



Universidad Católica del Norte
ver más allá

ÁREA DE PESQUERÍAS – FONOS/FAX: (51) 209814 – pesqueras@ucn.cl

INFORME FINAL

FIP N° 2013-01

EVALUACIÓN DIRECTA DE CAMARÓN NAILON ENTRE LA II Y VIII REGIONES, AÑO 2013

UNIDADES EJECUTORAS: **AREA DE PESQUERIAS
DEPARTAMENTO BIOLOGIA MARINA
UNIVERSIDAD CATOLICA DEL NORTE
SEDE COQUIMBO**

**UNIDAD DE TECNOLOGIA PESQUERA
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA
UNIVERSIDAD DE CONCEPCION**

COQUIMBO, Enero de 2015

RESUMEN EJECUTIVO

Se informa sobre las actividades realizadas durante la ejecución de los cruceros de evaluación directa de camarón nailon 2013, en el litoral entre la II y VIII Regiones.

En el área de estudio, el muestreo estuvo dirigido tanto a los caladeros conocidos de la especie como a las zonas intercaladeros. Al interior de cada caladero, en la plataforma continental y talud de las siete Regiones del área de estudio, se utilizó un muestreo probabilístico (estocástico) que corresponde a un muestreo estratificado por celdas. 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 otras instituciones nacionales.

Se llevó a cabo el 100% de los lances propuestos y además se ejecutaron 82 lances adicionales, siendo más exitosos aquellos efectuados dentro de los caladeros que los de las zonas intercaladeros. En la II Región, no se obtuvieron lances positivos para la especie, mientras que en la III Región se registró un 50,96% y en la IV Región un 65,65% de lances positivos. De la V a la VIII Regiones se registró éxito de lances positivos para camarón nailon superior al 80%, con un máximo equivalente al 89,7%.

El muestreo biológico del estudio consideró la medición de la longitud cefalotorácica (LC, mm) de un total de 39.126 ejemplares de camarón nailon, para construir las distribuciones de frecuencia de tallas por sexo, mientras que para estimar los parámetros de la relación talla-peso de la especie, se pesó 10.540 ejemplares (37,6%).

El rango de tallas global de camarón nailon (sexos combinados) en toda el área de estudio correspondió a 14,2 - 37,8 mm LC, mientras los rangos observados en las distintas regiones corresponden a 16,4 – 35,9 mm LC en la III Región; 14,2 – 36,6 mm LC en la IV Región; 15,8 – 36,6 mm LC en la V Región; 16,2 – 37,8 mm LC en la VI Región; 16,9 – 37,2 en la VII Región; y 14,3 – 37,8 mm LC en la VIII Región (Fig. 17). En términos globales, se observa una tendencia a encontrar una proporción mayor de tallas mayores de norte a sur.

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 existencia de 24 focos de abundancia de camarón nailon, cuyos límites fueron determinados aplicando el “Enfoque Geoestadístico Transitivo”, ocupando un área equivalente a 2.747,1 km². En el análisis geoestadístico se incluyó el 92,7% de los lances de pesca efectivamente realizados entre la II y VIII Regiones (n = 520).

El análisis de variogramas direccionales no reveló la presencia de efecto anisotrópico de la distribución espacial de las densidades poblacionales de camarón nailon en las tres ZAGs definidas. En consecuencia, para caracterizar la distribución espacial de la densidad de camarón nailon se utilizó variogramas isotrópicos. El modelo de variograma teórico que mostró el mejor ajuste, mediante el procedimiento de mínimos cuadrados ponderados (Cressie, 1993), fue el modelo esférico en las tres zonas (ZAGs) evaluadas.

El centro de gravedad de la densidad poblacional de camarón nailon (ton/km²) en el año 2013, se encontró en 33°20,5'S (inercia: I = 6,5°) y 72°15,0'W (I = 0,568°). Se observa un desplazamiento hacia el sur del centro de gravedad entre los años 2004 y 2006, manteniéndose tal condición en los últimos años de la serie (2008-2013). El análisis de la evolución temporal del índice de Gini respecto de la biomasa entre el año 2000 y 2013, exceptuando los años 2007 y 2010 cuando no se realizaron cruceros de evaluación directa, mostró una tendencia creciente, la que se quiebra en el 2012, en forma similar a la tendencia de las biomásas. El índice de Gini para toda el área de estudio en el año 2013 alcanzó a 0,671 revelando un alto grado de concentración de la densidad poblacional de camarón nailon en el área de estudio.

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 38.710,7 toneladas (D.E.= 4.809,7 tons). El intervalo de confianza de la biomasa es entre 38.611,0 tons (límite inferior) y 38.810,4 tons (límite superior). Mediante el método de las microceldas de estimación geoestadística se estimó una biomasa de 38.710,3 ton (IC: 38.204,0 - 39.216,6 tons).

Mediante análisis multivariados se analiza los taxa disponibles al arte de pesca de arrastre camarero, utilizado en el crucero de este proyecto, para identificar su composición específica, importancia relativa y las asociaciones faunísticas. El área de estudio comprendió de la II a la VIII Regiones y se utilizó la captura por unidad de esfuerzo estandarizada, CPUE ($\text{ton} \cdot \text{km}^{-2}$), y la unidad básica de muestreo de 1 km x 1 km. Para los principales taxa de la fauna acompañante se estimó la frecuencia de ocurrencia (porcentaje), la captura (ton) y la importancia relativa (porcentaje en peso), tanto respecto de la captura total como de la captura del recurso objetivo camarón nailon (IRRO, %), por Región y por estratos batimétricos cada 100 m de profundidad, y la importancia relativa de cada especie excluyendo la especie objetivo (IRFA, %) (Tabla 26). Los métodos multivariados utilizados para la identificación y caracterización de las asociaciones faunísticas, en las capturas de camarón nailon, fueron el Análisis de Dendrograma (Cluster Analysis) y el Escalamiento Multidimensional (MDS, Multi-Dimensional Scaling).

La fauna acompañante contribuyó al 56,9% del peso de la captura total (considerando a camarón nailon como especie objetivo) y estuvo compuesta por 42 taxa, aunque el 90,9% de la CPUE total de la fauna acompañante estuvo compuesta sólo por 7 especies, destacando el langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*), el langostino amarillo (*Cervimunida johni*), la merluza común (*Merluccius gayi*) y el pejerrata (*Nezumia pulchela*), tanto latitudinal como batimétricamente, lo que es consistente y similar con resultados de años anteriores.

Se identificó tres asociaciones faunísticas, siendo la profundidad el principal factor, esto es, la fauna acompañante en las capturas de camarón nailon se segrega primero batimétricamente y luego en sentido norte-sur. Latitudinalmente el ensamble 1 se encontró a la zona centro-norte (26°S a 31°S), mientras que los ensambles 2 y 3 se distribuyeron en toda la zona de estudio (27°S a 37°S). Batimétricamente los ensambles se distribuyeron en diferentes estratos, a saber: el ensamble 1 se ubicó entre 200 y 400 m de profundidad asociado al talud superior, mientras el ensamble 2 se encontró entre 100 y 400 m de profundidad; el ensamble 3 se distribuyó en profundidades 300 y >500 m de profundidad.

Los taxa presentes en las asociaciones específicas fueron pocas (4 a 6 taxa), los que aportaron con más del 90% a la CPUE total (por ensamble). En el ensamble 1 las especies de mayor

importancia respecto a la CPUE total de la fauna acompañante fueron el langostino colorado *Pleuroncodes monodon* y la merluza común *Merluccius gayi*. En el ensamble 2 las especies más importantes respecto a la CPUE total de la fauna acompañante fueron el langostino colorado *P. monodon*, el langostino amarillo *Cervimunida johni*, la merluza común *M. gayi* y el lenguado de ojos grandes *Hippoglossina macrops*; en tanto que en el ensamble 3 las especies más importante fueron los pejerratas (*C. aconcagua*, *N. pulchella*, y *T. villegai*) y los tiburones de profundidad *A. nigra* y *C. nigrum*. Estos resultados son consistentes con los de años anteriores.

La situación del stock de camarón nailon se evaluó con un modelo edad-estructurado que se ajustó a datos de biomasa vulnerable y de estructura de tallas obtenidos de los cruceros de evaluación con área barrida. Se observó que aumenta la biomasa total y la biomasa explotable de camarón nailon desde el año 2000 al 2007, ambos inclusive, debido al ingreso de reclutamientos altos en los años 2001, 2005, 2007 y 2010. Sin embargo, la biomasa explotable de camarón nailon disminuyó desde el año 2008 al 2013, aunque la tasa de explotación se incrementó a 14,9%. Se concluye que el recurso camarón nailon se encuentra alejado de una condición de sobrepesca.

EXECUTIVE SUMMARY

The activities done during the 2013 nylon shrimp direct assessments cruises, between the coast of Chilean administrative regions II and VIII, are informed.

In the study area, sampling was directed to known fishing grounds of the species as well as to zones between these fishing grounds. Within each fishing ground, in the shelf and upper slope of the seven Chilean administrative regions, a probabilistic (stochastic) sampling which corresponds to a cell stratified sampling, was used. To define the strata, the known geographic position of the fishing grounds determined in previous studies done by Universidad Católica del Norte and other national Institutions, were considered.

All proposed tows were done and besides 82 additional tows, being those located within the fishing grounds more successful than those located in the zones between the fishing grounds. No positive tows were obtained in the II Region, while 50.96% of the tows in the III region and 65.65% in the IV Region were positive, obtaining nylon shrimp captures. From Regions V to VIII, over 80% of the tows were positive, with a maximum of 89.7%.

The biological sampling of the study considered measuring the carapace length (CL, mm) of 39.126 nylon shrimp specimens, to build the size frequency distributions by sex, and weighting 10.540 specimens (37,6%) to estimate the size-weight relationship of the species.

The global size range of the nylon shrimp (sexes combined) in the study area was 14.2 to 37.8 mm CL, while the size ranges observed in the different Chilean administrative regions were 16.4 to 35.9 mm CL in Region III; 14.2 to 36.6 mm CL in Region IV; 15.8 to 36.6 mm CL in Region V; 16.2 to 37.8 mm CL in Region VI; 16.9 to 37.2 mm CL in Region VII and 14.3 to 37.8 mm CL in Region VIII. Globally, a southerly tendency to find a higher proportion of larger sizes was observed.

The analysis of the spatial distribution of the fishing tows (negatives as well as positives), and the capture per unit of swept area (cpua, ton/km²) value per latitude, revealed the existence of 24 nylon shrimp abundance spots, and their limits were determined applying the “Geostatistical

Transitive Approach”, occupying an area of 2.747,1 km². A 92.7% of the 520 fishing tows done between the Chilean administrative II and VIII regions were included in the geostatistical analysis.

The directional variogram analysis did not reveal anisotropic effect in the spatial distribution of the nylon shrimp population densities in the three Geostatistical Analysis Zones (GAZs) defined. Therefore, isotropic variograms were used to characterize the spatial distribution of the nylon shrimp densities. The theoretical variogram model obtained through the weighted minimum squares (Cressie, 1993), which showed the best fit was the spheric model in the three Geostatistical Analysis Zones (GAZs) assessed.

The population density of the nylon shrimp center of gravity (ton/km²) during 2013, was found at 33°20.5’S (inertia: I = 6.5°) and 72°15.0’W (I = 0.568°). A southerly shift of the population density of the nylon shrimp center of gravity was observed between years 2004 and 2006, condition which is maintained during the last years of the series (2008 - 2013). The temporal evolution analysis of Gini’s index with respect to biomass between years 2000 y 2013, with the exception of years 2007 and 2010 when no direct assessment cruises occurred, showed an increasing tendency, that changed in 2012, similarly as biomass tendency. The Gini’s index for the whole study area in 2013 was 0.671, revealing a high degree of concentration of the population density of nylon shrimp in the study area.

The total vulnerable biomass of the nylon shrimp (*H. reedi*) stock in the continental shelf and upper slope of Chilean administrative regions II to VIII, estimated geostatistically, reached 38,710.7 tonnes (D.E.= 4,809.7 tonnes). The biomass confidence interval (CI) is between 38,611.0 tonnes (lower limit) and 38,810.4 tonnes (upper limit). The microcell geostatistical method estimated a biomass of 38,710.3 tonnes (CI: 38,204.0 – 39,216.6 tonnes).

The taxa available to the shrimp bottom trawl used in this cruise, were analyzed through multivariate analysis, to identify its specific composition, relative importance and faunal assemblages. The study area comprised the Chilean administrative regions II to VIII, the standardized capture per unit of effort, CPUE (ton*km⁻²), and a 1 km x 1 km basic sampling unit.

The frequency of occurrence (percentage), the capture (tonnes) and the relative importance (percentage by weight), with respect to the total capture as well as the capture of the target species (nylon shrimp) (percentage), were estimated, by region and 100 m depth strata. The relative importance of each species excluding the target species (percentage) was also determined. The multivariate methods used for the identification and characterization of faunistic assemblages were the Cluster Analysis and the Multi-Dimensional Scaling (MDS).

The bycatch contributed to 56.9% of the total capture by weight (considering the nylon shrimp as target species) and comprised 42 taxa, although 90.9% of the total CPUE total of the bycatch was represented by only 7 species, standing out the red squat lobster (*Pleuroncodes monodon*), the yellow squat lobster (*Cervimunida johni*), the common hake (*Merluccius gayi*) and the rattail (*Nezumia pulchella*), latitudinally as well as bathymetrically, which is consistent and similar to the results of the previous years.

Three faunistic assemblages were identified, being depth the main, which means that the nylon shrimp bycatch separates itself first bathymetrically and then latitudinally north to south. Latitudinally, the faunistic assemblage 1 was found in the central - northern zone (26°S to 31°S), while assemblages 2 and 3 were found in the whole study area (27°S to 37°S). Bathymetrically, the assemblages were distributed in different depth strata: assemblage 1 was found between 200 and 400 m depths associated to the upper slope, while assemblage 2 was found between 100 and 400 m depths; and assemblage 3 was distributed in 300 and >500 m depths.

The taxa present in the specific were few (4 to 6 taxa), which contributed with more than 90% of the total CPUE (by assemblage). In assemblage 1, the most important species with respect to the total CPUE of the bycatch were the red squat lobster *Pleuroncodes monodon* and the common hake *Merluccius gayi*. In assemblage 2, the most important species with respect to the total CPUE of the bycatch were the red squat lobster *P. monodon*, the yellow squat lobster *Cervimunida johni*, the merluza or the common hake *M. gayi* and the bigeye flounder *Hippoglossina macrops*; while in assemblage 3, the most important species were the rattails (*C. aconcagua*, *N. pulchella*, and *T. villegai*) and the deepsea sharks *A. nigra* and *C. nigrum*. These results are consistent with those of previous years.

The status of the nylon shrimp stock was assessed with an age-structured model fitted to the vulnerable biomass data and the size structure obtained in the swept area survey cruises. An increase in total and exploitable nylon shrimp biomasses was detected from 2000 to 2007, both years included, due to the entry of high recruitments in years 2001, 2005, 2007 and 2010. However, the nylon shrimp exploitable biomass decreased since year 2008 to 2013, although the exploitation rate increased to 14.9%. However, the nylon shrimp stock is found far from a overfishing condition.

COMPOSICIÓN Y ORGANIZACIÓN DEL EQUIPO PROFESIONAL Y TÉCNICO.

ID	NOMBRE	TÍTULO/GRADO	FUNCIÓN EN EL PROYECTO
UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE			
1	Enzo Acuña	M.Sc. Oceanógrafo	Coordinación. Jefe de Proyecto. Análisis y elaboración de informes.
2	Alex Cortés	Biólogo Marino	Análisis Información Netmind (APA) y Redes, Análisis y Cartografía SIG, Estructura de tallas.
3	Viviana López	Biólogo Marino	Coordinadora muestreos a bordo II-III Región, laboratorio, planificación. Digitación datos.
4	Carmen Álvarez	Ing. Acuicultura	Coordinadora muestreos a bordo IV-VIII Región, laboratorio, planificación. Digitación datos.
5	Cristian Véliz	Biólogo Marino	Muestreo a bordo IV-VIII Regiones
6	Ricardo Suarez	Lic. Cs. Mar	Muestreo a bordo II-III Regiones
7	Valentina Hevia	Alumno Biología Marina	Muestreo frecuencia y biológico-específico en laboratorio.
8	Victor Pasten	Alumno Biología Marina	Muestreo frecuencia y biológico-específico en laboratorio.
9	Cecilia Gatica	Biólogo Marino	Muestreo frecuencia y biológico-específico en laboratorio.
10	Gabriela Cortés	Biólogo Marino	Muestreo frecuencia y biológico-específico en laboratorio.
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN			
11	Hugo Arancibia	Dr.Ciencias Naturales	Coordinación muestreos zona Sur. Fauna acompañante. Informes.
12	Luis Cubillos	Dr. Oceanografía	Distribución CPUE, situación actual del recurso. Informes.
13	Lilian Cisterna	Biólogo Marino	Análisis fauna acompañante y análisis comunitarios.
14	Sandra Cahuin	Dr. Oceanografía	Estimación de biomasa. Informes.
15	Mónica Barros	M. Sc Pesquerías	Coordinación general zona centro-sur. Bases datos.
CONSULTORES INDEPENDIENTES			
16	Luis Cid	Ph.D. Estadística	Análisis estadísticos, diseño de muestreo. Biomasa método Thompson (1992).
17	Rubén Alarcón	M.Sc. Pesquerías	Biomasa, distribución, composición e importancia relativa. Potencial Reproductivo.

Este documento debe citarse:

Acuña, E., R. Alarcón, A. Cortés, H. Arancibia, L. Cubillos & L. Cid. 2015. Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2013. Informe Final Corregido. Proyecto FIP N° 2013-01, 261 pp.

INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN EJECUTIVO.....	i
EXECUTIVE SUMMARY	v
COMPOSICIÓN Y ORGANIZACIÓN DEL EQUIPO PROFESIONAL Y TÉCNICO.....	ix
INDICE GENERAL.....	x
ÍNDICE DE TABLAS	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xviii
ÍNDICE DE ANEXOS	xxii
1. Objetivos	1
1.1. Objetivo General.....	1
1.2. Objetivo Específicos.....	1
2. Antecedentes	2
2.1. Generalidades	2
2.2. Administración de la pesquería de camarón nailon.....	5
3. Metodología de Trabajo.	9
3.1. Generalidades	9
3.2. Estandarización de las naves	9
3.3. Análisis de las redes de arrastre y levantamiento de planos.....	10
3.4. Medición directa de la abertura de punta de alas (APA).....	11
3.5. Modelo funcional de la APA	13
3.6. Georreferenciación de los lances de pesca.	14
3.6.1. Metodología de implementación de bases de datos	15
3.6.2. Procesamiento y tratamiento de la información	15
3.6.3. Estimación del Área Barrida Mediante Análisis SIG.....	15
3.7. Registros de información (datos) del lance y capturas	18
3.7.1. Crucero de Evaluación	18
3.7.2. Datos del lance	19
3.7.3. Datos de capturas.....	19
3.7.3.1. Captura por lance	19

3.7.3.2.	Captura estandarizada por lance.....	20
3.7.	Diseño de muestreo	20
3.7.1.	Antecedentes	20
3.7.2.	Muestreo estratificado	22
3.7.3.	Criterios de estratificación.....	22
3.7.4.	Diseño muestral propuesto	25
3.7.4.1.	Unidad muestral	25
3.7.4.2.	Estrategia de muestreo (Proceso de Aleatorización).....	26
3.7.4.3.	Tamaño de la muestra	28
3.7.4.4.	Definición de estratos y lances.....	29
3.7.5.	Estimación del soporte muestral.....	30
3.7.6.	Estimación de las componentes de varianza	33
3.7.7.	Determinación de la grilla para lances de monitoreo	34
3.7.8.	Programa de uso de naves	36
3.7.9.	Determinación de la densidad en cada lance.....	36
3.7.10.	Aplicaciones SIG para el manejo y tratamiento de la información.....	40
3.7.10.1.	Presentación	40
3.7.10.2.	Georreferenciación de los lances de pesca.....	42
3.7.10.3.	Metodología de implementación de bases de datos.	43
3.7.10.4.	Procesamiento y tratamiento de la información.	43
3.8.	Objetivo Específico 1	44
3.8.1.	Distribución espacial de la densidad poblacional.....	44
3.8.2.	Análisis espacio-temporal de la distribución espacial de camarón nailon	50
3.9.	Objetivo Específico 2	52
3.9.1.	Antecedentes	52
3.9.2.	Método geoestadístico intrínseco	58
3.9.3.	Microceldas de estimación geoestadística.....	60
3.9.4.	Varianza total de estimación de biomasa	62
3.9.5.	Área de los focos de abundancia. Geoestadística transitiva.....	64
3.9.6.	Relación longitud-peso.....	66
3.9.7.	Pesos medios por intervalo de talla	68

3.10. Objetivo Específico 3	70
3.10.1 Muestreo biológico a bordo de la nave	70
3.10.2. Tamaño de muestra	70
3.10.3. Proporción sexual	71
3.10.4. Proporción de hembras ovadas.....	72
3.10.5. Determinación del estado de desarrollo embrionario de huevos.....	73
3.11. Objetivo específico 4	75
3.11.1. Introducción.....	75
3.11.2. Metodología.....	76
3.11.2.1. Descripción de la abundancia de la fauna acompañante	76
3.11.2.2. Identificación de asociaciones.....	77
3.11.2.3. Determinación de diferencias entre asociaciones.....	77
3.11.2.4. Contribución de cada especie en la (dis)similitud.....	78
3.12. Objetivo Específico 5	80
3.12.1. Modelo de Evaluación de Stock	80
3.12.2. Dinámica de la abundancia.....	81
3.12.3. Crecimiento y madurez	82
3.12.4. Funciones de log-verosimilitud	83
3.12.5. Situación del recurso	85
3.12.6. Implementación y proceso de estimación	86
4. RESULTADOS	87
4.1. Aspectos operacionales de los cruceros.....	87
4.2. Estimación directa de la abertura entre punta de alas (APA).....	89
4.2.1. Modelo funcional de la APA.....	89
4.2.2. Tiempo de arrastre efectivo en lances sin NETMIND	90
4.2.3. Capturas y densidad local (CPUA) por lance de pesca	90
4.3. Análisis del soporte muestral.....	92
4.4. Grilla de lances de monitoreo.....	95
4.5. Aspectos biológicos.....	99
4.5.1. Capturas y muestreo biológico.....	99
4.5.2. Composición de tamaños.....	100

4.5.2.1.	Machos por foco.....	100
4.5.2.2.	Hembras por foco	100
4.5.2.3.	Sexos combinados por Región.....	100
4.5.2.4.	Machos por Región	105
4.5.2.5.	Hembras por Región.....	106
4.5.3.	Relación longitud-peso.....	107
4.6.	Objetivo Específico N° 1.....	109
4.6.1.	Identificación de focos de abundancia.....	109
4.6.2.	Análisis estructural	116
4.6.3.	Análisis espacio-temporal de la distribución espacial de camarón nailon ...	118
4.6.3.1.	Centro de gravedad e inercia.....	118
4.6.3.2.	Índice de Gini.....	119
4.6.3.2.	Medida de la estructuración espacial	121
4.7.	Objetivo Específico N° 2.....	122
4.7.1.	Enfoque geoestadístico.....	122
4.7.2.	Microceldas de estimación geoestadística.....	126
4.8.	Objetivo Específico N° 3	128
4.8.1.	Condición reproductiva del camarón nailon	128
4.8.1.1.	Estados de madurez embrionaria de las hembras ovíferas.....	128
4.8.1.2.	Distribución de hembras ovíferas por Región.....	128
4.8.1.3.	Distribución de la talla corporal de hembras ovíferas por estado de madurez embrionaria.....	128
4.8.1.4.	Distribución geográfica global de las hembras ovíferas por estado de madurez embrionaria.....	130
4.8.1.5.	Distribución batimétrica de las hembras ovíferas según su estado de madurez embrionaria.....	131
4.8.2.	Proporción sexual	134
4.8.2.1.	Proporción sexual por Región	134
4.8.2.2.	Proporción sexual por foco de abundancia.....	135
4.9.	Objetivo Específico N° 4	136
4.9.1.	Descripción de la abundancia de la fauna acompañante	136

4.9.1.1.	Composición específica general de la fauna acompañante	136
4.9.1.2.	Distribución latitudinal de la fauna acompañante	139
4.9.1.3.	Distribución batimétrica de la fauna acompañante	143
4.9.2.	Identificación y caracterización espacial de las asociaciones específicas....	147
4.9.3.	Identificación de asociaciones específicas	147
4.9.4.	Detección de diferencias entre asociaciones	152
4.9.4.1.	Análisis de similitud (ANOSIM)	152
4.8.4.2.	Contribución de cada especie en los ensamblajes identificados mediante análisis de clasificación (SIMPER)	153
4.10.	Objetivo Específico 5	154
4. 10.1.	Situación actual y lineamientos de manejo	160
5.	Taller de difusión.	161
5.1.	Listado de presentaciones.....	164
5.2.	Difusión.	166
6.	Análisis y Discusión de Resultados.....	167
7.	Conclusiones	172
8.	Referencias Bibliográficas.....	174
9.	Anexos	183
10.	Plan detallado de asignación del personal profesional y técnico,	233
10.1.	Total de Horas asignadas.....	233
10.2.	Objetivo específico 1	234
10.3.	Objetivo específico 2	235
10.4.	Objetivo específico 3.....	236
10.5.	Objetivo específico 4.....	237
10.6.	Objetivo específico 5.....	238

ÍNDICE 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 2004 - 2012, fracciones intra-anuales y Decretos correspondientes en la Unidad de Pesquería II-VIII Regiones.	6
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; la Columna 4 corresponde las densidades medias obtenidas de los proyectos FIP N° 2006-11 y N° 2008-17, utilizadas en el presente proyecto para los coeficientes de proporcionalidad con aquella densidad.	30
Tabla 4.	Tabla de ANOVA para un modelo de un factor de efectos aleatorios. FV = Fuente de variación, GL = Grados de libertad, SC = Suma de cuadrados, CM = cuadrados medios.	33
Tabla 5.	Componentes de varianzas para modelo de dos factores aleatorio balanceado.....	34
Tabla 6.	VARIABLES OPERATIVAS DEL ESTUDIO DE EVALUACIÓN DIRECTA DE CAMARÓN NAILON ENTRE LA II Y VIII REGIONES.....	87
Tabla 7.	Número de lances propuestos y efectuados totales en los caladeros históricos de camarón nailon, por Región.....	88
Tabla 8.	Lances con captura de camarón nailon por Región y porcentaje con respecto a los lances efectuados en cada caso.	88
Tabla 9.	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 el L/M “Don José Miguel” y L/M “Isla Orca”. <i>pdg</i> = parámetro de dispersión de la familia gaussiana.	90
Tabla 10.	Lapso (minutos) en que la red toca fondo según la profundidad. D.E. = desviación estándar; n = tamaño de muestra.	91
Tabla 11.	Información obtenida de las celdas al interior de las cuales se realizó el proceso de remuestreo, incluyendo varianzas, desv. Std., medias y coeficiente de variación, incluyen los valores promedios éstas para las celdas consideradas.....	94
Tabla 12.	Tabla de ANOVA para el modelo de efectos aleatorios.....	94
Tabla 13.	Esfuerzo total de muestreo de frecuencia (medidos) y biológico específicos (pesados) de la captura de camarón nailon entre la III y VIII Regiones.	99
Tabla 14.	Parámetros de la relación talla-peso de camarón nailon (<i>H. reedi</i> , ambos sexos) por foco y total. SCR = suma de cuadrados residuales.	108
Tabla 15.	Límites latitudinales de las Zonas de Análisis Geoestadístico (ZAGs) para camarón nailon (<i>Heterocarpus reedi</i>) y número de lances de pesca involucrados en cada caso.	109
Tabla 16.	Límites latitudinales de los focos de abundancia de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) y área (km ²) correspondiente entre la II y VIII Regiones.....	110

Tabla 17.	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.	113
Tabla 18.	Parámetros del variograma teórico según el modelo de variograma teórico ajustado a la distribución espacial de la densidad de camarón nailon (<i>H. reedi</i>). VNE: Varianza no explicada.	116
Tabla 19.	Densidad poblacional (cpua, 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 = DENTRO, 2 = FUERA.	123
Tabla 20.	Densidad poblacional (cpua, 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 Región.....	124
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.	125
Tabla 22.	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 = DENTRO, 2 = FUERA.	126
Tabla 23.	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 V y VIII Región. Microceldas de estimación geoestadística.....	127
Tabla 24.	Distribución por región de las hembras ovíferas de camarón nailon, según estado de desarrollo.	129
Tabla 25.	Características morfométricas de las hembras de camarón nailon, por estado de desarrollo de los huevos.	129
Tabla 26.	Distribución del estado de madurez embrionario de hembras ovíferas de camarón nailon por Región.....	132
Tabla 27.	Distribución de frecuencia por rango de profundidad y estados de madurez de camarón nailon.	133
Tabla 28.	Proporción sexual (%) de los ejemplares de camarón nailon medidos en el muestreo de frecuencia de tallas por región.	134
Tabla 29.	Captura por especie de la fauna acompañante asociada a la pesquería de camarón nailon (en kilogramos). IRFA= índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante (se excluye camarón nailon); IRRO= índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso (se incluye camarón nailon) y razón fauna acompañante-camarón nailon (FA/Heteree, %). Clave: 0,0 = <0,05.....	137
Tabla 30.	Captura por unidad de esfuerzo (CPUE, ton/km ²) y proporción de lances positivos de las especies que conforman la fauna acompañante en las capturas de camarón nailon. Clave: 0,0 = <0,05.....	138
Tabla 31.	Listado de las especies que conforman la fauna acompañante en las capturas de camarón nailon, ordenados por región. CPUE = captura por unidad de esfuerzo estandarizada; IRFA= índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante (se excluye camarón nailon); IRRO= índice	

	de importancia relativa respecto a la captura total en peso incluido camarón nailon. Clave: $0,0 = <0,05$; CPUEt = suma de las CPUE de la fauna acompañante y la especie objetivo.	139
Tabla 32.	Fauna acompañante en las capturas de camarón nailon, ordenados por estratos de profundidad. CPUE = captura por unidad de esfuerzo estandarizada; IRFA= índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante (se excluye los langostinos colorado y amarillo); IRRO= índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso incluido camarón nailon. Clave: $0.0 = <0.05$; CPUEt = suma de las CPUE de la fauna acompañante y las especies objetivo.	144
Tabla 33.	Especies con aportes mayores a 0,1% respecto a la captura de la fauna acompañante utilizados en los análisis multivariados; nances = 500. IRFA= importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante.	147
Tabla 34.	Fauna acompañante en las capturas de camarón nailon, ordenados por ensambles identificados mediante métodos de clasificación y ordenación. CPUE = captura por unidad de esfuerzo; IRFA= importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante (se excluye camarón nailon); IRRO= importancia relativa respecto a la captura total en peso del recurso objetivo (se incluye camarón nailon). Clave: $0.0 = <0.05$; CPUEt = suma de las CPUE de la fauna acompañante y las especies objetivo.	151
Tabla 35.	Análisis de Similitud (ANOSIM) para probar la existencia de diferencias significativas entre los ensambles identificados desde la matriz de similitud de Bray-Curtis; $p = 0,001$. Los ensambles son identificados con números arábigos. ...	153
Tabla 36.	Especies con mayor contribución relativa (porcentual) a la similitud de la CPUE de los lances en cada grupo.	153
Tabla 37.	Parámetros del modelo de evaluación del stock de camarón nailon.	154
Tabla 38.	Lista de participantes a los Talleres de Difusión de Resultados de los Proyectos FIP N° 2011-01 y FIP N° 2011-02.	162

ÍNDICE 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 línea vertical roja muestra el momento que se considera como t_1 de inicio del arrastre.....	13
Fig. 2.	Ejemplo de la integración de los datos obtenidos en los sensores sónicos (Netmind) y el sistema de posicionamiento satelital en el software ArcGis 9.	16
Fig. 3.	Diseño esquemático de la estimación del área barrida mediante linealización del lance de pesca mediante ArcGis 9.	17
Fig. 4.	Distribución latitudinal de los estratos a partir de los resultados del Proyecto FIP N° 2006-11 (Acuña <i>et al.</i> , 2007).	24
Fig. 5.	Distribución latitudinal de los estratos a partir de los resultados del Proyecto FIP N° 2008-17 (Acuña <i>et al.</i> , 2009).	25
Fig. 6.	Ejemplo de las “capas temáticas” de la Región de Coquimbo y la información desplegada en forma paralela proporcionada por el SIG.....	41
Fig. 7.	Simulación de una grilla de muestreo. (A) 100% estaciones positivas para recurso objetivo; (B) 70% estaciones positivas para recurso objetivo.	53
Fig. 8.	Disminución de la densidad media poblacional en el caso del estimador de la media aritmética. La línea negra continua representa la reducción de la media aritmética cuando la densidad es homogénea en toda el área de estudio.	54
Fig. 9.	Intervalos de confianza del estimador de biomasa para la media aritmética.	55
Fig. 10.	Simulación de la densidad poblacional medida a través del estimador de razón (A); y varianza de la estimación de biomasa (número de veces respecto de un 100% estaciones positivas para el recurso objetivo) (B).	56
Fig. 11.	Disminución de la densidad media poblacional en el caso del estimador de la Distribución Delta Lognormal (puntos negros) y el estimador geoestadístico (puntos rojos).	57
Fig. 12.	Razón de la varianza de estimación de la biomasa (número de veces respecto de un 100% estaciones positivas) según el estimador de la Distribución Delta Lognormal (puntos negros) y el estimador geoestadístico (puntos rojos).	58
Fig. 13.	Relación entre el lapso de tiempo en que la red toca fondo (minutos, tiempo de inicio del lance) y la profundidad (m).	91
Fig. 14.	Valores de CPUE del camarón nailon observados para cada uno de los lances por celda remuestreada, tres en total, con al menos tres lances válidos.	93
Fig. 15.	Disposición de las “celdas” de monitoreo permanente para camarón nailon.	96
Fig. 16.	Distribución latitudinal (según celda) de la densidad poblacional promedio de camarón nailon entre 2006 y 2013. La línea roja es el ajuste mediante una función LOESS.	97
Fig. 17.	Evolución temporal del rendimiento de pesca promedio (ton/km ²) entre 2006 y 2013 en la celdas 2, 7-9 (III Región), 16, 19-21, 23 (IV Región), 25, 28 (V Región), 34 (VI Región), 35 (VII Región) y 39 (VIII Región).	98

Fig. 18.	Distribución de frecuencias de tamaño de machos de camarón nailon (<i>H. reedi</i>). Focos 1 a 12.	101
Fig. 19.	Distribución de frecuencias de tamaño de machos de camarón nailon (<i>H. reedi</i>). Focos 11 a 24.	102
Fig. 20.	Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de camarón nailon (<i>H. reedi</i>). Focos 1 a 10.	103
Fig. 21.	Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de camarón nailon (<i>H. reedi</i>). Focos 11 a 24.	104
Fig. 22.	Distribución de frecuencias de tamaño de camarón nailon (<i>H. reedi</i>), sexos combinados por región.	105
Fig. 23.	Distribución de frecuencias de tamaño de machos de camarón nailon (<i>H. reedi</i>), por región.	106
Fig. 24.	Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de camarón nailon (<i>H. reedi</i>), por región.	107
Fig. 25.	Disposición espacial de los lances de pesca de camarón nailon entre la II y VIII regiones, año 2013 en las ZAGs 1 y 2. Puntos rojos = lances positivos para camarón; puntos grises = lances negativos.	111
Fig. 26.	Disposición espacial de los lances de pesca de camarón nailon entre la II y VIII regiones, año 2012 en la ZAG-3. Puntos rojos = lances positivos para camarón; puntos grises = lances negativos.	112
Fig. 27.	Disposición espacial de los focos de abundancia de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) en la III Región (Focos 1 a 8 (parcial), izquierda) y IV Región (Focos 8 a 15 (parcial), derecha). La línea azul representa el límite del Area de Reserva de la Pesca Artesanal (ARPA).	114
Fig. 28.	Disposición espacial de los focos de abundancia de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) en la V y VI Región (Focos 8 a 20, izquierda) y VII y VIII Región (Focos 20 (parcial) a 24, derecha). La línea azul representa el límite del Area de Reserva de la Pesca Artesanal (ARPA).	115
Fig. 29.	Variograma experimental (puntos) y variograma teórico (línea continua) de la distribución espacial de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) en la ZAG-1 (arriba izquierda), ZAG-2 (arriba derecha) y la ZAG-3 (abajo).	117
Fig. 30.	Centro de gravedad (puntos negros) de la densidad poblacional (ton/Km ²) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) en sentido latitudinal entre la II y VIII Regiones. Las barras verticales representan la inercia (<i>I</i>).	118
Fig. 31.	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 el área de estudio (línea negra).	120
Fig. 32.	Evolución temporal del índice de Gini (línea roja) entre el año 2000 y 2013, para la distribución de la densidad poblacional (ton/km ²) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>), y la biomasa total (tons, línea negra) en toda el área de estudio.	120
Fig. 33.	Distribución de frecuencia de tamaños de las hembras ovíferas de camarón nailon por estado de desarrollo de los huevos.	130

