	45,2	60,1	39,9
27	12,3	87,7	16,0	84,0	35,4	64,6	45,5	54,5	41,6	58,4	44,1	55,9	54,9	45,1
28	11,8	88,2	12,0	88,0	28,0	72,0	44,9	55,1	36,4	63,6	33,5	66,5	45,0	55,0
29	3,0	97,0	10,3	89,7	20,8	79,2	28,9	71,1	41,3	58,7	27,5	72,5	35,9	64,1
30	1,7	98,3	3,7	96,3	12,6	87,4	11,2	88,8	39,0	61,0	18,3	81,7	22,0	78,0
31	0,0	100,0	3,8	96,3	9,5	90,5	3,5	96,5	17,4	82,6	5,5	94,5	8,5	91,5
32	0,0	100,0	0,0	100,0	6,2	93,8	4,9	95,1	6,4	93,6	4,3	95,7	1,4	98,6
33	0,0	100,0	0,0	100,0	9,1	90,9	1,6	98,4	0,0	100,0	7,2	92,8	3,0	97,0
34	0,0	100,0	0,0	100,0	13,3	86,7	7,9	92,1	0,0	100,0	0,0	100,0	5,3	94,7
35	0,0	100,0			0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0
36	0,0	100,0			66,7	33,3	33,3	66,7	0,0	100,0	0,0	100,0	100,0	0,0
37			0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0			0,0	100,0		
38					50,0	50,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0
39									0,0	100,0	100,0	0,0		

Tabla 28. Proporción sexual de camarón nailon, por foco de abundancia.

FOCO	MACHOS			HEMBRAS		
	N	P(i)	VAR	N	P(i)	VAR
2						
3	3	0,02400	0,00781	122	0,97600	0,00019
4	9	0,08571	0,00871	96	0,91429	0,00082
5	517	0,25455	0,00037	1514	0,74545	0,00013
6	133	0,26761	0,00147	364	0,73239	0,00054
7	376	0,28923	0,00055	924	0,71077	0,00022
8	34	0,68000	0,00640	16	0,32000	0,01360
9	369	0,36900	0,00063	631	0,63100	0,00037
10	5680	0,49008	0,00004	5910	0,50992	0,00004
11	3297	0,54749	0,00008	2725	0,45251	0,00009
12	9652	0,53053	0,00003	8541	0,46947	0,00003
13	2988	0,54655	0,00008	2479	0,45345	0,00010
14	1705	0,55357	0,00014	1375	0,44643	0,00018
15	1139	0,46263	0,00022	1323	0,53737	0,00019
16	217	0,43662	0,00113	280	0,56338	0,00088
17	3636	0,48649	0,00007	3838	0,51351	0,00007
18	861	0,45896	0,00029	1015	0,54104	0,00024

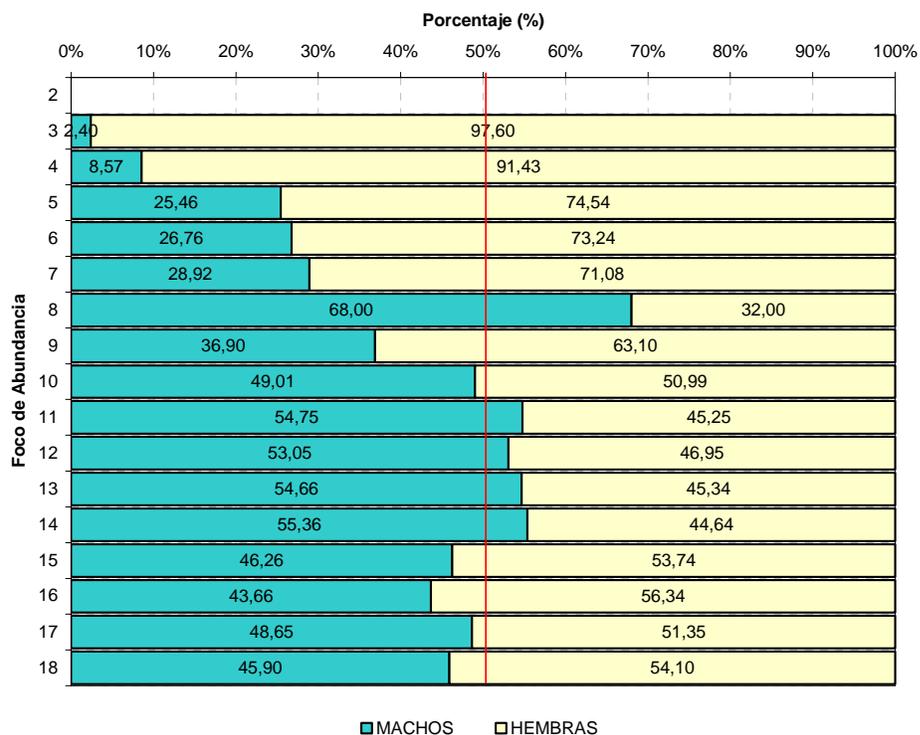


Fig. 32. Proporción sexual de camarón nailon, por foco de abundancia.

4.8.2. Talla promedio de madurez sexual y análisis de fecundidad

No fue posible ajustar la talla de madurez sexual debido a que el número de hembras sin huevos fue muy alto (Tabla 29). El muestreo se realizó después de la máxima actividad reproductiva del camarón, en un periodo en el cual muchas de las hembras ovíferas han soltado sus huevos. En esta etapa no es posible diferenciar las hembras inmaduras utilizando el análisis macroscópico. Del mismo modo, no fue posible realizar el análisis de fecundidad porque las hembras ovíferas tuvieron el mayor porcentaje de huevos en estado 3 y 4 (Tabla 29) y aunque las que fueron observadas en estado 2, el deterioro de la masa ovífera no permitió realizar el recuento de huevos.

4.9. Objetivo Específico 4

4.9.1. Descripción de la abundancia de la fauna acompañante

4.9.1.1. Composición específica general de la fauna acompañante

La fauna acompañante estuvo compuesta por 36 taxa, de los cuales 20 fueron peces, 5 crustáceos, 5 moluscos (2 cefalópodos, 2 gastrópodos y 1 bivalvo), 2 mixinoídeos y 2 antozoos (1 esponja y 1 medusa) (Tabla 30). El 90% de la fauna acompañante estuvo compuesta sólo por 6 especies, destacando los peces merluza común (*Merluccius gayi*), pejerrata (principalmente *Caelorinchus*) y el lenguado de ojos grandes (*Hipoglossina macrops*). La proporción de estos dos peces, respecto a la captura total de la especie objetivo (camarón nailon) fue 12,2%. La fauna acompañante restante sólo equivale al 4,3% de la captura de la especie objetivo. Respecto a la totalidad de la fauna acompañante estas tres especies de peces conforman el 74,1% del peso.

Tabla 29. Numero de hembras con huevos de camarón nailon por rango de talla.

Rango	Hembras c/h			Hembras s/h	Total
	EMS				
	2	3	4		
10	0	0	0	1	1
11	0	0	0	1	1
12	0	0	0	0	0
13	0	0	1	6	7
14	0	0	1	7	8
15	0	0	0	14	14
16	0	1	1	48	50
17	0	1	2	121	124
18	1	0	0	153	154
19	0	0	3	310	313
20	1	8	11	667	687
21	1	16	33	1.003	1.053
22	1	60	90	1.523	1.674
23	17	83	246	2.063	2.409
24	29	124	433	2.797	3.383
25	37	195	576	3.053	3.861
26	41	212	670	3.081	4.004
27	43	192	751	2.912	3.898
28	26	163	615	2.127	2.931
29	32	152	523	1.505	2.212
30	19	83	471	1.188	1.761
31	16	40	298	805	1.159
32	15	26	223	613	877
33	5	15	89	277	386
34	3	2	30	112	147
35	2	3	6	31	42
36	2	0	4	9	15
37	0	0	2	8	10
38	0	0	2	7	9
39	0	0	0	1	1
Total	291	1.376	5.081	24.443	31.191
%	0,9	4,4	16,3	78,4	100,0

Tabla 30. Listado de las especies que conforman la fauna acompañante en las capturas de camarón nailon de este proyecto. IIRFA= índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante, IIRO= índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso de los recursos objetivo.

Nombre vernacular	Nombre científico	Acrónimo	CPUA Total (ton/km ²)	IIRO (%)	IIRFA (%)	Lances positivos (%)
Merluza común	<i>Merluccius gayi</i>	<i>Merlgay</i>	609.68	8.54	51.93	92.36
Pejerrata	<i>Caelorinchus aconcagua</i>	<i>Caelaco</i>	136.35	1.91	11.61	27.08
Lenguado ojos grandes	<i>Hippoglossina macrops</i>	<i>Hippmac</i>	123.53	1.73	10.52	43.98
Pejerrata 1	<i>Nezumia pulchella</i>	<i>Nezupul</i>	101.22	1.42	8.62	28.01
Jaiba paco	<i>Mursia gaudichaudii</i>	<i>Mursgau</i>	77.80	1.09	6.63	62.73
Jibia	<i>Dosidicus gigas</i>	<i>Dosigig</i>	24.67	0.35	2.10	6.48
Raya volantín	<i>Dipturus flavirostris</i>	<i>Diptfla</i>	21.28	0.30	1.81	17.36
Tollo luminoso	<i>Halaelurus canescens</i>	<i>Halacan</i>	16.87	0.24	1.44	14.81
Gamba de profundidad	<i>Haliporoides diomedae</i>	<i>Halidio</i>	10.87	0.15	0.93	8.33
Jaiba araña	<i>Libidoclea granaria</i>	<i>Libigra</i>	10.00	0.14	0.85	13.66
Jaiba limón	<i>Cancer porteri</i>	<i>Cancpor</i>	9.33	0.13	0.79	16.67
Tiburón	<i>Centroscymnus crepidater</i>	<i>Centere</i>	4.90	0.07	0.42	12.04
Tollo	<i>Etmopterus granulosum</i>	<i>Etmogra</i>	4.61	0.06	0.39	3.70
Anguila	<i>Ophichthus pacifici</i>	<i>Ophipac</i>	4.48	0.06	0.38	23.15
Tollo narigón	<i>Apristurus nasutus</i>	<i>Aprinas</i>	4.42	0.06	0.38	11.11
Tiburón gato	<i>Aculeola nigra</i>	<i>Aculnig</i>	3.90	0.05	0.33	10.42
Pulpo común	<i>Benthoctopus</i> sp.	<i>Octopod 1</i>	2.49	0.03	0.21	19.44
Lamprea negra	<i>Eptatretus polytrema</i>	<i>Eptapol</i>	1.60	0.02	0.14	10.65
Tollo de profundidad	<i>Centroscyllium nigrum</i>	<i>Centnig</i>	1.57	0.02	0.13	3.47
Congrio dorado	<i>Genypterus blacodes</i>	<i>Genybla</i>	1.04	0.01	0.09	0.93
Congrio plateado	<i>Bassanago albescens</i>	<i>Bassalb</i>	0.73	0.01	0.06	0.46
Pejerrata 2	<i>Caelorinchus chilensis</i>	<i>Caelchi</i>	0.59	0.01	0.05	0.46
Merluza de cola	<i>Macruronus magellanicus</i>	<i>Macrmag</i>	0.48	0.01	0.04	0.46
Pejegallo	<i>Callorhynchus callorhynchus</i>	<i>Callcal</i>	0.36	0.01	0.03	1.16
Cangrejo acorazado	<i>Glyphocrangon alata</i>	<i>Glypala</i>	0.33	0.00	0.03	1.85
Pateador	<i>Pterygosquilla armata</i>	<i>Stomatop</i>	0.23	0.00	0.02	0.46
Alepocefalo	<i>Alepocephalus</i> sp.	<i>Alepoceph</i>	0.14	0.00	0.01	1.39
Lamprea bicolor	<i>Eptatretus nanii</i>	<i>Eptanan</i>	0.12	0.00	0.01	1.16
Langosta enana	<i>Projasus bahamondei</i>	<i>Projbah</i>	0.10	0.00	0.01	0.93
Esponja de mar		<i>Spongi</i>	0.09	0.00	0.01	0.93
Pez fantasma	<i>Notacanthus seppinnis</i>	<i>Notasix</i>	0.08	0.00	0.01	0.46
Gastrópodo 1	<i>Acesta patagonica</i>	<i>Gastr 1</i>	0.06	0.00	0.01	1.16
Medusa		<i>Scyphozoa</i>	0.05	0.00	0.00	0.69
Pez profundidad	<i>Xenomystax atrarius</i>	<i>Xenoatr</i>	0.02	0.00	0.00	1.85
Gastrópodo 2	<i>Bathybembix humboldti</i>	<i>Gastr 2</i>	0.02	0.00	0.00	0.93
Bivalvo	<i>Limopsis marionensis</i>	<i>Limomar</i>	0.01	0.00	0.00	0.23

4.9.1.2. Distribucion de la fauna acompañante en sentido latitudinal

De acuerdo a los estratos regionales, la fauna acompañante mostró un patrón en el que de 3 a 5 especies constituyeron de 85 a 90% del peso. Las especies que conformaron esta fracción de la fauna acompañante son las mismas en todas la Regiones y corresponden a: tollos *Centroscynus crepidater* y *Apristurus nasutus*; pejerratas *Nezumia pulchella* y *Coelorinchus aconcagua*; peces óseos *Merluccius gayi* y *Hipoglosina macrops*; y al crustáceo *Mursia gaudichaudii*. La particularidad en cada Región estuvo dada en el orden de importancia en peso de estas especies (Tabla 31). En efecto, en la II y II Regiones los tollos y pejerratas encabezan el ranking de importancia en peso respecto a la fauna acompañante. Desde la IV a VIII Regiones *M. gayi* es la especies de mayor importancia, acompañada por *H. macrops* en la IV Región; por *C. aconcagua* en la V y VI Regiones; por *M. gaudichaudii* en la VII Región; y por *N. pulchella* en la VIII Región.

Tabla 31. Listado de las especies que conforman la fauna acompañante en las capturas de camarón nailon, ordenados por región. IRFA= importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante, IRRO= importancia relativa respecto a la captura total en peso de los recursos objetivo.

Región	Especie	Total lances	Lances positivos (%)	CPUA total (ton/km ²)	IRFA (%)	F. Acompañante, CPUA Total (ton/km ²)	IRRO (%)	<i>Cervjoh</i>	<i>Pleumon</i>	<i>Heteree</i>
II	<i>Centcre</i>	41	70.73	1.49	32.28	4.61	1.14	0.57	77.37	52.34
	<i>Aprinas</i>		56.10	0.96	20.90		0.74			
	<i>Nezupul</i>		70.73	0.84	18.19		0.64			
	<i>Merlgay</i>		78.05	0.67	14.63		0.52			
	<i>Halidio</i>		31.71	0.16	3.53		0.12			
	<i>Caelaco</i>		9.76	0.12	2.53		0.09			
	<i>Hippmac</i>		14.63	0.10	2.21		0.08			
	<i>Aculnig</i>		2.44	0.07	1.49		0.05			
	<i>Diptfla</i>		4.88	0.06	1.30		0.05			
	<i>Scyphozoa</i>		7.32	0.05	1.07		0.04			
	<i>Glypala</i>		17.07	0.02	0.37		0.01			
	<i>Spongi</i>		4.88	0.02	0.34		0.01			
	<i>Xenoatr</i>		17.07	0.01	0.32		0.01			
	<i>Cancpor</i>		2.44	0.01	0.30		0.01			
	<i>Octopod 1</i>		14.63	0.01	0.18		0.01			

	<i>Gastr 4</i>		7.32	0.01	0.17		0.01			
	<i>Alepoceph</i>		7.32	<0.01	0.10		<0.01			
	<i>Dosigig</i>		2.44	<0.01	0.08		<0.01			
III	<i>Centcre</i>	28	60.71	1.48	37.39	3.95	0.32	158.60	209.51	94.30
	<i>Nezupul</i>		60.71	0.87	21.92		0.19			
	<i>Aprinas</i>		32.14	0.56	14.26		0.12			
	<i>Merlgay</i>		60.71	0.53	13.34		0.11			
	<i>Centmig</i>		14.29	0.16	4.13		0.04			
	<i>Hippmac</i>		28.57	0.14	3.62		0.03			
	<i>Spongi</i>		7.14	0.07	1.77		0.02			
	<i>Halidio</i>		10.71	0.07	1.69		0.01			
	<i>Mursgau</i>		14.29	0.03	0.86		0.01			
	<i>Caelaco</i>		3.57	0.02	0.49		<0.01			
	<i>Xenoatr</i>		3.57	0.01	0.24		<0.01			
	<i>Alepoceph</i>		3.57	0.01	0.20		<0.01			
	<i>Eptapol</i>		3.57	<0.01	0.08		<0.01			
IV	<i>Merlgay</i>	145	95.17	241.66	63.76	379.00	10.82	620.87	238.07	1374.49
	<i>Hippmac</i>		46.21	48.23	12.73		2.16			
	<i>Nezupul</i>		17.93	23.57	6.22		1.06			
	<i>Caelaco</i>		19.31	15.77	4.16		0.71			
	<i>Mursgau</i>		66.21	13.52	3.57		0.61			
	<i>Diptfla</i>		13.10	9.50	2.51		0.43			
	<i>Dosigig</i>		4.83	9.11	2.40		0.41			
	<i>Halacan</i>		18.62	5.54	1.46		0.25			
	<i>Ophipac</i>		37.24	2.85	0.75		0.13			
	<i>Libigra</i>		11.72	1.49	0.39		0.07			
	<i>Halidio</i>		3.45	1.39	0.37		0.06			
	<i>Cancpor</i>		11.72	1.29	0.34		0.06			
	<i>Aprinas</i>		5.52	1.21	0.32		0.05			
	<i>Octopod I</i>		17.24	0.79	0.21		0.04			
	<i>Aculnig</i>		8.97	0.68	0.18		0.03			
	<i>Caelchi</i>		1.38	0.59	0.16		0.03			
	<i>Eptapol</i>		7.59	0.40	0.11		0.02			
	<i>Calcal</i>		2.76	0.30	0.08		0.01			
	<i>Stomatop</i>		1.38	0.23	0.06		0.01			
	<i>Centmig</i>		3.45	0.21	0.06		0.01			
	<i>Genybla</i>		0.69	0.20	0.05		0.01			
	<i>Centcre</i>		1.38	0.15	0.04		0.01			
	<i>Etmogra</i>		2.76	0.14	0.04		0.01			
	<i>Alepoceph</i>		0.69	0.10	0.03		<0.01			
	<i>Gastr I</i>		1.38	0.03	0.01		<0.01			

V	<i>Merlgay</i>	115	96.52	118.02	44.73	263.85	5.02	1455.47	44.63	850.10
	<i>Caelaco</i>		51.30	66.98	25.39		2.85			
	<i>Mursgau</i>		86.96	21.54	8.16		0.92			
	<i>Hippmac</i>		52.17	18.61	7.06		0.79			
	<i>Halacan</i>		26.09	7.03	2.66		0.30			
	<i>Dosigig</i>		4.35	6.06	2.30		0.26			
	<i>Nezupul</i>		8.70	5.03	1.91		0.21			
	<i>Halidio</i>		7.83	4.16	1.58		0.18			
	<i>Libigra</i>		25.22	2.90	1.10		0.12			
	<i>Diptfla</i>		14.78	2.34	0.89		0.10			
	<i>Cancpor</i>		24.35	1.64	0.62		0.07			
	<i>Aculnig</i>		21.74	1.46	0.55		0.06			
	<i>Centcre</i>		2.61	1.39	0.53		0.06			
	<i>Aprinas</i>		6.09	1.32	0.50		0.06			
	<i>Ophipac</i>		28.70	1.26	0.48		0.05			
	<i>Bassalb</i>		1.74	0.73	0.28		0.03			
	<i>Genybla</i>		1.74	0.67	0.25		0.03			
	<i>Octopod I</i>		22.61	0.62	0.23		0.03			
	<i>Etmogra</i>		5.22	0.51	0.19		0.02			
	<i>Macrmag</i>		1.74	0.48	0.18		0.02			
VI	<i>Merlgay</i>	135	97.04	157.97	45.97	343.63	5.30	1863.16	44.63	1070.72
	<i>Caelaco</i>		53.33	85.10	24.76		2.86			
	<i>Mursgau</i>		88.15	25.58	7.44		0.86			
	<i>Hippmac</i>		51.85	25.34	7.38		0.85			
	<i>Halacan</i>		25.19	8.24	2.40		0.28			
	<i>Nezupul</i>		8.89	7.12	2.07		0.24			
	<i>Dosigig</i>		4.44	6.87	2.00		0.23			
	<i>Halidio</i>		8.15	4.88	1.42		0.16			
	<i>Diptfla</i>		15.56	3.73	1.09		0.13			
	<i>Libigra</i>		22.22	3.06	0.89		0.10			
	<i>Cancpor</i>		26.67	2.90	0.84		0.10			
	<i>Etmogra</i>		5.93	2.89	0.84		0.10			
	<i>Aculnig</i>		20.74	1.87	0.54		0.06			
	<i>Ophipac</i>		27.41	1.39	0.41		0.05			
	<i>Centcre</i>		2.22	1.39	0.40		0.05			
	<i>Aprinas</i>		5.19	1.32	0.38		0.04			
	<i>Octopod I</i>		23.70	0.85	0.25		0.03			
	<i>Bassalb</i>		1.48	0.73	0.21		0.02			
	<i>Genybla</i>		1.48	0.67	0.19		0.02			
	<i>Macrmag</i>		1.48	0.48	0.14		0.02			
	<i>Eptapol</i>		10.37	0.38	0.11		0.01			

	<i>Glypala</i>		0.74	0.31	0.09		0.01			
	<i>Centnig</i>		2.22	0.18	0.05		0.01			
	<i>Projbah</i>		2.22	0.09	0.03		<0.01			
	<i>Eptanan</i>		2.22	0.07	0.02		<0.01			
	<i>Notasix</i>		0.74	0.06	0.02		<0.01			
	<i>Callcal</i>		0.74	0.06	0.02		<0.01			
	<i>Gastr 1</i>		2.22	0.03	0.01		<0.01			
	<i>Alepoceph</i>		0.74	0.03	0.01		<0.01			
	<i>Gastr 4</i>		0.74	0.01	<0.01		<0.01			
	<i>Limomar</i>		0.74	0.01	<0.01		<0.01			
VII	<i>Merlgay</i>	65	100.00	162.11	49.14	329.93	14.79	236.05	262.02	597.93
	<i>Mursgau</i>		70.77	37.07	11.24		3.38			
	<i>Caelaco</i>		18.46	35.34	10.71		3.22			
	<i>Hippmac</i>		46.15	33.71	10.22		3.08			
	<i>Nezupul</i>		38.46	29.50	8.94		2.69			
	<i>Dosigig</i>		20.00	7.30	2.21		0.67			
	<i>Diptfla</i>		38.46	5.40	1.64		0.49			
	<i>Halidio</i>		6.15	4.37	1.32		0.40			
	<i>Cancpor</i>		23.08	4.29	1.30		0.39			
	<i>Halacan</i>		4.62	3.09	0.94		0.28			
	<i>Libigra</i>		12.31	2.33	0.71		0.21			
	<i>Aculnig</i>		3.08	1.02	0.31		0.09			
	<i>Centnig</i>		4.62	1.01	0.31		0.09			
	<i>Etmogra</i>		3.08	0.83	0.25		0.08			
	<i>Eptapol</i>		26.15	0.67	0.20		0.06			
	<i>Octopod 1</i>		26.15	0.66	0.20		0.06			
	<i>Centcre</i>		1.54	0.39	0.12		0.04			
	<i>Aprinas</i>		1.54	0.37	0.11		0.03			
	<i>Ophipac</i>		13.85	0.24	0.07		0.02			
	<i>Genybla</i>		1.54	0.17	0.05		0.02			
	<i>Eptanan</i>		1.54	0.05	0.01		<0.01			
VIII	<i>Merlgay</i>	18	88.89	46.73	41.39	112.90	19.43	50.79	34.98	154.73
	<i>Nezupul</i>		66.67	39.32	34.83		16.35			
	<i>Hippmac</i>		50.00	16.00	14.17		6.65			
	<i>Libigra</i>		22.22	3.11	2.75		1.29			
	<i>Diptfla</i>		44.44	2.59	2.30		1.08			
	<i>Mursgau</i>		33.33	1.60	1.41		0.66			
	<i>Dosigig</i>		5.56	1.38	1.22		0.57			
	<i>Cancpor</i>		16.67	0.83	0.73		0.34			
	<i>Etmogra</i>		11.11	0.76	0.67		0.31			
	<i>Aculnig</i>		5.56	0.26	0.23		0.11			

<i>Octopod 1</i>	22.22	0.18	0.16	0.08
<i>Eptapol</i>	16.67	0.14	0.12	0.06

4.9.1.3. Distribucion de la fauna acompañante en sentido batimetrico

En los estratos batimétricos también se observó el patrón general en el que gran parte del peso de la fauna acompañante estuvo compuesto por tres o cuatro especies que constituyeron entre 70% y 90% del peso total de dicha fauna acompañante. La merluza común fue la especie más importante en todos los estratos, excepto aquel que superó los 500 m de profundidad (Tabla 32). En este estrato, el más profundo, la especie de mayor importancia fue el tollo luminoso *Halaelurus canescens*, seguido por la gamba *Haliporoides diomedae*. En el estrato más somero (< 200 m de profundidad), a *M. gayi* le siguió en importancia *M. gaudichaudii*. En el estrato comprendido entre 200 y 300 m de profundidad *M. gayi* fue acompañada por *H. macrops* y con menor importancia por el pejerrata *N. pulchella*. Luego, en los estratos 300-399 y 400-499, *H. macrops* disminuyó su importancia y adquirieron mayor relevancia los pejerratas *C. aconcagua* y *N. pulchella*, aunque siempre menor a la importancia de *M. gayi*.

Tabla 32. Fauna acompañante en las capturas de camarón nailon, ordenados por estratos de profundidad. IRFA= importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante, IRRO= importancia relativa respecto a la captura total en peso de los recursos objetivo. 0.00= <0.01

Prof. (m)	Especie	Total lances	Lances positivos (%)	CPUA Total (ton/km ²)	IRFA (%)	F. Acomp. CPAU Total (ton/km ²)	IRRO (%)	<i>Cervjoh</i>	<i>Pleumon</i>	<i>Heteree</i>
100 - 199	<i>Merlgay</i>	59	96.61	120.75	58.51	206.40	6.96	1321.41	294.82	119.34
	<i>Mursgau</i>		79.66	36.16	17.52		2.08			
	<i>Hippmac</i>		64.41	33.47	16.22		1.93			
	<i>Caelaco</i>		15.25	5.95	2.88		0.34			
	<i>Cancpor</i>		42.37	5.79	2.81		0.33			
	<i>Dosigig</i>		3.39	1.99	0.97		0.11			
	<i>Libigra</i>		3.39	0.92	0.45		0.05			
	<i>Nezupul</i>		1.69	0.55	0.27		0.03			
	<i>Diptfla</i>		3.39	0.36	0.17		0.02			

	<i>Ohipac</i>		11.86	0.27	0.13		0.02			
	<i>Octopod 1</i>		5.08	0.12	0.06		0.01			
	<i>Eptapol</i>		1.69	0.05	0.02		0.00			
200-299	<i>Merlgay</i>	156	96.15	225.18	56.97	395.25	7.99	1427.99	295.86	1095.88
	<i>Hippmac</i>		64.10	59.44	15.04		2.11			
	<i>Nezupul</i>		18.59	33.14	8.38		1.18			
	<i>Caelaco</i>		22.44	28.11	7.11		1.00			
	<i>Mursgau</i>		75.00	26.46	6.69		0.94			
	<i>Dosigig</i>		8.97	7.63	1.93		0.27			
	<i>Diptfla</i>		19.23	4.84	1.23		0.17			
	<i>Cancpor</i>		19.87	2.94	0.74		0.10			
	<i>Libigra</i>		8.97	2.12	0.54		0.08			
	<i>Halacan</i>		10.26	1.19	0.30		0.04			
	<i>Ohipac</i>		17.31	0.95	0.24		0.03			
	<i>Aculnig</i>		9.62	0.67	0.17		0.02			
	<i>Octopod 1</i>		12.82	0.54	0.14		0.02			
	<i>Eptapol</i>		10.26	0.52	0.13		0.02			
	<i>Etmogra</i>		2.56	0.43	0.11		0.02			
	<i>Halidio</i>		0.64	0.32	0.08		0.01			
	<i>Caelchi</i>		0.64	0.26	0.07		0.01			
	<i>Aprinas</i>		1.92	0.24	0.06		0.01			
	<i>Centcre</i>		1.28	0.10	0.03		0.00			
	<i>Spongi</i>		1.28	0.06	0.01		0.00			
	<i>Eptanan</i>		1.28	0.05	0.01		0.00			
	<i>Gastr 1</i>		0.64	0.02	0.01		0.00			
	<i>Scyphozoa</i>		0.64	0.02	0.00		0.00			
	<i>Stomatop</i>		0.64	0.01	0.00		0.00			
	<i>Alepoceph</i>		0.64	0.00	0.00		0.00			
	<i>Xenoatr</i>		0.64	0.00	0.00		0.00			
300-399	<i>Merlgay</i>	143	9.51	227.77	49.22	462.74	9.79	175.65	274.37	1876.76
	<i>Caelaco</i>		3.64	76.33	16.50		3.28			
	<i>Nezupul</i>		3.43	60.96	13.17		2.62			
	<i>Hippmac</i>		3.36	29.56	6.39		1.27			
	<i>Mursgau</i>		6.22	13.64	2.95		0.59			
	<i>Dosigig</i>		0.63	11.48	2.48		0.49			
	<i>Diptfla</i>		2.24	10.69	2.31		0.46			
	<i>Halacan</i>		1.96	8.70	1.88		0.37			
	<i>Libigra</i>		2.24	5.69	1.23		0.24			
	<i>Halidio</i>		0.63	5.52	1.19		0.24			
	<i>Ohipac</i>		3.64	2.66	0.57		0.11			
	<i>Centcre</i>		0.70	1.85	0.40		0.08			

	<i>Aculnig</i>		1.33	1.73	0.37		0.07			
	<i>Octopod 1</i>		3.08	1.48	0.32		0.06			
	<i>Centnig</i>		0.49	0.97	0.21		0.04			
	<i>Etmogra</i>		0.35	0.93	0.20		0.04			
	<i>Eptapol</i>		1.68	0.79	0.17		0.03			
	<i>Canapor</i>		0.98	0.54	0.12		0.02			
	<i>Aprinas</i>		0.63	0.46	0.10		0.02			
	<i>Genybla</i>		0.14	0.43	0.09		0.02			
	<i>Stomatop</i>		0.07	0.23	0.05		0.01			
	<i>Callcal</i>		0.14	0.22	0.05		0.01			
400-499	<i>Merlgay</i>	57	82.46	35.78	35.43	100.99	14.45	4.42	0.70	242.44
	<i>Caelaco</i>		33.33	25.92	25.67		10.47			
	<i>Nezupul</i>		50.88	6.04	5.98		2.44			
	<i>Diptfla</i>		17.54	5.37	5.31		2.17			
	<i>Halacan</i>		31.58	4.44	4.40		1.79			
	<i>Dosigig</i>		3.51	3.56	3.52		1.44			
	<i>Aprinas</i>		42.11	3.21	3.18		1.30			
	<i>Etmogra</i>		8.77	3.12	3.09		1.26			
	<i>Halidio</i>		24.56	3.04	3.01		1.23			
	<i>Centcre</i>		43.86	1.98	1.96		0.80			
	<i>Mursgau</i>		29.82	1.50	1.49		0.61			
	<i>Aculnig</i>		15.79	1.36	1.35		0.55			
	<i>Libigra</i>		17.54	1.20	1.19		0.48			
	<i>Hippmac</i>		7.02	1.06	1.05		0.43			
	<i>Bassalb</i>		3.51	0.73	0.73		0.30			
	<i>Genybla</i>		3.51	0.62	0.61		0.25			
	<i>Ophipac</i>		24.56	0.60	0.60		0.24			
	<i>Centnig</i>		5.26	0.35	0.35		0.14			
	<i>Octopod 1</i>		24.56	0.31	0.31		0.13			
	<i>Eptapol</i>		8.77	0.23	0.23		0.09			
	<i>Macrmag</i>		1.75	0.16	0.16		0.06			
	<i>Alepoceph</i>		3.51	0.11	0.11		0.04			
	<i>Notasix</i>		1.75	0.06	0.06		0.03			
	<i>Canapor</i>		3.51	0.06	0.06		0.03			
	<i>Projbah</i>		3.51	0.06	0.06		0.02			
	<i>Callcal</i>		1.75	0.04	0.04		0.02			
	<i>Gastr 1</i>		3.51	0.02	0.02		0.01			
	<i>Spongi</i>		1.75	0.02	0.02		0.01			
	<i>Scyphozoa</i>		1.75	0.02	0.02		0.01			
	<i>Glypala</i>		8.77	0.01	0.01		0.01			
≥ 500	<i>Halacan</i>	17	11.76	2.54	29.38	8.64	22.08	0.57	0.83	10.09

<i>Halidio</i>	70.59	1.99	23.01	17.30
<i>Centcre</i>	88.24	0.97	11.20	8.42
<i>Nezupul</i>	76.47	0.54	6.23	4.68
<i>Aprinas</i>	70.59	0.52	5.97	4.49
<i>Caelchi</i>	5.88	0.33	3.84	2.89
<i>Macrmag</i>	5.88	0.32	3.76	2.83
<i>Glypala</i>	17.65	0.32	3.69	2.77
<i>Centnig</i>	29.41	0.25	2.85	2.14
<i>Merlgay</i>	52.94	0.20	2.29	1.72
<i>Aculnig</i>	11.76	0.13	1.56	1.17
<i>Etmogra</i>	11.76	0.13	1.45	1.09
<i>Callcal</i>	11.76	0.11	1.27	0.95
<i>Libigra</i>	5.88	0.07	0.78	0.59
<i>Caelaco</i>	11.76	0.04	0.43	0.32
<i>Mursgau</i>	5.88	0.03	0.39	0.29
<i>Alepoceph</i>	11.76	0.03	0.36	0.27
<i>Octopod 1</i>	17.65	0.03	0.34	0.26
<i>Eptanan</i>	5.88	0.02	0.24	0.18
<i>Gastr 4</i>	23.53	0.02	0.22	0.16
<i>Diptfla</i>	5.88	0.02	0.21	0.16
<i>Notasix</i>	5.88	0.01	0.16	0.12
<i>Xenoatr</i>	11.76	0.01	0.12	0.09
<i>Gastr 1</i>	5.88	0.01	0.12	0.09
<i>Limomar</i>	5.88	0.01	0.09	0.07
<i>Dosigig</i>	5.88	0.00	0.04	0.03

4.9.2. Identificación y caracterización espacial de las asociaciones específicas

4.9.2.1. Identificación de asociaciones específicas

De acuerdo a la matriz de similitud, el dendrograma permitió distinguir cinco grupos de estaciones de muestreo (lances), las cuales presentaron una estructura de abundancia de especies con similitud mayor a 60% (Fig. 33). Aquellos grupos que al 60% de similitud estuvieron compuestos por menos de 10 lances no fueron considerados en los análisis posteriores.

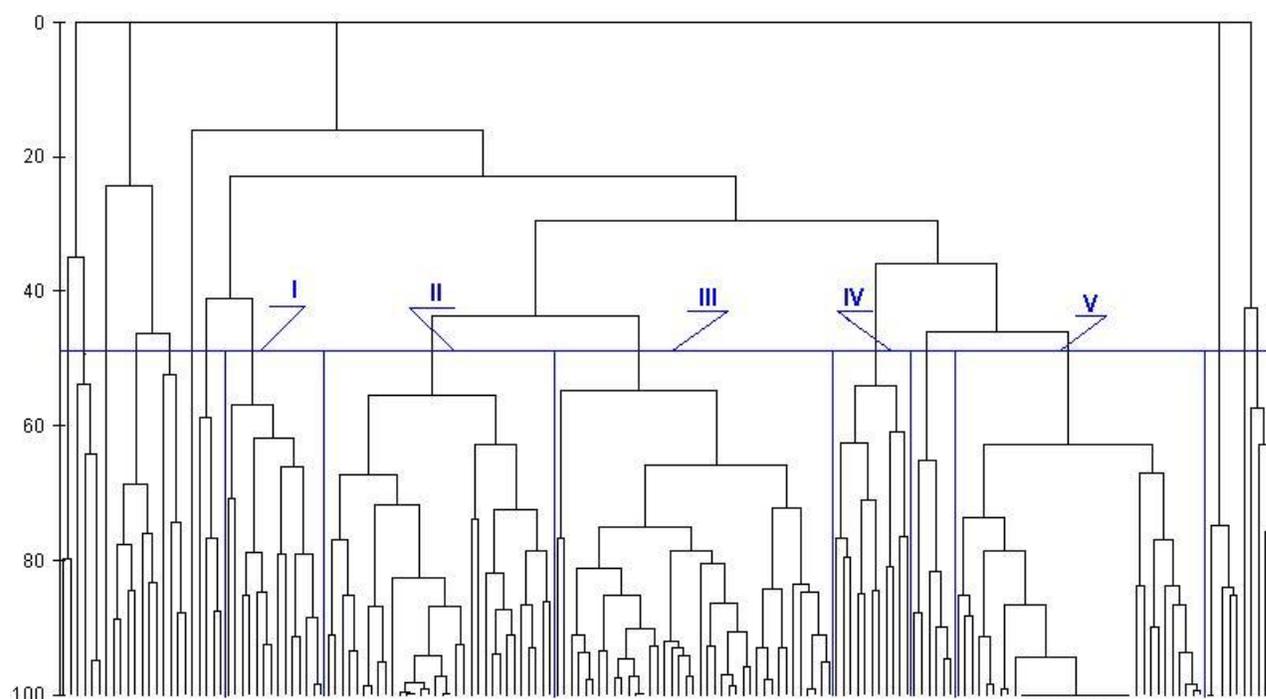


Fig. 33. Análisis de clasificación de la abundancia relativa (CPUA) de la fauna acompañante presente en las capturas de camarón nailon durante los cruceros del presente proyecto en las Regiones II a VIII.

En análisis de ordenación distinguió, con un nivel de significancia moderadamente alto ($\text{Stress} = p = 0,017$), los mismos cinco grupos de estaciones que el análisis de clasificación anterior (Fig. 34). Esto valida el criterio de clasificación de 60% de similitud, por lo que se definió a los cinco ensambles o grupos de especies. El grupo señalado como “NN” corresponde a aquellas estaciones cuya composición específica no logró constituir un ensamble por sí solo.

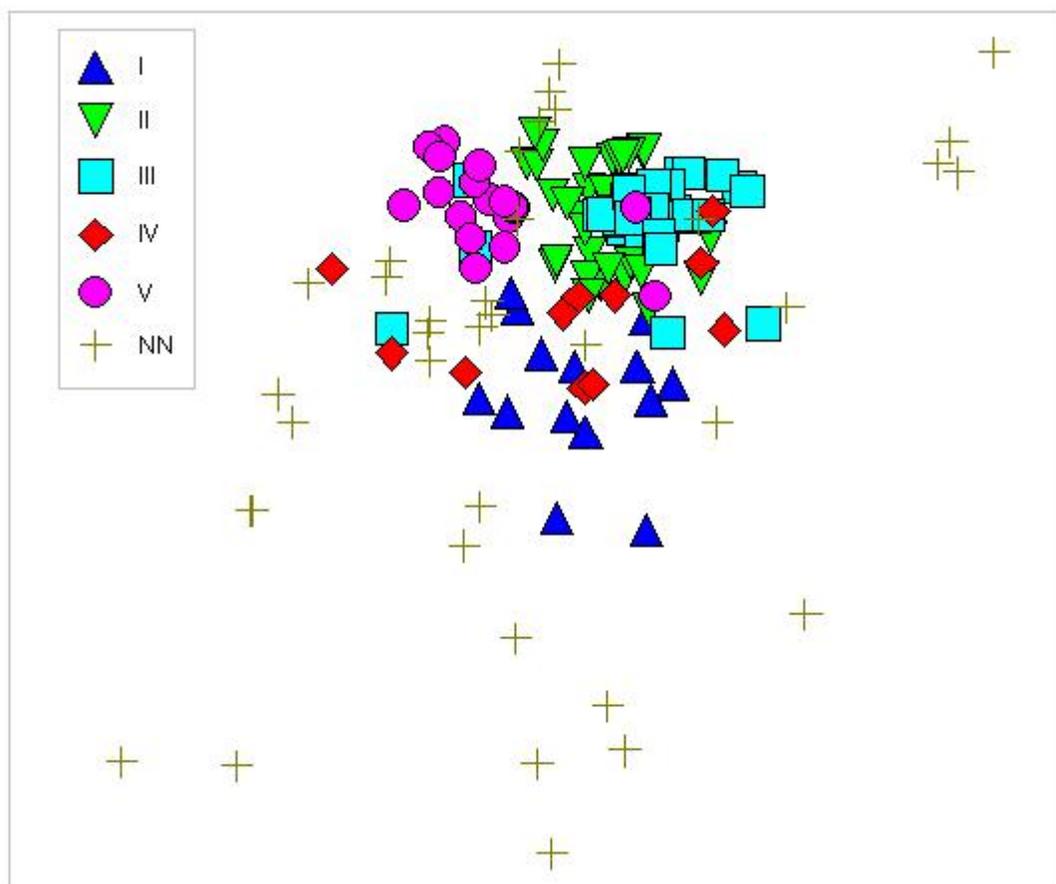


Fig. 34. Análisis de ordenación (MDS) de la abundancia relativa (CPUA) de la fauna acompañante presente en las capturas de camarón nailon en las Regiones II a VIII. Los símbolos corresponden a los diferentes ensambles específicos identificados (I a V). El grupo NN corresponde a aquellos lances que en el dendrograma no constituyeron un grupo.

Las especies que componen las cinco asociaciones específicas se presentan en la Tabla 33. En los ensambles específicos identificados también con pocas especies (dos a tres) se completó entre el 89 a 98% del peso total de cada grupo. En todos los grupos *M. gayi* fue la especie de mayor importancia respecto al peso total de la fauna acompañante. En los grupos I, II y V esta especie estuvo seguida por *H. macropus*; en el grupo III por *Epigonus crassicaudus*; y en el grupo IV por *M. gaudichaudii*.

Tabla 33. Fauna acompañante en las capturas de camarón nailon, ordenados por grupos identificados por clasificación y ordenación. IRFA= importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante, IRO= importancia relativa respecto a la captura total en peso de los recursos objetivo.

Grupos	Especie	Total lances	Lances positivos (%)	CPUA total (ton/km2)	IRFA (%)	F. acompañante, CPUA Total (ton/km2)	IRRO (%)	<i>Cervjoh</i>	<i>Pleumon</i>	<i>Heteree</i>
I	Merlgay	32	100.00	34.81	72.62	47.94	6.45	174.92	0.00	129.35
	Hippmac		100.00	8.09	16.87		1.50			
	Mursgau		56.25	2.12	4.41		0.39			
	Caelaco		31.25	1.95	4.08		0.36			
	Dosigig		3.13	0.30	0.64		0.06			
	Canpor		25.00	0.30	0.62		0.06			
	Epigcra		3.13	0.11	0.22		0.02			
	Diptfla		6.25	0.07	0.15		0.01			
	Bathmul		12.50	0.06	0.12		0.01			
	Ohipac		6.25	0.03	0.07		0.01			
	Aculnig		9.38	0.03	0.05		0.00			
	Octopod 1		9.38	0.02	0.05		0.00			
	Libigra		3.13	0.02	0.05		0.00			
	Eptapol		6.25	0.01	0.03		0.00			
	Stomatop		3.13	0.01	0.02		0.00			
	Loligah		3.13	0.00	0.00		0.00			
II	Merlgay	39	100.00	32.99	58.73	56.18	3.19	417.73	13.81	107.91
	Hippmac		92.31	14.10	25.10		1.36			
	Mursgau		97.44	7.98	14.20		0.77			
	Canpor		28.21	0.50	0.89		0.05			
	Caelaco		7.69	0.15	0.27		0.01			
	Ohipac		20.51	0.13	0.24		0.01			
	Epigcra		2.56	0.09	0.16		0.01			
	Libigra		5.13	0.09	0.16		0.01			
	Bathmul		12.82	0.08	0.14		0.01			
	Aculnig		5.13	0.02	0.04		0.00			
	Diptfla		2.56	0.02	0.03		0.00			
	Octopod 1		5.13	0.01	0.02		0.00			
	Disctsc		2.56	0.01	0.01		0.00			
	Eptapol		2.56	0.00	0.01		0.00			
	III	Merlgay	11	5.56	4.62	58.16	7.95	5.10	810.18	125.08
Epigcra			9.09	1.11	13.93		1.22			
Mursgau			4.31	0.82	10.34		0.91			

	Hippmac		5.19	0.76	9.54		0.84			
	Libigra		1.82	0.25	3.11		0.27			
	Caelaco		6.06	0.08	1.01		0.09			
	Nezupul		0.45	0.08	0.96		0.08			
	Ohipac		2.07	0.06	0.80		0.07			
	Canopor		2.27	0.05	0.64		0.06			
	Aculnig		36.36	0.05	0.58		0.05			
	Diptfla		4.55	0.03	0.39		0.03			
	Octopod 1		1.73	0.03	0.33		0.03			
	Bathmul		9.09	0.02	0.20		0.02			
IV	Merlgay	35	100.00	43.62	87.39	49.91	43.62	0.00	62.66	28.03
	Mursgau		42.86	3.39	6.79		47.00			
	Hippmac		8.57	1.39	2.78		1.39			
	Epigcra		14.29	0.68	1.36		0.71			
	Caelaco		5.71	0.47	0.94		0.47			
	Ohipac		11.43	0.13	0.27		0.19			
	Canopor		8.57	0.12	0.24		0.59			
	Nezupul		2.86	0.04	0.09		47.05			
	Libigra		2.86	0.03	0.07		1.42			
	Disctsc		2.86	0.03	0.05		0.03			
	Octopod 1		2.86	0.02	0.03		3.45			
	Bathmul		2.86	0.00	0.00		0.00			
V	Merlgay	35	100.00	43.62	87.39	49.91	43.62	361.26	72.35	119.84
	Mursgau		42.86	3.39	6.79		47.00			
	Hippmac		8.57	1.39	2.78		1.39			
	Epigcra		14.29	0.68	1.36		0.71			
	Caelaco		5.71	0.47	0.94		0.47			
	Ohipac		11.43	0.13	0.27		0.19			
	Canopor		8.57	0.12	0.24		0.59			
	Nezupul		2.86	0.04	0.09		47.05			
	Libigra		2.86	0.03	0.07		1.42			
	Disctsc		2.86	0.03	0.05		0.03			
	Octopod 1		2.86	0.02	0.03		3.45			
	Bathmul		2.86	<0.01	<0.01		<0.01			

Latitudinalmente, todos los ensambles se encontraron distribuidos en toda la zona de estudio. La excepción la constituyó el grupo IV, el que se concentró en la V Región. (Fig. 35). Este ensamble específico fue el único en el que con sólo *M. gayi* y *M. gaudichaudii* se obtuvo el 94% de peso del grupo. En cambio, en los ensambles restantes, para superar el 89% del peso del grupo, además de las dos especies mencionadas, estuvieron incorporadas *H. macrops*, *C. aconagua* y *E.*

crassicaudus. Batimétricamente, la situación fue similar. En efecto, los ensambles específicos se distribuyeron por todo el rango de profundidades, sin un patrón claro de distribución. El grupo específico IV, el que se concentró en la V Región, estuvo ubicado en el rango batimétrico de 250 a 350 m (Fig. 36).

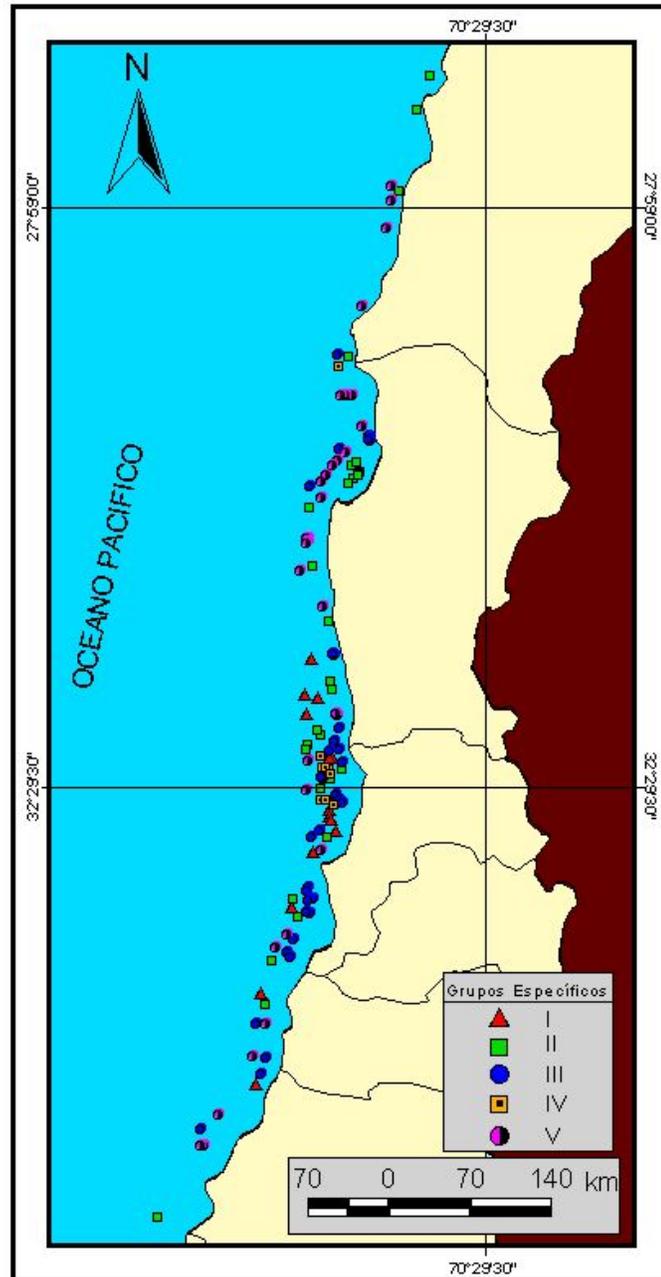


Fig. 35. Distribución espacial en el gradiente latitudinal de las cuatro asociaciones específicas de fauna acompañante (grupos).

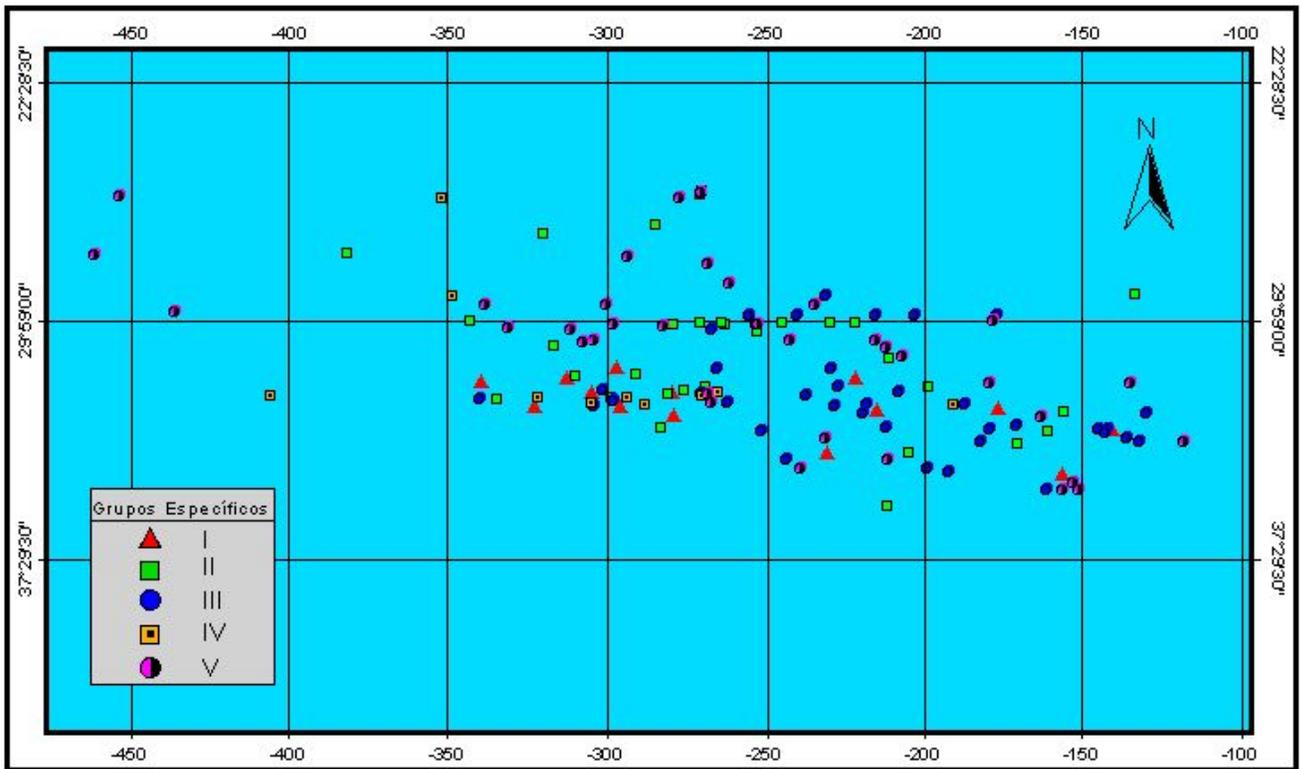


Fig. 36. Distribución espacial en el gradiente batimétrico de las cuatro asociaciones específicas de fauna acompañante (grupos).

4.9.2.2. Detección de diferencias entre asociaciones

4.9.2.2.1. Analisis de similitud (ANOSIM)

De acuerdo al criterio de clasificación de ensambles específicos de 60% de similitud, los grupos o asociaciones identificados fueron estadísticamente distintos entre si. El estadístico global $R= 0,40$ ($p= 0,001$) indica que la disimilitud promedio entre asociaciones específicas fue mayor a la disimilitud promedio al interior de cada asociación específicas. Esto quiere decir que, en general, los grupos son distintos entre si en una magnitud intermedia (40%). Al analizar la disimilitud entre pares de grupos se observa que la disimilitud global se vio reducida por la escasa diferencia existente entre los grupos II y II, ya que los grupos restantes presentaron disimilitudes altas (Tabla 34).

Tabla 34. Resultado del contraste entre asociaciones específicas por medio de ANOSIM.

Contraste Grupos	R	Valor-p
I-II	0,745	0,001
I-III	0,780	0,001
I- IV	0,784	0,001
I-V	0,854	0,001
II-III	0,236	0,001
II- IV	0,668	0,001
II- V	0,626	0,001
III-IV	0,597	0,001
III-V	0,711	0,001
IV-V	0,848	0,001

4.9.2.3.1. Contribucion de cada especie en la similitud en los grupo y en la disimilitud entre grupos (SIMPER)

La especie que es responsable de la mayor similitud interna en cada grupo fue *M. gayi* (Tabla 35). Las especies restantes al interior de cada grupo contribuyeron en muy baja magnitud.

Tabla 35. Especies de mayor contribución a la similitud de las muestras (lances) en cada grupo

Grupo	Especie	Similitud Promedio	D.E. Sim.	Contribución (%)
I	<i>Merlgay</i>	33,05	4,45	44,51
II	<i>Merlgay</i>	50,09	6,05	65,24
III	<i>Merlgay</i>	40,26	5,9	51,42
IV	<i>Merlgay</i>	35,83	10,04	55,73
V	<i>Merlgay</i>	78,23	4,86	96,14

Las especies que aportaron en mayor proporción a diferenciar los grupos faunísticos fueron *C. aconcagua*, *M. gaudichaudii*, *H. macrops* y *E. crassicaudus* (Tabla 36).

Tabla 36. Especies de mayor contribución a la a la disimilitud entre grupos.

Grupos	Especies	Disimilitud	D.E.	Contribución
		Promedio	Disimilitud	(%)
I-II	<i>Caelaco</i>	14,23	2,65	33,56
I-III	<i>Caelaco</i>	15,59	4,19	36,54
I-IV	<i>Caelaco</i>	14,18	3,65	30,38
I-V	<i>Caelaco</i>	18,46	4,11	39,01
II-III	<i>Mursgau</i>	6,93	1,43	26,54
II-IV	<i>Epigcra</i>	10,15	1,43	25,87
II-V	<i>Hippmac</i>	14,31	2,44	41,27
III-IV	<i>Epigcra</i>	9,88	1,44	26,31
III-V	<i>Hippmac</i>	16,11	2,25	40,19
IV-V	<i>Epigcra</i>	11,23	1,39	24,86

4.10. Objetivo Específico 5

4.10.1. Situación actual del recurso en la zona de estudio

4.10.1.1. Crecimiento y matriz de transición

De los parámetros de crecimiento disponibles, solo se consideró los parámetros de crecimiento de camarón nailon establecidos por Roa y Ernst (1996). Los autores comunican los errores estándar de los parámetros de crecimiento, las longitudes medias sepradas por MIX y la desviación estándar. Estos datos son necesarios para construir la matriz de transición de crecimiento. A partir del error estándar de los parámetros de crecimiento, se generaron 200 valores alternativos e igualmente probables considerando la correlación existente entre ellos para calcular la tasa de crecimiento en función de la longitud (incrementos de 0 a 50 en 1 mm de longitud del

cefalotórax). Un ejemplo de una de las realizaciones de este procedimiento se muestra en la Fig. 37.

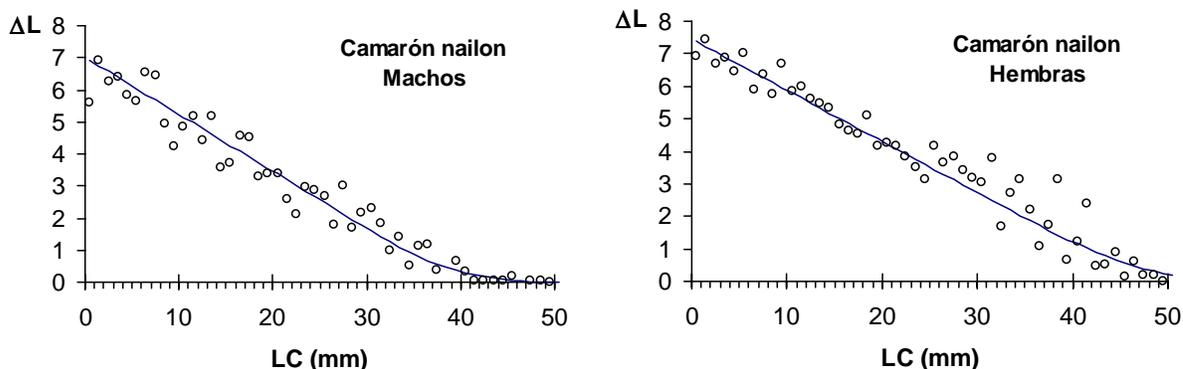


Fig. 37. Tasa de crecimiento (mm/año) de camarón nailon en función de la longitud. La línea representa la tasa promedio de 200 valores alternativos e igualmente probables y los círculos vacíos una realización. Los valores fueron generados a partir de los parámetros de crecimiento de Roa y Ernst (1996).

Se construyeron tres matrices de transición para cada sexo, representadas por una función normal, log-normal y gamma. De éstas, la función de distribución log-normal fue la más verosímil en el modelo de evaluación de stock (Tabla 37).

Tabla 37. Función de log-verosimilitud negativa considerando tres funciones de distribución de probabilidad para construir la matriz de transición del crecimiento.

Matriz de transición de crecimiento	Log-verosimilitud
Función normal	13197,60
Función log-normal	8801,09
Función gamma	9152,71

4.10.1.2. Consideraciones sobre de la evaluación indirecta

Una de las limitaciones importantes en la presente evaluación indirecta radica en el hecho de no contar con la composición por tallas de las capturas de camarón nailon. Esta información es de uso exclusivo de IFOP, y no fue factible contar con ella al momento de realizar la evaluación. Para superar esta limitante, se optó por utilizar una curva de selectividad a la talla comunicada por Arana et al. (2003) que representa el periodo 1999-2003 para la pesquería, y estimada a partir

de un modelo talla-estructurado similar al aquí utilizado. La curva de selectividad sigue un modelo logístico, con los parámetros $L_{50} = 22,18$ mm y $L_{95} = 26,27$ mm LC.

Se contó con datos de composición por tallas de los cruceros de evaluación directa de los años 1996, 1999 – 2004, y 2006. No se contó con los datos del 2005, ya que dicha evaluación no está disponible en el FIP (www.fip.cl). No obstante, se cuenta con la magnitud de la biomasa evaluada. Con el objeto de cuantificar el stock, se asume que la biomasa evaluada mediante área barrida representa 100 % la biomasa predicha por el modelo, según una curva de selectividad propia para la composición por tallas de los cruceros. El periodo de evaluación comprende desde 1995 a 2006.

En los aspectos biológicos, se considera que entre la II y VIII Región ocurre una sola unidad de stock de camarón nailon, cerrada a las migraciones. A su vez, la tasa de mortalidad natural se asume igual a $0,3 \text{ año}^{-1}$, la que se asume constante entre años y tallas.

4.10.1.3. Evaluación de stock

El contraste de los datos con el modelo de dinámica poblacional se muestra en la Fig. 38 para la biomasa vulnerable. La biomasa vulnerable estimada por el modelo de dinámica recoge bien la tendencia observada en las evaluaciones de área barrida a contar de 1999, pero tiende a subestimar la alta biomasa evaluada en 1996.

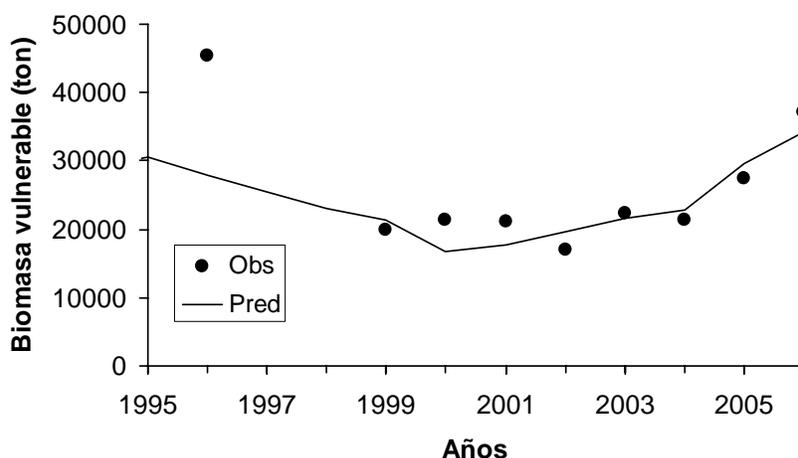


Fig. 38. Biomasa vulnerable de camarón nailon evaluada mediante le método de área barrida (puntos) y ajuste del modelo a los datos (línea).

En términos de la estructura de tallas en la fracción vulnerable, la curva de selectividad asociada a los cruceros de evaluación indica que en éstos se cuantifica una fracción de ejemplares más pequeños que la fracción que remueve la pesquería (Fig. 39). El contraste del modelo con los datos de composición por tallas de los cruceros muestra en general un buen grado de ajuste (Fig. 40).

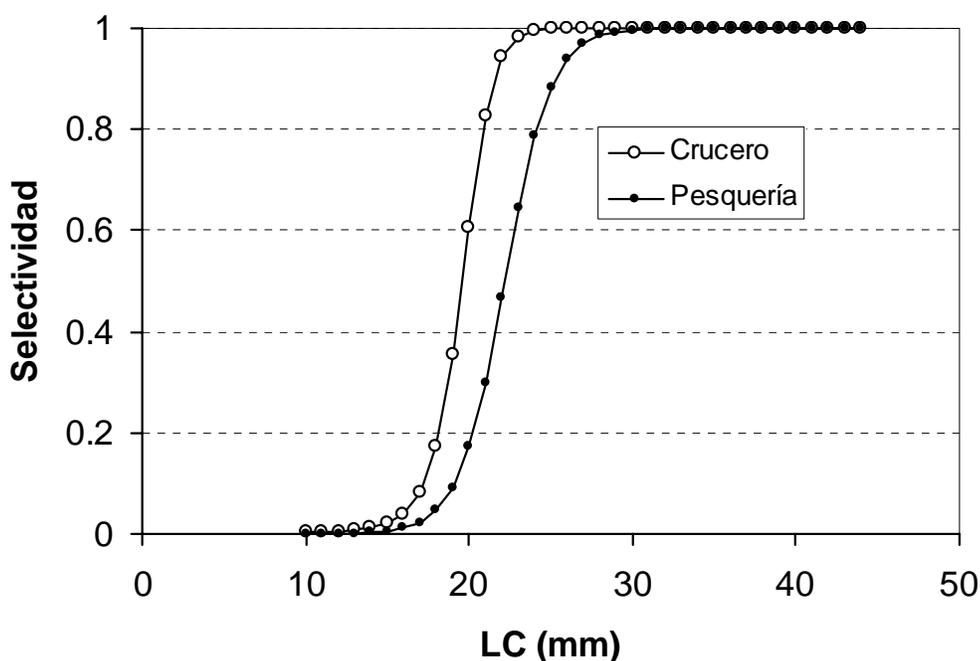


Fig. 39. Patrón de explotación asumido para la pesquería y estimado para la fracción vulnerable en los cruceros de evaluación directa por área barrida.

La evaluación indica niveles de biomasa total, comprendida entre los 10 y 44 mm LC, del orden de 45 mil toneladas en el 2006, de las cuales cerca de 28 mil toneladas representan la fracción explotable por la pesquería (Fig. 41). La razón entre las capturas anuales y la fracción explotable, que mide la intensidad de explotación, fluctúa entre 15 y 63% (Tabla 38). Desde el 2001, la tasa de explotación presenta una disminución sostenida. Esto estaría asociado al crecimiento de la biomasa a contar de ese año y a las regulaciones por cuotas globales de captura que han

determinado niveles de captura estables, fluctuando entre 3,6 y 4,3 toneladas en el periodo 2002-2006 (Tabla 38).

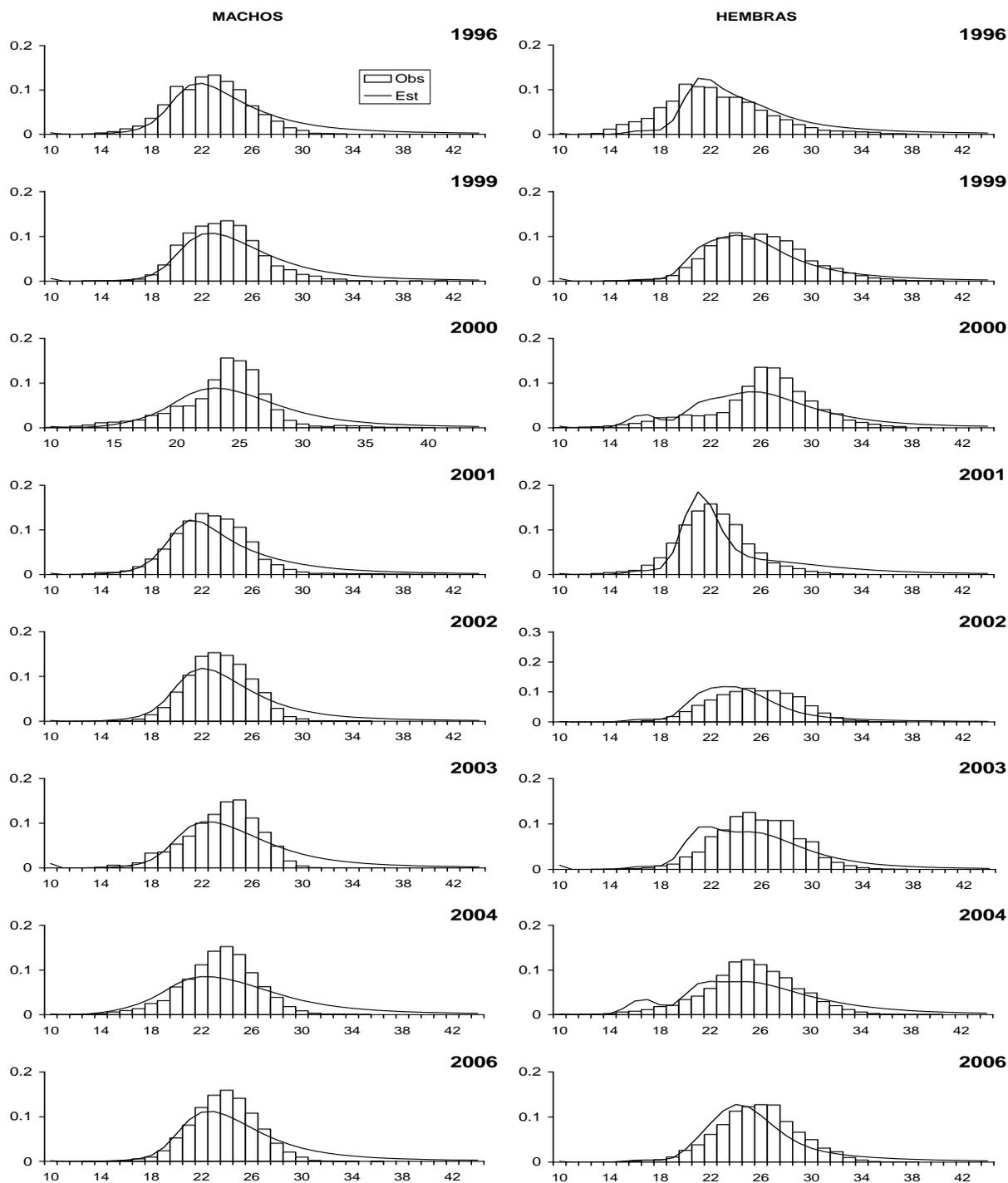


Fig. 40. Estructura de tallas de camarón nailon en los cruceros de evaluación directa. Las barras representan los datos observados y la línea continua el ajuste del modelo de evaluación.

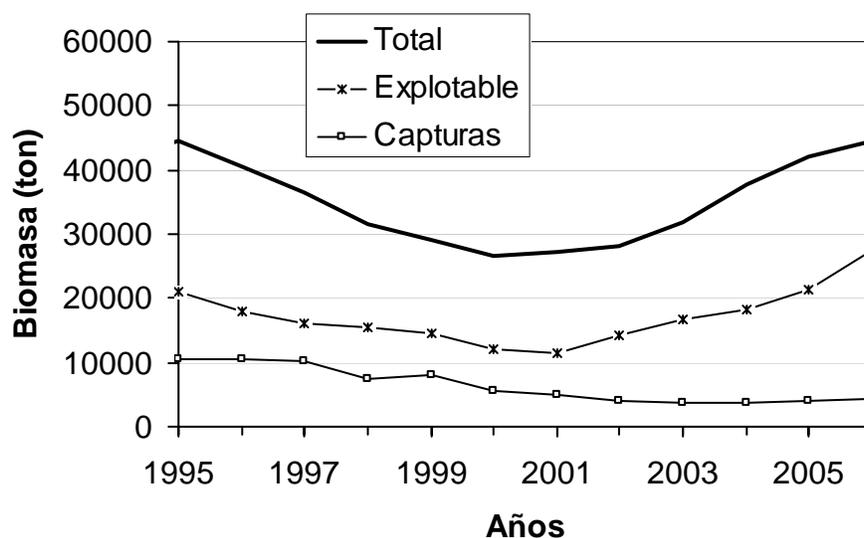


Fig. 41. Tendencias de biomasa y capturas de camarón nailon (II-VIII Región).

Tabla 38. Resumen de la evaluación de la biomasa total, explotable de camarón nailon, tasa de explotación anual, y comparación entre la biomasa evaluada en los cruceros con la salida del modelo, II-VIII Región.

Años	Capturas (t)	Biomasa		Tasa de Explotación Anual	Biomasa cruceros	
		Total (t)	Explotable (t)		Observada (t)	Estimada (t)
1995	10620	44611	21012	0.505		27982
1996	10535	40442	17874	0.589	45385	25424
1997	10239	36559	16169	0.633		23029
1998	7301	31463	15431	0.473		21366
1999	7951	29210	14611	0.544	20000	16731
2000	5448	26590	12082	0.451	21415	17752
2001	4863	27120	11495	0.423	21000	19718
2002	4112	28039	14204	0.290	17014	21540
2003	3590	31936	16764	0.214	22375	22812
2004	3663	37676	18094	0.202	21470	29653
2005	3895	42177	21391	0.182	27500	34295
2006	4262	44656	27652	0.154	37111	27982

En el periodo de evaluación, el reclutamiento anual medido como el número de ejemplares a los 10 mm de LC, muestra un periodo estable entre 1999 y 2006 con excepción del reclutamiento de 1999 y 2003 (Fig. 42). El nivel de reclutamiento ocurrido en 1999 y en el 2003 determinando el crecimiento de la abundancia y biomasa a contar del 2001, el primero ayudando a detener la disminución de la biomasa y el segundo dando un nuevo impulso de crecimiento que se está consolidando en los últimos tres años.

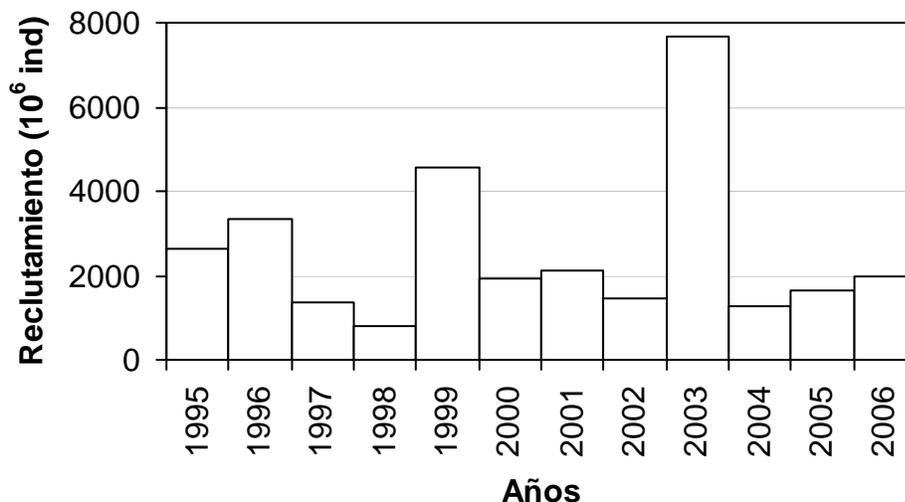


Fig. 42. Reclutamiento en número de individuos de camarón nailon a la longitud de 10 mm LC, II-VIII Región.