Fig. 34.	Proporción sexual de camarón nailon, por región.	134
Fig. 35.	Proporción sexual de camarón nailon, por foco de abundancia,	135
Fig. 36.	Análisis de clasificación de la CPUE de la fauna acompañante presente en las capturas de camarón nailon de las Regiones II a VIII; $n_{\text{lances}}: 500$. Nomenclatura: 1, 2 y 3 corresponden a los grupos de estaciones de muestreo (celdas) o ensambles identificados.	148
Fig. 37.	Análisis de ordenación (MDS) de la CPUE ($\text{ton} * \text{km}^{-2}$) de la fauna acompañante presente en las capturas de camarón nailon de las Regiones II a VIII. Los números corresponden a la latitud y los colores a la profundidad. $n_{\text{lances}} = 500$	149
Fig. 38.	Análisis de clasificación (cluster, arriba) y de ordenación (MDS, abajo) de la CPUE de la fauna acompañante presente en las capturas de camarón nailon de las Regiones II a VIII; $n_{\text{lances}}: 500$	150
Fig. 39.	Frecuencia de tallas de camarón nailon en los cruceros de evaluación por área barrida (barras) y estimadas con el modelo de evaluación (líneas).	155
Fig. 40.	Capturas, biomasa, tasa de explotación y reclutamiento de camarón nailon en la unidad de pesquería II-VIII Regiones desde 1990 hasta 2011. En el reclutamiento se muestra el primer, segundo y tercer cuartil.	157
Fig. 41.	Biomasa biomasa total, explotable, desovante de camarón nailon, y tasa de explotación anual en la unidad de pesquería II-VIII Regiones.	158
Fig. 42.	Cambios interanuales de biomasa total y desovante (arriba) y de la tasa de explotación (abajo) de camarón nailon con límites de confianza de 90%.....	159
Fig. 43.	Evolución de la tasa de explotación en función de la biomasa de hembras de camarón nailon en el periodo 1990-2013, II-VIII Regiones. Las líneas rojas segmentadas indican límites arbitrarios; la línea verde segmentada muestra el nivel de 10%; los puntos negros representan valores alternativos e igualmente probables de la tasa de explotación y biomasa desovante; y la línea segmentada representa la secuencia histórica en el periodo 1990-2013 (el año 2013 se marca con un punto rojo).	160
Fig. 44.	Invitación a participar en el Taller de Difusión de resultados del proyecto FIP 2013-02 y díptico con las actividades, realizado en Coquimbo, el 1 de agosto de 2013. 163	
Fig. 45.	Registro fotográfico de los Talleres de Difusión de resultados, FIP N° 2013-01.....	165
Fig. 46.	Publicación en la revista Aqua de los Talleres de Difusión de resultados, FIP N° 2013-01.	166
Fig. 47.	Distribución de frecuencias del logaritmo de la captura por unidad de área (CPUA) en el año 2012 (arriba, FIP N° 2012-05) y en el año 2013 (abajo, FIP N° 2013-01). La línea vertical segmentada corresponde a la media aritmética de los logaritmos.	169
Fig. 48.	Distribución espacial de la densidad (tons/km^2) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) entre la II y VIII Regiones (Focos 1 y 2).	202
Fig. 49.	Distribución espacial de la densidad (tons/km^2) de camarón nilon (<i>H. reedi</i>) entre la II y VIII Regiones (Focos 3 a 5).	203

Fig. 50.	Distribución espacial de la densidad (tons/km ²) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) entre la II y VIII Regiones (Focos 6 a 8).....	204
Fig. 51.	Distribución espacial de la densidad (tons/km ²) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) entre la II y VIII Regiones (Focos 8 y 10).....	205
Fig. 52.	Distribución espacial de la densidad (tons/km ²) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) entre la II y VIII Regiones (Focos 11 a 13).....	206
Fig. 53.	Distribución espacial de la densidad (tons/km ²) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) entre la II y VIII Regiones (Focos 14 y 15).....	207
Fig. 54.	Distribución espacial de la densidad (tons/km ²) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) entre la II y VIII Regiones (Focos 16 y 17).....	208
Fig. 55.	Distribución espacial de la densidad (tons/km ²) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) entre la II y VIII Regiones (Focos 18 a 20).....	209
Fig. 56.	Distribución espacial de la densidad (tons/km ²) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) entre la II y VIII Regiones (Focos 21 a 23).....	210
Fig. 57.	Distribución espacial de la densidad (tons/km ²) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) entre la II y VIII Regiones (Focos 23 y 24).....	211

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Características técnicas embarcaciones y planos de las redes utilizadas,.....	184
Anexo 2.	Fechas y lugares geográficos de los muestreos.	187
Anexo 3.	Registros de posición (Lat., Long), profundidad (Prof., m), área barrida (A.B. km ²), abertura de punta de alas (APA, m), captura (Capt, kg) y cpua de camarón nailon (ton/km ²). Con * se indican los lances instrumentados.	189
Anexo 4.	Sistema NETMIND para medición de APA.....	199
Anexo 5.	Distribución espacial de la densidad (tons/km ²) de camarón nailon por zona de análisis geoestadístico.....	201
Anexo 6.	Biomasa (tons) y abundancia (miles de ejemplares) de camarón nailon por caladero, sexo, dentro y fuera del ARPA y Región.	212

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, del 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

2.1. Generalidades

El ordenamiento pesquero requiere como uno de sus antecedentes más relevantes resultados de la evaluación de los stocks. En general existen dos familias de métodos para la determinación de la abundancia y biomasa, a saber, los indirectos y directos.

Los *métodos indirectos* que requieren una serie de varios años de datos de capturas totales, composición numérica por edad en la captura y esfuerzo de pesca, con amplia cobertura espacial y temporal de muestreos rutinarios y 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 (Acuña *et al.*, 1997, 2002).

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 Chile, como por ejemplo a langostino amarillo (Pavez *et al.*, 1994; Acuña *et al.* (1995). Acuña & 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 de muestreo, utilizando una Pesca de Investigación autorizada por la Subsecretaría de Pesca a la Universidad Católica del Norte (Resolución N° 1.882 de 18/12/1995). 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. Arancibia & Mora (1995) aplicaron este método a la evaluación de merluza común bajo un esquema de muestreo científico usando también naves comerciales merluceras arrastreras.

El camarón nailon (*Heterocarpus reedi*), descrito por Bahamonde (1955) a partir de ejemplares capturados en Valparaíso y San Antonio en alrededor de 320 m de profundidad, 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 & Henríquez, 1970), aunque Acuña & Arancibia (1996) detectaron su presencia en 23°48' S, extendiendo su distribución hasta el sur de Antofagasta.

Bahamonde & Henríquez (1970) entregan datos biológicos y de explotación de *H. reedi*. Su aparición en la pesquería se inicia en 1950 como fauna acompañante de la merluza común, registrándose capturas comerciales desde 1954 (Arana & 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. 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 & Arancibia (1996) analizaron la comunidad en las capturas de camarón nailon y lo propio ha ocurrido en evaluaciones directas posteriores de la especie en su Unidad de Pesquería (Roa *et al.*, 1998; Acuña *et al.*, 2000, 2002, 2007, 2009, 2011 y 2013; Escuela de Ciencias del Mar, 2001, Arana *et al.*, 2003, 2004, 2005, 2006).

Desde el año 1996, el FIP con la excepción de los años 2007 y 2010, ha financiado anualmente las evaluaciones directas de camarón nailon en las Regiones II a VIII, los que fueron realizados por varias instituciones o consorcios de instituciones (Tabla 1). También durante un tiempo las propias empresas pesqueras de la IV Región financiaron directamente monitoreos de la pesquería en esa zona de pesca, lo que permitió actualizar el conocimiento de aspectos tales como abundancia y biomasa, caracterización de la operación de la flota, estandarización del esfuerzo de pesca, captura por unidad de esfuerzo, ciclo reproductivo y ojiva de madurez, parámetros de crecimiento y composición e importancia relativa de fauna acompañante, entre otros.

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).

CODIGO PROYECTO	NOMBRE PROYECTO	EJECUTOR	FUENTE
FIP N° 96-09	Evaluación directa del stock de camarón nailon en la zona centro-norte.	Universidad Católica de Valparaíso	Pavéz <i>et al.</i> (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.	UCN + INPESCA	Acuña & Arancibia (1996)
FIP N° 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> (1997).
FIP N° 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 N° 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 N° 99-08	Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, 1999.	UCN + UdeC	Acuña <i>et al.</i> (2000)
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> (2000)
FIP N° 2000-05	Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, 1999.	UCV + IFOP	Arana (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 N° 2001-05	Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2001.	UCN + UdeC	Acuña <i>et al.</i> (2002)
FIP N° 2002-05	Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2002.	UCV + IFOP	Arana <i>et al.</i> (2003)
FIP N° 2003-05	Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2003.	UCV + IFOP	Arana <i>et al.</i> (2004)
FIP N° 2004-10	Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2004.	UCV + IFOP	Arana <i>et al.</i> (2005)
FIP N° 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)
FIP N° 2006-11	Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2006.	UCN + UdeC + IFOP	Acuña <i>et al.</i> (2007)
FIP N° 2008-17	Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2008.	UCN + UdeC	Acuña <i>et al.</i> (2009)
FIP N° 2009-16	Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2009.	UCN + UdeC	Acuña <i>et al.</i> (2010)
FIP N° 2011-02	Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2011.	UCN + UdeC	Acuña <i>et al.</i> (2012)
FIP N° 2012-05	Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2012.	UCN + UdeC	Acuña <i>et al.</i> (2013)
FIP N° 2013-01	Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2013.	UCN + UdeC	En ejecución

2.2. 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 el 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, y 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 en el D.S. existían dos alternativas, a saber: 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 establecida la plena explotación de esta pesquería, se fijó una cuota de 8.000 ton para el año 1996 (D.E. N° 259 de 1995), agregándose luego 2.000 ton (D.E. N° 222 Exento de 26/09/1996). Posteriormente, se ha ido estableciendo anualmente cuotas globales, con un 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 al 2007. 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 ese año 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 vigente. A partir del año 2001, a este 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. El año 2003 se incorporó el fraccionamiento regional, con lo cual se completa la división temporal y por flota con la dimensión espacial (Tabla 2).

Paralelamente, debido a un nivel de biomasa notablemente disminuido del stock de camarón nailon, de acuerdo a las evaluaciones de stock y 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

Tabla 2. Cuotas globales anuales de captura (ton) de camarón nailon asignadas en el período 2004 - 2012, fracciones intra-anales y Decretos correspondientes en la Unidad de Pesquería II-VIII Regiones.

CUATRIMESTRE	2004		2005		2006		2007		2008		2009		2010		2011		2012	
	Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal
Cuota Sp. Objetivo	4.630		4.925		4.890		4.890		4.945									
Cuota por flota	3.644	911	3.940	985	3.912	978	3.912	978	3.956	989								
Cuota II Región	310	20	170	39	197	20	196	49	105	35	57	35	85	50	85	15	85	15
01 Ene. - 31 Mar.	96	6	53	11	89	9	88	22	47	16	25	16	38	22	38	6	38	6
01 Abr. - 31 Ago.	102	7	56	11	49	5	49	12	26	9	14	9	21	13	21	4	21	4
01 Sept. - 31 Dic.	112	7	61	17	59	6	59	15	32	10	18	10	26	15	26	5	26	5
Cuota III Región	1.041	418	602	294	393	265	421	214	536	208	408	122	420	120	260	90	260	90
01 Ene. - 31 Mar.	323	130	187	78	177	119	190	96	241	94	184	54	189	54	117	41	117	41
01 Abr. - 31 Ago.	343	138	198	83	98	66	105	54	134	52	102	31	105	30	65	23	65	23
01 Sept. - 31 Dic.	375	150	217	133	118	80	126	64	161	62	122	37	126	36	78	26	78	26
Cuota IV Región	1.089	313	1.378	395	980	357	898	324	1.466	350	1.520	405	1.100	400	770	430	770	430
01 Ene. - 31 Mar.	338	97	427	105	441	161	404	146	660	158	684	182	495	180	347	193	347	193
01 Abr. - 31 Ago.	359	103	455	112	245	89	225	81	366	88	380	102	275	100	193	107	193	107
01 Sept. - 31 Dic.	392	113	496	178	294	107	269	97	440	104	456	121	330	120	230	130	230	130
Cuota V Región	775	134	728	256	289	306	226	361	537	380	549	409	560	400	705	430	705	430
01 Ene. - 31 Mar.	240	42	226	68	130	138	102	162	242	171	247	184	252	180	317	193	317	193
01 Abr. - 31 Ago.	256	44	240	73	72	77	56	90	134	95	137	102	140	100	176	107	176	107
01 Sept. - 31 Dic.	279	48	262	115	87	91	68	109	161	114	165	123	168	120	212	130	212	130
Cuota VI Región					368	10	479	10	269	5	307	6	504	6	642	8	642	8
01 Ene. - 31 Mar.					166	5	215	5	121	2	138	3	227	3	289	4	289	4
01 Abr. - 31 Ago.					92	2	120	2	67	1	77	1	126	1	161	2	161	2
01 Sept. - 31 Dic.					110	3	144	3	81	2	92	2	92	2	192	2	192	2
Cuota VII Región	429	26	1.062	1	1.246	10	1.213	10	900	5	944	6	944	6	1.052	8	1.052	8
01 Ene. - 31 Mar.	133	8	155		560	5	546	5	405	2	425	3	424	3	473	4	473	4
01 Abr. - 31 Ago.	142	9	166		312	2	303	2	225	1	236	1	237	1	263	2	263	2
01 Sept. - 31 Dic.	154	9	741		374	3	364	3	270	2	283	2	283	2	316	2	316	2
Cuota VIII Región					439	10	479	10	143	6	171	6	343	7	442	8	442	8
01 Ene. - 31 Mar.					197	5	215	5	64	2	77	3	155	3	199	4	199	4
01 Abr. - 31 Ago.					110	2	120	2	36	2	43	1	85	2	110	2	110	2
01 Sept. - 31 Dic.					132	3	144	3	43	2	51	2	103	2	133	2	133	2
Investigación	140		130		160		155		155		155		155		155		155	
Fauna Acompañante	60	15	60	15	64	16	68	17	80	20								
En Langostino colorado	36	9	36	9	25	5	32	11	25	7	25	7	25	7				
En Langostino amarillo III-IV	16	4	16	4	30	10	25	5	30	12	30	12	30	12				
En Langostino amarillo V-VIII									12		12		12					
En Merluza común	4	1	4	1	5		6		7		7		7					
En Gamba	4	1	4	1	1	1	5	1	6	1	6	1	6	1				
Total anual (tons)	4.770		5.130		5.130		5.130		5.200									
Decreto	D.E N° 829 de 22.12.2003		D.Ex. N° 1.019 de 16-12-2004 modificado por		D Ex. N° 1.560 de 21.12.2005		D. Ex. N° 1.523 de 21-12-2006		D.Ex N° 1.775 de 18-12-2007		D.Ex N° 1.675 de 23-12-2008		D.Ex N° 1.925 de 24-12-2009		D.Ex N° 1.453 de 27-12-2010		D.Ex N° 1.251 de 26-12-2011	

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 resumen las cuotas globales anuales de camarón nailon en el período 2004-2012, las distintas fracciones intra-anales y los Decretos correspondientes. En esta se observa que desde el año 2004 en adelante la proporción mayor de la cuota industrial ha ido trasladándose desde la III a la IV Regiones hacia la VII Región (2006 - 2007), para regresar nuevamente a la IV Región en las cuotas del 2008 – 2009, mientras que en el año 2010 se ha producido una fuerte disminución en ésta, con aumentos en la V, VI y VIII Regiones, proceso que se ha profundizado durante el año 2011, con una disminución de más del 30% en las regiones III y IV. Finalmente, el año 2012, las cuotas y distribución de las mismas se han mantenido iguales al año anterior.

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, también denominadas “perforaciones”, 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; Resoluciones N° 1030 de 15/04/2004 y N° 1543 de 4/06/2004, y Resoluciones N° 2657 de 5/08/2009 y N° 3080 de 10/09/2009), aunque la Res. Ex. N° 2657 fue invalidada mediante Res. Ex. 2202 del 15 de julio de 2010, lo que implica que no existen perforaciones para la pesca de arrastre en la III Región. En todo caso, mediante la Res. Ex. 2280 del 25 de agosto de 2011 se confirmó las perforaciones en la IV región. Una última medida de administración aplicada a la pesquería del camarón nailon desde el año 2001 corresponde al Límite Máximo de Captura por Armador (LMCA), mediante el cual se establecen fracciones de cuota por armador participante en la pesquería (Resolución N° 132 de 25/01/2001).

Por último, es necesario destacar que en el año 2007, por primera vez desde el año 1996, no se realizó ningún estudio de evaluación directa de camarón nailon, lo que significó romper la secuencia anual que se había logrado estructurar durante más de 10 años. No ha habido ninguna

explicación concreta al respecto por parte de la agencia del Estado que administra los recursos pesqueros ni del Fondo de Investigación Pesquera (FIP). Finalmente el año 2010, supuestamente a causa del terremoto del 27 de febrero de ese año, tampoco se realizó dicha evaluación directa, lo que implica que sólo se han realizado cinco de estas evaluaciones (cruceros) en los últimos siete años, lo que implica haber discontinuado la serie histórica y no tener información independiente de la pesquería durante los años 2007 y 2010. Esto es especialmente crítico en la III Región, donde además debido a la invalidación de la Res. Ex. N° 2657 que permitía capturar la especie mediante la Res. Ex. 2202 del 15 de julio de 2010, no existe información de ningún tipo en esta región en esos dos años, ya que en la práctica tal no existirá pesquería por lo tanto no hay monitoreo de la misma.

3. Metodología de Trabajo.

3.1. Generalidades

En atención a las Bases Especiales del Proyecto FIP N° 2013-01, en esta propuesta se contempla la realización de un crucero de evaluación directa por el método de área barrida desde la II a la VIII Regiones, prospectando las zonas rastreables entre los veriles de 100 y 600 m de profundidad, excluyendo la primera milla marina medida desde la costa.