4.10.1.4. Situación actual y lineamientos de manejo

La relación entre la tasa de explotación y la biomasa explotable de camarón nailon se muestra en la Fig. 43, donde se observa la trayectoria temporal de la situación del recurso. La situación actual indica un recurso alejándose de una condición de sobrepesca, aumentando en biomasa y con una tasa de explotación anual que tiende al 15% de la fracción explotable. En base a este resultado, se establecen en forma empírica algunos lineamientos para el manejo del recurso. En la figura se ilustra el uso de un umbral absoluto de biomasa explotable de 10 mil toneladas, por debajo de este nivel la pesquería se ubicaría en un nivel no deseado implicando una situación de sobreexplotación, mientras que un límite precautorio de biomasa explotable podría estar definido en torno de las 15 mil toneladas. En niveles por debajo de 15 mil ton, la tasa de explotación debería ser reducida linealmente.

Desde el punto de vista de la biomasa desovante, definida como la fracción de hembras maduras u ovígeras, el umbral absoluto de biomasa coincidiría con aproximadamente 10 mil toneladas de biomasa desovante y en términos del potencial reproductivo, evaluado a través del número de huevos, con cerca de 3000 mil millones (Fig. 44). En la estimación de la biomasa desovante se utilizó la ojiva de madurez establecida por Canales et al. (1999), en tanto que para la fecundidad a la talla se utilizó la relación establecida por Arana et al. (2003).

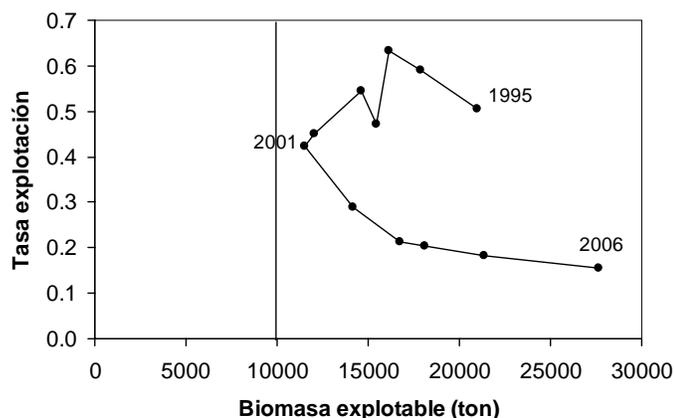


Fig. 43. Evolución de la tasa de explotación en función de la biomasa explotable de camarón nailon en el periodo 1995-2006, II – VIII Regiones.

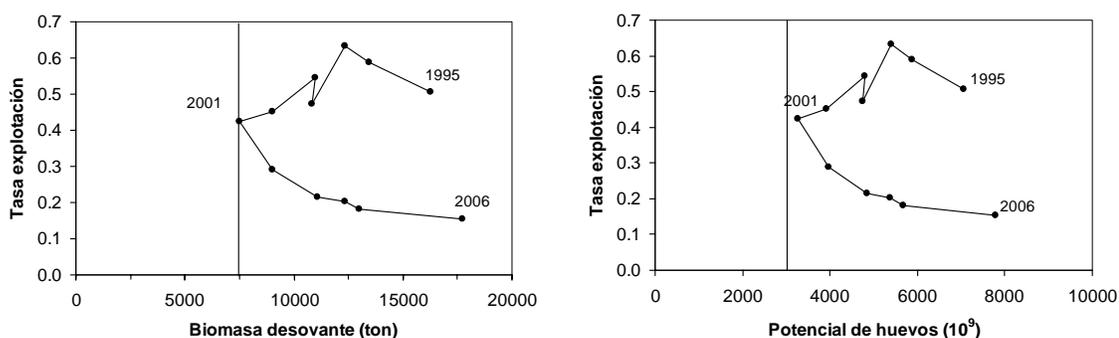


Fig. 44. Evolución de la tasa de explotación en función de la biomasa desovante (hembras maduras) y del potencial de huevos de camarón nailon en el periodo 1995-2006.

4.10.1.5. Análisis de riesgo

Con el objeto de evaluar las implicancias de acciones de manejo alternativas, se realizó un análisis de riesgo mediante el re-muestreo de la función de densidad a posterior utilizando el algoritmo Monte Carlo de la Cadena de Markov (MCMC) implementado en AD Model Builder. Esto consistió en 5.000 submuestras obtenidas de 1.000.000 de simulaciones.

Todas las acciones de manejo alternativas se evaluaron proyectando bajo incertidumbre el estado futuro del recurso en un periodo de 10 años, considerando capturas constantes (e.g. 0, 2500, 5000 y 7500 ton). Se decidió utilizar la biomasa explotable como indicadora de los efectos de la explotación para minimizar el impacto de la variabilidad del reclutamiento, y se usó la razón entre la biomasa explotable proyectada al final de los 10 años (año 2016) y la biomasa explotable del año 2006. En cada escenario de proyección se calculó la tasa de explotación, que también se considera un elemento de decisión.

De acuerdo con los probables estados de la naturaleza en el 2006 (biomasa explotable), la función de desempeño y la tasa de explotación se ilustran en la Tabla 38. Se observa que al implementar una veda por los próximos 10 años, la biomasa explotable del camarón nailon se incrementaría en 1,42 veces la biomasa actual. Una captura constante de 2500 t, implica una probabilidad de mantener la biomasa actual o levemente superior al actual (1,15 veces), y la tasa de explotación esperada sería del orden del 8%. Una captura del orden de 5000 t anuales podría generar consecuencias no deseadas, que implican una reducción del orden del 83% de la biomasa actual y tasa de explotación del 22%. Niveles de captura de 7500 ton anuales no son recomendables, ya que es probable que la tasa de explotación se incremente a niveles de entre 54 y 90% según la condición del stock, y una reducción significativa de la biomasa explotable (Tabla 39).

Los perfiles de distribución acumulada de la función de desempeño en función de cada política de explotación, indican que niveles moderados de captura son posibles de implementar, inferiores a 3000 toneladas (Fig. 45).

Tabla 39. Tabla de decisión para las diferentes políticas de explotación definidas para el camarón nailon de la unidad de pesquería de la II-VIII Regiones. La función de desempeño es la razón entre la biomasa explotable al final de 10 años de proyección y la biomasa explotable del 2006.

	Estados de la naturaleza				Valor esperado
	Biomasa explotable 2006 (t)				
Probabilidad	<25000	25001-27000	27001-30000	>30000	
	0.008	0.2758	0.6976	0.0186	
Política	Función de desempeño				
Veda	1.44	1.42	1.42	1.39	1.42
C=2500 t	1.11	1.14	1.15	1.13	1.15
C=5000 t	0.74	0.80	0.84	0.85	0.83
C=7500 t	0.26	0.35	0.44	0.50	0.41
	Tasa de Explotación				
C=2500 t	0.093	0.084	0.078	0.073	0.080
C=5000 t	0.285	0.243	0.217	0.196	0.224
C=7500 t	0.900	0.791	0.666	0.538	0.700

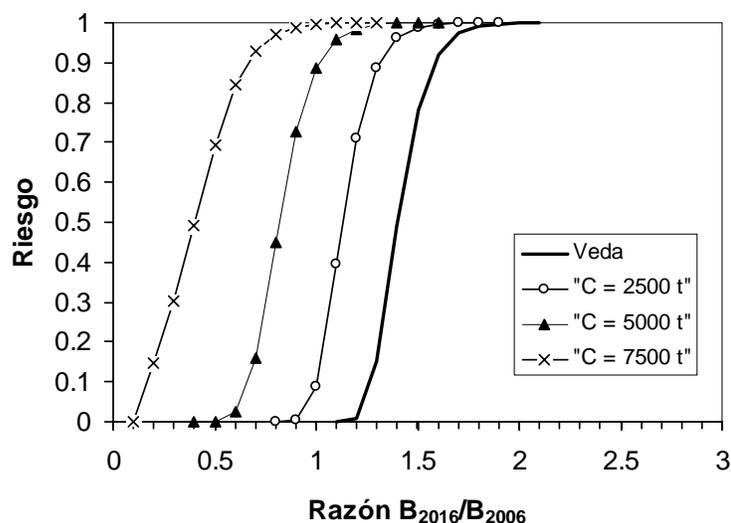


Fig. 45. Perfil de probabilidad acumulada de la función de desempeño según cuatro políticas de manejo de la pesquería de camarón nailon (II-VIII Regiones).

4.10.2. Propuesta complementaria al Objetivo Específico 5 (Instituto de Fomento Pesquero)

El siguiente informe reporta la evaluación de stock y diagnóstico de la pesquería de camarón nailon. Para un mejor análisis y considerando la extensión del área de la pesquería (aproximadamente 14 grados de latitud), esta fue separada en dos grandes regiones para su evaluación: macrozona norte (Regiones II a IV) y macrozona sur (Regiones V a VIII). Esta separación se fundamenta en la diferenciación en términos de crecimiento y expansión de los individuos en ambas macrozonas.

La información científica recopilada y los resultados del presente estudio, establecen una recuperación en los niveles de biomasa del stock durante los últimos 4 años, por lo cual, la SUBPESCA no consideró ninguna medida extraordinaria de restricción para el año 2006, permitiendo la captura de esta especie a lo largo de toda la unidad de pesquería.

4.10.2.1. Desembarque y operación de la flota

Los desembarques por macrozona (Fig. 46), mostraron un comportamiento dominado por la macrozona sur hasta el año 1998, observando luego una disminución y una marcada dominancia de la macrozona norte, la que se mantiene hasta el año 2002.

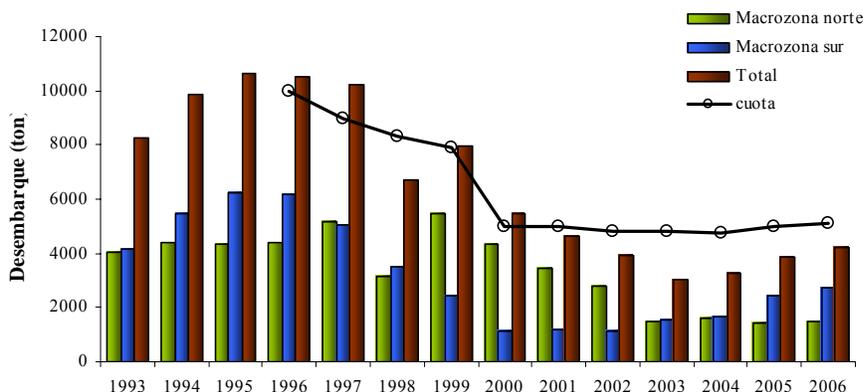


Fig. 46. Desembarque según zona de captura para la flota industrial y artesanal que operó sobre el camarón nailon durante el periodo 1993-2006. Fuente de datos: SUBPESCA.

Durante el año 2006, la pesquería de camarón nailon totalizó un desembarque de 4.213 ton, superior en un 9% al registrado durante el año 2005. La flota industrial registró el 84% del desembarque (3.534 ton), en tanto, la flota artesanal desembarcó el restante 16% correspondientes a 679 ton. En términos regionales, la mayor actividad extractiva, se concentró en la IV y VII regiones con 1.263 y 1.272 ton, respectivamente, seguido en importancia por las regiones V (605 ton) y VIII (427 ton)

4.10.2.2. Variación espacio-temporal del rendimiento nominal de pesca

Los rendimientos de pesca en la macrozona norte, mostraron una tendencia creciente, desde 160 kg/h.a en 1993 hasta 213 kg/h.a. en 1997. Luego de un sostenido descenso hasta el año 2002, se aprecia un aumento en los rendimientos hasta el 2005, alcanzando 203 kg/h.a. El esfuerzo de pesca presentó un máximo en 1999, con alrededor de 40 mil horas de arrastre, disminuyendo a valores cercanos a las 10 mil horas durante los últimos 3 años (Fig. 47).

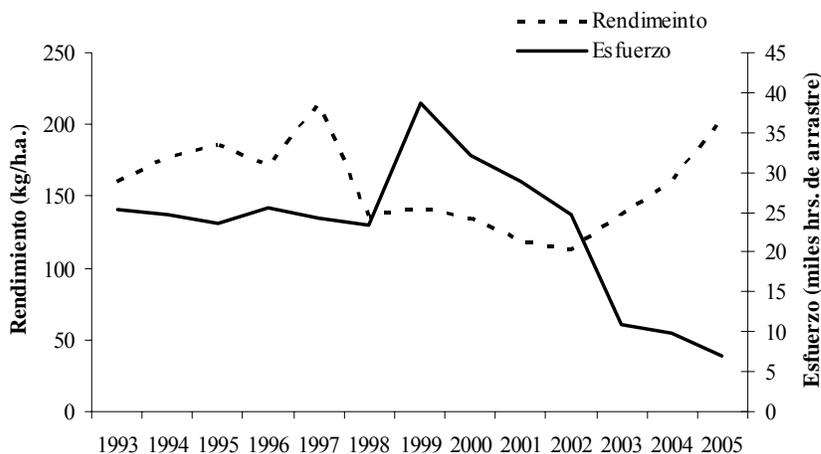


Fig. 47. Rendimiento de pesca (estimador de razón en kg/h.a.) y esfuerzo de pesca total estimado (h.a.) para camarón nailon, II a IV Región entre 1993 – 2005. Fuente de datos: IFOP.

En la macrozona sur en tanto, el rendimiento de pesca registró un valor mínimo, de 74 kg/h.a. durante 1999 (Fig. 48). Después de la veda de los años 2001 y 2002, el indicador registra una importante alza, que llega el 2003 a los 240 kg/h.a., correspondiente a la actividad extractiva

realizada en aguas de la V y VI Región. Posteriormente, durante el 2004 y 2005 se registra otro incremento, con valores de 290 y 302 kg/h.a respectivamente., correspondiente a capturas obtenidas en la V y VII Región.

Para el primer semestre del año 2006, los registros del IFOP, obtenidos a través del programa de monitoreo de la pesquería, indican que los rendimiento de pesca registran un nuevo incremento en toda la unidad de pesquería y que el esfuerzo de pesca permanece estable, en torno a las 10 mil horas de arrastre.

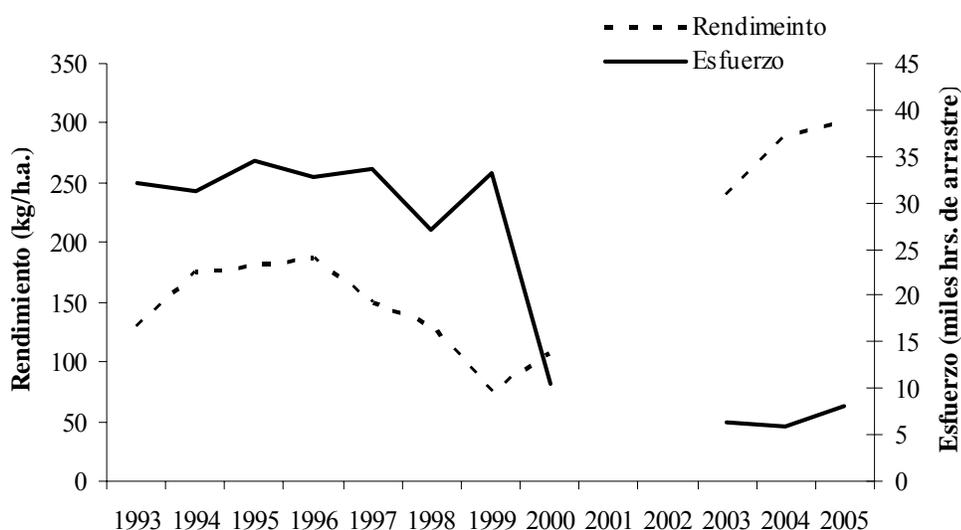


Fig. 48. Rendimiento de pesca (estimador de razón en kg/h.a.) y esfuerzo de pesca total estimado (h.a.) para camarón nailon, V a VIII Región entre 1993-2005. Fuente de datos: IFOP.

4.10.2.3. Modelo de Evaluación Indirecta

El modelo de evaluación fue estructurado con un rango de tamaño entre los 12 y 38 mm de longitud cefalotorácica (LC) y considerando para el proceso de modelación, el periodo 1993-2006, donde la estructura de tallas fue analizada separadamente para machos y hembras, ya que se aprecian diferencias en el crecimiento de ambos sexos. Sin embargo, el análisis total de la población se realiza con la dinámica de ambos sexos de manera simultánea.

4.10.2.4. Fuentes de información para el modelo de evaluación

a) Índice de Abundancia relativo (cpue)

Se utilizaron los datos de bitácoras de pesca de la flota comercial que opera a lo largo de toda el área de la pesquería (II a la VIII Región), el índice fue construido para el periodo 1989 - 2005, faltando por incorporar la información referente al año 2006, que preliminarmente advierte un nuevo incremento en el índice respecto del año 2005.

b) Estructuras de tallas

Las capturas en número desagregadas por talla-sexo son ajustadas a las estimaciones del modelo. Los datos de longitud-frecuencia, obtenidos desde los programas de muestreo de las capturas y desembarques, son utilizados para la construcción de las estructuras de tallas. Éstas son construidas por puerto, mes, y región y posteriormente expandidas a los desembarques totales anuales por puerto-mes-región. La estructura anual utilizada en el modelo de evaluación corresponde a la sumatoria ponderada de la expansión antes mencionada. Para el año 2006, se usó la información correspondiente al primer semestre.

c) Desembarques

Durante el periodo 1993-2006 se han registrado los niveles de desembarque de la flota industrial y artesanal. En ausencia de estimaciones de captura para el periodo de evaluación, los desembarques han sido utilizados para calibrar las mortalidades por pesca anual. Si bien la mayoría de las evaluaciones de stock utilizan las capturas como valores observados, que se restan a la biomasa o abundancia de la población, en el presente estudio se asume que los datos de desembarque son observaciones con error, con coeficiente de variación proporcional a la varianza de las capturas registradas en las bitácoras de pesca.

d) Cruceros de evaluación directa:

El Fondo de Investigación Pesquera ha demandado la ejecución de cruceros de evaluación directa de este recurso mediante el método de área barrida, proporcionando estimaciones de biomasa vulnerable. Incluyendo la estimada en el presente proyecto, esta información es incorporada dentro del modelo de evaluación indirecta desde 1996.

4.10.2.5. Ajustes

En términos generales el modelo de evaluación reproduce adecuadamente la CPUE estandarizada (hasta el año 2005), desembarques y biomasa de cruceros (Figs. 49 y 50). De igual forma, el modelo presentó un favorable ajuste de la estructura de tallas de los desembarques por macrozona (Figs. 51 y 52).

En la macrozona norte, se observa una disminución de la cpue estimada desde 1996 al 2001, luego aumenta sostenidamente hasta el año 2005, donde registra el máximo nivel de la serie. La variación del índice de abundancia relativa, es coherente con los niveles de biomasa observados en los cruceros de evaluación hasta el año 2003, luego desde el año 2004 la biomasa de los cruceros se estabiliza a pesar que la señal de la cpue continúa con la tendencia al aumento. Sin embargo, la evaluación directa del año 2006 registra un aumento en los niveles de biomasa.

En la macrozona sur, ambas señales (cpue y biomasa crucero) son consistentes, registrando un valor mínimo en 1999 y aumentando significativamente durante los años siguientes. No obstante, le modelo no logró reproducir el nivel de biomasa registrado durante el año 2006 por el crucero de evaluación (Fig. 50).

El incremento observado en los niveles de biomasa, a partir del año 2000 en la macrozona sur y 2003 en la macrozona norte, son consistentes con el incremento en la talla modal de los individuos a partir de esos años (Figs. 51 y 52), lo que sumado a la recuperación en la abundancia de los reclutas, han generado un impacto positivo en los niveles de biomasa del stock en toda la unidad de pesquería.

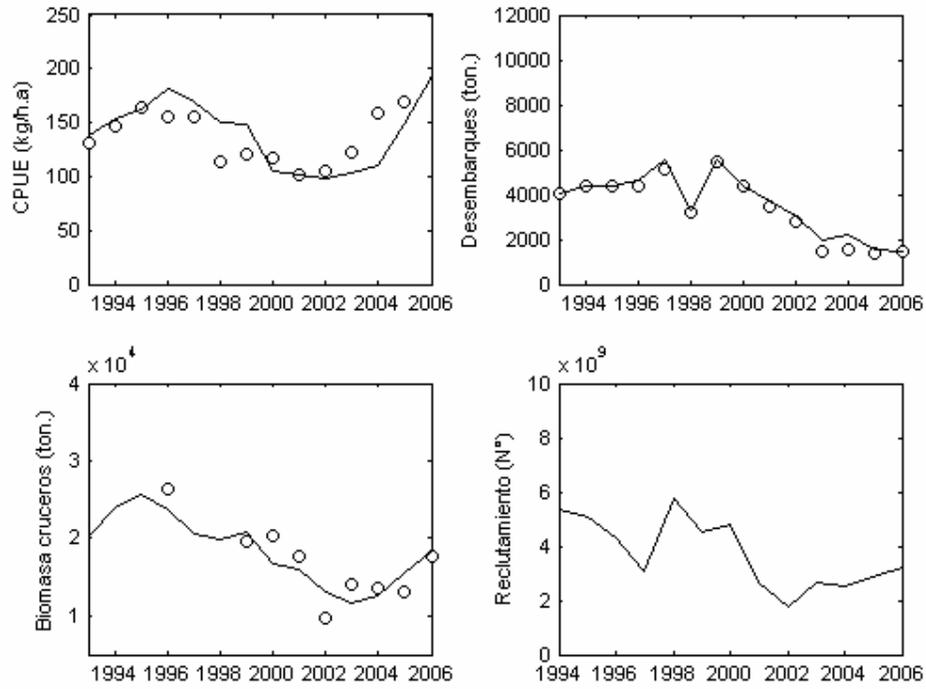


Fig. 49. Ajuste de modelo macrozona norte datos observados (círculos) y predichos (línea).

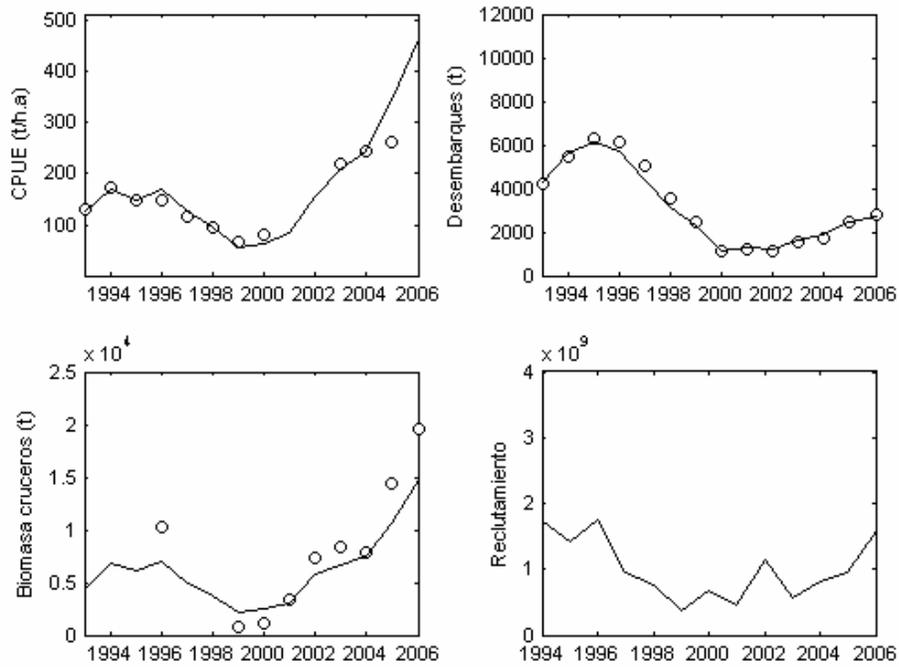


Fig. 50. Ajuste de modelo macrozona sur, datos observados (círculos) y predichos (línea)

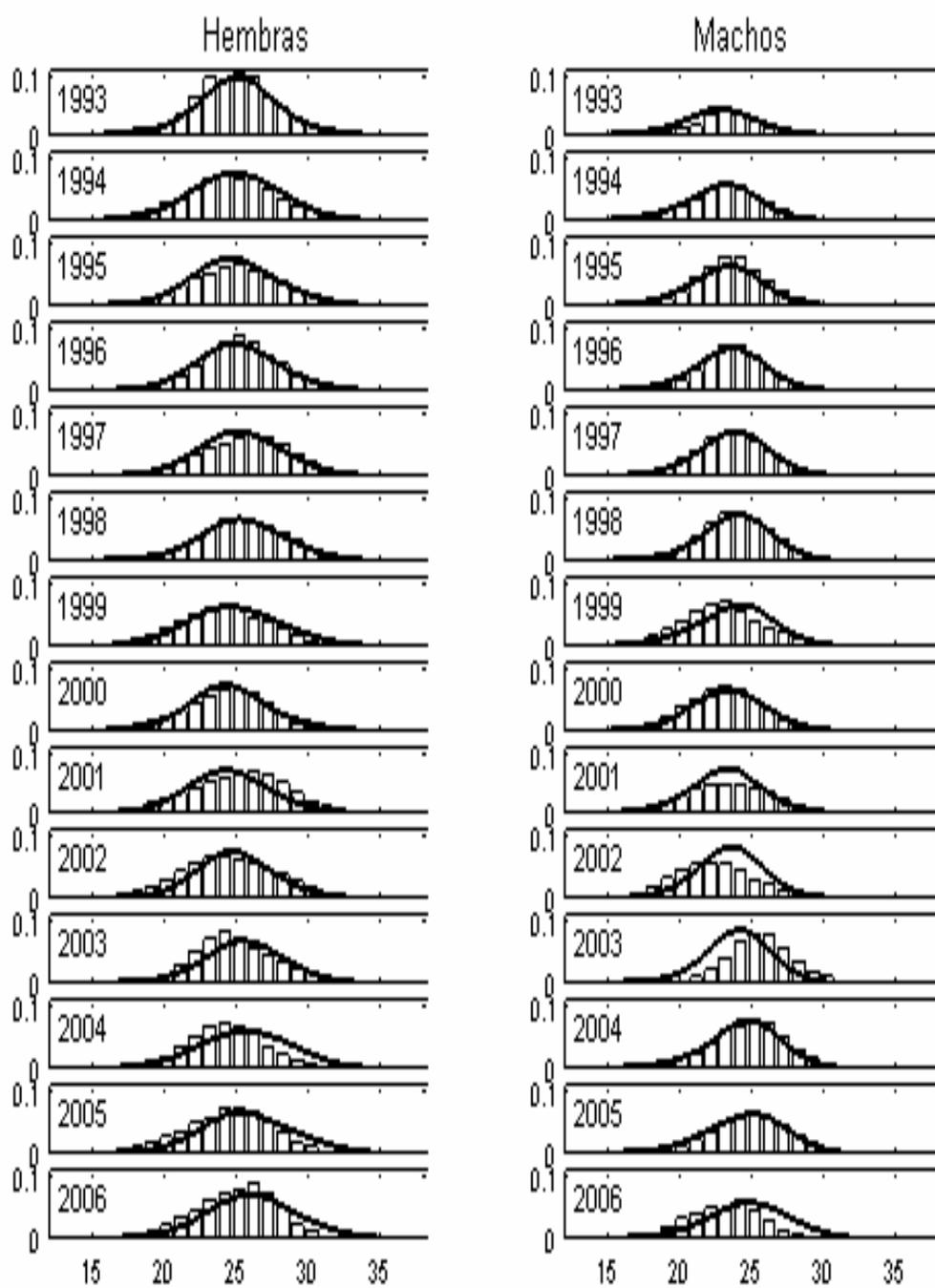


Fig. 51 Estructura de tallas observada para la macrozona norte, en barras se grafican las estructuras de tamaños observadas y en líneas se presentan las obtenidas del modelo para el periodo 1993-2006.

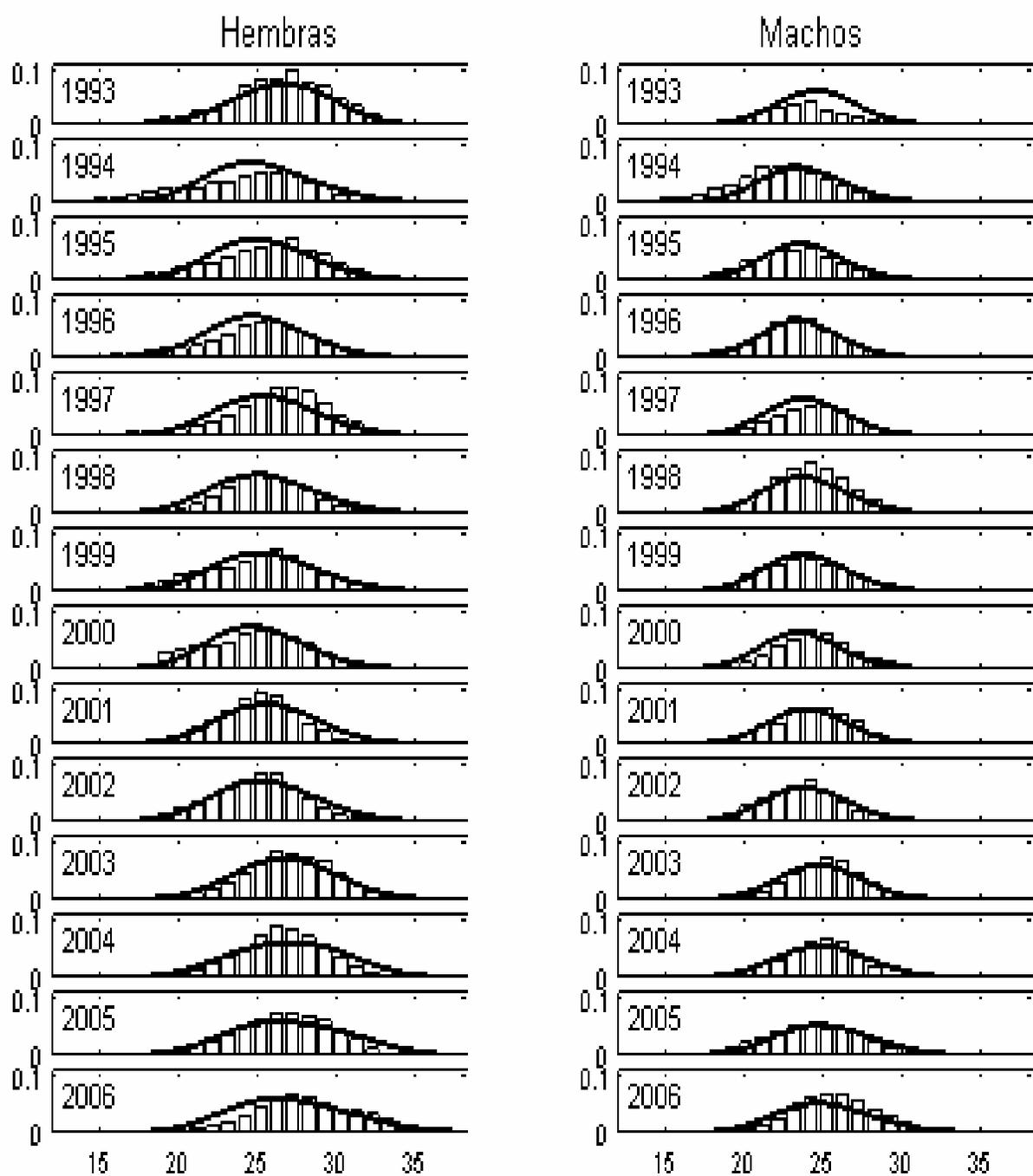


Fig. 52. Estructura de tallas observada para la macrozona sur, en barras se grafican las estructuras de tamaños observadas y en líneas se presentan las obtenidas del modelo para el periodo 1993-2006.

4.10.2.6. Evaluación de stock y estado de explotación

Los resultados del modelo de evaluación, indican que la biomasa total de camarón nailon alcanzó a 43,6 mil ton durante el año 2006, de las cuales 24,7 mil ton se concentraron la macrozona norte y 18,9 mil ton en la macrozona sur. Tales resultados, evidencian un aumento respecto del año anterior en los niveles de biomasa de la macrozona sur y norte, cuya tendencia a la recuperación comienza a manifestarse a partir del año 2001 y 2004 respectivamente (Fig. 53).

Por su parte, la biomasa vulnerable y desovante, siguen la misma tendencia de la biomasa total, registrando durante el 2006, niveles de 19, 4 y 13,2 mil ton totales respectivamente en toda la unidad de pesquería.

Para el año 2006, en la macrozona sur, el modelo de evaluación entrega un valor medio de biomasa vulnerable del crucero de 14,7 mil ton, con un límite superior de 17, 6 mil ton valor inferior a los 19,5 mil ton estimadas en la evaluación directa en esta macrozona. En cambio en la macrozona norte, el modelo reproduce en forma adecuada el nivel de biomasa obtenido por el crucero de evaluación durante el último año, cuyo valor de 17,6 mil ton se encuentra dentro del intervalo de confianza (17,2 – 20,6 mil ton.) del valor medio (18,6 mil ton.) estimado para esta variable.

La Tabla 40, muestra los niveles de biomasa total, vulnerable y desovante estimados por el modelo de evaluación para el año 2006 y los que se proyectan para el año 2007 con una tasa de explotación constante en torno al 10%.

Tabla 40. Indicadores del estado de camarón nailon para el año 2006 y proyección de la Biomasa Total, Vulnerable y Desovante para el 2007

		NORTE	SUR	TOTAL
Indicadores	BT ₂₀₀₆	24647	18932	43579
	BV ₂₀₀₆	7564	11853	19417
	BD ₂₀₀₆	5058	8149	13207
Proyecciones	BT ₂₀₀₇	29720	22722	52442
	BV ₂₀₀₇	9743	14740	24483
	BD ₂₀₀₇	6728	10287	17015

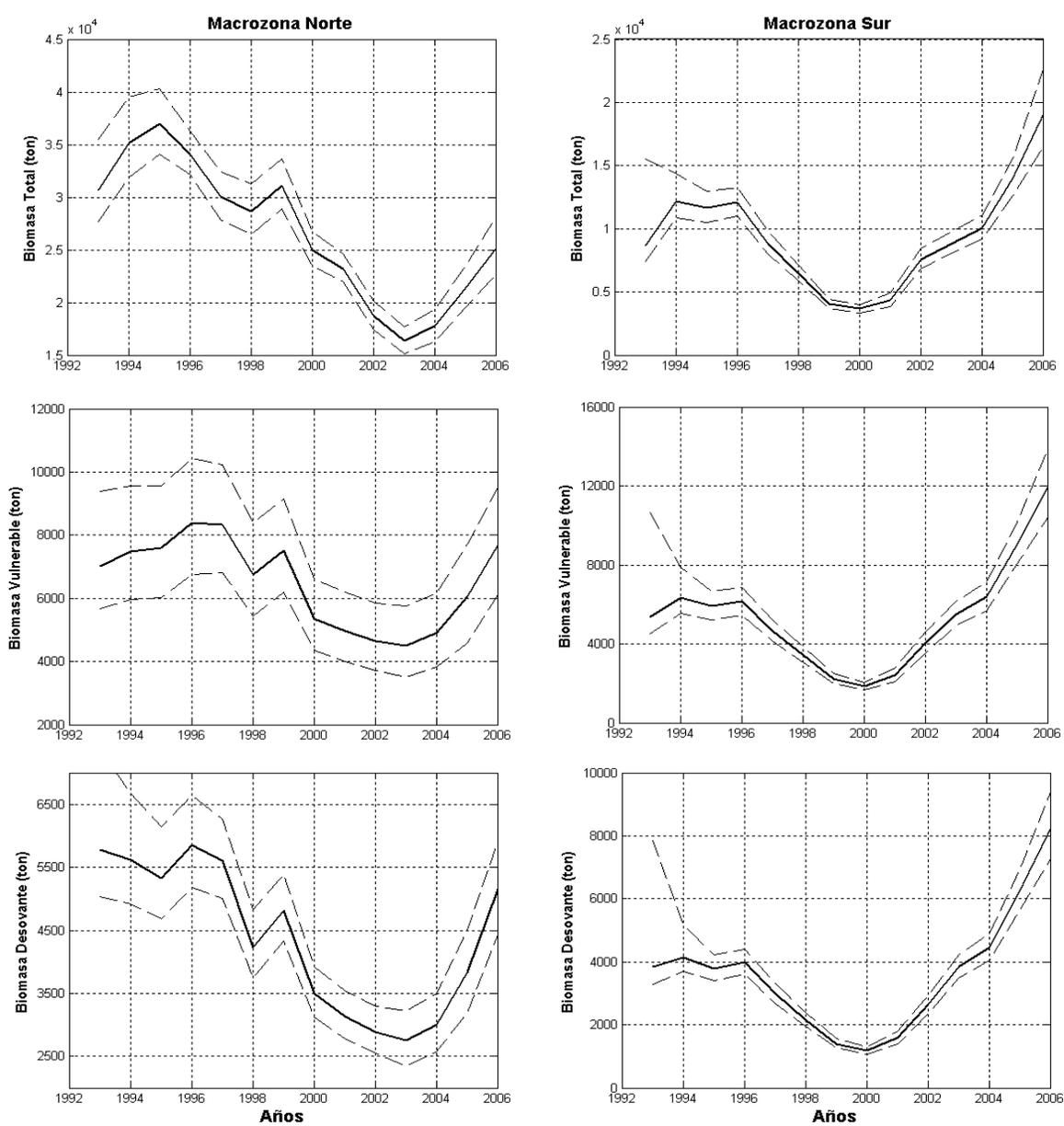


Fig. 53. Variación temporal de la Biomasa Total, Vulnerable y Desovante, estimadas en el modelo de evaluación para ambas macrozonas. Intervalos de confianza (--) con nivel $\alpha = 0,05$.