En atención al numeral 3.9 de las Bases Técnicas, los mapas de distribución de la densidad del recurso camarón nailon en el área de estudio (II a VIII Regiones) se entregan en escala 1:1.000.000, considerando las Cartas Náuticas electrónicas 1000, 2000 y 3000 del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico (SHOA) de la Armada de Chile.

3.2. Estandarización de las naves

La estandarización de los poderes de pesca de las distintas naves que participan de una evaluación directa se justifica solo si aquellas no son homogéneas, esto es, si las naves presentan diferencias importantes en cuanto a sus características físicas o en su poder de pesca (FAO, 1995). En tal caso este procedimiento metodológico es fundamental para proceder después con la estimación de la captura por unidad de esfuerzo (cpue) a la forma estandarizada (CPUE = CPUA). Sin embargo, en el caso en que se opere con naves que utilizan exactamente el mismo aparejo de pesca (en cuanto a sus dimensiones) y arrastran exactamente a la misma velocidad promedio (como es el caso de las naves que participan en este proyecto, que son las mismas de años anteriores), entonces no tiene ningún sentido proceder a estandarizar las naves o su poder de pesca, independientemente del tamaño de dichas naves (que en el presente caso corresponde a 18 m de eslora, para la nave artesanal, y sobre 18 m para la otra, que es la nave industrial). En resumen, en este proyecto no se estandarizó el poder de pesca de las dos naves, pues no tiene ningún sentido práctico. Las dos naves que se utilizaron en el presente proyecto ya han participado en evaluaciones directas de camarón nailon en años anteriores.

En el proyecto FIP N° 2007-19 Acuña *et al.* (2009) probaron que entre ambas naves no existen diferencias significativas en los valores no cero de densidad promedio (cpua), al aplicar la prueba t-Student para comparar medias con varianzas desiguales (nivel de probabilidad de 5%). Por lo tanto, se insiste en que no es en absoluto necesario corregir el esfuerzo de pesca nominal de cada nave, ponderándolo por su poder de pesca relativo.

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

Según el numeral 3.4 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, este Consultor ya dispone de los planos de las redes de las naves que operan en este proyecto, los que fueron dibujados con el software qCAD de Linux de diseño de planos, para lo cual se registraron 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, 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 fue efectuado en su momento por ingenieros pesqueros y técnicos pesqueros. Sin embargo, en el presente proyecto se confirmó que no existieran posibles modificaciones que hubieren ocurrido en el último año en las dimensiones y características de las redes, para lo que consultó a Jefes de Flota de Empresas Pesqueras, Patrones de pesca y Pilotos de naves arrastreras que participaron en este proyecto.

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 del recurso camarón nailon, así como en cruceros de evaluación directa; lo propio ocurre con el personal técnico para trabajo a bordo y que provienen de la UCN y UdeV. En los últimos años la UCN y la UdeC han ejecutado proyectos análogos de evaluación de langostinos y camarón nailon tales como FIP N° 2003-03, FIP N° 2004-11, FIP N° 2005-09, FIP N° 2006-04, FIP N° 2006-11, FIP N° 2007-19, FIP N° 2008-16, FIP N° 2008-17, FIP N° 2009-16, FIP N° 2011-01, FIP N° 2011-02, FIP N° 2012-02 y FIP N° 2012-05, para evaluaciones de estos

crustáceos de la II a VIII Regiones. Además, la mayor parte del equipo de investigadores del presente proyecto participó en el proyecto FIP N° 2006-19 denominado “**Estandarización de procedimientos metodológicos para la evaluación de crustáceos demersales a través del Método de Área Barrida**”, cuyo objetivo general fue determinar procedimientos metodológicos estándar a considerar en los proyectos de evaluación directa mediante método de área barrida.

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. Al respecto, se dispuso de un equipo operando de manera alternada en las embarcaciones participantes del crucero de evaluación. Este equipo es de propiedad de la UCN y fue operado por personal técnico y profesional que fue capacitado en la UCN en el marco del proyecto FIP N° 2003-03, y aplicado después en los proyectos FIP N° 2004-11, FIP N° 2005-09, FIP N° 2006-04, FIP N° 2006-11, FIP N° 2007-19, FIP N° 2008-16, FIP N° 2008-17, FIP N° 2009-15, FIP N° 2009-16 y FIP N° 2011-02.

Con el sistema NETMIND se registra continuamente la APA mediante sensores sónicos adosados en las alas de la red, 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 el 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.

De acuerdo con nuestra experiencia, la APA se registra *in situ* con el sistema NETMIND en una proporción de los lances de pesca efectivamente realizados, tal como ha ocurrido en proyectos anteriores, desde el FIP N° 2003-03 en adelante. Operacionalmente, en cada uno de aquellos

lances en que se utiliza sensores hidrofónicos se registra no sólo el APA, sino también la distancia entre el hidrófono y el sensor master, la velocidad de arrastre (mediante sistemas GPS diferenciales), profundidad (ecosonda), longitud del cable de cala (m) y otros.

Debido a que en cada lance las mediciones electrónicas del APA a bordo son continuas, entonces es posible obtener registros automáticos de ésta cada 1 ó 2 segundos, o bien en el intervalo de tiempo que se desee fijar. Esta información es almacenada automáticamente en una base de datos electrónica, pues como se señaló el equipo opera 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 permiten 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 7 años en las evaluaciones directas de crustáceos.

El equipo NETMIND, además del sensor de APA (wingspread), cuenta con un sensor de contacto (inclinómetro), el que adecuadamente dispuesto en la red (generalmente adosado por detrás del borbón) permite 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. Asimismo 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 cala la red hasta que toca fondo, para contabilizar el tiempo de arrastre, dependiendo de la profundidad, ya que existe buena relación entre el tiempo en que la red alcanza el fondo y la profundidad del fondo. Los tiempos son valores promedio determinados en trabajos previos a bordo por los profesionales del equipo de investigadores y han sido obtenidos a partir de la observación de lances de pesca en los cuales se ha contado con el sistema

de sensores de NETMIND en el marco de los proyectos FIP 2004-11, FIP 2005-09, FIP 2006-04, FIP 2006-11, FIP 2007-19, FIP 2008-16, FIP 2008-17, FIP 2009-15, FIP 2009-16, FIP 2011-01 y FIP 2012-02 (Acuña *et al.*, 2005, 2007a, 2007c, 2007d, 2008, 2009, 2010, 2012, 2013).



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 línea vertical roja muestra el momento que se considera como t_1 de inicio del arrastre.

3.5. Modelo funcional 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 N° 2003-03, FIP N° 2004-11, FIP N° 2005-09, FIP N° 2006-11,

FIP N° 2007-19, FIP N° 2008-16 y FIP N° 2008-17, habiéndose construido modelos funcionales de la APA respecto de distintas variables asociadas al lance de pesca mediante métodos de regresión múltiple (FIP N° 2003-03, FIP N° 2004-11) y modelos lineales generalizados (GLMs, FIP N° 2005-09, FIP N° 2006-11, FIP N° 2007-19, FIP N° 2008-16, FIP N° 2008-17, FIP N° 2009-16, FIP N° 2011-02 y FIP N° 2012-05).

Se construyó un modelo funcional de la APA para cada una de las embarcaciones participantes en el crucero mediante Modelos Generales Linealizados (glm, generalized linear models) 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 es representado por la expresión (según el lenguaje R):

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

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 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.

3.6. Georreferenciación de los lances de pesca.

Para elaborar la cartografía se utiliza 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 (SIRGAS (WGS84) USO 18-19) 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 participan en los cruceros de evaluación de la abundancia de los langostinos.

Para mejorar la precisión de la ubicación de los lances de pesca y reducir las fuentes de error de observación, todos los posicionadores satelitales serán configurados y calibrados con el mismo datum. Adicionalmente, para la localización de los lances de pesca y posteriormente, los focos de abundancia por recurso, se dispone 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 exitosamente utilizado en el marco de los Proyectos FIP desde el año 2003 a la fecha.

3.6.1. Metodología de implementación de bases de datos

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

3.6.2. Procesamiento y tratamiento de la información

Del programa SIG se rescata las diferentes bases de datos georreferenciados, los que son tratados en unidades UTM. Posteriormente, cuando se construyan las cartas temáticas con la distribución de los recursos y sus focos de abundancia, éstas son convertidas en unidades geográficas.

3.6.3. Estimación del Área Barrida Mediante Análisis SIG

La integración de los equipos de medición sónica de abertura de alas con los sistemas de posicionamiento satelital ha permitido expandir las posibilidades de una estimación más precisa del área barrida por la red de arrastre. El sistema Wing Spread está compuesto de un transmisor (master) que envía una señal sónica (onda sonora) desde la punta de ala de estribor, la que es recepcionada y respondida por otro sensor ubicado en la punta de ala de 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 una computadora portátil a la cual se ha conectado el hidrófono y el GPS Cartográfico (Garmin GPSMap 276C), de esta forma, se obtiene una base de datos integrada de posición, velocidad, rumbo, ángulo de inclinación de la red y abertura de punta de alas (APA) a intervalos de tiempo de 2 segundos.

La base de datos incorporada al software ArcGIS Desktop 9, permite conocer los tracks de navegación realizados por la nave (Fig. 2a), de esta forma se puede individualizar el lance de pesca (Fig. 2b) y estimar la distancia recorrida entre cada punto mediante la aplicación XTools Pro v2.2, entregando información con Proyección UTM Datum SIRGAS (WGS84) en los USO 18 y 19, según corresponda (Fig. 2c).

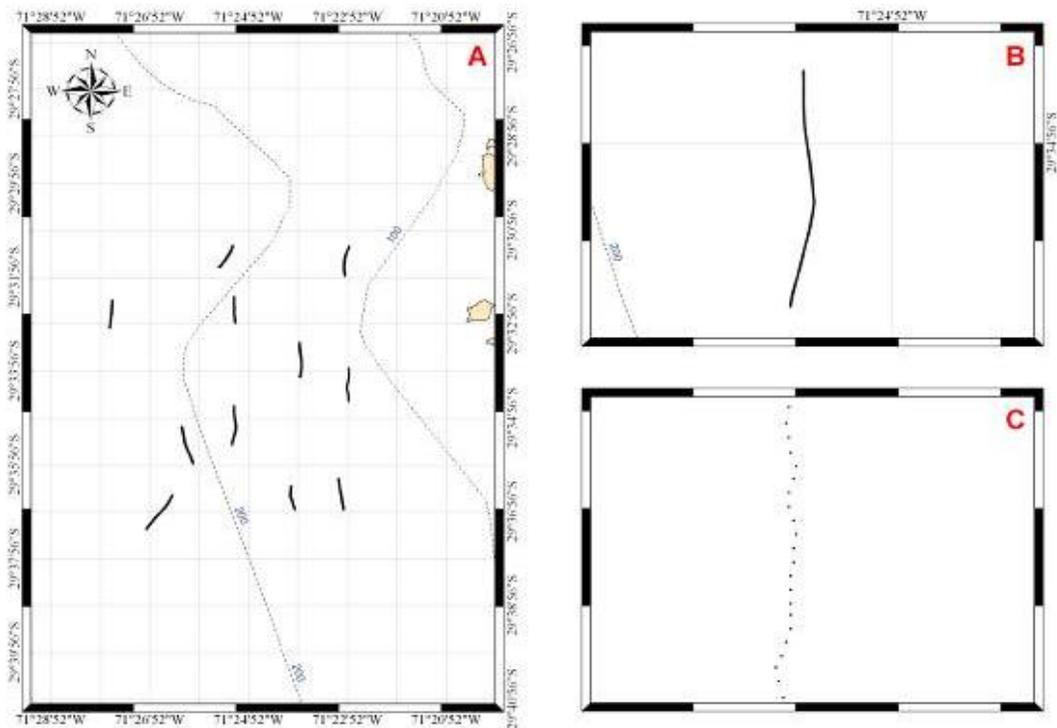


Fig. 2. Ejemplo de la integración de los datos obtenidos en los sensores sónicos (Netmind) y el sistema de posicionamiento satelital en el software ArcGis 9.

Para la estimación del área barrida se considera la sumatoria de los cálculos individuales entre los puntos del registro Netmind, con posición UTM (X_i, Y_i) y apertura de punta de alas (APA_i) en el tiempo t_i . Por lo tanto, la estimación del área barrida entre los puntos P_1 y P_2 está definida por el área de un trapecio (Fig. 3). Luego, el área barrida total del lance de pesca es:

$$AB = \int_{i=1}^k DR_i^{(x,y)} \cdot (APA_i^{(x,y)} + \varepsilon_{APA})$$

Integrando en el espacio bidimensional, se tiene que:

$$AB = \sum_{i=1}^k \left\{ \left[DR_{x_1, y_1}^{x_2, y_2} \cdot APA_{x_1, y_1} \right] + \left[DR_{x_1, y_1}^{x_2, y_2} \cdot (APA_{x_1, y_1} - APA_{x_2, y_2}) \right] \right\}_i$$

donde: $DR_{x_1, y_1}^{x_2, y_2}$ es la distancia recorrida (Km) entre dos puntos en el espacio sobre el recorrido de la red; APA_{x_1, y_1} y APA_{x_2, y_2} es la apertura de punta de alas en los puntos de inicio y término del recorrido (entre registros), y k es el número de observaciones registradas durante el lance.

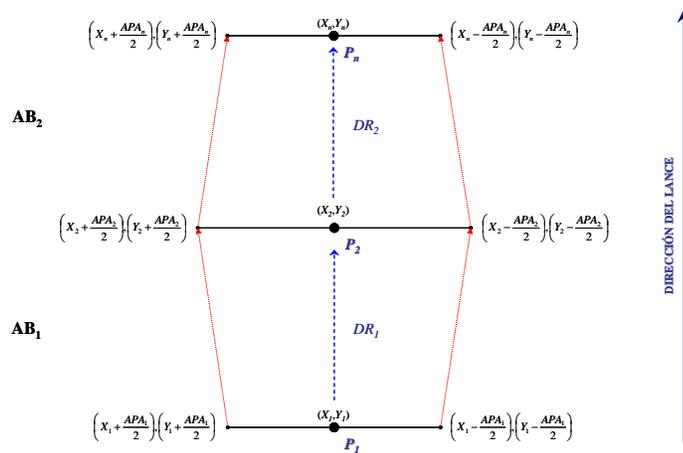


Fig. 3. Diseño esquemático de la estimación del área barrida mediante linealización del lance de pesca mediante ArcGis 9.

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

3.7.1. Crucero de Evaluación

Pérez (2005) realizó un seguimiento diario de la dinámica espacial y temporal de la CPUE ($\text{ton}\cdot\text{lance}^{-1}$) de camarón nailon en la zona Coquimbo, de septiembre de 1997 a agosto de 2000. Con estos datos construyó un modelo de remoción de biomasa modificado para explicar las variaciones temporales de la CPUE basado en la abundancia (biomasa total poblacional) y disponibilidad (biomasa que puede ser potencialmente capturada). Esas cantidades fueron calculadas por ecuaciones cuyas diferencias (positivas o negativas) indicaron cambios en la disponibilidad de la biomasa en el tiempo y el reclutamiento (magnitud y temporalidad). El modelo indicó dos períodos anuales de distinta longitud en la disponibilidad de biomasa al arte de pesca. Pérez (2005) encontró una tasa de reducción más acelerada para la biomasa que para la CPUE y señaló que esto puede influir en la determinación de la época óptima para la realización de la evaluación directa del recurso para determinar cuotas de captura. Pérez (2005) sugiere que **la época óptima para realizar los cruceros de evaluación debiera coincidir con la(s) época(s) de máxima disponibilidad de biomasa, esto es alrededor de agosto y enero**, meses de inicio y fin del ciclo corto, respectivamente. Este autor destaca que la consecuencia de realizar la evaluación directa en una época de baja disponibilidad del recurso camarón nailon conducirá a una subestimación del tamaño del stock y una estimación errónea de la CTP para la temporada de pesca siguiente.

En consecuencia, de acuerdo con Pérez (2005), considerando que sus resultados corresponden a la zona de Coquimbo y que la zona de evaluación en el presente proyecto es de la II a la VIII Regiones, se proyectó realizar el crucero desde la segunda semana de julio en adelante para lograr ajustar las fechas del mejor periodo para toda el área del estudio. Sin embargo, debido a problemas administrativos que escapan a la voluntad del Consultor, no se pudo cumplir con este plazo, comenzando el crucero el 23 de agosto.

3.7.2. 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 a distintos tiempos (calado, red sobre el fondo, virado, red a bordo). El momento en que la red está efectivamente sobre el fondo se registró mediante un sensor de ángulo de NORTHSTAR Technicals ubicado en el piso anterior de la red. La profundidad (m) del piso marino se registra mediante un ecosonda en los mismos tiempos del lance. La distancia recorrida por la red entre los tiempos de inicio del arrastre sobre el fondo y el virado se determinan como el producto entre el tiempo efectivo de arrastre y la velocidad del arrastre (FAO Doc. Téc. Pesca 306/1, pág. 351, año 1995), generalmente comunicada por el patrón de pesca, como promedio de las velocidades observadas durante el lance.

3.7.3. Datos de capturas

3.7.3.1. 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 compuesto 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 es separada de la especie objetivo y se procede 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 el Equipo Consultor desde el año 2003 a este tipo de estudios, por ejemplo, en los proyectos FIP N°

2003-03, FIP N° 2004-11, FIP N° 2005-09, FIP N° 2006-04, FIP N° 2007-19, FIP N° 2008-17, FIP N° 2009-16, FIP N° 2011-02 y FIP N° 2012-05.

3.7.3.2. Captura estandarizada por lance

Para cada lance se estandariza la captura debido a que la distancia recorrida puede variar entre lances en función de 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 estandarizada (kg), por lance, se obtiene simplemente como la captura del recurso objetivo en el lance dividido por la distancia efectivamente arrastrada por la red.

3.7. Diseño de muestreo

3.7.1. Antecedentes

En el presente estudio, el enfoque muestral que se propone, de acuerdo a las Bases del proyecto (TBR) para la evaluación directa de la biomasa del camarón nailon, corresponde a un muestreo estratificado, en que la definición de los estratos se hace acorde con los focos de abundancia históricos. Para este efecto se utilizan los criterios que a continuación se detallan, ya que existe un gradiente latitudinal de tallas (Acuña *et al.* 1997).

Los antecedentes obtenidos de evaluaciones anteriores, principalmente a partir del año 2006 (FIP N° 2006-11), permiten definir las zonas de abundancia “históricas” que corresponden a una distribución esencialmente latitudinal y relativamente continua, permitiendo, no obstante, definir con relativa precisión los límites latitudinales y longitudinales de las zonas de abundancia. Al interior de tales zonas históricas de abundancia se realiza un *muestreo estratificado por celdas*. Esta estrategia permite evaluar integralmente la abundancia y la densidad de las zonas de mayor densidad. La principal ventaja de este esquema de muestreo es permitir la intensificación del esfuerzo de muestreo en las áreas en que la pesca ha sido históricamente exitosa, tal como lo demuestran los resultados alcanzados hasta ahora.