5. DISCUSIÓN

La distribución espacial de la densidad poblacional de camarón nailon se presentó a la forma de conglomerados de abundancia relativamente continuos entre la IV y VI Regiones, a la forma de una delgada cinta, tal y como han señalado anteriormente diferentes autores. En las regiones II y III, sin embargo, la distribución de la abundancia de camarón nailon se mostró a la forma de focos o conglomerados de abundancia discontinuos, a diferencia de lo señalado por Arana *et al.* (2004, 2006), quienes manifiestan que de acuerdo a los resultados alcanzados por ellos, en el año 2004 y 2005, el camarón nailon se distribuyó de modo prácticamente continuo desde el límite sur de la II Región y V Regiones, y que **SOLO** la presencia de zonas no rastreables en la V y VII Regiones (Cañón Submarino de San Antonio, al sur de Constitución, etc.) permitió la conformación de conglomerados de abundancia entre la V y VIII Regiones.

En el presente estudio, de manera similar a lo observado por Arana *et al.* (2006), la distribución de abundancia de camarón nailon, entre la V y VIII Región, fue discontinua, conformando focos de abundancia con niveles de densidad variable en toda el área de estudio y de mayor tamaño a los registrados por Arana *et al.* (2006). Sin embargo, el área de distribución de la densidad local de camarón nailon calculada en este estudio alcanzó a 3.740,2 Km², lo que resulta ser casi un 10% menos del área de distribución indicado por Arana *et al.* (2006), que alcanzó a 4.147 km².

En el caso de la densidad poblacional promedio, Arana *et al.* (2006) señalan que, incluyendo los lances sin captura de camarón, ésta se presentó con valores mayores en la VI y VII Regiones, fenómeno que también se observó en el año 2006, de acuerdo a los resultados encontrados en este estudio. De la misma manera que en el año 2005, hacia la zona norte, la densidad poblacional decrece, alcanzando valores entre 0,214 y 8,264 ton/Km², en contraste a los valores registrados entre la V y VII Regiones, donde la densidad poblacional promedio fluctuó entre 6,404 y 17,411 ton/Km². En la VIII Región la densidad promedio de camarón nailon fluctuó entre 7,432 y 20,539 ton/Km². Estos niveles de abundancia de camarón nailon encontrados en este estudio, son similares a los observados por Arana *et al.* (2006) en el caso de los focos de abundancia de las Regiones II y III, donde la densidad poblacional promedio alcanzó a 4,285 ton/Km² y 4,629 ton/Km², respectivamente.

El centro de gravedad de la densidad poblacional de camarón nailon (ton/Km^2) en el año 2006, se encontró en los $32^{\circ}26'S$ (inercia: $I = 5,922^{\circ}S$) y $72^{\circ} 00'W$ ($I = 0,383^{\circ}W$), encontrándose desplazado respecto del observado en el año 2005 ($CG = 31^{\circ}42'S$, $I = 4,626^{\circ}S$), y más todavía de aquellos observados entre los años 1999 y 2004, donde el centro de gravedad promedio se encontró en los $30^{\circ}41'S$. Lo anterior se atribuye, principalmente, a la mayor abundancia del recurso, que a su vez ha aumentado la ocupación del espacio disponible, debido a la baja explotación existente entre la V y VIII Regiones, por cierre de la pesquería en dicha zona.

Adicionalmente, junto con el desplazamiento del centro de gravedad de la densidad poblacional se observó un aumento en el grado de concentración de la densidad poblacional, medida a través del índice de Gini. En efecto, este índice, para toda el área de estudio, alcanzó a 0,295 en el año 2006, mientras que en el año 2005 alcanzó a 0,382. Adicionalmente, en el análisis de la evolución temporal del índice de Gini respecto de la biomasa de camarón nailon entre el año 2000 y 2006, exceptuando el año 2001, se observó que entre los años 2000 y 2004, éste se mantuvo fluctuando alrededor de 0,410, no mostrando cambios notables respecto de las fluctuaciones de la biomasa. Sin embargo, a contar del año 2005, el índice de Gini, mostró una tendencia decreciente, contraria a la tendencia de las biomásas. Al respecto, la disminución del índice de Gini, y consecuentemente, el incremento del grado de concentración de la densidad de camarón nailon, se atribuye al aumento de la biomasa del recurso, sin un aumento del área de distribución, sino que por el contrario, ésta se redujo en cerca de 10% respecto del año 2005.

Por otro lado, la disminución observada en el índice de Gini, se puede deber a las mejoras metodológicas aplicadas en este estudio respecto de estudios anteriores, particularmente en la manera de estimar el área de distribución de recurso. En efecto, en este estudio se definieron conglomerados de abundancia, a diferencia de la distribución prácticamente continua que señala Arana *et al.* (2006), lo que puede llevar a la sobreestimación del área de distribución de la abundancia realizada por dichos autores.

La biomasa de camarón nailon estimada en el presente estudio mediante el enfoque geoestadístico alcanzó a 37.110,5 tons, valor que resulta 42,6% mayor que el estimador de

biomasa del año 2004 (Arana *et al.*, 2004), y 41,4% superior al estimador de biomasa del 2005 (Arana *et al.*, 2006). En el caso de Arana *et al.* (2004, 2006), la biomasa de camarón nailon alcanzó a 21.300 y 21.758,9 tons, respectivamente. Al respecto, el estimador de biomasa de camarón nailon utilizado por Arana *et al.* (2006) correspondió al estimador de razón, que es considerado altamente influenciado por la alta presencia de valores cero (sin pesca de la especie objetivo).

Una de las características principales que muestra la distribución de frecuencia del camarón nailon es su forma de campana. Arana *et al.* (2004, 2006) muestra esta característica muy marcada en las distribuciones de frecuencia de talla de la II y III Región, con una moda principal localizada entre los 24 y los 25 mm LC, similar a lo encontrado en este estudio. Sin embargo, en el estudio de estos autores se observó una distribución de frecuencia más achatada y amplia desde la IV a la VIII Regiones. Incluso, se observaron varios grupos modales desde la VI a la VIII Regiones. En el presente estudio, las distribuciones de frecuencia fueron más estrechas en la parte sur (VI a VIII) con una moda principal localizada entre los 25 y 26 mm LC en machos y entre los 25 y 27 mm LC en hembras. Arana *et al.* (2004) discuten sobre la estructura de tamaños indicando una estabilidad en las tallas media en la zona norte (II a IV Regiones) y una disminución de las tallas medias en la VIII Región y mayormente en la VI Región durante el año 2004. Estos autores asocian este resultado al aumento del esfuerzo pesquero y a las variaciones en la proporción sexual. Arana *et al.* (2006) señalaron una disminución hasta el año 2005 de las tallas medias en los ejemplares provenientes de la zona norte (II a IV Región), mientras que las tallas de la zona sur mostraron una estabilidad en torno a los 26 mm. Este estudio mostró un leve aumento de la frecuencia de tallas mayores en toda el área de estudio. Arana *et al.* (2004 y 2006) mostraron menor proporción de machos no superando el 50% en ninguna Región, mientras que en este estudio los machos tuvieron un mayor porcentaje en la mayoría de las regiones del sur (V a VIII), exceptuando la VII Región. Cabe señalar, que las diferencias con estudios anteriores sólo podrían deberse a la ejecución de los cruceros en período diferentes. De hecho este estudio se realizó a finales de año y tradicionalmente las evaluaciones directas de camarón nailon se han realizado en los meses de invierno.

Las especies de la fauna acompañante con mayor aporte a la varianza del proceso general de la estructura comunitaria estuvieron presentes en todo el rango latitudinal y en todo el rango batimétrico; en consecuencia, los grupos o ensambles específicos presentaron similar rango de distribución. En éste, los ensambles se presentaron formando conglomerados, los cuales presentaron superposición mínima. Este arreglo espacial de los ensambles está determinado muy probablemente por variables ambientales a escala menor al rango del área de estudio y/o debido a la interacción de las propias especies que los conforman. Esto podría explicar que un mismo ensamble se encuentre en diferentes latitudes y en diferentes profundidades, sin una tendencia espacial aparente.

Un número reducido de especies son las que definen la similitud interna entre grupos y la disimilitud entre grupos. Este resultado se ha observado en los proyectos FIP 2004-11 y FIP 2005-09, lo que también se encuentra reportado en la literatura (Fujita *et al.*, 1995; Jung & Houde, 2003; Prista *et al.*, 2003). Estas especies, que determinan la estructura comunitaria, son denominadas especies clave (*sensu* Menge *et al.*, 1994) y son las que presentan mayor abundancia, con el resto de las especies en niveles de abundancia menores. Este patrón se ha detectado en los últimos años a partir del análisis de la fauna acompañante. Bajo condiciones ambientales que implican una perturbación para las especies clave o estructuradoras, su abundancia disminuye, aumentando la abundancia de aquellas especies de menor importancia relativa. De acuerdo a lo observado en los proyectos FIP 2004-11, FIP 2005-09 y el presente, no se han producido perturbaciones que alteren la estructura comunitaria, ya que las especies estructuradoras son las mismas en los tres años de estudio de los proyectos mencionados.

La situación del camarón nailon se estableció sobre la base de la información existente que ha sido comunicada en informes previos, tratando de mejorar los enfoques de evaluación mediante un análisis integrado de los datos observados sobre la base de un modelo de dinámica de la abundancia talla-estructurado. Aunque surgen algunos aspectos críticos, particularmente en términos de no contar con toda la información disponible, tal y como lo establecen las bases especiales del proyecto. En primer lugar, no se contó con la estructura de tallas de las capturas. En segundo lugar, las evaluaciones directas que se han desarrollado han sufrido tantos cambios interanuales en los diseños de muestreo que es imposible resolver a través de este proyecto el

aislar los cambios puros debidos a la dinámica del recurso respecto de errores de observación. En consecuencia, la evolución de camarón nailon, es condicional a la información que se ha consolidado hasta el momento, pero que ha permitido visualizar algunos elementos importantes en el contexto de los cambios interanuales en la tasa de explotación, reclutamientos, biomasa total, que de todas maneras pueden y deben ser tomados en cuenta.

Se observa una recuperación de la biomasa explotable de camarón nailon desde el 2001 al 2006, una reducción en la tasa de explotación anual que en el 2006 alcanza a cerca de 16%. El diagnóstico, indica además que la recuperación de la biomasa se debe a dos clases anuales abundantes que reclutaron en 1999 y 2003. La primera, fue importante en términos de detener la tendencia decreciente que se venía observando desde 1995. La segunda, en cambio, permitió el crecimiento de la biomasa explotable en los últimos tres años en concomitancia con niveles de captura que han sido regulados a través del establecimiento de las cuotas de captura anuales.

Aunque se observa una recuperación importante de la biomasa de camarón nailon, el stock aún no se consolida en términos de mantener niveles de captura superiores a las 5.000 toneladas anuales durante los próximos 10 años. En efecto, el análisis de riesgo indica que capturas de 5.000 toneladas podrían determinar tasas de explotación del orden del 20% que, aunque moderadas, sólo mantendrían la biomasa en el nivel que se observa en la actualidad. Una mejor oportunidad de recuperación se podría lograr con capturas anuales menores a las 3 mil toneladas, permitiendo aumentar la biomasa actual y lograr tasas de explotación del orden del 10%.

6. CONCLUSIONES

□ Entre las regiones II y III, la distribución de la abundancia de camarón nailon se mostró como focos o conglomerados de abundancia discontinuos, mientras que entre la IV y VI Regiones, se presentó como un conglomerado continuo semejante a una cinta delgada. Entre la V y VIII Región, la distribución de la abundancia de camarón nailon se mostró discontinua conformando focos de abundancia con niveles de densidad variable

□ El área de distribución de la densidad local de camarón nailon calculada en este estudio alcanzó a 3.740,2 Km², lo que resulta ser casi un 10% menos del área de distribución indicada por Arana *et al.* (2006), que alcanzó a 4.147 km².

□ El centro de gravedad de la densidad poblacional de camarón nailon (ton/Km²) se encontró en los 32°26'S (inercia: $I = 5,922^{\circ}\text{S}$) y 72° 00'W ($I = 0,383^{\circ}\text{W}$) en el año 2006, desplazado respecto de la posición observada en el año 2005 ($CG = 31^{\circ}42'S$, $I = 4,626^{\circ}\text{S}$), y más aún de lo observado entre los años 1999 y 2004, donde el centro de gravedad promedio se encontró en los 30°41'S. Además del desplazamiento del centro de gravedad de la densidad poblacional se observó un aumento en el grado de concentración de la densidad poblacional, medida a través del índice de Gini, que para toda el área de estudio alcanzó 0,295.

□ El análisis de la evolución temporal del índice de Gini respecto de la biomasa de camarón nailon entre el año 2000 y 2006, exceptuando el año 2001, mostró una tendencia decreciente, contraria a la tendencia de las biomásas.

□ La biomasa de camarón nailon estimada en el presente estudio mediante el enfoque geoestadístico alcanzó a 37.110,5 tons, valor que resulta 42,6% mayor que la estimación de biomasa del año 2004, y 41,4% superior de aquella del 2005, estimada mediante el estimador de razón.

□ El rango de talla general se encontró entre 10,6 – 39,4 mm LC en toda el área de estudio y los rangos observados por región fueron de 17,1 – 36,9 mm LC en la III Región, 11,4 – 38,7 mm LC en la IV Región, 12,8 – 38,7 mm LC en la V Región, 14,3 – 39,4 mm LC en la VI Región, 10,6 – 39,0 mm LC en la VII Región y 16,1 – 38,2 mm LC en la VIII Región.

□ La proporción sexual mostró un mayor porcentaje de machos en la IV, V, VI y VIII Regiones y un mayor porcentaje de hembras en la II, III y VII Regiones. La proporción sexual a la talla de esta especie mostró una mayor proporción de machos en las tallas pequeñas y hasta los 23 mm LC en la II y III Regiones, hasta los 25 mm LC en la IV Región, hasta los 26 mm LC en la V, VI y VII Regiones y hasta los 27 mm LC en la VIII Región.

□ La fauna acompañante en las capturas de camarón nailon como especie objetivo la constituyen 36 taxa, aunque el 74% en peso de la fauna acompañante se debe principalmente a merluza común (*Merluccius gayi*), pejerratas (principalmente *Caelorinchus aconcagua*) y lenguado de ojos grandes (*Hipoglosina macrops*).

□ Latitudinalmente y dependiendo de la Región, del 85% al 90% en peso de la fauna acompañante se debe a las especies señaladas anteriormente, más el crustáceo *Mursia gaudichaidii* y los tiburones de profundidad *Centroscynus crepidater* y *Apristurus nasutus*.

□ Batimétricamente, en todos los estratos la especie más importante de la fauna acompañante es la merluza común (*M. gayi*), excepto bajo los 500 m de profundidad, donde lo es el tollo *Halaelurus canescens*.

□ Ecológicamente se encontraron 5 ensamblajes faunísticos en toda el área de estudio, con *M. gayi* como la especie principal, contribuyendo entre el 44% y 96% del peso total de la fauna acompañante. Las especies más diferenciadoras en tales ensamblajes son: pejerrata *Caelorinchus aconcagua*, jaiba *M. gaudichaudii*, lenguado de ojos grandes *H. macrops* y besugo *E. crassicaudus*.

□ En el periodo 2001-2006, el camarón nailon ha exhibido una recuperación importante de la biomasa explotable desde cerca de 11,5 mil ton en el 2001 a cerca de 28 mil ton en el 2006. A su vez, la tasa de explotación presenta una disminución sostenida en igual periodo, alcanzando a cerca del 16% en el 2006. La recuperación de la biomasa se debe a dos clases anuales abundantes que reclutaron en 1999 y 2003, y a las regulaciones implementadas en términos de cuotas globales de captura que se han mantenido en torno de las 4 mil ton entre el 2001 y 2006. Sin embargo, la recuperación de la biomasa, no está consolidada y se recomienda establecer montos de captura menores a las 3 mil toneladas para otorgar una oportunidad real de recuperación y para mantener tasas de explotación del orden del 10%

□ Tanto en la zona centro-norte como en la centro-sur, el parámetro de proporcionalidad entre la cpue y la abundancia resultó en un valor inferior a 1 ($b < 1$), lo que representa una situación de

hiperestabilidad, en la cual el índice es poco sensible a las variaciones de abundancia del recurso, cayendo a tasas crecientes sólo cuando la población se ha reducido significativamente.

□ A partir de las estimaciones de la serie temporal de la cpue nominal, se puede confirmar la existencia de estacionalidad en este indicador, con máximos en enero y septiembre para la zona centro-norte y en febrero y noviembre en la zona centro-sur, evidenciándose un sincronía entre ambas señales estacionales, con un desplazamiento de 1 mes en el primer máximo del año y 2 meses en el segundo.

□ De acuerdo a las estimaciones de la cpua media a partir del modelo normal bivariado para el esfuerzo y la captura, las más altas densidades del recurso se encuentran en la V y VII Regiones, con coeficientes de variación entre un 7 y 9%. Además en el sector norte del área de distribución del recurso, se encuentran las más bajas densidades, cuyas estimaciones presentaron niveles de incertidumbre (CV%) entre un 18 y 26%.

□ De acuerdo al modelo evaluación indirecta, la Biomasa total del recurso ha presentado un significativo aumento en toda la unidad de pesquería, a partir del año 2001 y 2004 en la macrozona sur y norte respectivamente. La biomasa total de camarón nailon alcanzó a 43,6 mil ton durante el año 2006, de las cuales 24,7 mil ton se concentraron la macrozona norte y 18,9 mil ton en la macrozona sur.

□ En la macrozona sur, el modelo no logró reproducir el nivel de biomasa registrado durante el año 2006 por el crucero de evaluación, estimando un valor medio de biomasa vulnerable de 14,7 mil toneladas, inferior a las 19,5 mil estimadas en la evaluación directa. En tanto, en la macrozona norte el modelo reproduce en forma adecuada el nivel de biomasa obtenido por el crucero de evaluación, estimando para el 2006 un valor de 18,6 mil toneladas y cuyo intervalo de confianza incluye a las 17,6 mil toneladas estimadas en la evaluación directa de camarón nailon en esta zona.

7. Referencias Bibliográficas

- Acuña, E., H. Arancibia, A. Mujica, K. Brokordt y C. Gaymer. 1995. Estudio biológico-pesquero del langostino amarillo (*Cervimunida johni*) en la III y IV Región, mediante el uso de la flota arrastrera con base en Coquimbo. Informe Final Proyecto U. C. del Norte-Sede Coquimbo/Instituto de Investigación Pesquera VIII Región/Empresas Pesqueras de Coquimbo, 107 págs. + 2 anexos.
- Acuña, E. y H. Arancibia. 1996. Evaluación directa del stock de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por el método de área barrida en la zona de operación de la flota arrastrera de las regiones III y IV. Informe final Proyecto de Investigación. Depto. De Biología Marina, U.Católica del Norte - Sede Coquimbo – Depto. Oceanografía, U. de Concepción; 71 pp.
- Acuña, E., H. Arancibia, A. Mujica, L. Cid y R. Roa. 1997a. Análisis de la pesquería y Evaluación indirecta del stock de langostino amarillo en la III y IV Regiones. Informes FIP. FIP/IT N° 96-08, 153 p.
- Acuña, E., H. Arancibia, A. Mujica, L. Cid, R. Roa y F. Winkler. 1997b. Análisis de la pesquería y evaluación indirecta del stock de camarón nailon (III y VIII Regiones). Informes FIP, FIP/IT N° 95-06, 211 p.
- Acuña, E., E. Pérez & M. T. González. 1999. Monitoreo de la pesquería de crustáceos realizada por la flota de la IV región, 1997-1998. Informe Final Programa de Investigación Universidad Católica del Norte - Sede Coquimbo, 104 pp.
- Acuña, E., M. Berríos, L. Cid, J. Moraga, A. Mujica, E. Pérez y R. Alarcón. 2000a. Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, 1999. Informes FIP. FIP/IT N° 99-08, 208 p.
- Acuña, E., E. Pérez y M.T. González. 2000b. Monitoreo de la pesquería de crustáceos realizada por la flota de la IV Región, Temporada 1999. Informe Final, Proyecto de Investigación. Depto. Biología Marina, U. Católica del Norte y Asoc. de Industriales y Armadores Pesqueros A.G. IV Región, 104 pp.
- Acuña, E., M. T. González & E. Pérez. 2001. Monitoreo de la pesquería de crustáceos realizada por la flota de la IV región, Temporada 2000. Informe Final Programa de Investigación Universidad Católica del Norte - Sede Coquimbo, 90 pp.
- Acuña, E., H. Arancibia, L. Cid, R. Alarcón, L. Cubillos y A. Sepúlveda. 2002a. Evaluación directa de camarón entre la II y VIII Regiones, año 2001. Informes Técnicos FIP FIP-IT/2001-05. 209 pp.

- Acuña, E., H. Arancibia y R. Alarcón. 2002b. Monitoreo y Evaluación de la pesquería de langostino amarillo *Cervimunida johni* Porter, 1903, en la III y IV Región; Noviembre-diciembre 2001. Informe Final, Convenio ARPESCA - Depto. Biología Marina. Universidad Católica del Norte – Sede Coquimbo, 48 p.
- Acuña, E., M.T. González y M. González. 2003a. Pesquerías de langostinos y camarón nailon en el norte de Chile. In: Actividad pesquera y de acuicultura en Chile, E. Yáñez (Ed.), Escuela de Ciencias del Mar, UCV, p. 263-287.
- Acuña, E., G. Conan, L. Cid, R. Alarcón y L. Cubillos. 2003b. Evaluación directa de langostino colorado entre la III y IV regiones, año 2003. Informes Técnicos FIP. FIP/IT N° 2003-03, 141 pp.
- Acuña, E., R. Alarcón, H. Arancibia, L. Cid, A. Cortés, L. Cubillos, R. León y S. Neira. 2005. Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII regiones, año 2004. Informes Técnicos FIP, FIP/IT N° 2004-11, 398 pp.
- Acuña, E., R. Alarcón, L. Cid, H. Arancibia, L. Cubillos y A. Cortés. 2006. Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2005. Informe Final. Proyecto FIP N° 2005-09.
- Andrade, H. y P. Báez. 1980. Crustáceos decápodos asociados a la pesquería de *Heterocarpus reedi* Bahamonde 1955 en la zona central de Chile. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile, 37: 261-267.
- Arana, P. y A. Nakanishi. 1971. La pesquería del camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) frente a la costa de Valparaíso. Inv. Mar. 2(4): 61-92.
- Arana, P. y M. Tiffou. 1970. Madurez sexual, sexualidad y fecundidad del camarón nailon (*Heterocarpus reedi*). Invest. Mar., Valparaíso, 1(11): 261-284.
- Arana, P. 2000. Evaluación directa de camarón nailon, langostino amarillo y langostino colorado, año 2000. Informes Técnicos FIP, FIP – IT /2000-05, 315 p.
- Arana, P., M. Ahumada y A. Guerrero. 2003a. Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2002 (Proyecto FIP N° 2002-05). Informe Final Estud. Doc., Univ. Católica de Valparaíso, 05/2003. 318 pp.
- Arana, P., M. Ahumada, S. Palma, T. Melo, D. Queirolo, A. Guerrero, R. Bahamonde, M. A. Barbieri, J. Cortés, J. C. Quiroz y B. Leiva. 2004. Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2004 (Proyecto FIP N° 2004-10). Informe Final Estud. Doc., Univ. Católica de Valparaíso, 18/2005. 263 pp.
- Arana, P., M. Ahumada, A. Guerrero, T. Melo, D. Queirolo, M.A. Barbieri, R. Bahamonde, C. Canales y J.C. Quiroz. 2006. Evaluación directa de camarón nailon y gamba entre a II y VIII Regiones, año 2005 (Proyecto FIP N° 2005-08). Inf. Final. Estud. Doc., Pont. Univ. Católica de Valparaíso, 10/2006. 368 pp.

- Arancibia, H. y S. Mora. 1992. Cuantificación de la abundancia de merluza común (*Merluccius gayi*) por el método de área barrida. Informe Final Proyecto 1 del "Programa básico de investigación del recurso merluza común". Instituto de Investigación Pesquera/Instituto de Fomento Pesquero/Empresa Pesquera El Golfo/Empresa Pesquera Biobío, 21 p. + 3 figs.
- Arredondo, M. 1996. Evaluación directa del stock del camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) entre las regiones de Antofagasta y del Bío-Bío. En: Pavez, P. Evaluación directa del stock de camarón nailon en la zona centro-norte. Informes Técnicos FIP, FIP/IT 96-09. 295-338.
- Bahamonde, N. 1955. Hallazgo de una especie nueva de *Heterocarpus* en aguas chilenas: *H. reedi* n. Sp. Inv. Zool. Chil., 2: 105-114.
- Bahamonde, N. y G. Henríquez. 1970. Sinopsis de datos biológicos sobre el camarón nailon *Heterocarpus reedi*, Bahamonde 1955. En: Mistakidis, M. N. (Ed.). Proceedings of the world scientific conference on the biology and culture of shrimps and prawns, Mexico City, Mexico, 12-21 June 1967. FAO Fish Rep. 57(4): 1607-1627.
- Bahamonde, R., B. Leiva, C. Canales, M. A. Barbieri, J. Cortés, P. Arana, A. Guerrero, M. Ahumada, T. Melo, D. Queirolo, C. Hurtado, P. Galvez y E. Molina. 2004. Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2003. Informe Pre-Final FIP 2003-31.
- Beyer, J. 1987. On length-weight relationship. Part. I. Computing the mean weight of the fish in a given length class. Fishbyte 5(1): 12 - 14.
- Bez, N. y J. Rivoirard. 2001. Transitive geostatistics to characterize spatial aggregations with diffuse limits: an application on mackerel ichthyoplankton. Fish. Res. 50: 41-58.
- Bez, N., 2002. Global fish abundance estimation from regular sampling: the geostatistical transitive method. Canadian Journal Fisheries and Aquatic Science. 59: 1921-1931.
- Björnsson, H. y Th. Sigurdsson. 2003. Assessment of golden redfish (*Sebastes marinus* L.) in Iceland waters. Scientia Marina 67(Suppl. 1):301-314.
- Bray, J. R. y J. T. Curtis, 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. Ecol Monogr., 27: 325-349.
- Breen, P.A., S.W. Kim y N.L. Andrew,. 2003. A length-based Bayesian stock assessment model for the New Zealand abalone *Haliotis iris*. Marine and Freshwater Research 54:619-634.
- Canales, C., C. Montenegro, T. Peñailillo, H. Pool y C. Vicencio. 1999. Evaluación indirecta del stock de camarón nailon en el litoral de la II a VIII Regiones. Informes Técnicos FIP, FIP – IT /97-24, 138 p.+anexos.

- Canales, C., J.C. Quiroz y C. Montenegro. 2003. Investigación y evaluación captura total permisible camarón nailon, 2003. Informe Final, Subsecretaría de Pesca, Instituto de Fomento Pesquero, 25 p. + Anexos.
- Carrasco, F. D., V. A. Gallardo y M. Baltazar., 1999. The structure of the benthic macrofauna collected across a transect at the central Chile shelf and relationships with giant sulfur bacteria *Thioploca* spp mats. Cah. Biol. Mar., 40: 195-202.
- Chapman, M. G. y A. J. Underwood, 1999. Ecological patterns in multivariate assemblages: information and interpretation of negative values in ANOSIM tests. Mar. Ecol. Prog. Ser., 180:257-265.
- Chen, Y., P.A. Breen y N. L. Andrew. 2000. Impacts of outliers and mis-specification of priors on Bayesian fisheries-stock assessment. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 57:2293-2305.
- Clarke, K.R. y R.H. Green. 1988. Statistical desing and analisis for a biological effects study. Mar Ecol. Prog. Ser., 92: 205-219.
- Clarke, K. R. y R. M. Warwick, 1994. Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth: Plymouth Marine Laboratory, 144 pp.
- Clifford, H. T. y W. Stephenson. 1975. An introduction to numerical classification. London: Academic Press.
- Cochran, W. G. 1977. Sampling Techniques. 3rd. Ed. John Wiley and Sons, New York.
- Cressie, N. A. C. 1993. Statistics for spatial data. Wiley, New York.
- Deriso, R. B., T. J. Quinn y P. R. Neal. 1985. Catch-age analysis with auxiliary information. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42: 815-824.
- Deutsch, C. V. y A. G. Journel. 1998. GSLIB: Geostatistical Software Library and User's Guide. 2nd Ed. Oxford University Press, New York. 369 p.
- Efron, B. 1982. The jackknife, the bootstrap and other resampling plans. SIAM Monograph N° 38.
- Efron B. & R. Tibshirani, 1993. An introduction to the bootstrap. Monographs on Statistics and Applied probability 57, Chapman & Hall, 436 pp.
- Escuela de Ciencias del Mar. 1996. Evaluación directa del stock de camarón nailon en la zona centro-norte de Chile. Informe Final, FIP 96-06. Estud. Doc., Univ. Católica Valparaíso, 12/97: 337 pp.
- Escuela de Ciencias del Mar. 2000. Evaluación directa de camarón nailon, langostino amarillo y langostino colorado, Año 2000. Informes Técnicos FIP, FIP/IT N° 2000-05: 315 pp.

- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1972. Catalogue of fishing gear designs. Fishing news books Ltd., Farnham, Surrey, England, 160 p.
- FAO. 1996. FAO Fishing Technology Service. Fishing operations. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries. No. 1. Rome, FAO. 1996. 26p. 6 annexes.
- Fennessy, S. T., C. Villacastin y J. G. Field, 1994. Distribution and seasonality of ichthyofauna associated with commercial prawn trawl catches on the Tugela bank of Natal, South Africa. *Fish. Res.* 20:263-282.
- Finney, D.J. 1941. On the distribution of a variate whose logarithm is normally distributed. *Journal of the Royal Statistical Society, Supplement*, 7: 155–161.
- Folmer, O. y M. Pennington. 2000. A statistical evaluation of the design and precision of the shrimp survey off West Greenland. *Fish. Res.* 49: 165-178.
- Frøysa, K.G., B. Bogstad y D.W. Skagen. 2002. Fleksibet – an age length structured fish stock assessment model. *Fisheries Research* 55:87-101.
- Fu, C. y T. J. Quinn II. 2000. Estimability of natural mortality and other population parameter in a length-based model: *Pandalus borealis* in Kachemak Bay, Alaska. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 57:2420-2432.
- Fu, C., T. J. Quinn II y T. C. Shirley. 2001. The role of sex change, growth, and mortality in *Pandalus* population dynamics and management. *ICES Journal of Marine Science* 58(3):607-621.
- Fu, C., T. J. Quinn II y M. Adkison. 1999. Retrospective projection using Monte Carlo simulation: an application of a length-based model to Kachemak Bay pink shrimp. *Ecosystem Approaches for Fisheries Management*, University of Alaska Sea Grant College Program, AK-SG-99-01, Fairbanks, pp. 59-77.
- Fujita, T., T. Inada y Y. Ishoto, 1995. Depth-gradient structure of demersal fish community on the continental shelf and upper slope off Sendai Bay, Japan. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 118: 13-23.
- Gelman, A., J. B. Carlin, H. S. Stern y D.B. Rubin. 1995. Bayesian data analysis. Chapman and Hall, New York.
- Grosslein, M. D. 1971. Some observations on accuracy of abundance indices derived from research vessel surveys. *International Commission for the Northwest Atlantic Fisheries Redbook, Part III*: 249–266.
- Hobday, D. y A. E. Punt. 2001. Size-structured population modelling, and risk assessment of the Victorian southern rock lobster, *Jasus edwardsii*, fishery. *Marine and Freshwater Research* 52:1495-1507.

- Isaaks, E. H. y R. M. Srivastava. 1989. An Introduction to Applied Geostatistics. Oxford University Press, New York. 561 p.
- Jones, R. 1984. Assessing the effects of changes in exploitation pattern using length composition data (with notes on VPA and cohort analysis). FAO Fish. Techn. Pap. 256, 118 p.
- Journel, A. G. y C. J. Huijbregts. 1978. Mining geostatistics. Academic Press, London.
- Journel, A.G., 1983. Non-parametric estimation of spatial distribution. Mathematical Geology, 15:445-468.
- Jung, S. y E. D. Houde. 2003. Spatial and temporal variabilities of pelagic fish community structure and distribution in Chesapeake Bay, USA. Estu. Coast. Shelf. Sci., 58: 335-351.
- Kingsley, M. C. S., P. Kannevorff y D. M. Carlsson. 2004. Buffered random sampling: a sequential inhibited spatial point process applied to sampling in a trawl survey for northern shrimp *Pandalus borealis* in West Greenland waters. ICES J. Mar. Sci. 60(1): 12-24.
- Korsbrekke, K., S. Mehl, O. Nakken y M. Pennington. 2001. A survey-based assessment of the Northeast Arctic cod stock. ICES J. Mar. Sci. 58: 763-769.
- Kraufvelin, P, 1999. Baltic hard bottom mesocosms unplugged: replicability, repeatability and ecological realism examined by non-parametric multivariate techniques. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 240: 229-258.
- Land, C. E. 1975. Tables of confidence limits for linear functions of the normal mean and variance. Sel. Tables Math. Stat. 3:385-419.
- Luenberger, D. 1969. Optimization by vector space method. Wile, New York, 269p.
- Matheron, G. 1971. La théorie des variables regionalices et ses applications. Fasc. 5 Ecole Nat. Sup. des Mines. Paris.
- McConnaughey, R.A. y P.A. Conquest. 1993. Trawl survey estimation using a comparative approach based on lognormal theory. Fish. Bull. (U.S.) 91:107-118.
- Menge B. A., J. Lubchenco y L. R. Ashkenas. 1985. Diversity, heterogeneity and consumer pressure in a tropical rocky intertidal community. Oecologia, 65: 394-405.
- Menge, B. A., E. L. Berlow, C. A. Blanchette, S. A. Navarrete y S. B. Yamada. 1994. The keystone species concept: variation in interaction strength in a rocky intertidal habitat. Ecol. Monogr. 64: 249-286.
- Menge, B. A. 1995. Indirect effects in a marine rocky intertidal interaction webs: patterns and importance. Ecol. Monogr., 65: 21-74.

- Munro, A. D., A. P. Scott y T. J. Lam. 1990. Reproductive seasonality in teleosts: environmental influences. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, 264 p.
- Myers, R. A., y P. Pepin. 1990. The robustness of lognormal-based estimators of abundance. *Biometrics*, 46: 1185–1192.
- Palma, S. y P. Arana. 1997. Aspectos reproductivos del langostino colorado (*Pleuroncodesmonodon* H. Milne Edwards, 1837) frente a la costa de Concepción, Chile. *Invest. Mar., Valparaíso*. 25: 203-221.
- Páramo, J. y R. Roa, 2003. Acoustic-geostatistical assessment and habitat–abundante relations of small pelagic fish from the Colombian Caribbean. *Fisheries Research*, 60: 309–319.
- Pauly, D., y J. L. Munro. 1984. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. *Fishbyte* 2(3):21.
- Pavez, P., T. P. Lillo, S. Palma, N. Silva, H. Miranda, I. Giakoni y Apec Consultores. 1994. Evaluación directa del stock de langostino amarillo en la zona centro-norte. Informes Técnicos FIP, FIP-IT/93-06, 132 pp + Anexos.
- Pavez, P., C. Falcón, V. Espejo y C. González. 1996. Evaluación directa del stock de camarón nailon en la zona centro-norte de Chile. Crecimiento, mortalidad, selectividad y análisis del stock de camarón nailon (*Heterocarpus reidi*) entre la II y la VIII Región. Informes Técnicos FIP, FIP – IT /96-49, p. 202-293.
- Pennington, M. 1996. Estimating the mean and variance from highly skewed marine data. *Fishery Bulletin*, US, 47: 1623–1624.
- Pérez, E. P. y O. Defeo. 2003. Estimation of catchability for the *Heterocarpus reidi* and *Cervimunida johni* fisheries in North-Central Chile. *Interciencia*, 30: 19-23.
- Petitgas, P., 1993. Geostatistics for fish stock assessments: a review and an acoustic application. *ICES Journal Marine Science*, 50: 258-298.
- Petitgas, P. y T. Lafont, 1997. EVA2: Estimation variance. Version 2. A geostatistical software on Windows 95 for the precision of fish stock assessment surveys. *ICES CM* 97/Y:22. 22 pp.
- Pianka, E., 1977. The structure of lizard communities. *An. Rev. Ecol. Sys.* 4: 53-74.
- Prista, N., R. C. Vasconcelos, M. J. Costa y H. Cabral. 2003. The demersal fish assemblage of the coastal area adjacent to the Tagus estuary (Portugal): relationships with environmental conditions. *Oceanol. Acta* 26, 525–536.
- Punt, A. 2003. The performance of a size-structured stock assessment method in the face of spatial heterogeneity in growth. *Fisheries Research* 65:391-409.

- Punt, A. E., R. Hilborn. 1997. Fisheries stock assessment and decision analysis: the Bayesian approach. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 7, 35-63.
- Punt, A. E., R. B. Kennedy y S. Frusher. 1997. Estimating the size-transition matrix for Tasmanian rock lobster, *Jasus edwardsii*. *Marine and Freshwater Research* 48:981-992.
- Quinn II, T. J., C. T. Turnbull y C. Fu. 1998. A length-based population model for hard-to-age invertebrate populations. In: F. Funk, T.J. Quinn II, J.N. Ianelli, J.E. Powers, J.F. Schweigert, P.J. Sullivan, y C.-I. Zhang (eds.), *Fishery stock assessment models*. University of Alaska Sea Grant, AK-SG-98-01, Fairbanks, pp. 531-556.
- Quinn II, T. J. y R. B. Deriso. 1999. *Quantitative fish dynamics*. Oxford University Press, New York.
- Quiroz, J. C., C. Canales y C. Montenegro. 2004. Investigación y evaluación Captura Total Permissible langostino amarillo, 2004. Informe Final Subsecretaría de Pesca, Instituto de Fomento Pesquero, 65 pp.
- Richards, L. J. & J. T. Schnute. 1992. Statistical models for estimating CPUE from catch and effort data. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 49: 1315-1327.
- Rivoirard, J., J. Simmonds, K. Foote, P. Fernandes y N. Bez. 2000. *Geostatistics for estimating fish abundance*. Blackwell Sciences, Oxford.
- Roa, R. y B. Ernst. 1996. Age structure, annual growth, and variance of size-at-age of the shrimp *Heterocarpus redii*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 137:59-70.
- Roa, R., R. Quiñones y H. Arancibia, 1997. Evaluación directa del stock de langostino colorado en la zona centro-sur. Informe Final Proyecto FIP. 139 pp + figuras y anexos.
- Roa, R. y F. Tapia. 1998. Spatial differences in growth and sexual maturity between branches of a large population of the squat lobster *Pleuroncodes monodon*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 167, 185-196.
- Roa, R., L. Cid, F. Tapia, R. Quiñones, H. Arancibia, D. Figueroa y I. Lépéz, 1998. Evaluación directa del stock de langostino amarillo en el litoral de la V a VIII Regiones. Informes FIP, FIP/IT N° 97-23, 123 pp.
- Roa, R., F. Tapia, L. Cid, M.I. Lepez, C. Diaz y H. Arancibia. 1999. Evaluación directa decamarón nailon entre la II y VIII Regiones. Informes Técnicos FIP. FIP/IT 98-03, 115 pp.
- Seber, G. A. F. y C. J. Wild. 1989. *Nonlinear Regression*. John Wiley y Sons.
- Smith, S. J. 1988. Evaluating the efficiency of the Δ -distribution mean estimator. *Biometrics*, 44: 485-493.

- Sokal, R. R. y F. J. Rohlf. 1981. Biometry. W. H. Freeman and Co., San Francisco, California, 859 pp.
- Sparre, P. y S. C. Venema. 1992. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1, Manual. FAO Doc. Tec. Pesca, N° 306.1, Rev.1. Roma, 420 pp.
- Sullivan, P. J., H. L. Lai y V. F. Gallucci. 1990. A catch-at-length analysis that incorporates a stochastic model of growth. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 47:184-198.
- Syrjala, S. E. 2000. Critique on the use of the delta distribution for the analysis of trawl survey data. – ICES Journal of Marine Science, 57: 831–842.
- Thompson, S. K. 1992. Sampling. John Wiley and Sons, New York. 343 pp.
- Troynikov, V. S. 1998. Probability density functions useful for parametrization of heterogeneity in growth and allometry data. Bulletin of Mathematical Biology 60:1099-1122.
- Vivanco, M. 1999. Análisis estadístico multivariable. Ed. Universitaria, 213 pp.
- Warwick, R. M., A. J. McEvoy y S. F. Thrush. 1997. The influence of *Atrina zelandica* Gray on meiobenthic nematode diversity and community structure. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 214: 231-247.
- Ziller, S. 1993. Crecimiento, mortalidad y talla de primera captura del camarón nylon (*Heterocarpus redii*) en la zona de Valparaíso. Tesis Escuela de Ciencias del Mar, UCV, 132 p.
- Zuleta, A. y C. Moreno. 1993. Investigación modelo de manejo pesquería recurso loco Fase II. Informe Final Proyecto BIP 20-025-259, Universidad Austral de Chile, 1993, 41 p.

ANEXOS

ANEXOS

ANEXO 1

REGISTRO FOTOGRAFICO DE LA

MANIOBRA DE PESCA



Secuencia fotográfica de la operación de pesca: (a) Instalación del sensor de profundidad NETMIND, (b) maniobra de calado, (c) maniobra de virado, (d y e) maniobra del copo y (f) Puesta de la captura a bordo.

Anexo 2. Fechas y lugares geográficos de los muestreos

ANEXO 2

FECHAS Y LUGARES GEOGRÁFICOS DE LOS MUESTREOS

Anexo 2. Fechas y lugares geográficos de los muestreos.

FECHA	NAVE	SALIDA	REGION	PUERTO BASE
08/10/2006	Foche	1	4	Coquimbo
11/10/2006	Foche	2	4	Coquimbo
16/10/2006	Foche	3	4	Coquimbo
21/10/2006	Foche	4	4	Coquimbo
24/10/2006	Foche	5	5	Pichidangui
28/10/2006	Foche	6	5	San Antonio
01/11/2006	Foche	7	5	San Antonio
08/11/2006	Foche	8	6	San Antonio
08/11/2006	Oriente	9	3	Coquimbo
14/11/2006	Foche	10	6	San Antonio
14/11/2006	Oriente	11	3	Caldera
18/11/2006	Foche	12	7	Talcahuano
20/11/2006	Oriente	13	2	Caldera
23/11/2006	Foche	14	7	Talcahuano
25/11/2006	Oriente	15	4	Caldera
26/11/2006	Foche	16	7	Talcahuano
28/11/2006	Oriente	17	4	Quintero
30/11/2006	Foche	18	7	Talcahuano
04/12/2006	Foche	19	4	Coquimbo
07/12/2006	Oriente	20	5	Quintero
13/12/2006	Oriente	21	5	Quintero
26/12/2006	Oriente	22	5	Quintero

Anexo 3. Registros de posición, distancia lineal recorrida, área barrida, abertura de punta de alas, captura y cpua de camarón nailon.

ANEXO 3

**REGISTROS DE POSICIÓN,
DISTANCIA LINEAL RECORRIDA,
ÁREA BARRIDA, ABERTURA DE
PUNTA DE ALAS, CAPTURA Y CPUA
DE CAMARÓN NAILON**

Anexo 3. Registros de posición media del lance, profundidad media (Prof., m), distancia lineal recorrida (DR, Km), área barrida (AB, Km²), capturas (Capt., Kg) y CPUA (ton/Km²) de camarón nailón. ID: identificador de la base de datos del proyecto.

ID	Latitud	longitud	Profundidad (m)	DR (km)	AB (km2)	Capt.	CPUA
1	-24,22217	-70,56758	334,0	0,43241	0,00499	0,0	0,00000
2	-24,21617	-70,58208	420,0	0,61773	0,00734	0,0	0,00000
3	-24,20792	-70,59908	550,0	0,92659	0,01080	0,0	0,00000
10	-24,47850	-70,59958	430,0	0,92659	0,01097	0,0	0,00000
11	-24,58633	-70,62125	296,5	0,92659	0,01138	0,0	0,00000
12	-24,58800	-70,63633	413,0	0,80305	0,00994	2,2	220,10546
17	-24,80958	-70,61917	477,5	0,92659	0,01046	0,0	0,00000
19	-25,01375	-70,55667	409,0	0,49418	0,00584	0,0	0,00000
20	-25,02325	-70,56758	521,5	0,92659	0,01029	0,0	0,00000
23	-25,16492	-70,55283	281,5	0,92659	0,01110	6,5	585,53415
24	-25,16250	-70,57175	501,0	0,92659	0,01080	2,2	202,31930
25	-25,16167	-70,58833	647,5	0,92659	0,00967	0,0	0,00000
27	-25,27158	-70,53617	257,5	0,92659	0,01063	0,0	0,00000
29	-25,43850	-70,56175	427,5	0,92659	0,01103	8,7	792,19608
30	-25,27192	-70,58325	511,5	0,92659	0,01121	4,4	389,89557
35	-25,33942	-70,54583	268,5	0,92659	0,01093	0,0	0,00000
36	-25,33783	-70,56367	296,0	0,92659	0,01082	0,0	0,00000
37	-25,34133	-70,58108	342,5	0,92659	0,01129	0,0	0,00000
38	-25,34017	-70,59942	401,0	0,92659	0,01108	0,0	0,00000
39	-25,34333	-70,61825	426,0	0,61773	0,00651	2,2	335,56085
41	-25,53850	-70,70933	285,5	0,92659	0,01127	0,0	0,00000
42	-25,53742	-70,72850	448,5	0,61773	0,00725	0,0	0,00000
43	-25,75608	-70,78317	286,5	0,92659	0,01147	0,0	0,00000
44	-25,75492	-70,81108	390,0	0,92659	0,01094	262,2	23962,52976
45	-25,75242	-70,81925	465,0	0,67950	0,00741	69,9	9440,28160
46	-25,90358	-70,77817	234,0	0,92659	0,01117	0,0	0,00000
47	-25,90500	-70,79617	269,5	0,92659	0,01088	0,0	0,00000
48	-25,89614	-70,81275	269,5	0,92659	0,00908	35,0	3849,05261
49	-25,89892	-70,83058	538,5	0,24709	0,00289	0,0	0,00000
50	-26,03817	-70,74750	276,5	0,92659	0,01096	0,0	0,00000
51	-26,00623	-70,76725	376,5	0,92659	0,01106	35,0	3161,98817
52	-26,03600	-70,78358	452,5	0,92659	0,01089	18,5	1697,58676
53	-26,03950	-70,78708	493,0	0,92659	0,01005	17,5	1739,83934
54	-26,03783	-70,82175	567,5	0,92659	0,01081	0,0	0,00000
56	-26,01006	-70,76508	271,0	0,92659	0,01125	0,0	0,00000
57	-26,13950	-70,78133	352,0	0,92659	0,01113	0,0	0,00000
58	-26,00597	-70,80398	412,5	0,92659	0,01077	6,0	556,99118
59	-26,13800	-70,81808	498,5	0,92659	0,00958	2,2	228,03050
60	-26,23533	-70,80175	352,0	0,30886	0,00358	0,0	0,00000
61	-26,23542	-70,81950	366,5	0,37064	0,00452	0,0	0,00000
62	-26,23958	-70,83333	473,0	0,92659	0,01076	17,5	1623,98613

63	-26,38792	-70,82025	209,5	0,92659	0,01088	0,0	0,00000
65	-26,38717	-70,85733	325,0	0,92659	0,01117	0,0	0,00000
66	-26,38842	-70,87475	492,0	0,92659	0,01001	52,4	5240,23039
67	-26,61442	-70,80433	239,0	0,92659	0,01088	0,0	0,00000
68	-26,62192	-70,82125	385,0	0,92659	0,00976	0,0	0,00000
69	-26,62242	-70,85675	465,5	0,92659	0,01068	0,0	0,00000
70	-26,62275	-70,85458	511,0	0,92659	0,00985	0,0	0,00000
73	-26,77942	-70,85833	382,0	0,92659	0,00948	0,0	0,00000
74	-26,76500	-70,89433	477,5	0,92659	0,01007	52,4	5206,48465
75	-26,76358	-70,91150	580,5	0,92659	0,00974	0,0	0,00000
78	-26,97142	-70,91608	284,5	0,92659	0,01010	0,0	0,00000
79	-26,97908	-70,94433	289,0	0,61773	0,00715	0,0	0,00000
81	-27,22575	-71,01717	320,0	0,92659	0,01075	17,5	1626,27840
85	-27,36392	-71,02950	266,0	0,80305	0,01001	0,0	0,00000
86	-27,37117	-71,04367	504,5	0,92659	0,01059	35,0	3299,75151
87	-27,36425	-71,03767	373,0	0,92659	0,01066	209,8	19680,46411
88	-27,57342	-71,04258	379,0	0,92659	0,01024	349,6	34131,61745
91	-27,68692	-71,08392	270,0	0,92659	0,01123	0,0	0,00000
92	-27,67867	-71,09750	505,0	0,92659	0,01078	35,0	3242,13905
95	-27,84525	-71,14201	134,0	0,92659	0,01142	0,0	0,00000
96	-27,85675	-71,16050	382,0	0,92659	0,01142	262,2	22957,89391
97	-27,84733	-71,16475	460,5	0,92659	0,01056	26,2	2484,06101
99	-27,90258	-71,18892	293,0	0,92659	0,01087	0,0	0,00000
102	-28,13667	-71,22092	155,5	0,92659	0,01065	0,0	0,00000
103	-28,13883	-71,23808	267,5	0,92659	0,01175	0,0	0,00000
115	-28,60533	-71,34475	131,0	0,92659	0,01130	0,0	0,00000
116	-28,59758	-71,36475	293,0	0,92659	0,01026	52,4	5109,56256
117	-28,60342	-71,38442	423,0	0,30886	0,00357	0,0	0,00000
118	-28,60458	-71,40233	543,5	0,61773	0,00743	0,0	0,00000
119	-28,59750	-71,40558	618,5	0,92659	0,01063	0,0	0,00000
120	-28,73683	-71,41542	147,5	0,92659	0,01050	0,0	0,00000
121	-28,74100	-71,43800	261,0	0,92659	0,01103	17,5	1584,90982
122	-28,73858	-71,45675	409,5	0,30886	0,00367	17,5	4761,29537
123	-28,81675	-71,50050	258,5	0,92659	0,01085	189,2	17431,83365
124	-28,81667	-71,51958	346,0	0,61773	0,00773	35,0	4524,36539
125	-28,81525	-71,53683	520,5	0,92659	0,01053	0,0	0,00000
126	-28,97217	-71,54792	154,5	0,92659	0,01060	0,0	0,00000
127	-28,97542	-71,56983	499,0	0,92659	0,01029	35,0	3399,06836
129	-29,16183	-71,55142	133,5	0,92659	0,01114	0,0	0,00000
130	-29,16517	-71,57058	230,5	0,92659	0,01135	65,5	5771,78442
131	-29,16108	-71,58925	340,0	0,30886	0,00378	13,1	3469,68933
132	-29,16525	-71,60883	476,0	0,92659	0,00907	122,4	13496,06506

133	-29,36543	-71,61648	337,5	1,01925	0,01421	717,1	50450,82570
134	-29,37039	-71,61981	377,5	1,01925	0,01438	146,3	10167,88046
135	-29,37331	-71,62844	451,5	0,92659	0,01311	152,7	11653,02973
137	-29,43846	-71,50891	299,5	0,92659	0,01252	87,8	7013,88457
138	-29,43876	-71,53323	338,0	0,97292	0,01343	30,7	2284,72108
139	-29,42933	-71,55225	292,5	0,88026	0,01174	166,2	14154,53501
140	-29,43844	-71,55997	233,5	1,01925	0,01377	0,0	0,00000
141	-29,42623	-71,61722	349,5	0,97292	0,01348	805,5	59750,44197
142	-29,55860	-71,41858	284,0	0,97292	0,01321	76,8	5809,66570
143	-29,56788	-71,43467	311,5	0,92659	0,01256	36,7	2922,41324
144	-29,55847	-71,46173	347,5	0,97292	0,01347	251,4	18656,25297
145	-29,57204	-71,47071	376,5	0,92659	0,01282	89,1	6951,68251
146	-29,55522	-71,49683	410,0	1,01925	0,01452	137,9	9498,54367
147	-29,56991	-71,50237	432,5	1,01925	0,01461	52,9	3618,16569
148	-29,67730	-71,38413	282,0	0,97292	0,01320	65,6	4966,06376
149	-29,68808	-71,39983	327,5	0,92659	0,01263	123,8	9799,36436
150	-29,67109	-71,42169	395,5	0,88026	0,01212	172,0	14188,62779
151	-29,68420	-71,43286	435,5	0,88026	0,01227	37,2	3035,35958
152	-29,68065	-71,44992	471,0	0,88026	0,01240	33,0	2658,63591
153	-29,69324	-71,46163	515,0	1,01925	0,01496	0,0	0,00000
156	-29,79703	-71,36038	150,5	0,92659	0,01193	0,0	0,00000
157	-29,80147	-71,38291	316,0	0,97292	0,01334	82,7	6198,07731
158	-29,79317	-71,39668	395,0	0,88026	0,01211	64,8	5349,01439
159	-29,84203	-71,36883	296,0	0,81540	0,01123	49,7	4431,35716
160	-29,84965	-71,39200	304,0	0,97292	0,01329	81,2	6109,68022
161	-29,84074	-71,40308	349,5	0,97292	0,01348	73,4	5444,30005
162	-29,83543	-71,41503	405,5	1,06558	0,01531	99,4	6493,93598
163	-29,92963	-71,41733	177,5	0,88026	0,01132	0,0	0,00000
164	-29,92235	-71,42975	300,0	0,92659	0,01252	230,7	18435,11772
165	-29,92919	-71,45668	395,5	0,97292	0,01367	141,7	10367,07472
166	-29,93684	-71,46604	478,5	0,88026	0,01243	72,2	5813,75113
167	-30,05289	-71,46720	253,0	0,92659	0,01234	51,5	4174,28760
168	-30,03648	-71,48238	359,5	0,88026	0,01199	248,1	20682,49268
169	-30,01804	-71,49161	412,0	0,92659	0,01295	165,8	12800,69947
170	-30,06221	-71,51550	462,5	0,97292	0,01394	106,2	7618,98131
171	-30,10625	-71,49610	287,5	0,93895	0,01251	0,0	0,00000
172	-30,11700	-71,52178	371,0	0,88026	0,01203	36,8	3054,75335
173	-30,10693	-71,53806	409,5	0,88026	0,01218	93,6	7686,93741
174	-30,11506	-71,56078	408,5	0,88026	0,01217	66,9	5497,43323
175	-30,12165	-71,58497	447,5	0,97292	0,01388	34,6	2491,34321
176	-30,15175	-71,51540	220,5	0,88026	0,01147	0,0	0,00000
177	-30,15362	-71,53316	269,5	0,88026	0,01166	0,0	0,00000

178	-30,14361	-71,54688	331,0	0,88026	0,01189	120,5	10140,18123
179	-30,16280	-71,57743	373,5	0,88026	0,01205	137,8	11433,50165
180	-30,16453	-71,58414	395,5	0,88026	0,01213	158,7	13084,19971
182	-30,24343	-71,66968	310,5	0,97292	0,01332	328,5	24652,77870
183	-30,23093	-71,66289	267,0	0,97292	0,01314	58,6	4462,10280
184	-30,25313	-71,67533	354,0	0,92659	0,01273	212,2	16664,62203
186	-30,31697	-71,70321	252,5	0,97292	0,01309	322,4	24639,30633
187	-30,31914	-71,71252	314,0	0,97292	0,01334	194,7	14596,47706
188	-30,35290	-71,72825	357,5	0,88026	0,01198	77,5	6465,75348
189	-30,39106	-71,73202	298,5	0,92659	0,01251	3,6	287,73006
190	-30,39186	-71,73786	398,5	0,77834	0,01095	0,0	0,00000
191	-30,41316	-71,73993	339,5	0,92659	0,01267	417,5	32940,94260
193	-30,45445	-71,74464	368,5	0,97292	0,01356	340,3	25103,34741
194	-30,43773	-71,74478	345,0	0,97292	0,01346	476,4	35391,75414
195	-30,55987	-71,75751	241,5	0,83393	0,01083	0,0	0,00000
196	-30,55563	-71,77051	303,5	0,88026	0,01178	250,3	21246,10789
197	-30,55088	-71,76995	340,5	0,83393	0,01118	255,9	22888,07694
198	-30,58431	-71,76017	215,0	0,97292	0,01293	0,0	0,00000
199	-30,59272	-71,77219	307,0	0,83393	0,01106	426,6	38582,01638
200	-30,59805	-71,77407	352,5	0,97292	0,01349	328,0	24306,23626
201	-30,65048	-71,75876	164,5	0,90806	0,01187	7,6	636,30669
202	-30,66074	-71,76272	333,0	0,80305	0,01096	376,9	34379,85449
204	-30,80081	-71,75624	212,0	0,92659	0,01217	0,0	0,00000
205	-30,77502	-71,75527	317,0	0,88026	0,01180	92,8	7864,14183
206	-30,78839	-71,76745	364,0	0,83393	0,01126	199,3	17698,44500
207	-30,85508	-71,73963	265,5	0,83393	0,01091	176,0	16129,66576
208	-30,84631	-71,75580	367,5	0,92659	0,01278	623,7	48807,60705
209	-30,84263	-71,76339	405,0	0,84011	0,01137	144,5	12703,98508
210	-30,93821	-71,74078	267,0	0,84011	0,01088	239,0	21970,27293
211	-30,94037	-71,74672	383,5	0,83393	0,01132	492,2	43464,92064
212	-30,96450	-71,75153	395,0	0,92659	0,01288	208,7	16196,51793
213	-31,00689	-71,73387	266,5	0,83393	0,01092	622,5	56991,54518
214	-30,99945	-71,73995	357,0	0,83393	0,01123	327,8	29198,76095
215	-31,00694	-71,75307	409,0	0,93895	0,01298	86,6	6665,64806
216	-31,07830	-71,73298	206,5	1,11191	0,01520	0,0	0,00000
217	-31,05122	-71,73721	219,5	0,49418	0,00651	0,0	0,00000
218	-31,06503	-71,75127	429,5	1,01925	0,01460	52,1	3566,56974
219	-31,05106	-71,75182	427,5	0,98836	0,01388	62,3	4488,73426
220	-31,20088	-71,69862	211,0	0,92659	0,01217	64,4	5288,91425
221	-31,19347	-71,72558	351,5	0,83393	0,01122	156,2	13928,28792
222	-31,18667	-71,73918	421,5	0,83393	0,01146	23,0	2007,82886
223	-31,24705	-71,73369	388,5	0,83393	0,01135	87,0	7667,88800

224	-31,32874	-71,68968	209,0	0,92659	0,01216	30,8	2530,83330
225	-31,32985	-71,70041	277,5	0,88026	0,01169	190,4	16287,65508
226	-31,34202	-71,71505	361,5	0,88026	0,01200	199,3	16607,53640
228	-31,45975	-71,66840	297,0	0,97292	0,01282	126,8	9887,85140
229	-31,45138	-71,67664	338,5	0,92659	0,01267	104,9	8285,32150
230	-31,45699	-71,64141	228,5	1,01925	0,01402	0,0	0,00000
231	-31,45101	-71,65477	264,5	0,97292	0,01316	68,1	5176,04863
234	-31,55415	-71,67499	342,5	0,97292	0,01461	72,6	4968,10214
235	-31,54233	-71,68740	378,0	0,97292	0,01552	88,2	5683,68568
236	-31,56004	-71,69274	357,0	0,88026	0,01350	126,8	9393,02608
238	-31,63593	-71,69302	336,5	0,92659	0,01410	154,7	10970,21622
239	-31,61079	-71,68996	323,5	0,97292	0,01217	0,0	0,00000
240	-31,63444	-71,70436	423,5	0,92659	0,01136	32,5	2856,54260
241	-31,67943	-71,67928	237,5	0,97292	0,01385	0,0	0,00000
242	-31,67553	-71,69403	370,0	0,97292	0,01178	32,7	2775,17686
243	-31,67806	-71,68359	291,0	1,01925	0,01436	205,8	14328,40337
244	-31,72503	-71,65949	209,5	0,97292	0,01291	10,1	779,32285
245	-31,72943	-71,67623	310,0	0,97292	0,01413	121,2	8577,67417
246	-31,71657	-71,68553	372,0	0,92659	0,01264	52,0	4111,47509
248	-31,80130	-71,64296	221,5	0,97292	0,01038	196,9	18965,29318
249	-31,80231	-71,65827	313,0	0,97292	0,01000	143,2	14313,58302
250	-31,80038	-71,67672	434,5	0,97292	0,00963	34,7	3603,61373
251	-31,80140	-71,69606	578,0	0,92659	0,01129	9,1	807,14138
253	-31,83572	-71,66637	271,5	0,88026	0,01178	89,5	7599,32933
254	-31,83569	-71,68136	360,0	0,97292	0,00983	54,1	5500,15377
255	-31,83595	-71,68523	438,0	0,92659	0,01071	43,3	4038,72287
256	-31,83467	-71,70060	504,5	0,97292	0,00937	0,0	0,00000
258	-31,91919	-71,61923	135,0	0,97292	0,01043	0,0	0,00000
259	-31,91708	-71,63744	178,5	0,97292	0,01023	0,0	0,00000
260	-31,92006	-71,65801	203,5	0,97292	0,01054	7,2	687,77285
261	-31,92028	-71,67897	279,5	0,97292	0,00997	57,4	5758,57123
262	-31,91787	-71,69839	340,0	0,97292	0,00996	72,4	7267,03814
264	-32,02419	-71,58669	195,5	0,92659	0,01144	0,0	0,00000
265	-32,02528	-71,60288	226,5	0,88026	0,01229	0,0	0,00000
266	-32,02108	-71,62153	280,0	0,88026	0,01187	107,4	9050,19938
267	-32,02344	-71,63792	317,5	0,88026	0,01161	254,6	21921,04319
268	-32,02187	-71,66377	388,5	0,97292	0,00982	252,1	25682,99639
269	-32,02511	-71,69343	517,5	0,97292	0,00953	17,4	1820,75365
272	-32,06331	-71,61233	199,0	0,97292	0,01047	0,0	0,00000
273	-32,06173	-71,61998	238,5	0,97292	0,01022	106,6	10431,77163
274	-32,06444	-71,63988	254,5	0,97292	0,01004	68,8	6853,78870
275	-32,06247	-71,65980	295,0	0,97292	0,01016	118,7	11687,55221

277	-32,18860	-71,60359	207,5	0,92659	0,01158	0,0	0,00000
278	-32,19117	-71,62342	238,5	0,97292	0,01059	106,8	10082,12646
279	-32,19108	-71,64050	277,5	0,97292	0,00995	432,7	43502,84863
280	-32,19028	-71,66619	317,0	0,92659	0,01107	0,0	0,00000
281	-32,25580	-71,57934	205,0	0,88026	0,01205	0,0	0,00000
282	-32,25786	-71,60371	280,0	0,92659	0,01099	90,5	8231,52781
283	-32,25734	-71,62044	305,0	0,92659	0,01129	36,1	3194,07174
284	-32,25732	-71,64639	322,5	0,92659	0,01114	138,9	12462,72073
285	-32,28964	-71,58477	236,5	0,92659	0,01120	26,2	2337,44683
286	-32,28763	-71,60183	309,0	0,88026	0,01185	71,8	6054,74108
287	-32,28953	-71,61994	319,5	0,92659	0,01111	122,5	11027,89727
288	-32,34237	-71,61240	312,0	0,88026	0,01255	308,4	24570,00750
289	-32,33720	-71,61540	337,5	0,97292	0,01356	179,6	13240,78678
290	-32,33668	-71,64262	406,0	0,88026	0,01265	34,3	2707,37823
291	-32,41950	-71,61278	283,5	0,92659	0,01248	133,3	10677,50312
292	-32,43044	-71,62127	321,5	0,97292	0,01302	181,3	13923,73227
293	-32,42597	-71,64677	320,0	0,92659	0,01260	18,1	1438,94376
294	-32,50676	-71,60556	267,0	0,92659	0,01239	0,0	0,00000
295	-32,51088	-71,62736	340,5	0,92659	0,01267	98,8	7792,79769
296	-32,50100	-71,64353	407,0	0,92659	0,01293	71,4	5523,53433
297	-32,54600	-71,63100	261,5	0,92659	0,01258	114,5	9102,53947
298	-32,56118	-71,64448	307,5	0,92659	0,01285	350,6	27282,03277
299	-32,56111	-71,65188	347,0	0,92659	0,01263	72,5	5740,73098
300	-32,58811	-71,62843	217,5	0,92659	0,01263	0,0	0,00000
301	-32,58948	-71,64592	300,5	0,92659	0,01278	181,1	14170,90923
303	-32,66542	-71,65613	323,0	0,92659	0,01269	285,8	22510,87227
304	-32,65200	-71,64730	228,0	0,92659	0,01167	0,5	44,57663
305	-32,66407	-71,65478	313,5	0,92659	0,01275	188,4	14783,70768
306	-32,69514	-71,63124	159,0	0,92659	0,01296	0,0	0,00000
307	-32,70550	-71,65252	296,0	0,92659	0,00960	221,4	23062,67604
308	-32,68414	-71,66442	472,0	0,92659	0,01185	35,9	3031,00005
309	-32,73197	-71,64273	177,0	0,92659	0,01295	0,0	0,00000
310	-32,72958	-71,66526	321,5	0,88026	0,01095	97,4	8895,77402
311	-32,73379	-71,66798	352,5	0,92659	0,01338	154,7	11565,70277
312	-32,76853	-71,65731	415,0	1,23546	0,01726	0,0	0,00000
315	-32,82617	-71,64993	215,0	0,88026	0,01194	145,0	12151,10993
316	-32,81287	-71,69148	257,0	0,92659	0,01167	104,1	8915,71534
317	-32,81068	-71,70258	387,5	0,88026	0,01238	359,2	29016,77808
318	-32,85436	-71,68716	130,0	1,17368	0,01506	0,0	0,00000
319	-32,85347	-71,70381	352,0	0,88026	0,01214	536,1	44172,96058
320	-32,85415	-71,71178	380,0	0,88026	0,01187	454,0	38237,91661
321	-32,88587	-71,70973	156,0	0,92659	0,01112	35,1	3155,38015

322	-32,88283	-71,72587	218,5	0,88026	0,01063	0,0	0,00000
323	-32,88471	-71,74380	362,5	0,88026	0,01215	325,8	26803,88007
325	-32,95890	-71,73302	159,5	0,92659	0,01088	16,8	1544,57520
326	-32,97623	-71,74913	163,0	0,92659	0,01074	0,0	0,00000
327	-32,98673	-71,77737	216,0	0,92659	0,01175	0,0	0,00000
328	-32,99417	-71,79077	278,5	0,88026	0,01309	92,5	7065,56166
329	-32,99069	-71,81228	407,5	0,92659	0,01307	0,0	0,00000
334	-33,10735	-71,86090	377,0	0,92659	0,01226	35,9	2929,82071
335	-33,10416	-71,87740	467,0	0,97292	0,01359	4,2	306,01405
341	-33,17096	-71,85273	176,5	0,92659	0,01118	0,0	0,00000
342	-33,17183	-71,85850	210,0	0,92659	0,01230	128,2	10422,97212
343	-33,17426	-71,87540	344,0	0,92659	0,01342	179,7	13394,10211
344	-33,17083	-71,88983	427,5	0,88026	0,01291	18,2	1409,32943
345	-33,27903	-71,79306	135,0	0,58684	0,00739	0,0	0,00000
348	-33,26559	-71,85103	171,0	0,92659	0,01178	0,0	0,00000
349	-33,28724	-71,86410	212,0	0,92659	0,01191	104,2	8753,04971
350	-33,28589	-71,87727	301,5	0,88026	0,01217	489,5	40213,52089
351	-33,28208	-71,88882	395,0	0,55596	0,00826	103,8	12571,68847
353	-33,35398	-71,80653	142,0	0,92659	0,01167	0,0	0,00000
354	-33,35337	-71,83189	145,0	0,92659	0,01214	0,0	0,00000
355	-33,36509	-71,85403	178,5	0,92659	0,01185	0,0	0,00000
356	-33,36141	-71,87158	282,5	0,92659	0,01251	242,6	19402,35541
357	-33,36627	-71,89088	415,0	0,92659	0,01335	90,7	6792,41140
360	-33,44737	-71,81548	141,0	0,92659	0,01150	0,0	0,00000
361	-33,46577	-71,83205	143,0	0,92659	0,01159	0,0	0,00000
362	-33,45921	-71,84597	161,0	0,88026	0,01224	0,0	0,00000
363	-33,44654	-71,86748	251,0	1,01925	0,01384	318,1	22979,10850
364	-33,44598	-71,89016	413,5	0,88026	0,01306	267,0	20442,45617
365	-33,44939	-71,90341	510,0	0,88026	0,01272	4,1	321,61161
366	-33,54464	-71,94161	338,0	0,92659	0,01251	190,3	15216,47193
367	-33,53332	-71,93513	371,0	0,92659	0,01310	71,8	5483,25090
368	-33,53525	-71,94221	379,0	0,92659	0,01221	108,8	8912,48150
369	-33,61684	-72,00722	225,5	0,92659	0,01202	312,3	25979,94596
370	-33,61757	-72,01281	275,0	0,92659	0,01240	255,6	20608,23408
371	-33,61762	-72,02109	314,0	0,92659	0,01242	165,6	13331,58626
372	-33,66980	-71,96781	135,5	0,92659	0,01188	0,0	0,00000
373	-33,66897	-72,02373	220,0	0,92659	0,01142	208,7	18278,84640
374	-33,69866	-72,04752	367,5	0,92659	0,01472	144,8	9835,47106
375	-33,77566	-71,97763	118,0	0,92659	0,01181	0,0	0,00000
376	-33,76783	-72,00870	132,0	0,92659	0,01151	0,0	0,00000
377	-33,77799	-72,06796	181,5	0,92659	0,01191	0,0	0,00000
378	-33,77305	-72,07739	344,5	0,86482	0,01063	437,5	41157,63134

379	-33,84759	-72,02969	132,0	0,92659	0,01203	0,0	0,00000
380	-33,84394	-72,06581	144,5	0,92659	0,01124	0,0	0,00000
381	-33,84725	-72,10388	170,5	0,92659	0,01118	0,0	0,00000
382	-33,85558	-72,13931	386,5	0,92659	0,01299	160,7	12371,73016
383	-34,03186	-72,17655	203,0	0,92659	0,01270	0,0	0,00000
384	-34,03806	-72,21223	318,5	0,92659	0,01273	253,8	19932,94865
385	-34,03880	-72,22209	401,5	0,92659	0,01306	90,2	6901,30806
386	-34,14506	-72,21824	231,0	0,92659	0,01309	34,3	2618,47499
387	-34,14474	-72,23777	266,0	0,92659	0,01238	156,2	12614,44482
388	-34,13511	-72,25898	335,0	0,92659	0,01266	107,8	8519,59731
389	-34,17751	-72,18895	205,0	0,92659	0,01215	0,0	0,00000
390	-34,25736	-72,21260	219,0	0,92659	0,01220	0,0	0,00000
391	-34,26716	-72,23427	255,0	0,92659	0,01234	440,4	35677,87848
392	-34,32566	-72,17703	210,5	0,92659	0,01217	33,6	2757,48162
393	-34,31773	-72,20044	243,0	0,92659	0,01229	419,1	34090,82421
394	-34,32439	-72,21365	277,5	0,92659	0,01243	550,4	44268,15879
395	-34,44747	-72,16741	216,0	0,92659	0,01219	24,5	2006,24411
396	-34,43636	-72,19179	313,5	0,92659	0,01257	90,6	7204,95751
397	-34,44734	-72,20085	392,0	0,92659	0,01288	138,3	10741,01543
398	-34,58812	-72,17992	199,0	0,97292	0,01286	0,0	0,00000
399	-34,57979	-72,19902	239,0	0,92659	0,01228	52,6	4285,27899
400	-34,59767	-72,21793	375,0	1,11191	0,01599	137,5	8600,64364
401	-34,65395	-72,21734	158,5	0,92659	0,01197	0,0	0,00000
402	-34,65208	-72,21950	251,5	0,88026	0,01159	0,0	0,00000
403	-34,63373	-72,22586	304,5	0,92659	0,01253	254,0	20261,47715
404	-34,71131	-72,21860	192,0	0,92659	0,01209	0,0	0,00000
405	-34,71899	-72,23908	302,0	0,92659	0,01252	75,9	6059,28537
407	-34,80178	-72,26654	157,0	0,92659	0,01196	0,0	0,00000
408	-34,79358	-72,29177	169,0	0,92659	0,01201	0,0	0,00000
409	-34,78908	-72,30625	285,0	0,92659	0,01246	290,7	23324,50700
410	-34,84671	-72,46988	188,5	0,92659	0,01209	107,8	8920,37971
411	-34,86269	-72,50961	248,5	0,92659	0,01233	55,0	4462,38707
412	-34,83303	-72,52555	468,5	0,92659	0,01317	0,0	0,00000
413	-34,94233	-72,47542	146,0	0,92659	0,01191	0,0	0,00000
414	-34,93262	-72,51688	168,5	0,92659	0,01201	0,0	0,00000
415	-34,91974	-72,54950	317,5	0,92659	0,01259	273,9	21759,92184
417	-35,01718	-72,50676	141,0	0,92659	0,01190	0,0	0,00000
418	-35,02002	-72,54916	154,5	0,92659	0,01196	0,0	0,00000
419	-35,03590	-72,59845	211,0	0,92659	0,01217	123,2	10118,80863
420	-35,02520	-72,63431	393,0	0,92659	0,01288	125,8	9765,18718
421	-35,12772	-72,61665	173,5	0,92659	0,01203	0,0	0,00000
422	-35,13415	-72,63054	195,5	0,92659	0,01211	313,3	25874,40262