Lo anterior es válido, aun cuando recientemente Canales y Arana (2009) proponen retomar la estrategia de muestreo sistemático basándose en estudios de simulación usando una distribución normal bivariante sobre un área también simulada. Sin embargo, dicha simulación está incorrectamente planteada, puesto que la distribución del recurso es preferentemente latitudinal, en focos estrechos que en promedio no tienen un ancho mayor a cuatro millas náuticas. En la práctica, no existen en los registros históricos áreas de abundancia de 15 mn de dimensión longitudinal como la usada en la simulación (42 por 15 mn). Por otra parte, el supuesto que el coeficiente de variación en el sentido longitudinal es inferior a 0,01 implica que, en esa orientación, la distribución del recurso es para todo efecto práctico y, dado lo estrecho de la banda de abundancia, prácticamente homogénea o de variabilidad nula, independientemente del gradiente de profundidad asociado, lo que es incorrecto. Adicionalmente, se asume ausencia de correlación entre las distribuciones de probabilidad latitudinal y longitudinal usadas en la simulación, lo que contradice la afirmación que la especie presenta concentraciones de abundancia, pues éstas deben darse simultáneamente en ambas direcciones, pues no es posible tener densidades altas sólo en el sentido latitudinal y no en el longitudinal. Conocido es, por lo demás, el hecho que la distribución del stock de camarón nailon corresponde a una banda estrecha con distribución latitudinal relativamente uniforme y, por tanto, distinta de una distribución normal.

Finalmente, la estrategia de muestreo estratificado utilizada en la simulación de Canales y Arana (2009) está pobremente documentada, pues no indica el tamaño de muestra utilizado para este efecto ni los criterios para eventualmente determinar los tamaños de muestra al interior de cada estrato, por lo que no es posible evaluar la validez de dicho estudio. Por lo tanto, es posible concluir que el proceso de simulación utilizado por Canales y Arana (2009) para retomar la estrategia de muestreo sistemático no se ajusta a situaciones reproducibles en condiciones reales, por lo que de momento no parece aconsejable utilizar estrategias muestrales diferentes a las establecidas por el FIP en las Bases Técnicas de este proyecto.

3.7.2. Muestreo estratificado

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 de la misma. 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 del muestreo tiene dos componentes fundamentales que ayudan a definir qué estrategia utilizar, a saber:

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

Para lograr estos objetivos, teniendo en consideración las exigencias de los TBR de este proyecto y considerando principalmente las propiedades distribucionales de la población en estudio más arriba discutidos, se utilizó una estrategia de aleatorización correspondiente a un muestreo estratificado, lo que se presenta a continuación.

3.7.3. Criterios de estratificación

En el caso del muestreo estratificado, el proceso de aleatorización está condicionado a la falta de uniformidad de la distribución del recurso. Esto es frecuente de encontrar cuando las distribuciones son aglomeradas o cuando existen gradientes distribucionales (en este caso

latitudinales) que puedan afectar el supuesto de uniformidad de la distribución. Cuando dicha homogeneidad (uniformidad) sólo se puede garantizar por sectores de la población, es posible utilizar una misma estrategia de selección aleatoria simple (muestreo aleatorio simple) dentro de cada uno de los sectores homogéneos de ella. En este caso, la estrategia de muestreo se denomina *muestreo estratificado* y cada estrato representa precisamente a un sector uniforme dentro de la población y por tanto cada uno de ellos se puede evaluar independientemente de los demás y producir al mismo tiempo un estimador global para toda la población. El estimador final no es, en tal caso, sino una suma ponderada de los resultados de cada estrato (con ponderaciones a definir en forma explícita para 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.

En estas condiciones, es necesario definir adicionalmente la “**estrategia o criterio de estratificación**”, que corresponde a la identificación de las propiedades distribucionales de la población que permitan identificar los segmentos de ella que sean internamente homogéneos y que por lo tanto sean sujetos de un muestreo aleatorio simple en su interior.

La distribución del recurso camarón nailon corresponde a una cinta estrecha en sentido N-S, desde la II a la VIII Regiones, con un ancho de aproximadamente 4 mn en la mayor parte de la distribución latitudinal. Sin embargo, dada la extensa distribución N-S (casi 1.600 km lineales), no parece razonable aceptar *sensu stricto* 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 utilizó en el pasado, y que consistió en transectas perpendiculares a la costa y equidistanciadas entre sí (Arana *et al.*, 2004).

En el caso de la distribución del camarón nailon, éste no se distribuye en áreas (focos) de abundancia o “*caladeros*”, sino que tiene una distribución relativamente continua en toda la región, aun cuando presenta distintas densidades a lo largo de su área de distribución, es esta condición la que permite identificar estas zonas de diferentes densidades asociadas con su posición latitudinal y sirven, por tanto, como criterio de estratificación.

Por su parte, las ponderaciones utilizadas para las estimaciones finales pueden depender tanto de los tamaños relativos de los estratos como de sus varianzas, siendo estas últimas también un factor relevante en la determinación de los tamaños muestrales. Entonces, en este estudio se utilizó como criterio de estratificación las densidades medias observadas en las distintas áreas de extracción del recurso camarón naílon, las que, de acuerdo con los resultados observados en proyectos anteriores, como los proyectos FIP N° 2006-11 y 2008-17, que muestran un claro gradiente latitudinal (Figs. 4 y 5).

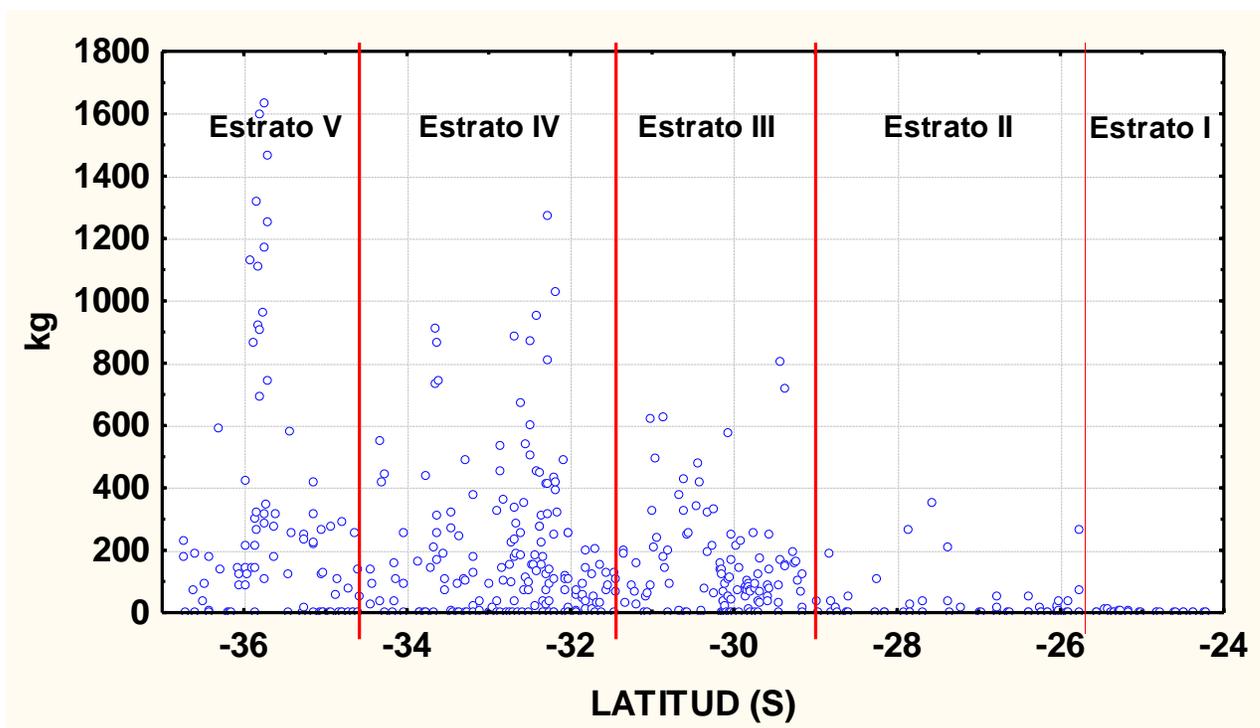


Fig. 4. Distribución latitudinal de los estratos a partir de los resultados del Proyecto FIP N° 2006-11 (Acuña *et al.*, 2007).

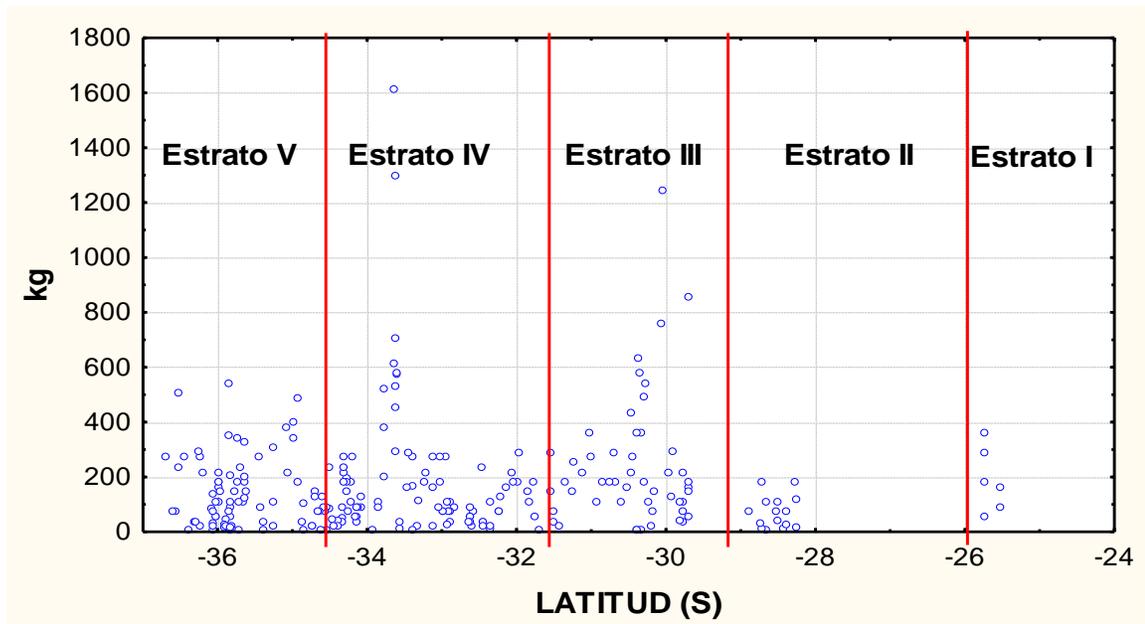


Fig. 5. Distribución latitudinal de los estratos a partir de los resultados del Proyecto FIP N° 2008-17 (Acuña *et al.*, 2009).

3.7.4. 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*, que es lo que se trata a continuación.

3.7.4.1. Unidad muestral

Sobre el área de abundancia se define una grilla de 1,0 mn * 1,0 mn de orientación N-S y E-W, al interior de las cuales se efectuaron los lances y que se llaman *celdas básicas*. Se define como *unidad muestral* a una transecta de orientación longitudinal, sobre las celdas básicas ya definidas y de, en promedio, 4 mn de largo, con tres lances por transecta en promedio. De acuerdo con la definición de Unidad Muestral antes entregada, las mediciones (lances) de esta transecta se realizan 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 son entonces las de

la transecta, lo que entrega como resultado final un promedio ponderado por la longitud de la transecta.

3.7.4.2. Estrategia de muestreo (Proceso de Aleatorización)

Las Bases Técnicas del Proyecto FIP N° 2013-02 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 han mostrado que la distribución del recurso camarón nailon es preferentemente uniforme a lo largo de un gradiente latitudinal, presentando, al mismo tiempo, diferencias de densidad claramente delimitadas. La distribución espacial del recurso, sumada a las diferencias en densidad, permiten utilizar un diseño muestral diferente que considere la información histórica disponible, la que, de acuerdo a las Bases, permite una intensificación del muestreo en aquellas zonas reconocidamente de mayor abundancia. Por lo tanto, se propone reemplazar la componente adaptativa de las estrategias de muestreo, lo que permite, en función de la captura obtenida en los lances realizados adaptar (aumentar) la intensidad del muestreo, por el conocimiento de la información histórica que permite definir, *a priori*, las áreas de mayor abundancia en las que se debe intensificar el esfuerzo muestral. En particular, se utilizó los resultados de los proyectos FIP N° 2006-11 y FIP N° 2008-17, realizados por el equipo de trabajo UCN – UdeC. En la Fig. 4 se muestra las abundancias calculadas respecto de las latitudes en las que fueron realizados los lances, lo que permite tener una estimación actualizada de las zonas de mayor abundancia, y que son aquellas en las que se debería intensificar el esfuerzo muestral. Esta estrategia corresponde, entonces, a un muestreo estratificado, en el que el criterio de estratificación está determinado por la latitud y la definición de los tamaños muestrales correspondientes es proporcional al tamaño de los estratos y a la densidad media observada en evaluaciones anteriores.

En función de dichas abundancias y latitudes, en este proyecto se utilizó el diseño muestral estratificado, en el que los estratos (5) están definidos por zonas de distinta abundancia de la II a la VIII Regiones. Dado el conocimiento relativamente exacto que se posee de la ubicación de las

zonas de mayor abundancia del recurso (considerando principalmente los proyectos FIP N° 2006-11 y 2008-17), el estudio actual consideró la estratificación de las zonas en función de la densidad, separadamente cada una de las zonas así definidas, para luego integrar los resultados en un estimador global de la biomasa total, por lo que los tamaños muestrales para cada estrato se definen proporcionalmente a los tamaños y a la densidad (CPUA) conocida, cumpliendo así con las exigencias de aumentar la intensidad del muestreo en las zonas de mayor abundancia.

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 aproximadamente 4 mn de ancho (con orientación longitudinal), el proceso de aleatorización al interior de cada estrato se realizó 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, entonces éstas se numeran ordenadamente y en forma creciente de norte a sur con números de 1 a K_h . Si el tamaño muestral correspondiente es asignado proporcionalmente al estrato es n_h , entonces se generan 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. Las unidades muestrales se seleccionaron de aquellos lugares en los que correspondía según la numeración previamente asignada.

Este procedimiento permite seleccionar en forma completamente aleatoria los lugares desde donde se seleccionaron las muestras. En cada ubicación seleccionada se realizó una transecta de orientación Este–Oeste, seleccionando como primera celda básica a muestrear la que se encuentre más próxima a la línea de la costa y que corresponda a la zona de abundancia previamente seleccionada (dependiendo de la profundidad a la que ésta se ubicaría). A partir de esa primera celda se realizaron las transectas antes definidas (unidad muestral), hasta cubrir enteramente la zona de abundancia. Esta estrategia permite muestrear completamente el área de abundancia en sentido longitudinal y definir por tanto los límites longitudinales de las zonas de abundancia. Se destaca que, dada la distribución prácticamente continua del recurso camarón nailon en la zona de interés, es más relevante referir este estudio a la determinación de este borde latitudinal.

3.7.4.3. 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: (i) varianza de la población; (ii) nivel de confianza de la estimación; y (iii) nivel de error deseado para los estimadores. Estos son tratados a continuación.

i) 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, el que muestrea desde subpoblaciones internamente más homogéneas y, por tanto, de menor varianza.

ii) 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 refiere directamente la certidumbre que se tiene sobre las mediciones realizadas. Regularmente se opta por un nivel de confianza del 95%.

iii) 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 tanto, errores demasiado pequeños requieren de tamaños muestrales muy grandes para lograr los objetivos de precisión y confianza deseados.

No obstante lo anterior, en estudios como éste es frecuente que los tamaños muestrales estén determinados por factores externos a los tres antes mencionados. En efecto, estas restricciones

corresponden frecuentemente al tiempo disponible para ejecutar los estudios y, principalmente, el presupuesto disponible, lo que condiciona los resultados finales a los niveles de precisión y de confianza que definen los tamaños muestrales que es posible obtener. Este es exactamente el caso en este tipo de proyectos, los que cuentan con presupuesto básico de referencia. Entonces, considerando las restricciones recién mencionadas, se anticipó que el número total de lances a realizar sería de aproximadamente 500, los que se distribuyeron estratificadamente de acuerdo al esquema que se presenta a continuación.

3.7.4.4. Definición de estratos y lances

El stock de camarón nailon se distribuye como una franja delgada 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 Figs. 4 y 5 se muestran las distribuciones latitudinales de las abundancias observadas y reportadas por los proyectos FIP N° 2006-11 y 2008-17. Las zonas se separaron en cinco estratos, de acuerdo con lo exhibido en la Tabla 3, que corresponden a las regiones geográficas delimitadas por los rangos latitudinales que se indican y que poseen diferentes densidades medias (Fig. 4).

Los tamaños muestrales son entonces proporcionales a los tamaños de los estratos y a la densidad conocida del recurso en estudio. En una primera etapa dicha proporcionalidad se definió sólo en función de la extensión latitudinal de los estratos, que se muestra en las columna 3 de la Tabla 4. Para intensificar el muestreo en las áreas de mayor abundancia se consideró la abundancia media (medida en kg de captura por lance) obtenida en el proyecto FIP N° 2008-17, que se muestra en la columna 4 de la Tabla 4. El estrato 3 muestra la mayor densidad, en tanto el estrato 2 la menor. Los estratos 1 y 4 tienen densidades medias parecidas, en tanto que el estrato 5 presenta una densidad aproximadamente un 70% menor que la de los estratos 1 y 4.

Consecuentemente, sobre la base de los resultados anteriores se propuso que el factor de proporcionalidad para la intensidad de muestreo estuviera relacionado con la abundancia media del recurso en el respectivo estrato. Se consideró, entonces, que el estrato 2 tiene un factor de

abundancia igual a 1, lo que corresponde a una transecta cada 10'. A los estratos 1, 4 y 5 se les asigna un factor de proporcionalidad por abundancia igual a 2, lo que significa una transecta cada 5'. Al estrato se le asigna un factor de proporcionalidad por abundancia igual a 3 con transectas cada 4'.

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; la Columna 4 corresponde las densidades medias obtenidas de los proyectos FIP N° 2006-11 y N° 2008-17, utilizadas en el presente proyecto para los coeficientes de proporcionalidad con aquella densidad.