423	-35,13377	-72,65218	257,5	0,92659	0,01235	417,0	33753,58263
424	-35,13233	-72,66762	316,5	0,92659	0,01258	221,6	17613,36306
425	-35,13458	-72,68294	356,0	0,92659	0,01274	218,5	17154,12152
426	-35,26940	-72,65943	151,0	0,97292	0,01267	0,0	0,00000
427	-35,27107	-72,67963	155,5	0,92659	0,01196	0,0	0,00000
428	-35,26398	-72,69698	161,0	0,92659	0,01198	13,3	1109,47933
429	-35,26052	-72,71462	197,0	0,92659	0,01211	233,2	19255,10907
430	-35,26937	-72,74019	308,5	0,92659	0,01254	251,4	20044,04258
431	-35,44655	-72,91206	146,0	0,83393	0,01050	0,0	0,00000
432	-35,44117	-72,97899	156,0	0,97292	0,01269	580,5	45738,96043
433	-35,40904	-72,98693	303,0	1,01925	0,01406	255,1	18142,24062
434	-35,44168	-73,02225	407,5	0,97292	0,01372	121,9	8888,84684
435	-35,62040	-73,03743	196,5	1,01925	0,01361	177,3	13027,99308
436	-35,61740	-73,06073	228,5	0,97292	0,01299	273,5	21055,69887
437	-35,61653	-73,08103	270,5	1,01925	0,01392	315,4	22649,61843
438	-35,72937	-73,07654	203,5	1,01925	0,01364	314,1	23031,39226
439	-35,72527	-73,11488	241,0	1,06558	0,01457	345,8	23735,65404
440	-35,73232	-73,15143	279,5	0,88026	0,01170	105,5	9022,40729
441	-35,73737	-73,18418	361,5	1,01925	0,01432	285,3	19924,83153
442	-35,83473	-73,05023	236,5	1,01925	0,01378	320,6	23257,79419
443	-35,84357	-73,07594	253,0	1,01925	0,01385	298,9	21579,14554
444	-35,84406	-73,09709	282,5	1,01925	0,01398	266,0	19026,51763
445	-35,85132	-73,10093	292,5	0,81540	0,01122	0,0	0,00000
446	-35,84931	-73,12892	315,0	1,06558	0,01490	211,8	14212,15625
447	-35,85738	-73,14233	354,5	0,97292	0,01350	145,0	10737,24116
448	-35,97457	-72,95379	229,5	0,97292	0,01299	87,0	6693,14498
449	-35,97283	-72,97294	255,5	1,01925	0,01386	423,1	30524,16473
450	-35,89114	-72,99069	291,5	0,83393	0,01101	142,9	12980,37409
451	-35,97502	-73,00970	321,0	1,03778	0,01425	211,7	14851,31810
452	-35,97580	-73,02859	353,5	1,01925	0,01428	145,0	10151,40636
453	-35,96230	-73,05200	359,0	0,97292	0,01352	123,1	9101,20807
454	-36,06513	-72,96113	259,5	0,97292	0,01311	87,7	6683,97942
455	-36,07518	-72,99736	288,0	0,97292	0,01323	143,1	10819,35404
456	-36,06418	-72,99953	303,0	1,01925	0,01407	122,9	8739,32171
457	-36,16151	-73,10194	216,0	0,97292	0,01294	0,0	0,00000
458	-36,17427	-73,15007	206,5	0,97292	0,01290	0,0	0,00000
459	-36,17708	-73,18678	197,5	1,01925	0,01361	0,0	0,00000
460	-36,17848	-73,22158	210,0	0,97292	0,01291	0,0	0,00000
463	-36,28766	-73,56454	235,0	1,01925	0,01377	139,2	10112,43335
464	-36,29624	-73,57532	372,0	0,97292	0,01357	589,7	43465,46022
465	-36,40820	-73,53778	216,0	0,97292	0,01293	0,0	0,00000
466	-36,41047	-73,55433	311,5	1,01925	0,01410	177,6	12593,84204

467	-36,41542	-73,55429	302,5	0,97292	0,01329	7,4	556,93723
468	-36,48047	-73,56835	292,5	0,97292	0,01325	89,2	6729,44496
469	-36,48430	-73,58483	380,5	0,83393	0,01132	35,2	3108,01143
471	-36,59198	-73,56224	193,5	1,01925	0,01360	0,0	0,00000
472	-36,59818	-73,57351	294,0	1,01925	0,01402	189,4	13503,49145
473	-36,61058	-73,58278	369,5	0,83393	0,01128	69,7	6178,42895
475	-36,71801	-73,57528	204,0	0,97292	0,01288	176,8	13722,40000
476	-36,71588	-73,58488	264,0	0,92659	0,01238	227,9	18413,34312
477	-36,70846	-73,59197	349,5	0,83393	0,01121	0,0	0,00000
1001	-29,21628	-71,60295	349,0	0,97292	0,01348	101,5	7528,29719
1002	-29,21774	-71,60520	393,0	0,83393	0,01136	163,2	14364,23841
1003	-29,25614	-71,58569	351,5	0,92659	0,01272	156,7	12320,14740
1004	-29,25912	-71,59005	422,0	1,01925	0,01456	195,5	13421,90787
1005	-33,17414	-71,86617	270,0	0,92659	0,01240	377,2	30419,18468
1006	-28,25017	-71,28192	368,0	0,92659	0,01096	104,9	9571,17805
1007	-28,24983	-71,26517	286,5	0,92659	0,01144	0,0	0,00000
1008	-26,75942	-70,88717	477,0	0,92659	0,01081	17,5	1616,88742
1009	-26,38025	-70,88200	532,0	0,92659	0,01074	0,0	0,00000
1010	-25,54058	-70,72042	372,5	0,92659	0,01066	0,0	0,00000
1011	-25,41600	-70,60483	357,0	0,92659	0,01083	8,7	807,17076
1012	-25,37950	-70,62342	431,0	0,92659	0,01063	0,0	0,00000
1013	-25,33867	-70,51467	227,0	0,30886	0,00371	0,0	0,00000
1014	-25,33300	-70,65517	524,0	0,49418	0,00597	1,1	184,19277
1015	-25,26408	-70,61742	474,5	0,43241	0,00489	4,4	894,35032
1016	-25,02150	-70,56025	454,5	0,30886	0,00367	0,0	0,00000
1017	-24,36483	-70,59392	315,5	0,80305	0,01021	0,0	0,00000
1018	-24,37033	-70,60650	453,5	0,30886	0,00339	1,1	324,69925
1019	-24,48692	-70,62792	391,0	0,43241	0,00518	0,0	0,00000
1020	-24,76683	-70,60783	360,0	0,06177	0,00072	0,0	0,00000
1021	-24,81700	-70,60858	315,5	0,37064	0,00379	0,0	0,00000
2001	-35,77918	-73,12130	260,5	3,66930	0,04998	161,1	3223,81993
2002	-35,75484	-73,11895	253,5	0,51889	0,00698	25,1	3589,30708
2003	-35,75168	-73,10876	246,5	0,25945	0,00348	10,9	3134,96714
2004	-35,76488	-73,08935	247,0	0,06795	0,00092	3,4	3684,96244
2005	-35,77317	-73,07165	222,5	1,01925	0,01372	50,5	3684,29533
2006	-35,72767	-73,08108	213,5	0,88335	0,01186	39,8	3356,94726
2007	-35,76242	-73,06733	221,0	1,83465	0,02468	77,4	3136,10028
2008	-35,75588	-73,07470	222,5	1,16751	0,01556	57,3	3684,00891
2009	-35,75887	-73,09840	246,0	2,98363	0,04003	125,3	3129,18893
2010	-35,74248	-73,13684	271,0	1,49181	0,02017	71,1	3523,92633
2011	-35,73248	-73,05688	196,0	0,19458	0,00257	8,9	3458,03392
2012	-35,74513	-73,05486	201,0	1,15515	0,01544	55,0	3563,84029

2013	-35,83253	-73,02250	212,0	4,00905	0,05377	210,5	3915,05353
2014	-35,89977	-72,98955	224,0	0,33975	0,00458	18,8	4110,97463
2015	-35,07198	-72,57727	159,0	2,37825	0,03138	8,9	282,32723
2016	-35,03005	-72,56063	158,0	2,33501	0,03048	2,9	94,75982
2017	-35,02264	-72,57302	187,0	0,06177	0,00080	0,1	157,76696
2018	-35,01538	-72,52764	147,5	1,01925	0,01340	1,2	92,03153
2019	-35,01893	-72,52877	147,0	2,71800	0,03572	4,7	130,66998
2020	-35,02342	-72,54528	153,0	1,70184	0,02170	3,1	144,60013
2021	-35,02675	-72,55123	154,0	2,40605	0,03069	5,1	165,26159
2022	-33,62463	-72,00703	231,0	0,20385	0,00275	7,8	2823,54978
2023	-33,62187	-72,01068	300,5	1,83465	0,02529	67,2	2656,16599
2024	-33,62573	-72,01379	289,0	0,61155	0,00840	23,5	2795,92858
2025	-33,62554	-72,01553	314,0	1,63389	0,02284	62,8	2749,12351
2026	-30,04381	-71,46174	222,0	2,59446	0,03456	7,9	228,42248
2027	-30,04617	-71,46397	230,0	2,65005	0,03575	5,6	156,70094
2028	-30,05080	-71,46279	259,0	3,30793	0,04457	12,8	286,38809
2029	-30,09858	-71,49184	278,5	2,53268	0,03399	18,5	545,20420
2030	-30,13384	-71,53107	262,5	2,59446	0,03500	23,6	672,84652
2031	-30,10600	-71,51714	281,5	0,55596	0,00747	2,6	346,76892
2032	-30,02941	-71,47084	264,0	2,07557	0,02801	123,3	4403,40085
2033	-30,05483	-71,46768	244,5	0,06486	0,00087	0,3	324,02280
2034	-30,05554	-71,46893	252,0	1,69875	0,02308	3,5	153,36529
2035	-30,06995	-71,47768	270,5	3,66930	0,05014	23,0	458,23072
2036	-30,07309	-71,48142	297,5	1,81612	0,02477	5,5	222,56567
2037	-29,98029	-71,45353	343,0	0,47565	0,00664	27,4	4131,52830
2040	-29,76957	-71,37317	240,0	2,47091	0,02997	107,7	3595,11039
2041	-29,77368	-71,36800	202,5	1,54432	0,01920	75,6	3936,93502
2043	-29,78503	-71,36548	179,0	1,62154	0,01704	80,1	4699,26841
2044	-29,77420	-71,36978	220,0	1,70184	0,02362	74,6	3158,87567
2045	-29,77516	-71,37375	254,5	1,46710	0,02045	71,8	3513,22126
2047	-32,11909	-71,63512	251,0	3,24307	0,03330	30,9	927,66526
2050	-32,43939	-71,58912	252,5	0,29342	0,00408	8,3	2036,32147
2051	-32,57433	-71,60904	186,5	0,25945	0,00315	9,5	3011,14538
2053	-32,65186	-71,64714	302,0	0,11737	0,00162	4,8	3000,85302
2054	-32,64988	-71,64769	304,0	0,06177	0,00073	2,5	3485,15590
2055	-32,64052	-71,63602	190,5	0,92659	0,01138	33,5	2943,32760
2062	-32,32774	-71,60380	286,0	0,92659	0,01107	21,0	1901,36677
2063	-32,32305	-71,59702	281,0	3,39750	0,04167	54,6	1309,80854
2066	-32,39388	-71,61262	293,5	1,85318	0,02232	39,1	1750,67266
2067	-32,30813	-71,60300	317,0	1,48255	0,01772	25,6	1443,35194
2070	-32,37628	-71,61391	317,5	0,92659	0,01108	18,1	1636,32960
2071	-32,34451	-71,61488	326,0	1,85318	0,02236	38,9	1740,93096
2073	-32,45029	-71,63051	317,0	0,61773	0,00738	15,5	2095,00805
2075	-32,41045	-71,62132	331,0	0,18532	0,00225	4,1	1805,01295

Anexo 4. Características técnicas de las embarcaciones y planos de las redes utilizadas.

ANEXO 4

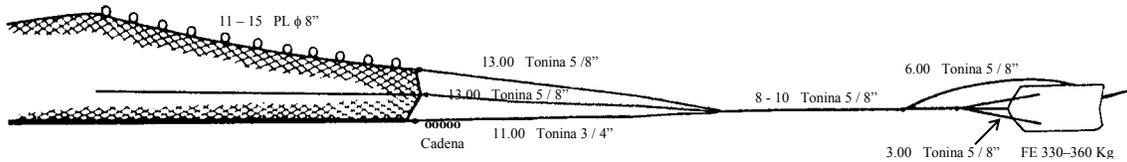
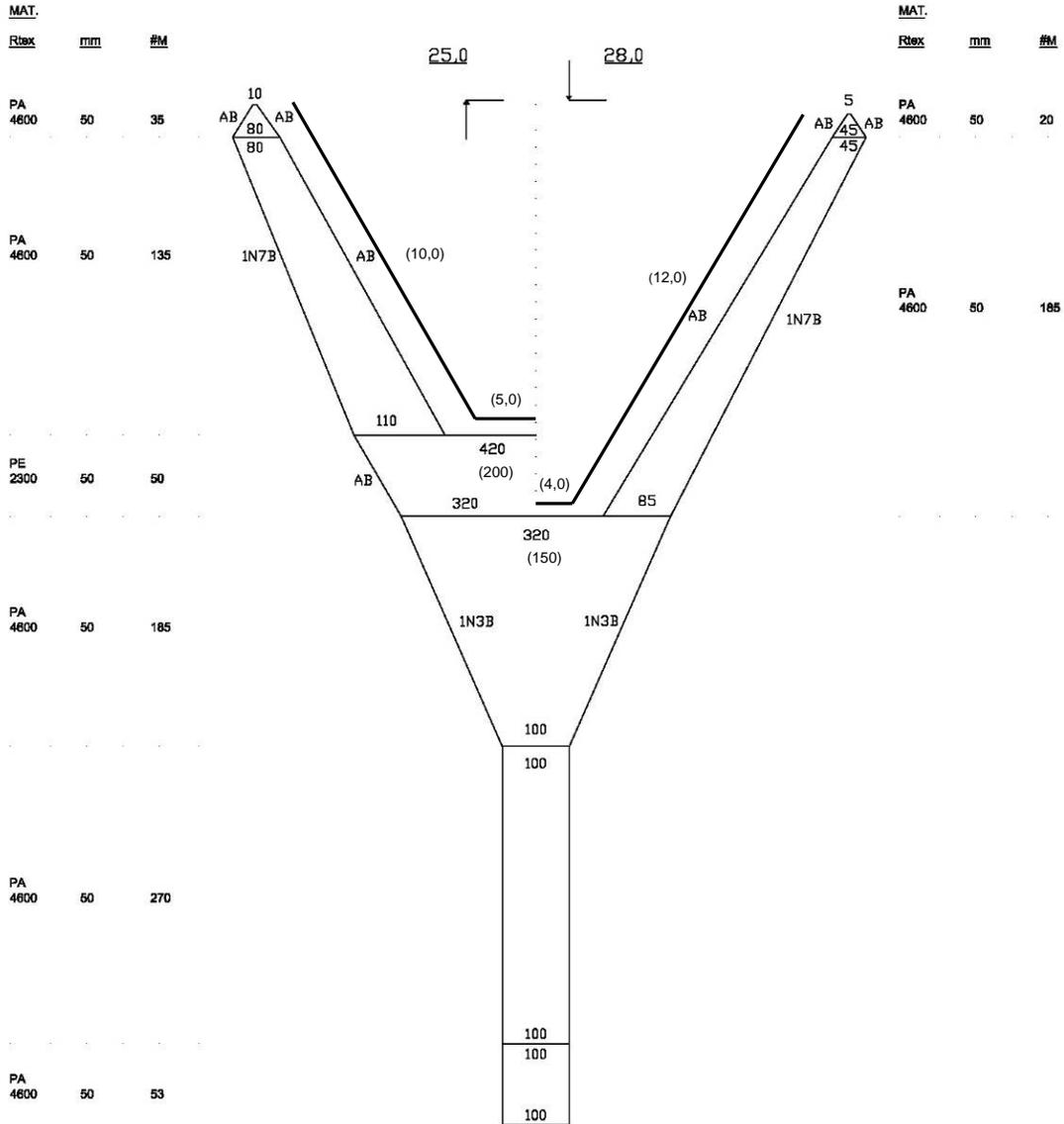
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS EMBARCACIONES Y PLANOS DE LAS REDES UTILIZADAS.

RED DE ARRASTE
Camarón-langostino
Chile

BARCO
PAM "Foche"
Eslora 22,2 m

Bodega 138,17 m3.
T.R.G. 84,1
T.R.N. 31,6

Manga 6,63 m
Puntal 2,2 m



Anexo 5. Estadígrafos de la talla por sexo, foco de abundancia y región.

ANEXO 5

ESTADÍGRAFOS DE LA TALLA POR SEXO, FOCO DE ABUNDANCIA Y REGIÓN.

Tabla 1. Estadígrafos de la talla de camarón nailon por sexo y región. D.E., desviación estándar; N, número de ejemplares medidos.

Región	Estadígrafo	Machos	Hembras
2	Media	24,2	26,9
	D.E.	2,1	2,3
	Mínimo	17,1	20,1
	Máximo	30,9	36,9
	N	523	1.276
3	Media	24,2	26,3
	D.E.	2,2	2,5
	Mínimo	19,1	18,6
	Máximo	31,4	37,8
	N	1.394	2.953
4	Media	23,9	25,5
	D.E.	2,5	3,0
	Mínimo	12,9	11,4
	Máximo	38,3	38,7
	N	13.077	11.562
5	Media	24,8	26,8
	D.E.	2,6	3,4
	Mínimo	12,8	13,1
	Máximo	36,8	38,7
	N	8.064	7.569
6	Media	24,6	26,5
	D.E.	2,8	3,7
	Mínimo	14,3	16,1
	Máximo	32,8	39,4
	N	1.398	1.183
7	Media	25,6	27,7
	D.E.	2,4	3,0
	Mínimo	14,5	10,6
	Máximo	39	38,8
	N	4.753	5.436
8	Media	25,0	27,2
	D.E.	2,7	3,7
	Mínimo	16,3	16,1
	Máximo	36,5	38,2
	N	1.407	1.212
Total	Media	24,5	26,4
	D.E.	2,6	3,2
	Mínimo	12,8	10,6
	Máximo	39	39,4
	N	30.616	31.191

Tabla 2. Estadígrafos de la talla de camarón nailon por sexo y foco de abundancia. D.E., desviación estándar; N, número de ejemplares medidos.

Foco	Estadígrafo	Machos	Hembras
2	Media		30,1
	D.E.		3,0
	Mínimo		24,1
	Máximo		36,9
	N		38
3	Media	26,5	29,1
	D.E.	1,5	2,4
	Mínimo	25,1	23,2
	Máximo	28,1	34,9
	N	3	122
4	Media	24,4	26,3
	D.E.	2,6	1,8
	Mínimo	21,4	22,5
	Máximo	29,6	31,6
	N	9	96
5	Media	24,2	26,7
	D.E.	2,1	2,1
	Mínimo	17,1	20,1
	Máximo	30,9	33,9
	N	517	1514
6	Media	24,7	26,5
	D.E.	2,0	2,5
	Mínimo	19,3	20,4
	Máximo	29,8	34,9
	N	133	364
7	Media	23,9	26,4
	D.E.	2,2	2,5
	Mínimo	19,1	18,6
	Máximo	31,4	34,9
	N	376	924
8	Media	25,2	27,3
	D.E.	1,9	1,8
	Mínimo	21,2	24,8
	Máximo	29,1	31,2
	N	34	16
9	Media	24,4	26,1
	D.E.	2,3	2,5
	Mínimo	20,1	20,1
	Máximo	31,2	33,8
	N	369	631

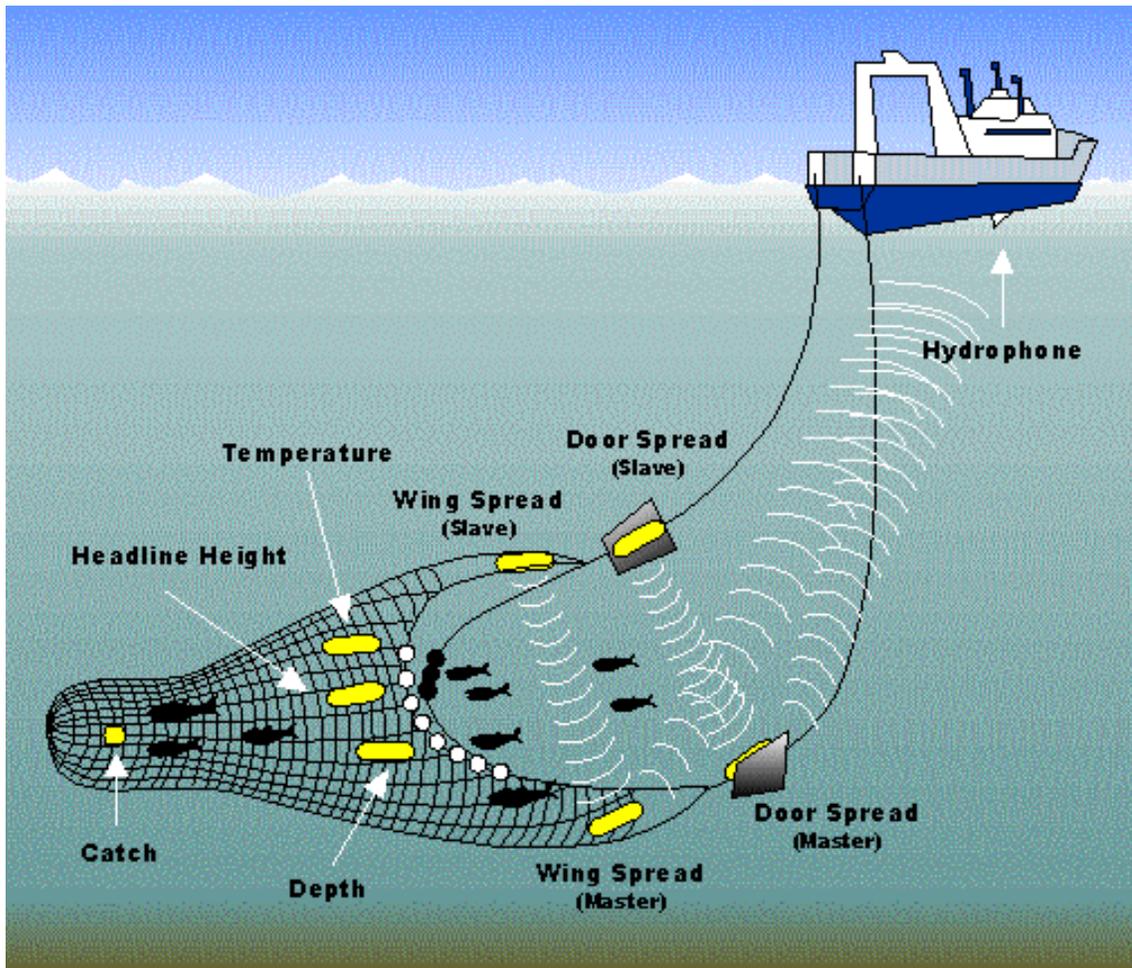
Tabla 2. Continuación.

Foco	Estadígrafo	Machos	Hembras
10	Media	23,0	24,6
	D.E.	2,4	2,8
	Mínimo	12,9	11,4
	Máximo	38,3	37,8
	N	5680	5910
11	Media	23,9	25,8
	D.E.	2,0	2,8
	Mínimo	14,2	17,1
	Máximo	36,4	34,7
	N	3297	2725
12	Media	25,1	27,1
	D.E.	2,4	3,2
	Mínimo	15,6	13,7
	Máximo	36,8	38,7
	N	9652	8541
13	Media	24,1	25,8
	D.E.	2,6	3,4
	Mínimo	12,8	13,1
	Máximo	34,4	38,7
	N	2988	2479
14	Media	24,7	26,4
	D.E.	2,8	3,8
	Mínimo	14,3	16,1
	Máximo	32,8	39,4
	N	1705	1375
15	Media	25,2	26,7
	D.E.	2,6	2,8
	Mínimo	14,5	15,3
	Máximo	33,4	35,5
	N	1139	1323
16	Media	24,1	26,8
	D.E.	2,0	2,9
	Mínimo	19,7	18,3
	Máximo	29,2	35,2
	N	217	280
17	Media	25,7	28,1
	D.E.	2,3	3,0
	Mínimo	16,1	10,6
	Máximo	39	38,8
	N	3636	3838
18	Media	25,2	27,7
	D.E.	2,9	3,6
	Mínimo	16,3	16,1
	Máximo	36,5	38,2
	N	861	1015
Total	Media	24,5	26,4
	D.E.	2,6	3,2
	Mínimo	12,8	10,6
	Máximo	39	39,4
	N	30616	31191

Anexo 6. Sistema NETMIND para medición de APA.

ANEXO 6

SISTEMA NETMIND PARA MEDICIÓN DE APA



a)



b)



c)



Equipo Wing Spread Netmind de North Star Technical. (a) Deck Unit de conexión entre el hidrófono y el PC; (b) hidrófono de remolque; (c) Sensores de abertura de alas.

Anexo 7. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de camarón nailon por zona de análisis geoestadístico

ANEXO 7

DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA DENSIDAD (Tons/Km²) DE CAMARÓN NAILON POR ZONA DE ANÁLISIS GEOESTADÍSTICO.

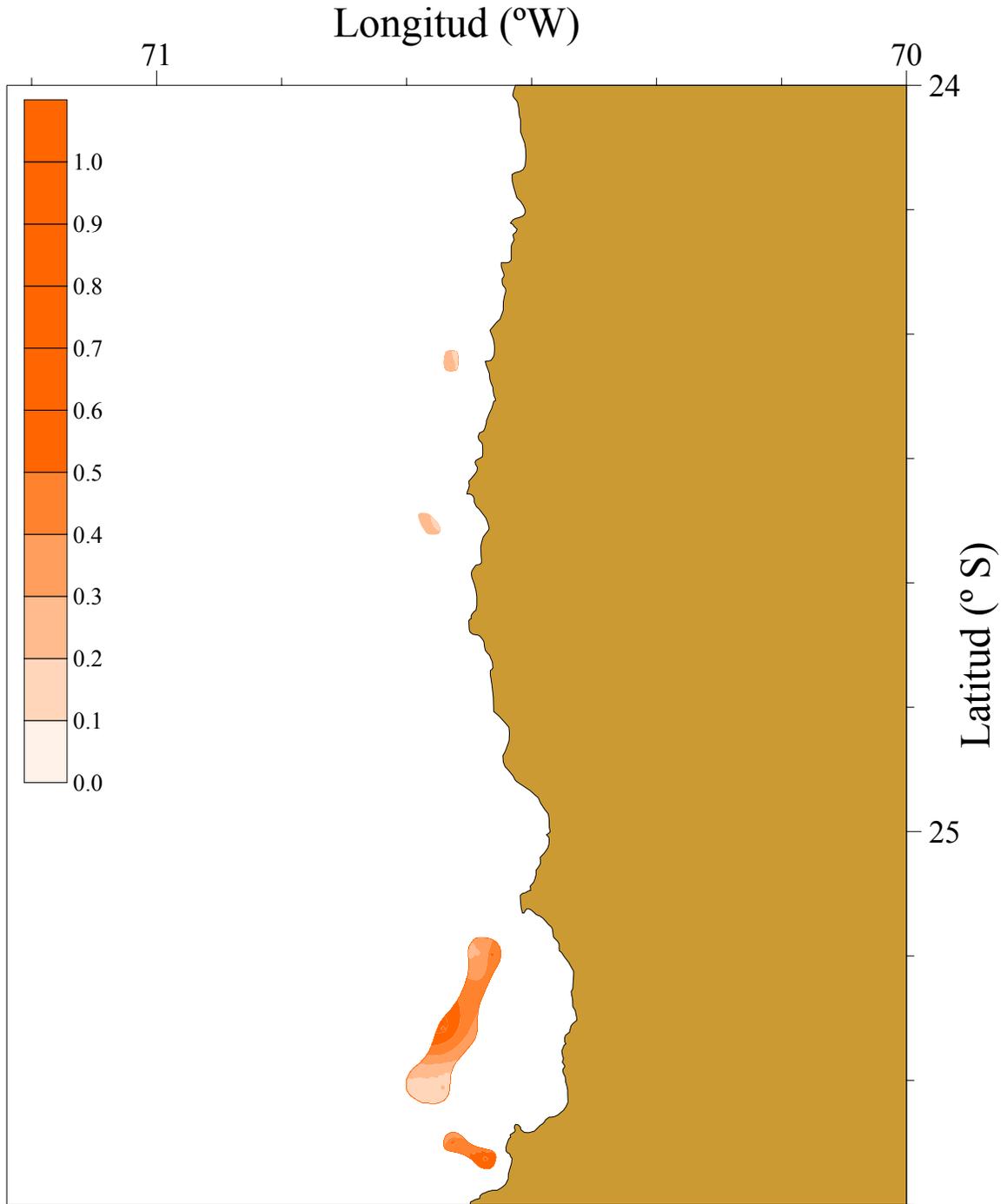


Figura 1. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de camarón nylon (*H. reedi*) en la Zona de Análisis Geoestadístico ZAG-1 (Focos 1 a 4).

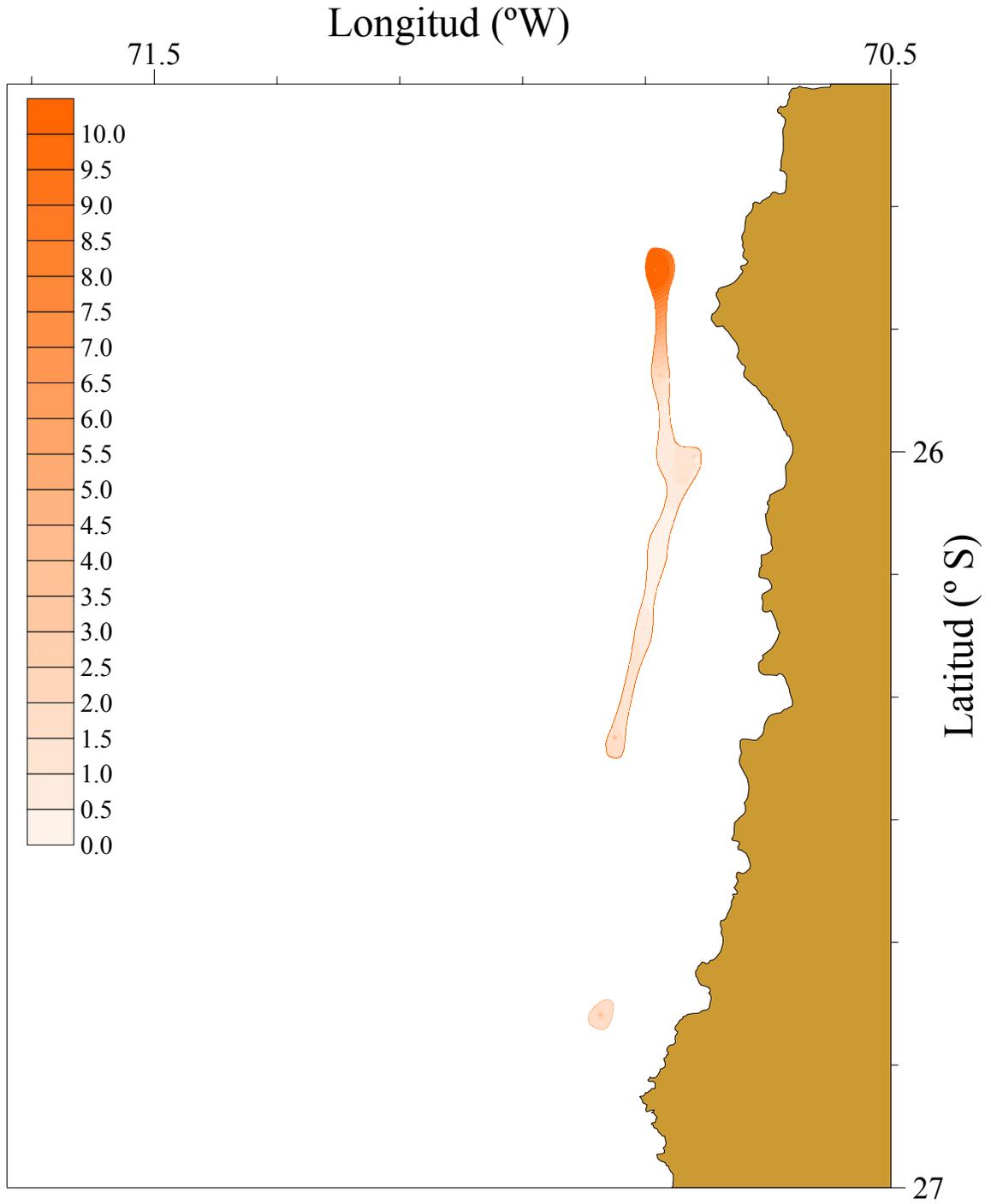


Figura 2. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de camarón nilon (*H. reedi*) en la ZAG-1 (Focos 5 y 6).

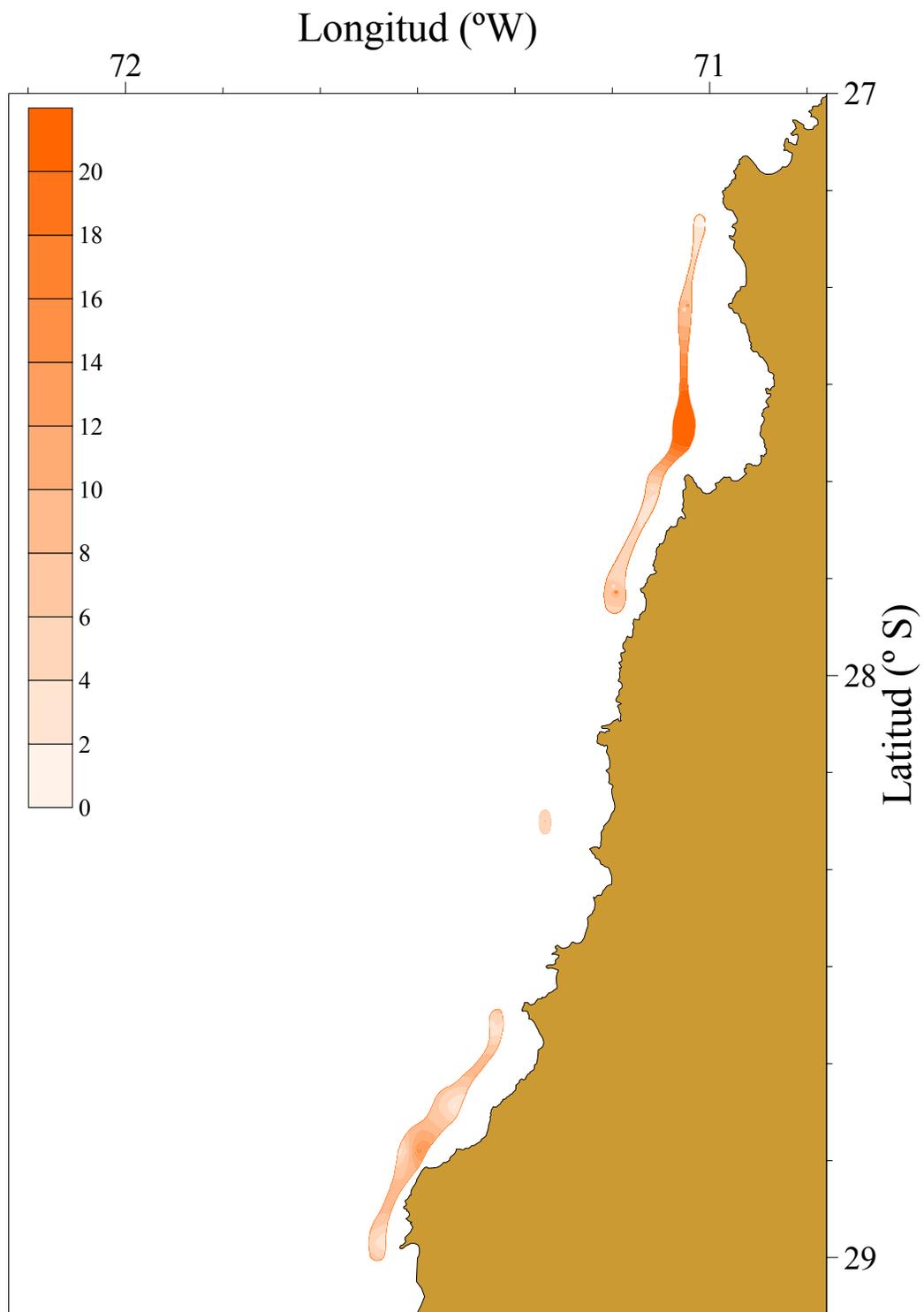


Figura 3. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de camarón nailon (*H. reedi*) en la ZAG-1 (Focos 7 y 8) y ZAG-2 (Foco 9).

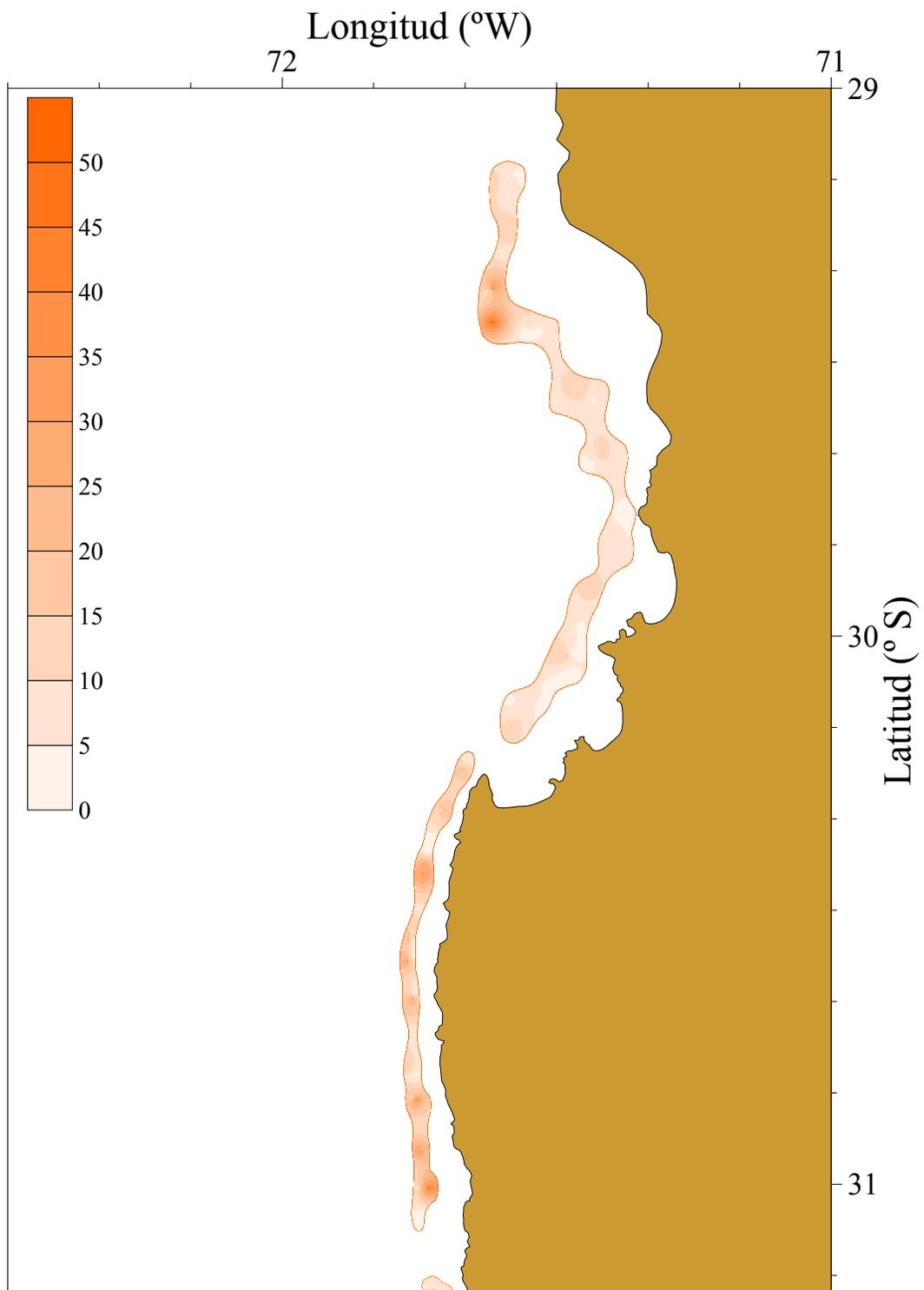


Figura 4. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de camarón nailon (*H. reedi*) en la ZAG-2 (Focos 10 a 11).

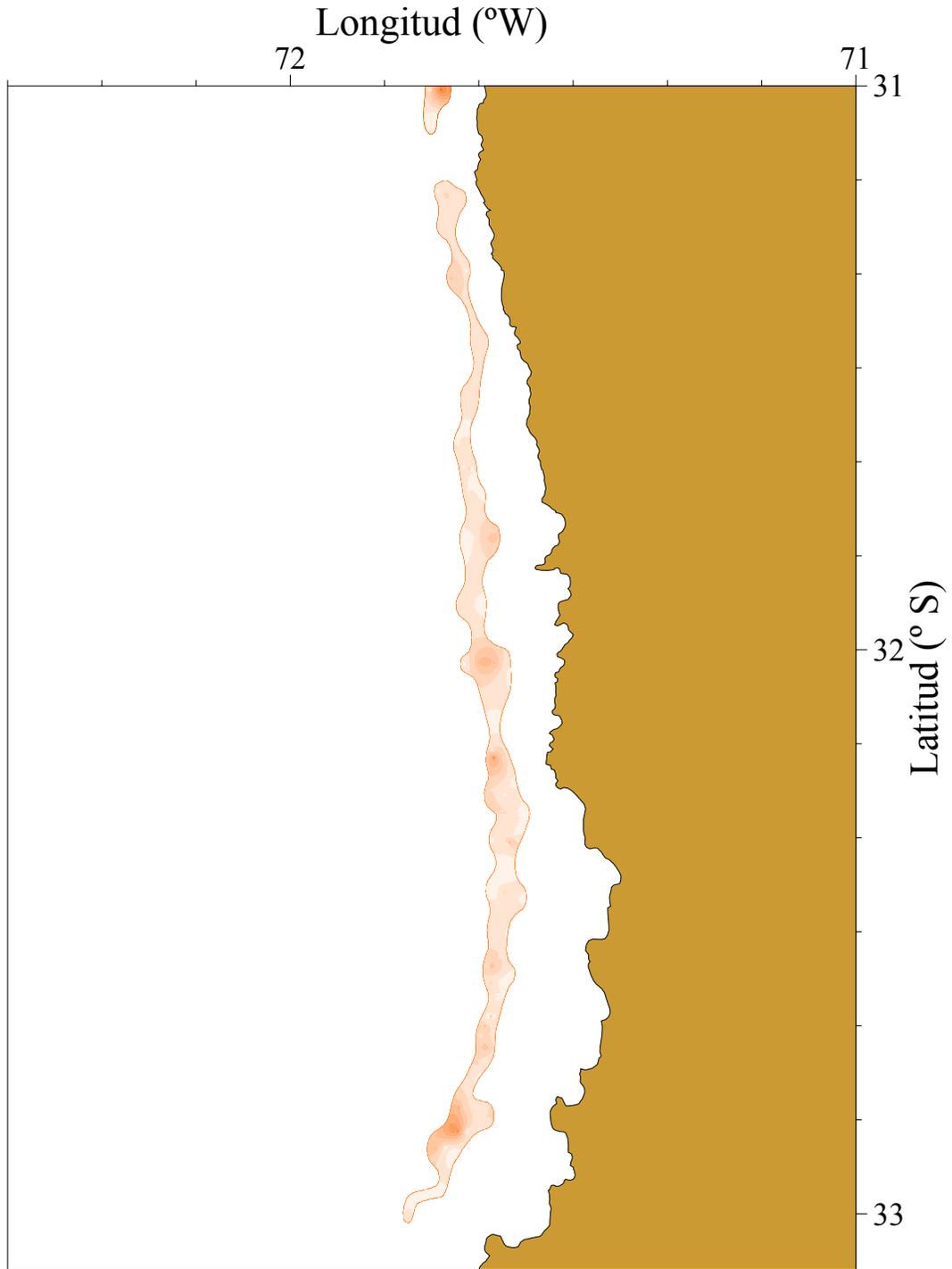


Figura 5. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de camarón nailon (*H. reedi*) en la ZAG-2 (Foco 12).

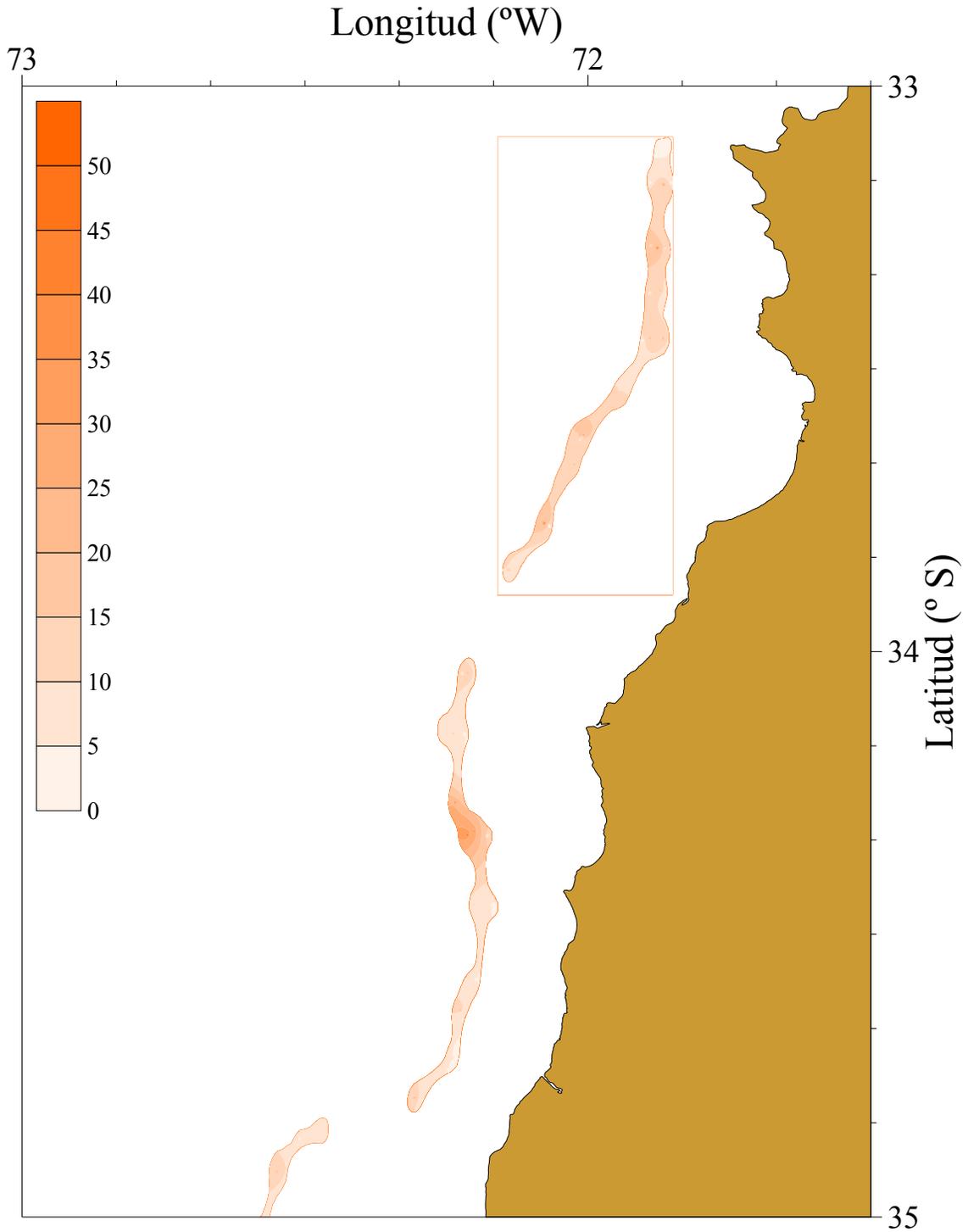


Figura 6. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de camarón nailon (*H. reedi*) en la ZAG-3, Focos 13 y 14, y parte del Foco 15.

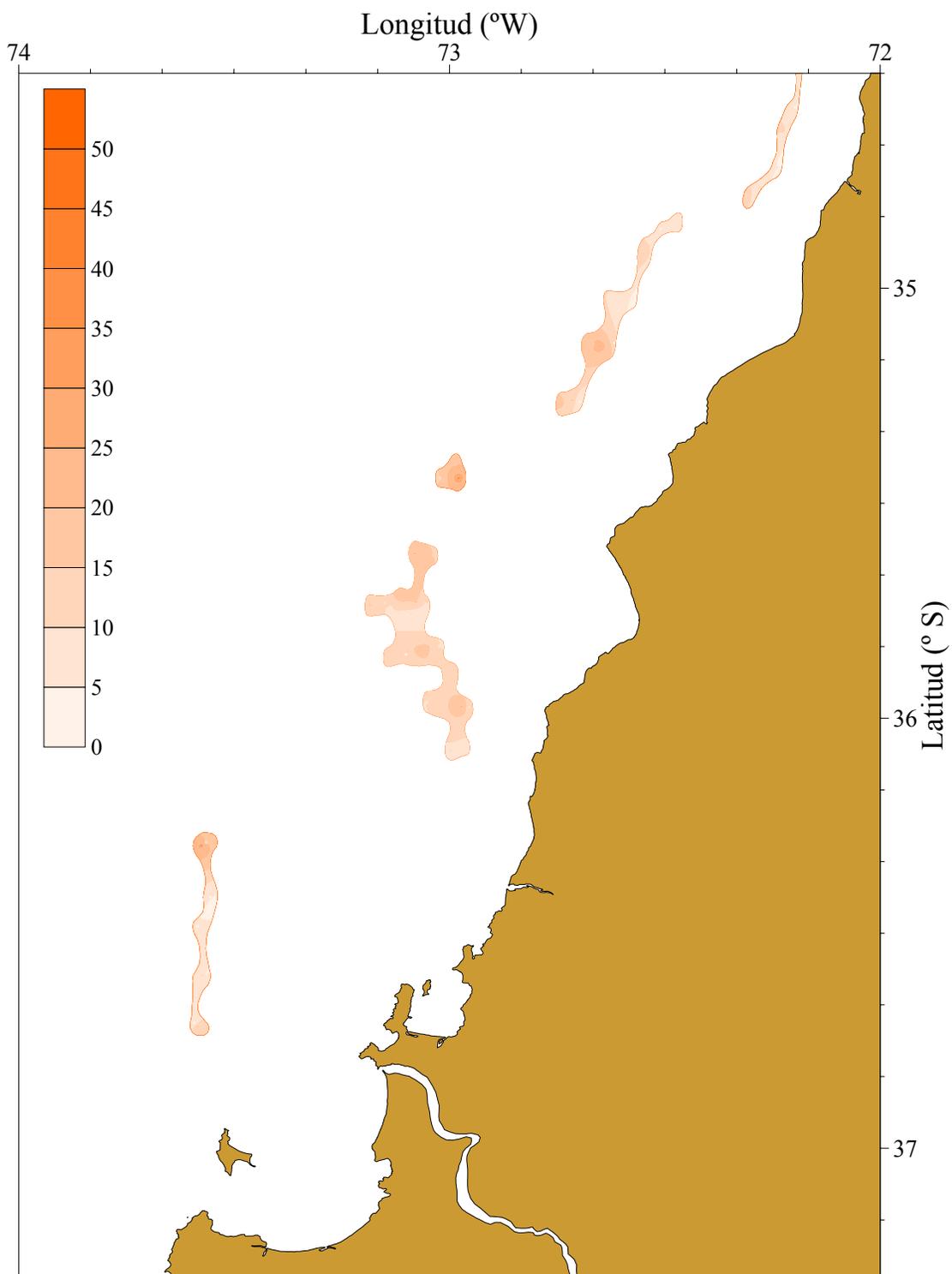


Figura 7. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de camarón nailon (*H. reedi*), parte del Foco 14 y Focos 15 a 18 (ZAG-3).

Anexo 8. Biomasa (tons) y abundancia (miles de ejemplares) de langostino amarillo y langostino colorado, por caladero, sexo, dentro y fuera del arpa y región

ANEXO 8

BIOMASA (TONS) Y ABUNDANCIA (MILES DE EJEMPLARES) DE CAMARÓN NAILON, POR CALADERO, SEXO, DENTRO Y FUERA DEL ARPA Y REGIÓN.

Anexo 8.1. Biomasa (tons) de machos de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero dentro de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Caladeros 1 a 9.

MC	C A L A D E R O								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10,5									
11,5									
12,5									
13,5									
14,5									
15,5									
16,5									
17,5									
18,5									
19,5							0,379		
20,5							4,911		8,107
21,5	0,004	0,005	0,012	0,029	0,073		20,327		30,516
22,5	0,020	0,026	0,061	0,153	0,380		37,441		33,756
23,5	0,021	0,026	0,063	0,156	0,386		29,905		43,224
24,5	0,054	0,067	0,161	0,401	0,987		36,620		31,599
25,5	0,064	0,081	0,193	0,456	1,178		22,734		50,643
26,5	0,130	0,163	0,391	0,946	2,374		14,629		59,252
27,5	0,060	0,076	0,181	0,452	1,096		17,462		31,329
28,5	0,029	0,036	0,087	0,181	0,524		12,020		25,185
29,5	0,011	0,014	0,032	0,081	0,194		5,816		15,561
30,5	0,006	0,008	0,018	0,045	0,108		4,860		1,725
31,5							3,597		1,905
32,5									
33,5									
34,5									
35,5									
36,5									
37,5									
38,5									
>39,5									
Total	0,399	0,502	1,199	2,900	7,300	0,000	210,701	0,000	332,802

Anexo 8.2. Biomasa (tons) de **machos** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero **dentro** de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. **Caladeros 10 a 18.**

MC	C A L A D E R O								
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
10,5									
11,5									
12,5									
13,5									
14,5		0,154							
15,5	0,104	0,379							
16,5	0,739								
17,5	2,730	2,748							
18,5	8,058	2,607	0,260						
19,5	17,671	13,021	0,626						
20,5	41,964	62,499	3,549						
21,5	70,990	111,079	8,394						
22,5	89,641	243,492	24,282						
23,5	96,853	352,196	51,046						
24,5	97,652	431,017	73,974						
25,5	66,089	348,678	74,394						
26,5	48,866	213,809	74,354						
27,5	26,455	112,074	50,354						
28,5	9,427	56,392	29,050						
29,5	7,515	9,538	17,190						
30,5	2,661	10,564	4,142						
31,5	1,454	3,332	1,485						
32,5	1,584								
33,5	0,860								
34,5		2,202							
35,5									
36,5	1,089	2,617							
37,5									
38,5									
>39,5									
Total	592,402	1978,398	413,100	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Anexo 8.3. Biomasa (tons) de machos de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero fuera de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Caladeros 1 a 9.

MC	C A L A D E R O								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10,5									
11,5									
12,5									
13,5									
14,5									
15,5									
16,5									
17,5					0,233				
18,5					0,092				
19,5					0,648	0,033			
20,5					2,269	0,039	6,025	0,205	0,519
21,5			0,134	0,001	8,213	0,112	19,342	0,559	1,954
22,5			0,695	0,005	11,925	0,567	44,821	1,481	2,161
23,5			0,710	0,005	15,650	0,354	53,964	2,026	2,767
24,5			1,826	0,013	21,175	0,942	32,228	1,586	2,022
25,5			2,190	0,016	15,060	0,877	30,578	3,196	3,241
26,5			4,432	0,033	19,389	0,860	17,321	3,148	3,793
27,5			2,054	0,015	7,788	0,580	19,531	3,550	2,005
28,5			0,987	0,007	6,955	0,216	4,386	0,996	1,612
29,5			0,367	0,003	0,774	0,120	4,905	1,783	0,996
30,5			0,204	0,002	0,429			0,993	0,110
31,5								0,276	0,121
32,5									
33,5									
34,5									
35,5									
36,5									
37,5									
38,5									
>39,5									
Total	0,000	0,000	13,599	0,100	110,600	4,700	233,101	19,799	21,301

Anexo 8.4. Biomasa (tons) de machos de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero fuera de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. **Caladeros 10 a 18.**

MC	C A L A D E R O								
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
10,5									
11,5									
12,5	0,162			0,070					
13,5	0,350			0,176					
14,5	0,578	0,001		0,218	0,160	0,316			
15,5	1,024	0,001	0,471	1,192		0,193			
16,5	6,019		0,778	1,275	0,858	0,699		0,414	0,612
17,5	14,412	0,010	2,287	5,694	3,211	0,835		0,511	0,738
18,5	30,592	0,206	4,948	8,948	4,956	4,931		1,198	2,421
19,5	86,141	0,969	14,245	21,958	18,370	8,087	4,277	2,110	6,502
20,5	193,098	6,132	42,096	49,719	33,914	10,292	9,166	9,271	7,317
21,5	245,037	11,432	107,669	77,844	68,011	25,302	12,575	33,146	9,223
22,5	351,594	17,842	159,833	160,542	93,226	42,028	28,983	86,685	32,377
23,5	385,047	23,102	315,339	218,485	121,853	89,038	49,811	159,671	52,236
24,5	417,641	25,664	391,498	259,527	187,833	128,428	71,278	251,975	71,453
25,5	310,511	21,963	435,056	260,320	240,090	177,600	69,233	348,611	73,820
26,5	177,212	16,696	464,173	226,263	203,592	163,557	31,605	376,823	68,252
27,5	99,579	12,961	367,204	158,426	146,029	161,179	20,871	318,361	98,496
28,5	53,438	3,520	279,655	92,474	80,307	81,892	7,001	229,692	63,423
29,5	14,804	2,084	140,286	52,542	83,818	44,081	2,599	145,059	37,809
30,5	5,604	0,492	52,610	20,642	72,768	26,577		75,182	24,789
31,5	0,765	0,012	18,367		16,357	8,133		10,245	9,553
32,5	2,224		12,459	2,373	7,047	3,574		13,555	1,319
33,5	3,330		0,738	2,595		1,957		12,418	1,452
34,5		0,008	2,536	1,416					1,595
35,5									
36,5		0,009	0,950						3,815
37,5									
38,5	3,540								
>39,5								2,078	
Total	2402,702	143,104	2813,198	1622,699	1382,400	978,699	307,399	2077,005	567,202

Anexo 8.5. Biomasa (tons) de **hembras** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero **dentro** de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. **Caladeros 1 a 9.**

MC	C A L A D E R O								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10,5									
11,5									
12,5									
13,5									
14,5									
15,5									
16,5									
17,5									
18,5							0,026		
19,5									
20,5					0,032		1,339		5,067
21,5				0,015	0,660		10,030		13,498
22,5				0,102	1,433		43,216		27,007
23,5	0,005	0,006	0,015	0,235	4,145		40,729		52,489
24,5	0,016	0,021	0,051	0,672	8,657		88,599		57,057
25,5	0,009	0,012	0,029	0,941	14,005		66,214		81,431
26,5	0,067	0,083	0,209	1,611	22,186		120,335		121,864
27,5	0,055	0,069	0,173	0,583	20,642		158,446		106,525
28,5	0,133	0,166	0,416	0,835	16,148		84,333		95,148
29,5	0,134	0,167	0,418	0,365	12,133		58,334		68,473
30,5	0,121	0,151	0,379	0,090	5,486		42,480		32,769
31,5	0,098	0,122	0,305	0,050	5,108		27,972		26,670
32,5	0,040	0,051	0,126		0,523		6,295		4,195
33,5	0,052	0,065	0,163		0,144		2,555		4,606
34,5	0,041	0,051	0,128				0,395		
35,5	0,009	0,011	0,028						
36,5	0,020	0,024	0,061						
37,5									
38,5									
>39,5									
Total	0,800	0,999	2,501	5,499	111,302	0,000	751,298	0,000	696,799

Anexo 8.6. Biomasa (tons) de **hembras** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero **dentro** de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. **Caladeros 10 a 18.**

MC	C A L A D E R O								
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
10,5									
11,5	0,001								
12,5									
13,5									
14,5	0,003								
15,5	0,033								
16,5	0,798								
17,5	3,423	1,649							
18,5	5,028	1,956	0,155						
19,5	7,276	5,745	0,626						
20,5	20,396	29,910	1,497						
21,5	27,267	56,832	3,554						
22,5	53,011	88,489	8,313						
23,5	76,248	160,152	20,559						
24,5	105,121	218,980	27,706						
25,5	133,058	257,151	46,213						
26,5	146,047	256,965	35,445						
27,5	134,619	320,842	49,326						
28,5	66,853	252,539	47,272						
29,5	43,226	140,344	40,186						
30,5	19,970	102,625	23,127						
31,5	5,987	33,323	17,329						
32,5	0,221	14,670	13,452						
33,5	1,040	4,024	1,006						
34,5	1,930	4,404	1,190						
35,5	2,088								
36,5			1,145						
37,5	1,254								
38,5									
>39,5									
Total	854,898	1950,600	338,101	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Anexo 8.7. Biomasa (tons) de **hembras** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero **fuera** de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. **Caladeros 1 a 9.**

MC	C A L A D E R O								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10,5									
11,5									
12,5									
13,5									
14,5									
15,5									
16,5									
17,5									
18,5							1,080		
19,5									
20,5					0,094	0,019			0,326
21,5				0,001	1,749	0,158	5,274	0,240	0,867
22,5				0,006	3,439	0,391	14,259	1,483	1,737
23,5			0,178	0,013	10,069	0,866	16,421	1,281	3,375
24,5			0,407	0,037	21,257	1,939	42,965	1,099	3,669
25,5			0,232	0,051	34,521	1,503	27,516	1,530	5,236
26,5			2,225	0,088	54,690	2,435	76,198	2,206	7,835
27,5			1,768	0,032	44,828	2,149	132,790	3,020	6,849
28,5			3,799	0,046	35,879	2,676	65,775	2,394	6,117
29,5			4,057	0,020	24,452	2,190	93,183	2,677	4,402
30,5			3,077	0,005	12,736	1,148	54,642	0,994	2,107
31,5			2,501	0,003	11,938	0,672	66,734	0,276	1,715
32,5			1,005		1,301	0,165	6,714		0,270
33,5			1,938		0,144	0,091			0,296
34,5			0,912			0,199	8,149		
35,5									
36,5									
37,5									
38,5									
>39,5									
Total	0,000	0,000	22,099	0,302	257,097	16,601	611,700	17,200	44,801

Anexo 8.8. Biomasa (tons) de **hembras** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero **fuera** de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. **Caladeros 10 a 18.**

MC	C A L A D E R O								
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
10,5								0,033	
11,5	0,129								
12,5									
13,5			0,102	0,440					
14,5	0,243		0,072	0,653					
15,5	1,716		0,258	0,132		0,193			
16,5	3,076		0,982	1,435	1,436	1,166		0,136	0,153
17,5	11,411	0,331	2,346	3,606	2,060	0,556			0,922
18,5	13,929	0,098	2,888	6,040	4,898	0,986	0,605	0,802	2,200
19,5	40,703	0,460	6,634	12,286	12,172	3,851	2,139	2,099	3,901
20,5	103,631	1,074	19,933	30,013	17,037	6,713	7,500	4,897	4,573
21,5	138,959	3,730	45,832	49,568	26,833	15,492	5,804	11,382	6,739
22,5	247,754	6,253	70,561	64,695	49,933	29,599	8,918	25,052	13,933
23,5	327,740	13,064	148,764	85,394	64,228	51,942	15,327	58,675	25,410
24,5	421,710	14,612	237,131	154,172	103,742	111,617	39,277	109,777	40,827
25,5	452,065	19,141	300,176	181,064	144,229	164,678	39,563	207,746	53,683
26,5	392,531	26,257	368,237	194,493	151,252	193,570	74,367	257,089	55,839
27,5	241,378	26,442	397,515	243,785	178,239	269,369	104,361	341,711	89,958
28,5	140,786	18,807	361,335	188,966	133,134	196,311	109,684	374,900	97,299
29,5	138,950	22,543	349,532	122,893	109,261	185,684	38,989	323,150	92,092
30,5	63,083	18,613	372,030	115,987	108,938	126,987	57,695	336,455	92,681
31,5	18,529	10,525	298,141	54,071	72,999	48,804	28,718	262,357	100,303
32,5	10,386	7,722	209,098	65,246	93,386	42,888	21,109	341,276	87,037
33,5	7,049	3,026	92,440	35,037	76,318	21,531	3,868	156,468	46,467
34,5			25,816	16,988	58,574	12,829	4,240	53,092	28,699
35,5			9,760	7,703	12,298	4,660	4,636	10,420	12,222
36,5			0,950	1,673	8,456			11,365	
37,5	0,539		2,056					10,600	
38,5			4,613	1,959	5,273	2,973		1,918	2,259
>39,5					3,602				
Total	2776,297	192,698	3327,202	1638,299	1438,298	1492,399	566,800	2901,400	857,197

Anexo 8.9. Abundancia (miles de ejemplares) de **machos** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero **dentro** de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. **Caladeros 1 a 9.**

MC	C A L A D E R O								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10,5									
11,5									
12,5									
13,5									
14,5									
15,5									
16,5									
17,5									
18,5									
19,5							155,7		
20,5							1715,9		2876,9
21,5	1,1	1,4	3,4	8,2	21,4		6084,1		9349,3
22,5	4,9	6,4	15,0	37,6	96,8		9672,2		8989,6
23,5	4,5	5,6	13,5	33,4	86,0		6708,2		10068,5
24,5	10,1	12,5	30,1	75,1	193,5		7176,2		6472,6
25,5	10,5	13,3	31,8	75,1	204,2		3912,9		9169,5
26,5	18,9	23,8	57,0	137,8	365,6		2222,6		9529,1
27,5	7,8	9,8	23,4	58,5	150,6		2352,7		4494,8
28,5	3,3	4,2	10,0	20,9	64,5		1442,5		3236,3
29,5	1,1	1,4	3,3	8,4	21,5		624,0		1797,9
30,5	0,6	0,7	1,7	4,2	10,8		468,0		179,8
31,5							312,0		179,8
32,5									
33,5									
34,5									
35,5									
36,5									
37,5									
38,5									
>39,5									
Total	63,0	79,2	189,3	459,3	1215,0	0,0	42847,0	0,0	66344,1

Anexo 8.10. Abundancia (miles de ejemplares) de **machos** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero **dentro** de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. **Caladeros 10 a 18.**

MC	C A L A D E R O								
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
10,5									
11,5									
12,5									
13,5									
14,5		118,6							
15,5	57,5	237,8							
16,5	344,4								
17,5	1082,0	1188,1							
18,5	2742,7	950,4	90,2						
19,5	5205,0	4040,0	186,0						
20,5	10776,6	16635,3	910,5						
21,5	15995,9	25547,1	1872,0						
22,5	17831,9	48717,9	4738,0						
23,5	17096,7	61669,8	8764,8						
24,5	15375,8	66422,7	11235,4						
25,5	9324,1	47529,7	10045,1						
26,5	6203,6	25903,7	8965,9						
27,5	3033,8	12120,0	5445,4						
28,5	980,1	5465,9	2828,4						
29,5	710,8	831,8	1512,3						
30,5	229,7	831,7	330,4						
31,5	114,9	237,6	107,7						
32,5	114,9								
33,5	57,4								
34,5		118,8							
35,5									
36,5	57,4	118,8							
37,5									
38,5									
>39,5									
Total	107335,4	318685,8	57032,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Anexo 8.11. Abundancia (miles de ejemplares) de **machos** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero **fuera** de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. **Caladeros 1 a 9.**

MC	C A L A D E R O								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10,5									
11,5									
12,5									
13,5									
14,5									
15,5									
16,5									
17,5					128,7				
18,5					42,9				
19,5					256,6	13,7			
20,5					770,2	13,8	2105,2	71,6	184,2
21,5			38,1	0,3	2407,8	34,2	5789,3	167,3	598,7
22,5			170,8	1,2	3039,0	150,2	11578,7	382,6	575,5
23,5			151,9	1,1	3488,6	81,9	12105,0	454,5	644,5
24,5			341,9	2,4	4152,0	191,2	6315,5	310,8	414,2
25,5			360,9	2,6	2611,0	157,1	5263,0	550,1	586,8
26,5			645,8	4,8	2985,7	136,6	2631,6	478,3	610,0
27,5			265,9	1,9	1070,1	82,0	2631,5	478,3	287,7
28,5			114,0	0,8	856,0	27,3	526,3	119,5	207,1
29,5			38,0	0,3	85,7	13,6	526,3	191,3	115,1
30,5			19,0	0,2	42,8			95,6	11,5
31,5								23,9	11,4
32,5									
33,5									
34,5									
35,5									
36,5									
37,5									
38,5									
>39,5									
Total	0,0	0,0	2146,1	15,7	21937,0	901,7	49472,3	3323,9	4246,6

Anexo 8.12. Abundancia (miles de ejemplares) de **machos** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero **fuera** de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. **Caladeros 10 a 18.**

MC	C A L A D E R O								
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
10,5									
11,5									
12,5	161,7			74,0					
13,5	282,7			148,0					
14,5	383,8	0,8		148,4	120,6	212,5			
15,5	566,4	0,6	275,0	666,3		106,2			
16,5	2804,8		377,9	592,2	432,9	318,7		209,8	305,8
17,5	5712,2	4,3	934,2	2221,6	1349,2	319,1		215,4	305,8
18,5	10412,5	75,1	1716,9	2961,9	1752,5	1594,2		424,7	840,9
19,5	25372,9	300,7	4233,3	6220,4	5516,5	2232,1	1285,9	634,4	1910,7
20,5	49588,6	1632,2	10799,4	12144,4	8718,3	2444,7	2357,5	2384,5	1834,3
21,5	55213,4	2629,3	24011,8	16513,4	15080,0	5208,3	2786,4	7344,6	1987,3
22,5	69941,1	3569,8	31186,9	29768,6	17948,8	7546,8	5572,6	16667,0	6038,2
23,5	67969,5	4045,2	54144,7	35618,7	20496,7	14030,6	8359,0	26794,9	8484,0
24,5	65759,9	3955,0	59462,0	37395,8	27757,2	17857,1	10502,1	37126,1	10165,5
25,5	43808,0	2993,9	58743,7	33323,1	31335,2	21896,2	9001,8	45327,1	9248,3
26,5	22497,4	2022,8	55971,7	25843,9	23577,5	17963,4	3643,6	43442,8	7566,7
27,5	11419,6	1401,6	39710,6	16217,2	15074,7	15837,6	2143,3	32692,6	9706,9
28,5	5556,0	341,2	27227,6	8515,9	7419,3	7227,9	643,0	21095,9	5579,6
29,5	1400,3	181,7	12341,5	4369,0	6957,0	3507,7	214,3	11961,7	2980,8
30,5	483,7	38,7	4196,0	1555,1	5445,9	1913,3		5586,0	1758,0
31,5	60,4	0,9	1332,3		1107,4	531,4		688,2	611,4
32,5	161,3		824,4	148,1	433,0	212,6		825,8	76,4
33,5	222,2		44,7	148,1		106,3		688,2	76,4
34,5		0,4	140,8	74,1					76,5
35,5									
36,5		0,4	44,7						152,9
37,5									
38,5	161,2								
>39,5								68,8	
Total	439939,6	23194,5	387720,2	234668,1	190522,7	121066,6	46509,5	254178,6	69706,5

Anexo 8.13. Abundancia (miles de ejemplares) de **hembras** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero **dentro** de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. **Caladeros 1 a 9.**

MC	C A L A D E R O								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10,5									
11,5									
12,5									
13,5									
14,5									
15,5									
16,5									
17,5									
18,5							12,7		
19,5									
20,5					10,9		467,9		1798,1
21,5				4,3	193,5		3002,1		4135,4
22,5				25,1	365,2		11164,0		7192,3
23,5	1,1	1,3	3,2	50,3	924,0		9136,2		12226,6
24,5	3,0	3,9	9,5	125,8	1697,5		17362,1		11687,2
25,5	1,5	2,0	4,8	155,1	2428,1		11396,6		14744,0
26,5	9,8	12,1	30,5	234,7	3416,4		18282,4		19598,6
27,5	7,1	8,9	22,4	75,5	2836,2		21348,2		15283,4
28,5	15,4	19,2	48,0	96,4	1987,4		10120,4		12226,7
29,5	13,9	17,3	43,2	37,8	1342,9		6259,0		7911,4
30,5	11,3	14,0	35,2	8,4	547,9		4090,9		3416,3
31,5	8,2	10,2	25,6	4,2	462,0		2426,2		2517,2
32,5	3,0	3,9	9,6		43,0		493,4		359,6
33,5	3,6	4,5	11,2		10,8		181,5		359,6
34,5	2,6	3,2	8,0				25,5		
35,5	0,5	0,6	1,6						
36,5	1,0	1,3	3,2						
37,5									
38,5									
>39,5									
Total	81,9	102,4	256,1	817,4	16265,6	0,0	115769,0	0,0	113456,3

Anexo 8.14. Abundancia (miles de ejemplares) de **hembras** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero **dentro** de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. **Caladeros 10 a 18.**

MC	C A L A D E R O								
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
10,5									
11,5	1,3								
12,5									
13,5									
14,5	2,0								
15,5	18,3								
16,5	371,9								
17,5	1356,7	712,9							
18,5	1711,4	713,1	53,8						
19,5	2143,2	1782,5	186,0						
20,5	5237,8	7961,1	384,0						
21,5	6144,0	13070,8	792,6						
22,5	10545,3	17704,9	1622,0						
23,5	13459,5	28042,7	3530,0						
24,5	16551,9	33746,3	4208,1						
25,5	18772,3	35053,3	6239,9						
26,5	18540,9	31132,2	4274,1						
27,5	15438,0	34696,9	5334,3						
28,5	6950,8	24477,9	4602,5						
29,5	4088,7	12238,9	3535,3						
30,5	1723,8	8080,1	1844,6						
31,5	473,0	2376,5	1257,0						
32,5	16,0	950,6	890,2						
33,5	69,4	237,6	60,9						
34,5	118,8	237,6	66,1						
35,5	118,8								
36,5			53,9						
37,5	61,4								
38,5									
>39,5									
Total	123914,9	253216,1	38935,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Anexo 8.15. Abundancia (miles de ejemplares) de **hembras** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero **fuera** de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. **Caladeros 1 a 9.**

MC	C A L A D E R O								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10,5									
11,5									
12,5									
13,5									
14,5									
15,5									
16,5									
17,5									
18,5							526,3		
19,5									
20,5					31,9	6,7			115,7
21,5				0,3	512,8	48,3	1578,6	71,8	265,6
22,5				1,5	876,4	103,6	3683,5	383,1	462,6
23,5			38,1	2,8	2244,5	200,3	3683,5	287,3	786,2
24,5			76,2	6,9	4168,0	393,6	8419,6	215,4	751,5
25,5			38,2	8,4	5984,9	269,2	4736,0	263,3	948,0
26,5			324,2	12,8	8421,6	386,6	11576,7	335,2	1260,1
27,5			228,9	4,1	6159,4	303,9	17891,4	406,9	982,6
28,5			438,7	5,3	4415,9	338,3	7893,3	287,3	786,0
29,5			419,6	2,1	2706,4	248,6	9998,2	287,2	508,6
30,5			286,1	0,5	1272,1	117,4	5262,1	95,7	219,7
31,5			209,8	0,3	1079,7	62,1	5788,4	23,9	161,9
32,5			76,3		106,9	13,8	526,2		23,1
33,5			133,5		10,8	6,9			23,1
34,5			57,2			13,8	526,2		
35,5									
36,5									
37,5									
38,5									
>39,5									
Total	0,0	0,0	2326,9	44,9	37991,2	2513,3	82090,0	2657,2	7294,8

Anexo 8.16. Abundancia (miles de ejemplares) de **hembras** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero **fuera** de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. **Caladeros 10 a 18.**

MC	C A L A D E R O								
	10	11	12	13	14	15	16	17	18
10,5								68,6	
11,5	161,9								
12,5									
13,5			89,4	370,1					
14,5	161,4		51,1	444,5					
15,5	949,1		150,6	73,8		106,2			
16,5	1433,4		476,9	666,5	724,5	531,7		68,9	76,5
17,5	4522,8	143,1	958,3	1406,9	865,5	212,5			382,1
18,5	4741,0	35,7	1002,1	1999,3	1732,0	318,8	214,5	284,3	764,2
19,5	11989,1	142,7	1971,5	3480,5	3655,3	1062,9	643,1	631,1	1146,3
20,5	26613,0	285,9	5113,6	7331,0	4379,7	1594,5	1929,0	1259,5	1146,4
21,5	31311,2	857,9	10221,2	10515,1	5949,7	3189,0	1286,1	2522,0	1452,1
22,5	49284,7	1251,1	13768,0	11996,1	9613,6	5315,0	1714,7	4816,8	2598,5
23,5	57853,5	2287,5	25543,3	13921,4	10803,7	8185,0	2572,1	9846,5	4127,0
24,5	66400,6	2251,8	36016,3	22215,0	15330,6	15519,6	5787,1	16174,6	5808,4
25,5	63778,9	2609,2	40531,5	23177,7	18823,9	20303,0	5144,1	27011,6	6725,5
26,5	49832,6	3181,1	44403,4	22215,1	17516,2	21259,7	8573,6	29639,0	6190,6
27,5	27681,0	2859,5	42988,5	24955,0	18399,8	26468,4	10716,9	35090,5	8865,5
28,5	14637,8	1822,9	35180,1	17401,8	12299,9	17326,7	10073,8	34432,4	8559,8
29,5	13143,2	1965,9	30749,7	10218,9	9068,8	14775,5	3215,1	26647,2	7260,5
30,5	5445,2	1465,5	29672,2	8737,9	8152,8	9141,7	4286,7	24998,5	6572,7
31,5	1463,8	750,6	21626,4	3702,5	4942,4	3189,0	1929,1	17623,2	6419,8
32,5	753,1	500,4	13836,6	4072,8	5737,7	2551,2	1286,0	20791,8	5044,2
33,5	470,3	178,7	5595,3	1999,4	4267,9	1169,3	214,4	8671,0	2445,6
34,5			1433,1	888,6	2989,5	637,8	214,3	2683,9	1375,7
35,5			498,1	370,2	574,4	212,6	214,3	481,7	535,0
36,5			44,7	74,1	362,3			481,7	
37,5	26,4		89,3					412,9	
38,5			185,5	74,1	191,4	106,3		68,8	76,4
>39,5					120,8				
Total	432653,7	22589,5	362196,7	192308,1	156502,2	153176,3	60014,7	264706,5	77572,5

Anexo 8.17. Biomasa (toneladas) de **machos** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por región **dentro** de las **5 mn** de reserva artesanal entre la II - VIII Regiones. Enfoque geoestadístico.