Estrato	Rango Latitudinal (°S)	Extensión Latitudinal (min)	Densidad media	Factor de proporc. con abundancia	Número de transectas (n_h)	Número de lances esperado
1	24°00'-26°00'	120	140.84	2	24	72
2	26°00'-29°00'	180	51.85	1	12	36
3	29°00'-32°00'	180	215.85	3	45	135
4	32°00'-34°45'	165	142.80	2	33	99
5	34°45'-37°00'	135	100.10	2	27	81
Total		780	136.85		141	423

De acuerdo con estos criterios, en la Tabla 3 se muestra los resultados del número de transectas y lances propuestos. Para determinar el número de lances, se estimó que, en promedio, se realizan 3 lances por transecta. Estos resultados permiten definir extensiones latitudinales del stock de camarón nailon que tienen densidades relativamente homogéneas y que servirán para definir las dimensiones de los estratos, constituyendo nuestros estratos entre adelgazamientos o estrangulamientos de la distribución del stock relacionados con accidentes de la topografía tales como puntas y bahías, pero en estos accidentes no se realizaron transectas.

3.7.5. Estimación del soporte muestral

De acuerdo con las Bases Técnicas del proyecto, se debía hacer una estimación del soporte muestral como una forma de estimar la variabilidad intra-celda a partir del hecho que todo proceso de estimación (de biomasa) está basado en muestras, es decir, en una observación parcial de la población, y que las mediciones que permiten estimar los parámetros poblacionales de interés (densidad media) se realizan sobre la unidad muestral (cuadrícula de 1 mn x 1 mn), la que

no necesariamente es medida íntegramente, esto es, que la red en un lance no recorre toda la superficie de la unidad muestral.

En el caso que estas mediciones sean exhaustivas (mediante la medición o evaluación de todos los individuos de la unidad muestral), el *soporte muestral* es igual a uno. En el caso de evaluaciones parciales de la unidad muestral (cuando la red en un lance arrastra solamente una fracción de la superficie de 1 mn x 1mn), este *soporte muestral* es menor que uno, y adquiere un valor que está relacionado con la fracción de dicha unidad muestral mediante una relación funcional no necesariamente lineal, por tratarse de superficies, volúmenes u otras medidas y porque, como es el caso de las evaluaciones directas, la distribución de los individuos (camarón nailon) al interior de una unidad muestral no es necesariamente uniforme.

No obstante lo anterior, sobre la base de un supuesto de distribución uniforme de camarón nailon en la unidad muestral (1 x 1 mn), en algunos casos, o de variabilidad espacial nula, en otros, en los proyectos destinados a la evaluación directa de crustáceos regularmente se asume soporte unitario (igual a uno). Sin embargo, los supuestos antes mencionados no son necesariamente verdaderos. El objetivo de esta componente es evaluar la validez del soporte unitario asumido hasta aquí en todos los proyectos FIP de evaluación directa de crustáceos.

Existen dos posibles resultados acerca del *soporte muestral*. Uno es que éste no difiera significativamente de 1. En tal caso, el procedimiento de estimación de la densidad se realiza como lo ha desarrollado recientemente el grupo de trabajo UCN+UdeC para evaluaciones directas de la biomasa de langostinos y camarón nailon.

Alternativamente, el *soporte muestral* puede resultar ser significativamente menor que 1. En este caso, se procede a introducir las correcciones necesarias en los procedimientos de estimación de la densidad utilizados hasta ahora, en particular a los estimadores de la varianza de los estimadores, lo que debiera repercutir directamente en la amplitud de los intervalos de confianza de las estimaciones.

Los estudios de *soporte muestral* son estudios distribucionales o de heterocedasticidad, según corresponda. Para evaluar ambos es necesario contar con réplicas de las mediciones realizadas en la misma unidad muestral, consideradas éstas como la única forma de evaluar la varianza de los estimadores muestrales. En efecto, asumiendo una distribución espacial uniforme del recurso, se debe esperar que dentro de una misma unidad muestral (1 mn x 1 mn) las diferencias entre lances repetidos sea mínima o, equivalentemente, que la variabilidad al interior de la unidad muestral sea mínima, relativa a la variabilidad entre unidades muestrales.

Para estimar el *soporte muestral* en los caladeros, y considerando los resultados de los proyectos FIP N° 2006-11, FIP N° 2008-17 y posteriores, que permitieron definir los estratos utilizados en la estrategia muestral definida en las secciones anteriores, y considerando posibles variaciones entre estratos, se realizó un análisis basado en la metodología de los Diseños Experimentales (ver por ejemplo a Neter *et al.*, 1996), para el que se seleccionó aleatoriamente al interior de cada estrato dos unidades muestrales de 1 mn x 1 mn, las que en este estudio se consideraron como los tratamientos, (por lo tanto $t= 10$), al interior de las cuales se replicó cinco veces los lances planificados ($r= 5$). Es preciso notar que dada la extensión de la unidad muestral básica (de 1 mn x 1 mn) es altamente improbable que dos lances contengan información de la misma área. El número de réplicas está definido, en este caso, por el número de grados de libertad del error en la tabla de análisis de varianza correspondiente.

Por tratarse de una selección aleatoria de la ubicación de los lances, entonces el diseño experimental corresponde a un *diseño de efectos aleatorios*, lo que permite realizar una descomposición de la varianza total en sus componentes de varianza respectivos y analizar de esa forma la fracción de la variabilidad observada, que corresponde a las variaciones entre unidades muestrales y entre réplicas (lances). El modelo lineal correspondiente es el siguiente:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}, \text{ con } i=1,2,\dots, t ; j=1,2,\dots,r$$

en que

μ media general.

τ_i es el efecto promedio del i -ésimo tratamiento y es tal que .

$$\tau_i \sim \text{iid } N(0, \sigma_\tau^2).$$

$\varepsilon_{ij} \sim \text{iid } N(0, \sigma_\varepsilon^2)$ es la componente de error aleatorio del modelo, y tal que,

$$\text{Var}[Y_{ijk}] = \sigma_{Y_{ijk}}^2 = \sigma_\tau^2 + \sigma_\varepsilon^2.$$

Mediante técnicas de Análisis de Varianza (Tabla 4) se estimó las componentes de la varianza total, $\sigma_\tau^2 + \sigma_\varepsilon^2$, que corresponden a las diferencias en variabilidad entre las réplicas (lances) y los tratamientos (las unidades muestrales). Del análisis de los diseños experimentales se sabe que el principal objetivo de las réplicas de los tratamientos (lances repetidos al interior de una unidad muestral) es obtener una estimación del error experimental, es decir, una medida de las distintas respuestas que proporcionan unidades experimentales diferentes (distintos lances), ante el mismo tratamiento (misma unidad muestral). Este análisis permite determinar, mediante la estimación de los Cuadrados Medios del Error Esperados (Tabla 4) la heterocedasticidad de la distribución espacial al interior de la unidad de muestreo. En efecto, bajo la hipótesis que la distribución al interior de las unidades muestrales es uniforme, entonces la varianza del error σ_ε^2 debe ser significativamente menor que la varianza entre unidades muestrales σ_τ^2 .

Tabla 4. Tabla de ANOVA para un modelo de un factor de efectos aleatorios. FV = Fuente de variación, GL = Grados de libertad, SC = Suma de cuadrados, CM = cuadrados medios.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Valor esperado de la suma de cuadrados
Tratamientos	t-1	$SCTR = \sum n_i (\bar{Y}_i - \bar{Y}_{..})^2$	$CMTR = \frac{SSTR}{t-1}$	$\sigma_\varepsilon^2 + n\sigma_\tau^2$
Error	t(r-1)	$SCE = \sum \sum (Y_{ij} - \bar{Y}_i)^2$	$CME = \frac{SSE}{t(r-1)}$	σ_ε^2
Total	n = tr-1	$SCTO = \sum \sum (Y_{ij} - \bar{Y}_{..})^2$		

3.7.6. Estimación de las componentes de varianza

En función de lo anterior, en este estudio se propuso incrementar en 25% la intensidad de remuestreo al interior de cada celda de referencia, lo que significa fijar celdas de referencia dentro de cada una de las cuales se realizaron cinco en lugar de las cuatro réplicas realizadas en el proyecto FIP N° 2007-19. Ello permite obtener una mejor y más comparable estimación de la variabilidad *intra-lances* vs. *inter-lances*. Eventualmente, estas celdas pudieran servir de testigos permanentes y ser consideradas como celdas de posición fija, las que podrían repetirse anualmente. Los estimadores de las componentes de varianza se obtienen utilizando las expresiones de la Tabla 4, despejando la componente requerida (Tabla 5).

Tabla 5. Componentes de varianzas para modelo de dos factores aleatorio balanceado.

COMPONENTE	ESTIMACIÓN
σ_{τ}^2	$\frac{CMTR - CME}{r}$
σ_{ε}^2	CME

Se considera que la información de las celdas replicadas, y coincidiendo con las recomendaciones del proyecto metodológico FIP N° 2006-19 pudiera servir de base para evaluar variaciones temporales, estableciendo estaciones de seguimiento en posiciones fijas, que pudieran servir para monitorear el comportamiento y evolución de algunas variables (por ejemplo de tipo biológico) de la pesquería, y asociarlas con factores ambientales oceanográficas o climatológicas.

3.7.7. Determinación de la grilla para lances de monitoreo

De acuerdo con lo establecido en las Bases Técnicas correspondientes se estableció una grilla de muestreo para establecer un monitoreo permanente de la evolución de la abundancia espacio-temporal del recurso. La selección de la ubicación de los lances de monitoreo se realizó de acuerdo a los siguientes criterios.

1. Dado que se ha utilizado estrategias de muestreo similares solo a partir del año 2006, habiéndose excluido el año 2007 y el 2010, (FIP N° 2006-11, FIP N° 2008-17 y FIP N° 2009-16), las que se han basado en el muestreo estratificado, entonces no es posible

utilizar exhaustivamente la información de evaluaciones anteriores para lograr mayor longitud del registro histórico, pues se ha perdido la regularidad del muestreo secuencial que es fundamental para establecer las autocorrelaciones y tendencias temporales, por lo que éstas se pueden estimar sólo observacionalmente sin incorporar resultados inferenciales. No obstante esto, se realizó un análisis de la ubicación de los lances durante los últimos tres años de investigación para probar si es posible detectar puntos coincidentes en la grilla que pudieran servir de base para una serie más prolongada de registros históricos, sobre los cuales pudieran definirse algunos de los puntos de monitoreo permanente. Este análisis permitió determinar aquellos lances que se han realizado dentro de la misma unidad muestral (cuadrícula de 1 mn x 1mn). Así, las estaciones de monitoreo permanente se seleccionaron preferentemente entre aquellas celdas que han sido muestreadas un mayor número de veces durante el periodo.

2. La ubicación de las celdas para los lances de monitoreo consideró, además de la ubicación histórica, una cobertura latitudinal suficientemente amplia para que la evaluación de la dinámica temporal de la abundancia pueda realizarse separadamente por Región, en particular, dado que en general los requerimientos de las bases establecen una estimación regional de la biomasa.
3. Respecto del número de celdas a considerar para el monitoreo, se considera que, para no disminuir significativamente el tamaño muestral necesario para la estimación de la biomasa global, el número de lances no debiera superar el 10% del número total de lances realizados, distribuidos aleatoriamente a lo largo de un gradiente latitudinal, de modo que la aleatorización deberá realizarse sobre el 90% de lances restantes. No obstante esta restricción pudiera afectar el proceso de aleatorización global, se estima que este número no es lo suficientemente grande como para producir sesgos en los resultados totales, tanto más, cuanto la ubicación de estos lances históricos se realizó preferentemente, también de forma aleatoria. Las ventajas de la incorporación de las celdas históricas al proceso de evaluación de la biomasa, sobrepasan por mucho los riesgos de incorporación de los sesgos antes mencionados. La distribución de los lances

históricos se realizó aleatoriamente a lo largo de un gradiente latitudinal, teniendo en consideración las restricciones respecto de sus posiciones históricas (últimos tres años).

3.7.8. Programa de uso de naves

Según nuestra experiencia en proyectos similares (FIPs N° 96-23, 97-23, 97-25, 98-03, 99-08, 2001-05, 2003-03, 2004-11, 2005-09, 2006-04, 2006-11, 2007-19, 2008-16, 2008-17, 2009-16, 2011-02 y 2012-05), y considerando que cada lance de pesca es de 15 min de arrastre efectivo, es posible realizar eficientemente 8 lances de pesca por día, dependiendo del área, las condiciones del estado del mar y climáticas, y la profundidad, por lo que se requiere al menos de 61 días efectivos de operación con naves, a lo que se debe agregar 10% de días (6= días) como margen de seguridad (reducción meteorológica), en particular porque las operaciones de pesca se efectuarán en pleno invierno, lo que es particularmente crítico en la zona centro-sur y en algunas ocasiones, incluso, en la zona centro-norte.

3.7.9. Determinación de la densidad en cada lance

La densidad de camarón nailon en cada lance de pesca se define como

$$z_{(x,y)} = \frac{C_{(x,y)}}{a \cdot A_{(x,y)}}$$

donde $C_{(x,y)}$ es la captura en peso en la estación de muestreo (x,y) ; x es la latitud, y es la longitud; $0 < a \leq 1$ es el coeficiente de capturabilidad local, definido como la fracción del stock que se encuentra dentro del área de barrido que es efectivamente capturada; $A_{(x,y)}$ es el área barrida por el aparejo en la estación de muestreo (x,y) . Nótese que a no tiene unidades, mientras que C tiene unidades de captura (por ejemplo, en kg), y A tiene unidades de área (por ejemplo, km^2), lo cual resulta en que z tiene unidades de captura por unidad de área, o CPUA (por ejemplo, kg/km^2).

Es importante no confundir el coeficiente de capturabilidad local a con el coeficiente de capturabilidad global, q . Este último define una relación entre la biomasa global y la CPUE, y

corresponde a la fracción del stock global que es removido por una unidad de esfuerzo. Mientras que a no tiene unidades, q tiene unidades de esfuerzo⁻¹, y además mientras que a debe ser cercano a 1 (es decir la red remueve casi todos los ejemplares del recurso objetivo que encuentra a su paso), q es un número muy pequeño, usualmente de orden 10^{-5} , pues una unidad de esfuerzo remueve una fracción muy baja de todo el stock.

Es muy difícil estimar un valor del coeficiente de capturabilidad local (a), y la varianza de este estimador con los datos de pesca por área barrida. De hecho, la única manera directa es conocer la abundancia de camarón nailon en una franja de fondo marino que sea barrida por la red antes que ésta pase, y luego conocer la captura una vez que ha pasado la red. Si se contara con varios de esos recuentos antes que pase la red y después que lo haga, entonces se puede estimar a como el promedio de la razón entre la captura y la abundancia antes que pase la red. Luego, la varianza del estimador se calcula mediante las repeticiones de la observación. Obviamente, este método directo no es factible de ser implementado pues requiere de equipamiento de video submarino que no están disponible para los fines de este proyecto, en consecuencia, se asumió que el coeficiente de capturabilidad local (a) es igual a 1. El supuesto anterior, se apoya además en que el diseño de muestreo propuesto se aplica sobre el área de distribución de los recursos objetivo y que el arte de pesca está especialmente diseñado para la captura de éstos.

El tercer término en la definición de la densidad del recurso es el área barrida ($A_{(x,y)}$) en cada lance, que se calcula como el producto entre la distancia recorrida por la red y la abertura de punta de alas (APA). La APA, en cambio, suele variar durante el arrastre dependiendo de las condiciones del fondo, de la velocidad y rumbo de las corrientes, de la velocidad y rumbo de la embarcación, y de la cantidad de pesca. Entonces, se determina esta variación mediante lecturas secuenciales de APA con el equipamiento electrónico NETMIND, implementado en las naves que participan en el crucero. Luego, se tiene $n_{APA(x,y)}$ lecturas electrónicas de APA en el lance l en la posición $(x, y)_l$, entonces la APA utilizada en la determinación de la densidad local, es decir para cada lance, es

$$\overline{APA}(x, y)_l = \frac{1}{n_{APA(x,y)_l}} \sum_{i=1}^{n_{APA(x,y)_l}} APA_i(x, y)_l$$

luego, la varianza de la APA por lance de pesca (l) en que ésta se registró electrónicamente e:

$$\hat{\sigma}_l^2(APA) = \frac{1}{n_{APA(x,y)_l} - 1} \sum_{i=1}^{n_{APA(x,y)_l}} \left(APA_i(x, y)_l - \overline{APA}(x, y)_l \right)^2$$

donde $n_{APA(x,y)}$ es el número de observaciones de la APA registrados durante la ejecución del lance de pesca, $APA_i(x, y)_l$ es el valor de la APA en la posición (x, y) registrada durante la ejecución del lance l .

El valor de la APA promedio (\overline{APA}) y su varianza $\hat{\sigma}_{APA}^2$ para el estudio se deriva de la teoría estadística tradicional y se calculan como:

$$\overline{APA} = \frac{1}{n_l} \sum_{l=1}^n \overline{APA}(x, y)_l \quad y \quad \hat{\sigma}_{APA}^2 = \frac{1}{n_l - 1} \sum_{l=1}^n \left(\overline{APA}(x, y)_l - \overline{APA} \right)^2$$

donde n_l es el número de lances de pesca en que se registró electrónicamente la APA.

Nótese que el coeficiente de capturabilidad local a no varía dentro de cada lance sino sólo entre lances, mientras que APA varía dentro de cada lance y entre lances. Por lo tanto, dentro de cada lance la única fuente de error es la variabilidad de la APA. Luego, es natural suponer que la densidad local corresponde a

$$z(x, y) = E[\hat{z}(x, y) + \varepsilon_z(x, y)], \quad \varepsilon_z(x, y) \sim N(0, \sigma_z^2)$$

donde $\hat{z}(x, y)$ es la densidad observada y ε_z es la variación aleatoria debida a la variabilidad de APA.

Puesto que hay muchas lecturas de APA dentro de cada lance, y esta variable varía continuamente durante la trayectoria del lance, es natural también suponer que la variación aleatoria de APA dentro de cada lance tiene distribución normal. Localmente también se determina la densidad en número de la siguiente forma:

$$\hat{z}_N(x, y) = \frac{\hat{z}(x, y)}{\hat{w}(x, y)} + \varepsilon'_z(x, y), \quad \varepsilon'_z(x, y) \sim N\left(0, \frac{\sigma_z^2}{\bar{w}^2}\right)$$

donde $\hat{w}(x, y)$ es el peso medio de los individuos en una muestra biológica grande de la captura de cada lance, de tal manera que se puede ignorar el error de esta medición, \bar{w} es el peso medio de los individuos a través de toda la población.

Para cada lance se calcula también la densidad en peso y número de machos y hembras. Sea p_w la proporción sexual en peso y p_N la proporción sexual en número de cualquiera de ambos sexos, entonces

$$\begin{aligned} \hat{z}_{p_w}(x, y) &= \hat{z}(x, y)p_w + \varepsilon_{z_{p_w}}(x, y), & \varepsilon_{z_{p_w}}(x, y) &\sim N\left(0, \sigma_{z_{p_w}}^2\right) \\ \hat{z}_{p_N}(x, y) &= \hat{z}(x, y)p_N + \varepsilon_{z_{p_N}}(x, y), & \varepsilon_{z_{p_N}}(x, y) &\sim N\left(0, \frac{\sigma_{z_{p_N}}^2}{\bar{w}_p^2}\right) \end{aligned}$$

donde se supone que las proporciones no están tan lejos de 0,5 de tal manera que la aproximación normal a la distribución binomial es apropiada.

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

3.7.10.1. 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 también 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 puede 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, tal como 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. 6).

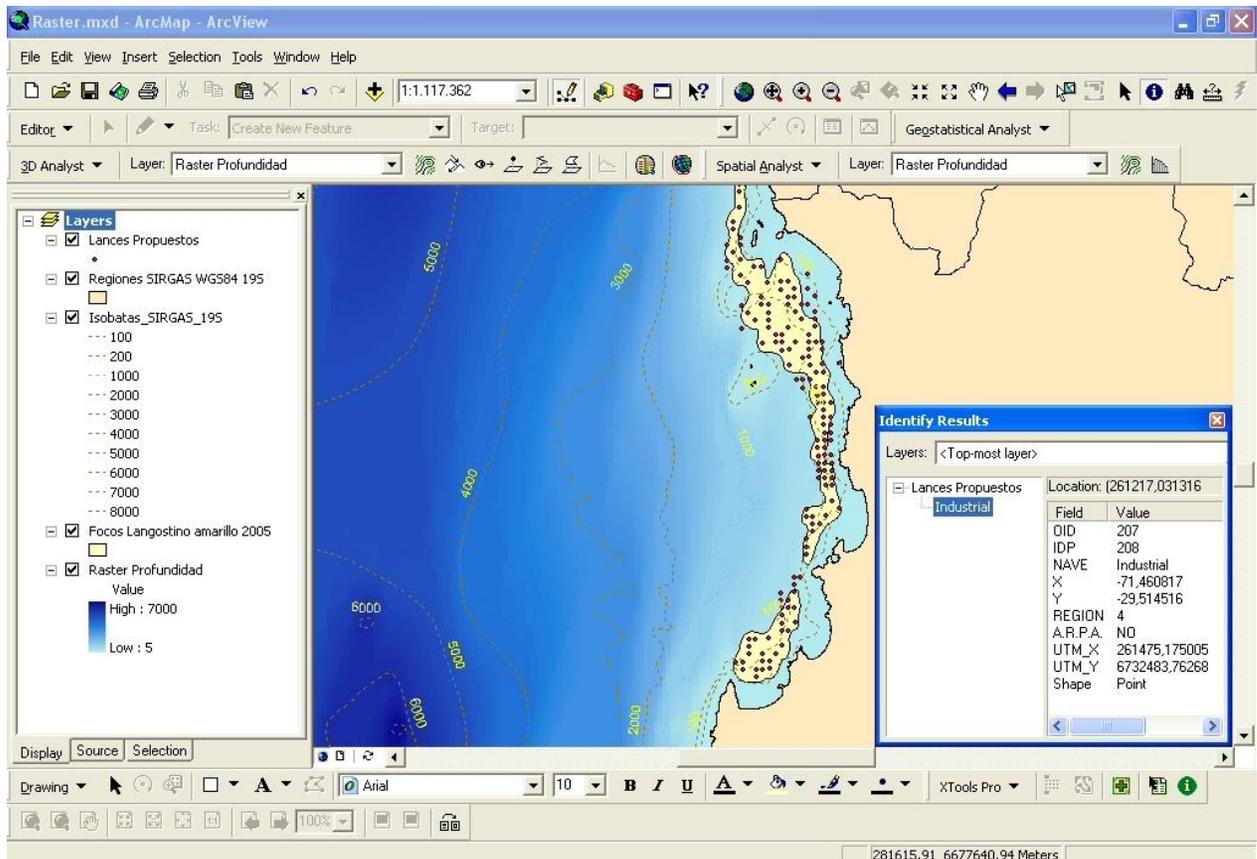


Fig. 6. Ejemplo de las “capas temáticas” de la Región de Coquimbo y la información desplegada en forma paralela proporcionada por el SIG.

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).

3.7.10.2. 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 éste es un estándar mundialmente aceptado en los SIG y está ampliamente difundido en equipos comerciales (geoposicionadores) utilizados por las 2 embarcaciones pesqueras que participaron en los cruceros de este proyecto.

Para mejorar la precisión de la ubicación de los lances de pesca y reducir las fuentes de error de observación, todos los posicionadores satelitales se configuraron y calibraron con el mismo datum. Adicionalmente, para la localización de los lances de pesca y, posteriormente, los focos de abundancia del recurso objetivo, se dispuso de un 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 N° 2003-03, FIP N° 2004-11, FIP N° 2005-09, FIP N° 2006-04, FIP N° 2006-11, FIP N° 2007-19, FIP N° 2008-16, FIP N° 2008-17, FIP N° 2009-16, FIP N° 2011-02 y FIP N° 2012-05.

3.7.10.3. Metodología de implementación de bases de datos.

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

3.7.10.4. 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 construyó las cartas temáticas con la distribución de los recursos y sus focos de abundancia, éstas fueron 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 poblacional

En atención a los Términos Básicos de Referencia y los resultados del estudio FIP N° 2006-19 “**Estandarización de procedimientos metodológicos para la evaluación de crustáceos demersales a través del método de área barrida**”, para el análisis de la distribución espacial del recurso camarón nailon se aplicó un enfoque geoestadístico, siendo ésta reconocida como la técnica de análisis más apropiada para este tipo de análisis (Petitgas, 1993; Rivoirard *et al.*, 2000; Vaz *et al.*, 2005; Woillez *et al.*, 2005; Kasatkina & Gasyukov, 2006), y que ha venido aplicándose por el consultor desde el año 2003, primero en el Proyecto FIP 2003-03, y en proyectos posteriores: FIP 2004-11, FIP 2005-09, FIP 2006-04, FIP 2006-11, FIP 2007-19, FIP 2009-16, FIP 2011-02 y FIP 2012-05.

La geoestadística permite explorar, caracterizar y cuantificar la estructura de las agregaciones poblacionales de los recursos en estudio, y de acuerdo con Vaz *et al.* (2005), se debe preferir a otras técnicas. Por otro lado, del análisis de diferentes estrategias de muestreo y estimadores de la densidad poblacional promedio, se encontró que la utilización de un enfoque geoestadístico intrínseco y un diseño de muestreo aleatorio estratificado (mismo diseño utilizado en este estudio) arrojaba estimaciones con el menor error estándar (ICES, 2005), para un recurso distribuido en focos, como es el caso de camarón nailon.

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, se toma 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 es así tanto en el análisis de la distribución espacial (Objetivo Específico 1) como en la estimación de la biomasa (Objetivo Específico 2).

Se supone que existe *estacionaridad de segundo orden*, 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 & 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

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

donde se ha 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 propuesta 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 los modelos que permiten relacionar la estructura observada con el supuesto proceso generador. Los modelos a considerar para las densidades fueron:

1. Modelo Matérn (Matérn, 1987),

$$\gamma(h; \theta) = \left(\frac{1}{2^{\kappa-1} \Gamma(\kappa)} \right) \left(\frac{h}{r} \right)^{\kappa} \mathbf{K}_{\kappa} \left(\frac{h}{r} \right) \quad h > 0, \quad r > 0, \quad \kappa > 0$$

donde κ es el parámetro de suavizamiento del modelo Matérn usado para transformar la estructura original de los datos muestrales a través de la transformación Box-Cox, en una distribución aproximadamente normal

2. Modelo esférico (Cressie, 1993),

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

3. Modelo exponencial (Cressie, 1993)

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

4. Modelo Gaussiano (Cressie, 1993)

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

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

En la eventualidad que los variogramas experimentales resulten 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 se ajustaron 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 & 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 & 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 & Srivastava 1989). Además, como criterio secundario, y con el objetivo de incorporar una medida conjunta del sesgo y de la dispersión de las estimaciones con respecto a los valores verdaderos, se calculó el cuadrado medio del error según:

$$CME = \left(\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N [z^{*(k)}(x_j, y_j) - z(x_j, y_j)] \right)^2 + \frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^N [z^{*(k)}(x_j, y_j) - z(x_j, y_j)]^2$$

$$CME = sesgo^2 + DE_E^2$$

donde: DE_E es la desviación estándar de los errores de estimación.

Se utilizó el *kriging puntual ordinario* como método de interpolación para obtener una estimación de la densidad media de camarón nailon 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*, se minimizara.

El mapeo geoestadístico se implementó en lenguaje R, con el paquete *PBSmapping* (Schnute *et al.*, 2010; www.r-project.org), 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.

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

Para este análisis se determinó y analizó la variación espacial, para ambos recursos en forma separada, tanto para la Unidad de Pesquería norte (II a IV Regiones), como de la Unidad de Pesquería sur (V a VIII Regiones) de:

- (i) el centro de gravedad (CG) de la densidad poblacional (cpua, ton/Km²)

$$CG = \frac{\int x \cdot z(x) dx}{\int z(x) dx}$$

donde x es la localización en el espacio bidimensional de la variable regionalizada $z(x)$.

- (ii) inercia (I) del centro de gravedad

$$I = \frac{\int (x - CG)^2 \cdot z(x) dx}{\int z(x) dx}$$

- (iii) 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), la que se construye representando en el eje- x el porcentaje acumulado del área, mientras que en el eje- y se representa el porcentaje acumulado de la biomasa.

Si el recurso (camarón nailon) está homogéneamente distribuido, la Curva de Lorenz corresponde a la función identidad, mientras que si los individuos están concentrados, la curva tiende a torcerse hacia abajo y a la derecha. El Índice de Gini (IG) se estima como dos veces el área delimitada por la función identidad y la Curva de Lorenz (Myers & Cadigan, 1995), esto es:

$$IG = 2 \cdot A \int \{(y = x) \cap [y_L = f(x_L)]\}$$

- (iv) **Medida de la estructuración espacial.** El nivel de estructura espacial puede ser inferida desde la razón Q , dada por la siguiente expresión (Vaz *et al.*, 2005):

$$Q = \frac{c}{(c + c_0)}$$

donde c es el *sill* (varianza umbral) y c_0 es la varianza nugget.

La razón Q varía entre 0 y 1. Una razón $Q=0$ representa ausencia de estructura espacial en el muestreo, mientras que una razón $Q=1$ indica que una gran proporción de la variabilidad es explicada por el modelo de variograma utilizado.

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.

3.9.1. Antecedentes

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).

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 es mucho mayor, indicando una muy poca precisión del estimador de la media.

Simulaciones realizadas con datos del Proyecto FIP 2006-04, en el marco del Proyecto FIP 2006-19 “**Estandarización de procedimientos metodológicos para la evaluación de crustáceos demersales a través del método de área barrida**”, para una grilla regular de muestreo (Fig. 7) indican que en el caso de la media aritmética, a medida que disminuye el número de estaciones positivas, la media muestral se reduce de manera proporcional (Fig. 8)

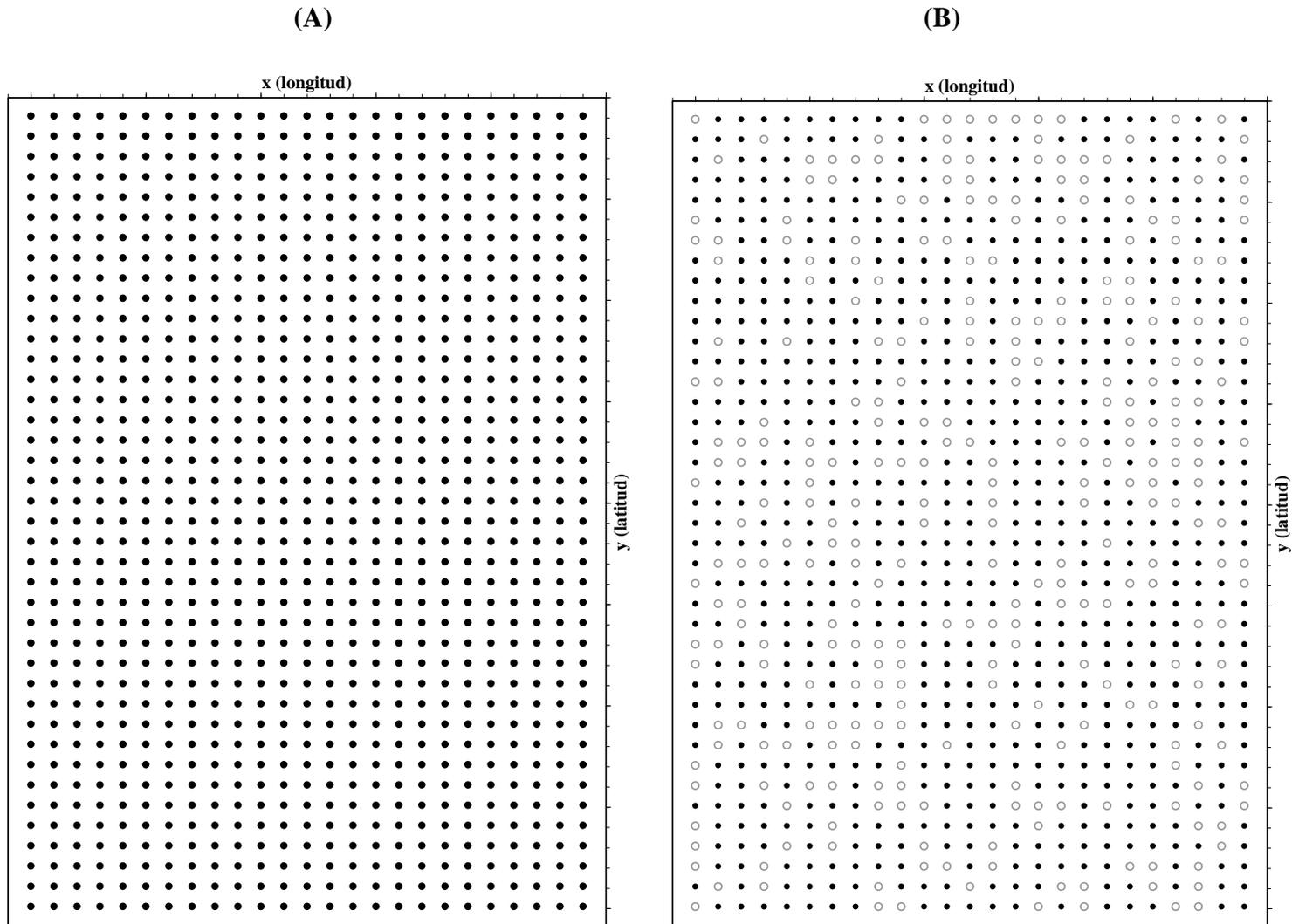


Fig. 7. Simulación de una grilla de muestreo. (A) 100% estaciones positivas para recurso objetivo; (B) 70% estaciones positivas para recurso objetivo.

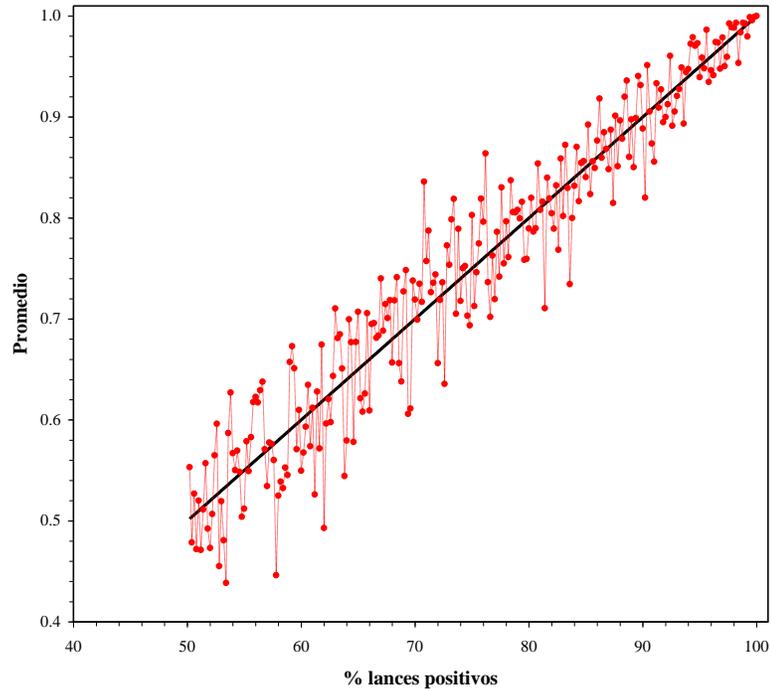


Fig. 8. Disminución de la densidad media poblacional en el caso del estimador de la media aritmética. La línea negra continua representa la reducción de la media aritmética cuando la densidad es homogénea en toda el área de estudio.

Adicionalmente, en el caso de la varianza del estimador de biomasa, medido a través del intervalo de confianza, se observa que con una disminución del número de estaciones positivas el intervalo se incrementa (Fig. 9).

En el caso del estimador de razón, como medida de la densidad poblacional promedio, no obstante no muestra una tendencia decreciente a medida que se reduce en número de estaciones positivas, si se incrementa su variabilidad, lo que conduce a estimaciones de biomasa hasta 1,2 veces superior a la biomasa observada cuando se tiene el 100% de estaciones positivas para el recurso objetivo o hasta 20% menor (Fig. 10).

En el caso del estimador de densidad poblacional según método de la Distribución Delta lognormal, para que éste sea utilizado con propiedad, se debe dar la condición que la distribución de probabilidad del logaritmo de los valores no-cero debe ser normal (Syrjala, 2000). En

consecuencia, las simulaciones se realizaron sólo cambiando la proporción de valores cero en la muestra.