MC	REGION						
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
10,5							
11,5							
12,5							
13,5							
14,5			0,154				
15,5			0,483				
16,5			0,739				
17,5			5,478				
18,5			10,820	0,105			
19,5		0,379	31,236	0,082			
20,5		14,760	106,080	0,190			
21,5	0,123	56,403	183,755	1,148			
22,5	0,640	75,096	350,766	2,750			
23,5	0,652	77,016	491,591	4,617			
24,5	1,670	70,303	595,741	4,818			
25,5	1,972	74,646	482,112	5,780			
26,5	4,004	75,291	330,056	5,563			
27,5	1,865	49,051	183,097	5,526			
28,5	0,857	37,779	89,034	5,261			
29,5	0,332	21,692	31,433	2,495			
30,5	0,185	6,585	16,602	0,765			
31,5		5,502	6,271				
32,5			1,584				
33,5			0,860				
34,5			2,202				
35,5							
36,5			3,706				
37,5							
38,5							
>39,5							
Total	12,300	564,503	2923,800	39,100	0,000	0,000	0,000

Anexo 8.18. Biomasa (toneladas) de **machos** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por región **fuera** de las **5 mn** de reserva artesanal entre la II - VIII Regiones. Enfoque geoestadístico.

MC	REGION						
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
10,5							
11,5							
12,5			0,162	0,070			
13,5			0,350	0,176			
14,5			0,579	0,218	0,160	0,316	
15,5			1,113	1,575		0,193	
16,5			6,337	1,735	0,718	1,111	0,754
17,5	0,174	0,059	15,834	6,569	2,874	1,172	1,249
18,5	0,069	0,023	33,171	11,523	3,756	6,519	3,231
19,5	0,485	0,196	94,591	28,722	16,486	15,164	7,696
20,5	1,698	7,770	218,278	72,356	30,063	28,393	11,504
21,5	6,253	25,702	312,221	128,121	60,995	65,080	22,182
22,5	9,623	59,991	437,975	243,877	84,044	139,248	60,007
23,5	12,353	71,495	537,162	396,439	108,400	278,605	85,604
24,5	17,683	58,198	612,538	465,703	163,428	436,620	110,919
25,5	13,475	48,604	541,926	479,003	221,126	567,477	120,751
26,5	18,816	38,475	398,964	477,065	180,388	562,186	101,255
27,5	7,896	32,920	261,716	371,161	119,313	493,571	132,052
28,5	6,198	10,230	154,110	273,708	71,887	298,866	91,562
29,5	0,949	10,231	77,252	130,232	72,742	186,274	54,350
30,5	0,527	1,211	31,262	48,086	66,154	104,508	28,654
31,5		0,397	9,291	9,853	14,268	20,467	9,553
32,5			4,557	12,499	5,896	18,280	1,319
33,5			3,330	3,333		14,375	1,452
34,5			0,935	3,025			1,595
35,5							
36,5			0,009	0,950			3,815
37,5							
38,5			3,540				
>39,5						2,078	
Total	96,199	365,502	3757,203	3165,999	1222,698	3240,503	849,504

Anexo 8.19. Biomasa (toneladas) de **hembras** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por región **dentro** de las **5 mn** de reserva artesanal entre la II - VIII Regiones. Enfoque geoestadístico.

MC	REGION						
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
10,5							
11,5			0,001				
12,5							
13,5							
14,5			0,003				
15,5			0,033				
16,5			0,798				
17,5			5,072				
18,5		0,026	7,139				
19,5			13,565	0,082			
20,5	0,032	6,756	51,216	0,237			
21,5	0,675	24,591	85,935	0,655			
22,5	1,535	70,976	147,374	1,686			
23,5	4,406	94,745	254,013	1,419			
24,5	9,417	151,933	343,364	2,166			
25,5	14,996	149,343	431,205	3,519			
26,5	24,156	245,030	432,797	2,829			
27,5	21,522	268,366	497,900	3,492			
28,5	17,698	182,938	360,204	3,003			
29,5	13,217	129,340	219,007	2,216			
30,5	6,227	76,984	139,099	4,888			
31,5	5,683	55,021	51,558	4,702			
32,5	0,740	10,490	24,661	3,682			
33,5	0,424	7,161	5,064	1,006			
34,5	0,220	0,395	7,305	0,219			
35,5	0,048		2,088				
36,5	0,105		1,145				
37,5			1,254				
38,5							
>39,5							
Total	121,101	1474,095	3081,800	35,801	0,000	0,000	0,000

Anexo 8.20. Biomasa (toneladas) de **hembras** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por región **fuera** de las **5 mn** de reserva artesanal entre la II - VIII Regiones. Enfoque geoestadístico.

MC	REGION						
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
10,5						0,033	
11,5			0,129				
12,5							
13,5				0,542			
14,5			0,315	0,653			
15,5			1,821	0,285		0,193	
16,5			3,414	2,079	1,436	1,302	0,153
17,5			12,776	4,918	1,724	0,892	0,922
18,5		1,080	15,241	7,714	4,098	2,585	2,808
19,5			43,588	16,495	10,053	9,253	4,856
20,5	0,094	0,653	111,619	42,724	14,562	19,631	6,527
21,5	1,640	8,172	164,364	72,202	23,964	30,687	11,599
22,5	3,023	25,062	282,772	99,721	45,160	59,754	22,521
23,5	9,102	26,541	412,244	159,278	54,562	124,915	36,105
24,5	19,398	64,385	536,050	279,165	95,610	257,109	52,521
25,5	31,145	54,042	578,803	359,045	132,313	404,578	73,008
26,5	51,207	108,406	554,528	413,054	136,602	529,712	65,803
27,5	38,176	161,549	424,495	476,336	167,282	711,717	104,639
28,5	33,521	90,022	320,917	382,120	125,482	682,294	103,552
29,5	22,603	114,240	299,014	329,042	103,299	549,432	96,445
30,5	13,988	62,556	207,143	360,735	103,270	521,008	98,478
31,5	12,777	72,733	100,753	278,842	67,778	342,962	102,441
32,5	2,175	7,644	67,532	224,556	86,482	408,642	90,572
33,5	1,938	0,927	33,487	103,669	71,261	186,924	46,467
34,5	0,912	8,348	6,504	36,300	54,419	74,316	28,699
35,5			1,008	16,455	7,757	24,257	12,222
36,5				2,623	8,456	11,365	
37,5		0,539		2,056		10,600	
38,5			1,280	5,292	3,326	6,838	2,259
>39,5					3,602		
Total	241,699	806,899	4179,797	3675,901	1322,498	4970,999	962,597

Anexo 8.21. Abundancia (miles de ejemplares) de **machos** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por región **dentro** de las **5 mn** de reserva artesanal entre la II - VIII Regiones. Enfoque geoestadístico.

MC	REGION						
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
10,5							
11,5							
12,5							
13,5							
14,5			118,6				
15,5			295,3				
16,5			344,4				
17,5			2270,1				
18,5			3746,9	36,4			
19,5		155,7	9406,7	24,4			
20,5		5040,2	27826,3	48,7			
21,5	35,6	16686,2	41906,2	256,0			
22,5	160,8	19437,4	69975,5	536,6			
23,5	142,9	17462,8	86052,4	792,8			
24,5	321,4	13976,9	91974,1	731,8			
25,5	335,1	13261,4	65939,4	780,4			
26,5	603,1	11930,7	40223,4	670,8			
27,5	250,1	6877,4	19971,9	597,6			
28,5	102,9	4738,5	8702,5	512,2			
29,5	35,7	2451,8	2805,6	219,5			
30,5	17,9	647,9	1330,8	61,0			
31,5		491,8	460,2				
32,5			114,9				
33,5			57,4				
34,5			118,8				
35,5							
36,5			176,2				
37,5							
38,5							
>39,5							
Total	2005,6	113158,5	473817,5	5268,3	0,0	0,0	0,0

Anexo 8.22. Abundancia (miles de ejemplares) de **machos** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por región **fuera** de las **5 mn** de reserva artesanal entre la II - VIII Regiones. Enfoque geoestadístico.

MC	REGION						
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
10,5							
11,5							
12,5			161,7	74,0			
13,5			282,7	148,0			
14,5			384,6	148,4	120,6	212,5	
15,5			618,4	889,9		106,2	
16,5			2959,2	815,6	362,3	527,2	377,8
17,5	96,1	32,6	6293,4	2579,1	1207,6	460,7	521,3
18,5	32,1	10,7	11311,0	3855,4	1328,1	2156,1	1128,0
19,5	192,1	78,2	27896,7	8230,5	4950,8	4359,2	2269,7
20,5	576,4	2674,2	56107,3	17951,7	7728,3	7099,8	2911,2
21,5	1832,0	7573,2	70272,4	27725,9	13524,4	14023,4	4858,8
22,5	2446,0	15035,3	86854,1	46029,1	16181,0	26241,7	11350,7
23,5	2747,2	15658,0	94126,2	66174,0	18233,8	45847,8	14083,6
24,5	3451,0	10810,3	95328,9	68710,5	24150,7	63276,9	15980,4
25,5	2317,2	8190,7	75041,3	62850,9	28860,1	72598,2	15350,4
26,5	2860,5	5687,8	49193,6	56086,5	20890,3	63932,3	11371,6
27,5	1068,5	4355,9	28919,0	39223,1	12316,8	49985,5	13152,8
28,5	755,3	1227,8	15347,7	26161,1	6641,4	27160,3	8164,0
29,5	102,4	1079,0	6877,7	11203,7	6037,7	15239,0	4344,8
30,5	51,2	117,9	2529,6	3743,9	4950,9	7707,1	2045,1
31,5		35,4	678,9	714,7	966,0	1361,0	611,4
32,5			315,6	818,2	362,3	1109,1	76,4
33,5			222,2	192,8		794,4	76,4
34,5			51,9	163,4			76,5
35,5							
36,5			0,4	44,7			152,9
37,5							
38,5			161,2				
>39,5						68,8	
Total	18528,0	72566,9	631935,9	444535,0	168813,0	404267,2	108903,7

Anexo 8.23. Abundancia (miles de ejemplares) de **hembras** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por región **dentro** de las **5 mn** de reserva artesanal entre la II - VIII Regiones. Enfoque geoestadístico.

MC	REGION						
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
10,5							
11,5			1,3				
12,5							
13,5							
14,5			2,0				
15,5			18,3				
16,5			371,9				
17,5			2069,6				
18,5		12,7	2478,2				
19,5			4087,3	24,4			
20,5	10,9	2355,8	13432,3	60,8			
21,5	197,8	7377,0	19621,8	146,1			
22,5	390,3	18506,1	29393,4	329,0			
23,5	979,8	21632,4	44519,1	243,6			
24,5	1839,7	30037,7	53189,0	329,0			
25,5	2591,3	26380,1	59350,8	475,2			
26,5	3703,4	38240,4	53246,7	341,1			
27,5	2950,1	37020,8	54702,1	377,6			
28,5	2166,5	22706,5	35379,4	292,4			
29,5	1455,0	14410,0	19428,4	195,0			
30,5	616,8	7657,0	11108,8	389,9			
31,5	510,2	4973,4	3735,4	341,1			
32,5	59,4	853,0	1613,2	243,6			
33,5	30,1	541,1	307,0	60,9			
34,5	13,8	25,5	410,3	12,2			
35,5	2,7		118,8				
36,5	5,5		53,9				
37,5			61,4				
38,5							
>39,5							
Total	17523,4	232729,4	408700,5	3861,7	0,0	0,0	0,0

Anexo 8.24. Abundancia (miles de ejemplares) de **hembras** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por región **fuera** de las **5 mn** de reserva artesanal entre la II - VIII Regiones. Enfoque geoestadístico.

MC	REGION						
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
10,5						68,6	
11,5			161,9				
12,5							
13,5				459,5			
14,5			212,5	444,5			
15,5			1010,4	163,1		106,2	
16,5			1597,5	979,3	724,5	600,6	76,5
17,5			5088,3	1942,9	724,4	353,6	382,1
18,5		526,3	5197,9	2580,2	1449,1	884,9	979,7
19,5			12852,5	4731,3	3018,9	2686,3	1433,5
20,5	31,9	201,5	28672,5	10591,9	3743,4	4916,7	1649,0
21,5	480,8	2339,7	36999,4	15562,8	5313,5	6556,3	2528,9
22,5	770,3	6087,1	56122,7	18830,4	8694,6	11114,1	4249,7
23,5	2027,3	5822,7	72390,9	26607,5	9177,8	20434,7	5921,8
24,5	3799,6	12185,7	83730,3	41199,3	14128,9	36960,0	7531,4
25,5	5397,2	8910,5	80828,0	47209,7	17268,7	51501,2	9238,2
26,5	7866,1	16220,3	69292,9	48570,0	15819,6	60020,2	7339,3
27,5	5231,1	21696,7	47429,6	50103,8	17268,7	71899,3	10373,1
28,5	4096,5	10781,4	32122,1	36207,6	11592,9	61965,5	9134,1
29,5	2472,2	12253,0	27168,6	28354,7	8574,0	44773,6	7619,4
30,5	1375,9	6036,1	16904,0	28258,4	7728,6	38420,4	7003,4
31,5	1139,1	6318,9	7404,5	20006,8	4588,9	22951,1	6563,4
32,5	172,4	600,3	4521,7	14614,7	5313,5	24837,8	5259,5
33,5	133,5	67,2	2063,7	6153,6	3985,1	10337,4	2445,6
34,5	57,2	540,1	361,1	1960,6	2777,5	3748,0	1375,7
35,5			51,4	816,9	362,3	1120,8	535,0
36,5				118,7	362,3	481,7	
37,5		26,4		89,3		412,9	
38,5			51,5	208,1	120,7	245,8	76,4
>39,5					120,8		
Total	35051,1	110613,8	592235,9	406765,5	142858,7	477398,0	91715,6

Anexo 9. Plan detallado de asignación del personal profesional y técnico.

ANEXO 9

PLAN DETALLADO DE ASIGNACIÓN DEL PERSONAL PROFESIONAL Y TÉCNICO.

Tabla 1. Número de horas cumplidas objetivo específico 1, determinar la distribución espacial del recurso, en el área de estudio.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Enzo Acuña			40	40	10	90
Alex Cortés	20	20	20	20	5	85
Juan Carlos Villarroel	20	20	20	20	5	85
Ximena Bennett		20	20	10		50
Danny Rivera	80	20				100
Claudia Valenzuela	80	20				100
José Zepeda	80	20				100
TOTAL	280	120	100	90	20	610

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Hugo Arancibia Fariás			40	40	10	90
Luis Cubillos		30	30	30		90
Angélica Carmona	20	20	20			60
Ayudante Técnico NN	20	20				40
TOTAL	40	70	90	70	10	280

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Roberto Bahamonde			40	30	5	75
Cristián Canales		10	20	10		40
Carlos Montenegro		10	15	5		30
Bernardo Leiva		10	15	5		30
Francisco Contreras		10	10	5		25
TOTAL	0	40	100	55	5	200

CONSULTORES INDEPENDIENTES

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Luis Cid		20	40	30	10	100
Rubén Alarcón		20	20	20		60
Rafael León						0
TOTAL	0	40	60	50	10	160

Tabla 2. Número de horas cumplidas objetivo específico 2, determinar la biomasa vulnerable total (en peso) y la abundancia vulnerable total (en número), según talla y sexo, del recurso en el área de estudio, por región y focos de abundancia, según corresponda.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Enzo Acuña			20	20	5	45
Alex Cortés	10	20	20	10		60
Juan Carlos Villarroel	10	20	20	10		60
Ximena Bennett		20	20	10		50
Danny Rivera	80	20				100
Claudia Valenzuela	80	20				100
José Zepeda	80	20				100
TOTAL	260	120	80	50	5	515

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Hugo Arancibia Fariás			20	20		40
Luis Cubillos		30	30	30	10	100
Angélica Carmona	10	20	20	10		60
Ayudante Técnico NN	20	20				40
TOTAL	30	70	70	60	10	240

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Roberto Bahamonde			40	30	5	75
Cristián Canales		20	20	10	5	55
Carlos Montenegro		10	15	5		30
Bernardo Leiva		10	15	5		30
Francisco Contreras		10	10	5		25
TOTAL	0	50	100	55	10	215

CONSULTORES INDEPENDIENTES

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Luis Cid		30	40	30		100
Rubén Alarcón		20	40	20	10	90
Rafael León						0
TOTAL	0	50	80	50	10	190

Tabla 3. Número de horas cumplidas objetivo específico 3, determinar la condición reproductiva del camarón nailon, en el área y período de estudio.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Enzo Acuña			20	20	5	45
Alex Cortés	10	10	20	10	5	55
Juan Carlos Villarroel	10	10	20	10	5	55
Ximena Bennett		10	10	10		30
Danny Rivera	80					80
Claudia Valenzuela	80					80
José Zepeda	80					80
TOTAL	260	30	70	50	15	425

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Hugo Arancibia Fariás			20	20		40
Luis Cubillos						0
Angélica Carmona	20	20	10	20		70
Ayudante Técnico NN	20	20				40
TOTAL	40	40	30	40	0	150

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Roberto Bahamonde						0
Cristián Canales						0
Carlos Montenegro						0
Bernardo Leiva						0
Francisco Contreras						0
TOTAL	0	0	0	0	0	0

CONSULTORES INDEPENDIENTES

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Luis Cid						0
Rubén Alarcón		10	20	20		50
Rafael León						0
TOTAL	0	10	20	20	0	50

Tabla 4. Número de horas cumplidas objetivo específico 4, determinar la composición e importancia relativa de las especies que constituyan fauna acompañante de este recurso durante los cruceros de evaluación.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Enzo Acuña			20	20		40
Alex Cortés						0
Juan Carlos Villarroel						0
Ximena Bennett		10	10	10		30
Danny Rivera	20	10				30
Claudia Valenzuela	20	10				30
José Zepeda	20	10				30
TOTAL	60	40	30	30	0	160

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Hugo Arancibia Farías			20	20	10	50
Luis Cubillos						0
Angélica Carmona	10	20	20	20		70
Ayudante Técnico NN	20	20				40
TOTAL	30	40	40	40	10	160

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Roberto Bahamonde						0
Cristián Canales						0
Carlos Montenegro						0
Bernardo Leiva						0
Francisco Contreras						0
TOTAL	0	0	0	0	0	0

CONSULTORES INDEPENDIENTES

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Luis Cid						0
Rubén Alarcón						0
Rafael León		50	60	50		160
TOTAL	0	50	60	50	0	160

Tabla 5. Número de horas cumplidas objetivo específico 4, analizar la situación actual del recurso en la zona de estudio, considerando los antecedentes de la pesquería y los resultados del proyecto.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Enzo Acuña			20	20		40
Alex Cortés						0
Juan Carlos Villarroel						0
Ximena Bennett						0
Danny Rivera						0
Claudia Valenzuela						0
José Zepeda						0
TOTAL	0	0	20	20	0	40

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Hugo Arancibia Farías			20	20		40
Luis Cubillos		20	20	10	10	60
Angélica Carmona						0
Ayudante Técnico NN						0
TOTAL	0	20	40	30	10	100

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Roberto Bahamonde						0
Cristián Canales		10	20	20	5	55
Carlos Montenegro		20	20	10		50
Bernardo Leiva		20	20	10		50
Francisco Contreras		20	30	10		60
TOTAL	0	70	90	50	5	215

CONSULTORES INDEPENDIENTES

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Luis Cid						0
Rubén Alarcón						0
Rafael León						0
TOTAL	0	0	0	0	0	0

Anexo 10. Taller de Difusión.

ANEXO 10

TALLER DE DIFUSIÓN.

En el Punto 5.6 de los TBR se señaló considerar la realización de un taller de difusión del Proyecto con la participación de científicos y técnicos relacionados con el tema, personas del sector extractivo y profesionales involucrados en el manejo de la pesquería. En respuesta a esta solicitud de la Secretaría Ejecutiva del FIP, se acordó realizar la Reunión Técnica para revisar diversos aspectos del proyecto FIP N° 2006-11. En este evento se contó con la presencia de representantes de las instituciones participantes y representantes del sector pesquero, cuya lista de participantes se presenta en la Tabla 1.

Tabla 1. Lista de participantes al Taller Técnico de Difusión de Resultados del Proyecto FIP N° 2006-11.

NOMBRE	INSTITUCIÓN	EMAIL
Andrés Quintanilla	Pesquera Quintero S. A.	anquintan@hotmail.com
Claudio Velásquez	BRACPESCA	
Eduardo Alzamora	FIP	ealzamora@subpesca.cl
Elson Leal	IFOP	elson.leal@ifop.cl
Enzo Acuña S.	U. CATÓLICA DEL NORTE	eacuna@ucn.cl
Hugo Arancibia	U. DE CONCEPCIÓN	harancib@udec.cl
Jorge Garrido		of.gerenciaaop@tie.cl
Juan Carlos Villarroel	U. CATÓLICA DEL NORTE	jcvillar@ucn.cl
Luis Cubillos	U. DE CONCEPCIÓN	lucubillos@udec.cl
Osciel Velásquez		
Rubén Alarcón M.	INPESCA	ralarco@inpesca.cl
Ximena Bennett	U. CATÓLICA DEL NORTE	xbennett@ucn.cl

Al estar aprobado el Informe de Avance, se programó la realización de un Taller de Difusión de los resultados obtenidos entre la II-VIII Regiones, contenido fundamental de dicho documento. En la Fig. 1 se presenta una copia de la invitación enviada a los representantes de las distintas instituciones gubernamentales, de investigación pesquera y empresarial.

F I P

*Fondo de Investigación Pesquera
Bellavista 168 – Piso 21
Valparaíso*

*Fono: (56) (32) 502842
Fax: (56) (32) 502840
e-mail: fp@subpesca.cl*

FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA MARINA

TALLER DE DIFUSIÓN

Proyecto FIP N° 2006-11: Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2006

11 de mayo de 2007

*Salón de Conferencias Jorge Olivares
Universidad Católica del Norte*

COQUIMBO

A solicitud del Fondo de Investigación Pesquera, y en el contexto de difundir los resultados obtenidos, se realizará un taller técnico en el que se informará sobre las actividades realizadas durante la ejecución de los cruceros de evaluación directa de la especie camarón nailon (*Heterocarpus reedii*) en el litoral entre la II y VIII Regiones (FIP N° 2006-11).

Objetivo del taller:

Dar a conocer los resultados obtenidos del proyecto "Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2006" (FIP N° 2006-11).

Fecha y lugar de realización:

El taller se realizará el viernes 11 de mayo de 2007 a partir de las 10:00 Hrs. en el *Salón de Conferencias Jorge Olivares* del Campus Guayacán de la Universidad Católica del Norte, ubicado en Larrondo 1281, Coquimbo.

Organización:

Universidad Católica del Norte, Sede Coquimbo.

PROGRAMA

Proyecto FIP N° 2006-11

10:00 – 10:15	Palabras de bienvenida e introducción. Expositor: Enzo Acuña
10:15 – 10:30	Diseño de muestreo. Expositor: Luis Cid.
10:30 – 10:45	Distribución espacial, biomasa y abundancia de camarón nailon entre la II y la VIII Regiones. Expositor: Rubén Alarcón.
10:45 – 11:00	Aspectos biológicos de camarón nailon entre la II y la VIII Regiones. Expositor: Enzo Acuña.
11:00 – 11:15	Café.
11:15 – 11:30	Fauna acompañante de camarón nailon entre la II y la VIII Regiones. Expositor: Hugo Arancibia.
11:30 – 11:45	Situación actual del recurso camarón nailon. Expositor: Luis Cubillos.
11:45 – 12:00	Evaluación de stock y diagnóstico complementario de la pesquería de camarón nailon. Expositor: Elson Leal.
12:00 – 12:15	Comentarios y discusión final.

Fig. 1. Invitación a participar en el Taller de Difusión de resultados del proyecto FIP 2006-11, realizado en Coquimbo, el 11 de mayo de 2007.

Listado de presentaciones.

Para iniciar la sesión de charlas, el jefe del proyecto FIP N° 2005-09, Sr. Enzo Acuña da las palabras de bienvenida y agradecimiento por la asistencia a los participantes, comenzando a su vez con la introducción al Taller “Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2006”. Posteriormente, la serie de exposiciones continuó como sigue:

Proyecto FIP N° 2006-11:

1. Expositor: Sr. Enzo Acuña en reemplazo del Sr. Luis Cid con el tema “Diseño de Muestreo” en la cual señala que el se obtiene una mayor precisión al realizar el muestreo sobre el foco más que en zonas intercaladero. Este tipo de muestreo incorpora en cierta medida el factor de una plataforma estrecha, específicamente la pendiente oblicua. No obstante, es necesario incorporar las particularidades del fondo para aumentar más todavía la precisión.
2. Expositor: Sr. Rubén Alarcón con el tema “Distribución espacial, biomasa y abundancia de camarón nailon entre la II y la VIII Regiones” donde se señala los aspectos teóricos del enfoque geoestadístico y se entregan los resultados de la estimación de biomasa. Se indica que la distribución del recurso es muy estrecha a lo largo de la plataforma. La principal conclusión indica que el recurso desplazó su centro de gravedad hacia el sur entre 1999 y 2006 debido a la falta de explotación de la V Región al Sur. También, se entregaron los aspectos teóricos de la distribución delta y los resultados de todos los métodos de estimación de biomasa.
3. Expositor: Sr. Enzo Acuña con el tema “Aspectos biológicos de camarón nailon entre la II y la VIII Regiones”, explica la frecuencia de talla en sentido norte-sur, por caladero y región.
4. Expositor: Sr. Hugo Arancibia con el tema “Fauna acompañante de camarón nailon entre la II y la VIII Regiones”. Aquí se informó sobre la composición faunística del by-catch y la

conformación de asociaciones faunísticas. Se concluye que las comunidades están dominadas por la merluza y el lenguado de ojos grandes.

5. Expositor: Sr. Luis Cubillos con el tema “Situación actual del recurso camarón nailon”, en el cual hizo un completo análisis de la metodología y se mostraron las características y limitaciones del modelo utilizado. El análisis en el tiempo indicó el paso de una fuerte explotación a una explotación moderada. Hay un aumento de la biomasa y esta alta biomasa de hoy se debería al buen reclutamiento del 2003 y a la administración del recurso.

6. Expositor: Sr. Elson Leal con el tema “Evaluación de stock y diagnóstico complementario de la pesquería de camarón nailon”, en el cual indica que el aumento de biomasa de camarón nailon se debió a la disminución de la mortalidad por pesca.

Anexo 11. Contenido de las bases de datos.

ANEXO 11

CONTENIDO DE LAS BASES DE DATOS.

Anexo 11.1. Contenido base de datos biológica de camarón nylon. Nombre del archivo =
BIOL_CA.dbf

NUM = numero

IDP = indicador de planilla

REGION = numero de region

ARPA = area de reserva artesanal; 1 = dentro del ARPA; 2 = Fuera del Arpa

FOCO = numero de foco

LC = longitud de cefalotorax en milímetros (mm)

PESO = peso del ejemplar en gramos (gr)

SEXO = sexo; 1 = machos; 2 = hembras y 3 = hembras ovíferas

EMS = Estado de madurez sexual

Anexo 11.2. Contenido base de datos bitácoras de camarón nailon. Nombre del archivo = BITAC_CA.dbf

NUM = numero

IDP = indicador de planilla

DIA = dia

MES = mes

AÑO = año

EMBARCACION = embarcacion

NUM_LANCE = numero de lance

TIPO_LANCE = tipo de lance; 1 = investigación; 2 = alternativo; 3 = comercial.

REGIÓN = numero de region

LAT_IN_GRA = latitud inicial en grados

LAT_IN_MIN = latitud inicial en minutos

LON_IN_GRA = longitud inicial en grados

LON_IN_MIN = longitud inicial en minutos

PROF_INICI = profundidad inicial en metros (m)

LAT_FI_GRA = latitud final en grados

LAT_FI_MIN = latitud final en minutos

LON_FI_GRA = longitud final en grados

LON_FI_MIN = longitud final en minutos

PROF_FINAL = profundidad final en metros (m)

TAE_DEC = tiempo de arrastre efectivo en decimales

VELOCIDAD = velocidad arrastre en nudos

LCC = longitud del cable de cala en metros (m)

CAPT_LAMAR = captura de langostino amarillo en kilogramos (kg)

CAPT_LCOLO = captura de langostino colorado en kilogramos (kg)

CAPT_CAMAR = captura de camarón nailon en kilogramos (kg)

CAPT_TOTAL = captura total en kilogramos (kg)

ARPA = area de reserva artesanal; 1 = dentro del ARPA; 2 = Fuera del Arpa

FOCO = numero de foco

CPUA_CAMA = captura por unidad de área de camarón nailon (Kg/Km²)

AREA_BARR = área barrida en kilometros (km)

APA = abertura de punta de alas en metros (m)

Anexo 11.3. Contenido base de fauna acompañante de camarón nailon. Nombre del archivo = FAUNA_AC_CA.dbf. Captura de fauna acompañante en kilogramos (kg).

NUM = numero

IDP = indicador de planilla

Código	Nombre científico	Nombre común
Cervjoh	<i>Cervimunida johni</i>	Langostino amarillo
Pleumon	<i>Pleuoncodes monodon</i>	Langostino colorado
Heteree	<i>Heterocarpus reedi</i>	Camarón nailon
Aculnig	<i>Aculeola nigra</i>	Tiburón gato
Alepoceph	<i>Alepocephalus</i> sp	Alepocefalo
Aphopor	<i>Aphos porosus</i>	Bagre
Aprinas	<i>Apristurus nasutus</i>	Tollo narigón
Asteroidea		Estrellas de mar
Bassalb	<i>Bassanago albescens</i>	Congrio plateado
Bathmul	<i>Bathyraja multispinis</i>	Raya chica sp 1
Caelaco	<i>Caelorinchus aconagua</i>	Pejerrata
Caelchi	<i>Caelorinchus chilensis</i>	Pejerrata
Calcal	<i>Callorhynchus callorhynchus</i>	Pejegallo
Cancpor	<i>Cancer porteri</i>	Jaiba limón
Centere	<i>Centroscyllium crepidater</i>	
Centnig	<i>Centroscyllium nigrum</i>	Tollo de profundidad
Cheremm	<i>Cherublemma emmelas</i>	Brotula negra
Daencal	<i>Daenia calcea</i>	Tollo
Diptfla	<i>Dipturus flavirostris</i>	Raya volantín sp 1
Dipttra	<i>Dipturus trachyderma</i>	Raya volantín sp 2
Disctsc	<i>Discopyge tschudii</i>	Torpedo
Dosigig	<i>Dossidicus gigas</i>	Jibia
Epigcra	<i>Epigonus crassicaudus</i>	Besugo
Eptapol	<i>Eptatretus polytrema</i>	Lamprea negra
Eptanan	<i>Eptatretus nanii</i>	Lamprea bicolor
Etmogra	<i>Etmopterus granulosum</i>	Tollo
Gastr 1	<i>Acesta patagonica</i>	Caracol
Gastr 4	<i>Bathybembix humboldti</i>	Caracol
Genybla	<i>Genypterus blacodes</i>	Congrio dorado
Genychi	<i>Genypterus chilensis</i>	Congrio colorado
Genymac	<i>Genypterus maculatus</i>	Congrio negro
Glypala	<i>Glyphocrangon alata</i>	Cangrejo acorazado
Halacan	<i>Halaelurus canescens</i>	Tollo luminoso
Halidio	<i>Haliporoides diomedae</i>	Gamba de profundidad
Helilen	<i>Helicolenus lengerichi</i>	Chancharro
Hexagri	<i>Hexanchus griseus</i>	Tollo
Hippmac	<i>Hippoglossina macrops</i>	Lenguado de ojos grandes
Holotur		Pepino de mar
Libigra	<i>Libidoclea granaria</i>	Jaiba araña
Limomar	<i>Limopsis marionensis</i>	Bivalvo
Loligah	<i>Loligo gahi</i>	Calamar común
Lophpar	<i>Lophorochinia parabranchia</i>	Jaiba mochilera
Macrmag	<i>Macrurus magellanicus</i>	Merluza de cola
Merlgay	<i>Merluccius gayi</i>	Merluza común
Mursgau	<i>Mursia gaudichaudii</i>	Jaiba paco
Nezupul	<i>Nezumia pulchella</i>	Pejerrata
Notasix	<i>Notacanthus seppimis</i>	Pez fantasma
Octopod 1	<i>Benthoctopus</i> sp.	Pulpo común
Octopod 2	<i>Opisthoteuthis</i> sp.	Pulpo globoso
Ophipac	<i>Ophichthus pacifici</i>	anguila común
Paralon	<i>Paralomis longipes</i>	Centolla
Projbah	<i>Projasus bahamondei</i>	Langosta enana
Psamsco	<i>Psammobatis scobina</i>	Raya chica sp 2
Scyphozoa		Meduzas
Spongi		Esponjas de mar
Stersuh	<i>Stereomastis suhmi</i>	Camaron acorazado
Stomatop	<i>Pterygosquilla armata</i>	Zapateador
Sympbre	<i>Sympterygia brevicaudata</i>	Raya
Tracvil	<i>Trachyrinchus villegai</i>	Pejerrata
Xenoatr	<i>Xenomystax atrius</i>	