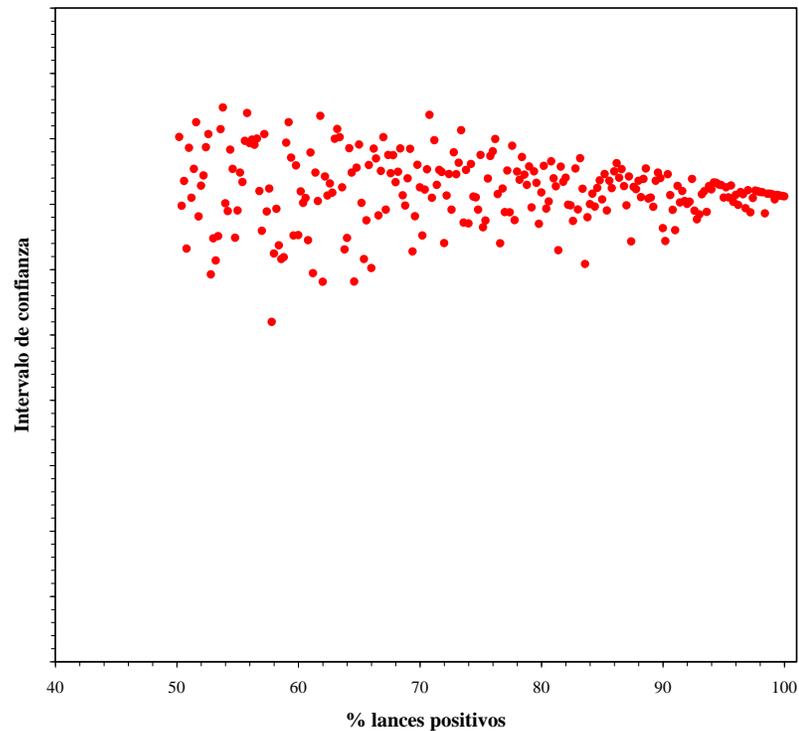


Fig. 9. Intervalos de confianza del estimador de biomasa para la media aritmética.

Al respecto, cuando disminuye la proporción de estaciones positivas para el recurso objetivo, la densidad media calculada por método Delta Lognormal, muestra una tendencia decreciente similar a la observada en el caso del estimador de la Media Aritmética.

Por otro lado, en el caso del estimador geoestadístico intrínseco (o solo estimador geoestadístico), a medida que se redujo el número de estaciones positivas, la media poblacional también se redujo, pero en magnitudes poco significativas, comparado con el estimador Delta Lognormal (Fig. 11).

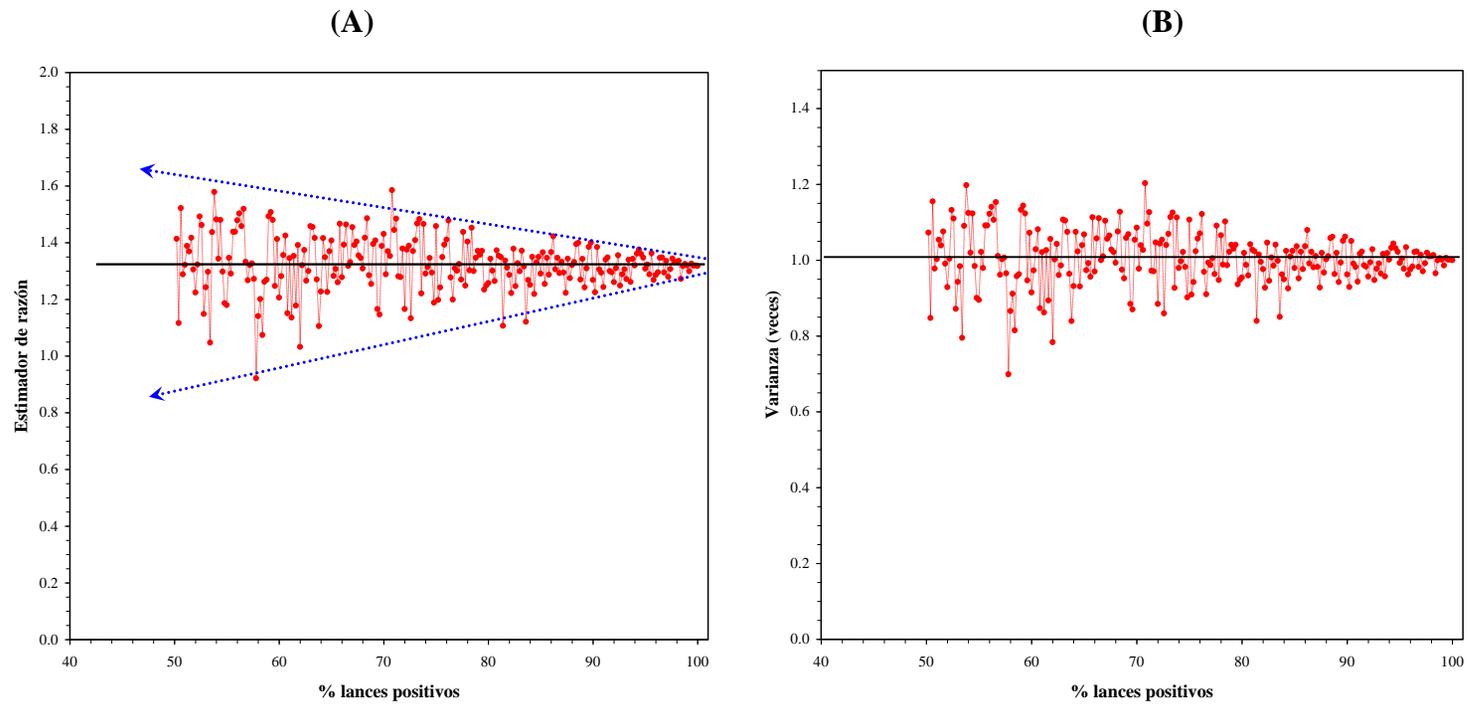


Fig. 10. Simulación de la densidad poblacional medida a través del estimador de razón (A); y varianza de la estimación de biomasa (número de veces respecto de un 100% estaciones positivas para el recurso objetivo) (B).

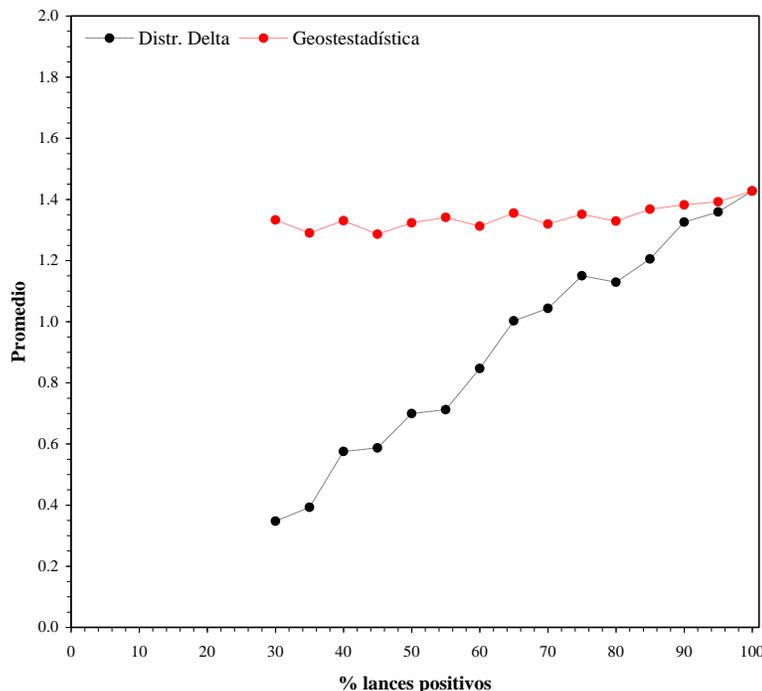


Fig. 11. Disminución de la densidad media poblacional en el caso del estimador de la Distribución Delta Lognormal (puntos negros) y el estimador geoestadístico (puntos rojos).

En el caso de la varianza de estimación de la biomasa, medida como la cantidad de veces que se incrementa (o disminuye) respecto de un 100% de estaciones positivas, se observa que con el estimador geoestadístico, esta variación no sobrepasa las 2,2 veces. En cambio, con el estimador de la Distribución Delta Lognormal, la razón de cambio de la varianza de estimación se incrementa en hasta 18 veces (Fig. 12).

En atención a los antecedentes anteriores, el “**mejor estimador de densidad media**” para el cálculo de la biomasa vulnerable de camarón nailon corresponde al estimador geoestadístico, y fue utilizado en este estudio. Adicionalmente se aplicó el método de las microceldas de estimación geoestadística.

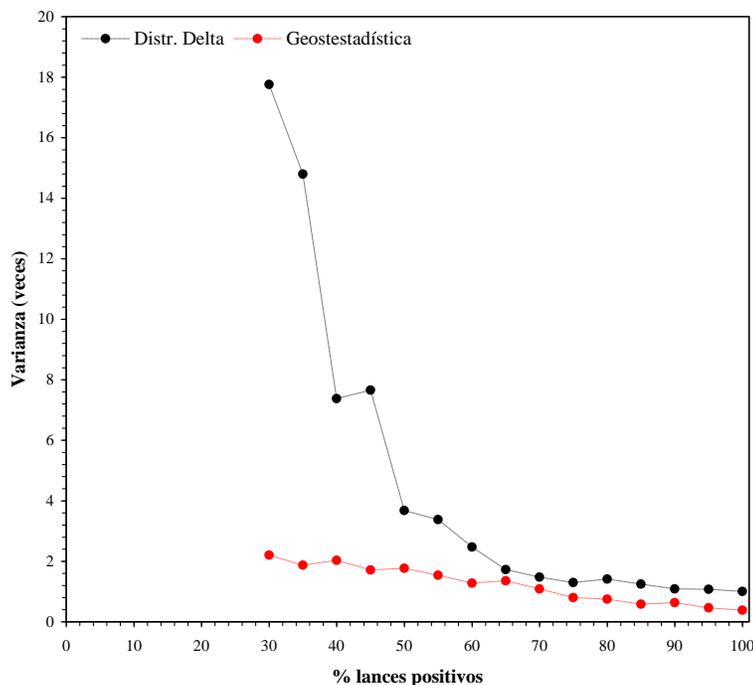


Fig. 12. Razón de la varianza de estimación de la biomasa (número de veces respecto de un 100% estaciones positivas) según el estimador de la Distribución Delta Lognormal (puntos negros) y el estimador geostatístico (puntos rojos).

3.9.2. Método geostatístico intrínseco

Los métodos presentados para el objetivo específico 1, de distribución espacial de la densidad en peso total, de machos y de hembras, se utilizaron 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, se estimaron 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:

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

Acá se ha evitado 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 se trata más adelante en este capítulo. Considerese 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 calculó 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

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

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, se ingresó 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).

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).

3.9.3. 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 $1 \times 1 \text{ km}^2$, 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 corresponden a la sumatoria de los $n(x_0, y_0)$ celdas de estimación calculadas para cada foco de abundancia k , esto es:

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

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

3.9.4. Varianza total de estimación de biomasa

El estimador geoestadístico de biomasa (B) presenta cuatro fuentes de incertidumbre que seon 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 propaga automáticamente hacia la varianza de z_{kg}^* , $\hat{\sigma}_{kg}^2$. En este caso sólo 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, descartando el término de covarianza y reemplazando los términos de varianza por sus respectivos estimadores, se tiene

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

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

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

3.9.5. Área de los focos de abundancia. Geoestadística transitiva

La estimación del área de los focos de abundancia de camarón nailon se realizó mediante el enfoque geoestadístico transitivo. Lo anterior debido a que otros métodos ensayados producen sobre-estimaciones severas (concepto de ámbito de hogar), o sub-estimaciones significativas (geoestadística paramétrica) (Acuña *et al.*, 2013).

Una 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 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 son conocidos perfectamente antes de hacerlo. 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, se realizó 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 convierte 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 fue 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 se usó en este proyecto.

3.9.6. 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 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, $w = aLC^b + \varepsilon$, $S(\theta)$ tiene la siguiente forma:

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

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

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

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.

3.9.7. 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 estimaron utilizando los estimadores que a continuación se detallan. Los intervalos de tamaño se construyen cada 1 mm de LC. Los estimadores son:

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

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.

3.10. 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 pesaron 5 de estas bandejas vacías y con contenido, para determinar el peso neto promedio por bandeja. Luego, se registró 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.* (2002). 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 se almacenaron (congeladas) y luego analizadas. En el laboratorio los ejemplares son 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 supeditado al muestreo piloto de la estructura de pesos, del 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 siguiendo a Cochran (1979), 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 utilizó un $CV = 15\%$, entonces el tamaño mínimo de muestra por foco de abundancia fue 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. 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 .

3.10.4. Proporción de hembras ovadas

La proporción de hembras ovíferas por foco de abundancia y región se estimó como la razón entre el número de hembras ovíferas y el número total de hembras en la población muestreada, esto es, la sumatoria de las hembras ovíferas y las no ovíferas, según la siguiente expresión:

$$Ph_{ovig} = \frac{Nh_{ovig}}{Nh_{totales}} = \left(\frac{Nh_{ovig}}{Nh_{novig} + Nh_{ovig}} \right)$$

donde: Ph_{ovig} es la proporción de hembras ovadas en el foco abundancia o región; Nh_{ovig} es el número de hembras ovíferas en el foco de abundancia (o región) y Nh_{novig} es el número de hembras no-ovíferas.

El número de hembras (ovíferas y no ovíferas) por foco de abundancia (y región) se obtuvo de la expansión de estructura de tamaños por lance de pesca a la captura total, de acuerdo a la siguiente expresión:

$$Ph_{LCTi}^f = \frac{Nh_{LCTi}^f}{\sum_f Nh} \cdot w_{LCTi}^f$$

donde: Ph_{LCTi}^f es fracción de hembras de longitud i en el foco de abundancia f (o región); Nh_{LCTi}^f es el número de hembras de longitud i en el foco de abundancia f (o región); $\sum_f Nh$ es el número total de hembras en el foco de abundancia f (o región); y w_i es la proporción en peso de la talla i en la captura obtenida en el foco de abundancia f (o región), la cual se calcula como:

$$w_{LCTi}^f = \frac{C_{LCTi}}{\sum_f C_{LCTi}}$$

donde: C_{LCTi} es la captura en peso de la longitud i en el foco de abundancia (región).

3.10.5. Determinación del estado de desarrollo embrionario de huevos

El estado de desarrollo embrionario o madurez de los huevos portados se determinó mediante observación microscópica, basándose principalmente en la coloración de los huevos, apariencia y grado de desarrollo del vitelo, desarrollo y pigmentación de los globos oculares del embrión, tal como fue aplicado por Escuela de Ciencias del Mar (2000). Para la especie se consideró lo siguiente:

Estado 1: Masa ovífera de color café oscuro brillante, los huevos son ligeramente ovoides con vitelo homogéneo, ocupando todo el volumen del huevo. En este estado no se observan células ni estructuras diferenciadas.

Estado 2: Masa ovífera de color café oscuro y huevos de forma ovalada. En el vitelo aparece una región más clara correspondiente al primordio embrionario, que indica el comienzo del desarrollo del embrión.

Estado 3: Masa ovífera de color café, ligeramente más claro que el estado anterior. En el embrión se observan los glóbulos oculares desarrollados que poseen en su extremo distal una línea oblicua de color negro, que corresponde al comienzo de la pigmentación ocular. El extremo

distal del abdomen correspondiente al telson, se encuentra ubicado sobre la parte dorsal del embrión, por encima de los pedúnculos oculares.

Estado 4: Masa ovífera de color café rojizo. El embrión está completamente formado. Los globos oculares son grandes, ligeramente ovalados y tienen una fuerte pigmentación negra. El abdomen en su parte dorsal presenta numerosos cromatóforos estrellados de color rojo, esta pigmentación también se observa en los pereiópodos.

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 a especies de la fauna acompañante en las capturas de camarón nailon (Acuña y Arancibia, 1996; Arana *et al.*, 2003; Acuña *et al.*, 2007) para caracterizar las comunidades que están asociadas a dicho recurso pesquero. Básicamente, los análisis han consistido en la identificación de asociaciones mediante métodos multivariados (Clarke & Warwick, 1994; Menezes *et al.*, 2009; Dell *et al.*, 2009; Catalán *et al.*, 2006). Otra alternativa para probar la hipótesis nula de ausencia de diferencias entre comunidades es el método de permutación no paramétrica ANOSIM (Fennessy *et al.*, 1994; Warwick *et al.*, 1997; Catalán *et al.*, 2006; Dell *et al.*, 2009).

De los análisis comunitarios efectuados por Acuña *et al.* (2007) se detectó que la estructura comunitaria asociada al recurso camarón nailon está determinada por especies que contribuyen mayormente a la identificación de ensambles específicos, como por ejemplo los peces merluza común (*Merluccius gayi*), lenguado de ojos grandes (*Hippoglossina macrops*) y pejerratas (*Nezumia pulchella* y *Coelorinchus aconcagua*), y los crustáceos langostino amarillo (*Cervimunida johni*) y langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*).

Entre langostino colorado, langostino amarillo y camarón nailon existe algún grado de superposición espacial, la que, eventualmente, también podría ocurrir a nivel comunitario. Por lo tanto, se identificó y caracterizó a las comunidades de la fauna acompañante en las pescas de camarón nailon (especie objetivo de este proyecto) y, de paso, determinó si la estructura comunitaria ha cambiado, teniendo como referencia lo observado en cruceros análogos en años anteriores.

3.11.2. Metodología

3.11.2.1. Descripción de la abundancia de la fauna acompañante

Se lista los taxa, de preferencia a nivel de especies, capturados como fauna acompañante por un PAM operando por fuera del área de reserva a la pesca artesanal (ARPA) y una L/M operando en el ARPA, indicándose su frecuencia de ocurrencia (en número y porcentaje), captura (ton) e importancia relativa (porcentaje en peso), tanto respecto de la captura total como respecto de la captura del recurso objetivo camarón nailon, por Región. Debido a que la captura puede no ser un buen indicador de la importancia relativa de cada especie en la fauna acompañante, nosotros agregaremos un listado de la captura por unidad de esfuerzo estándar (CPUE; $\text{kg}\cdot\text{km}^{-2}$) promedio por especie, ordenando las especies de mayor a menor CPUE.

Para los análisis comunitarios se trabajó con aquellas especies de la fauna acompañante cuyo aporte relativo (en peso) fue $>0,1\%$ debido a que aquellas con menor participación no aportan información relevante y, en conjunto, constituyen una parte marginal de las capturas y de la CPUE. Para cada especie se describe, en sentido batimétrico y latitudinal, la estructura de abundancia relativa (CPUE), frecuencia de ocurrencia en el total de lances (lances positivos) e importancia relativa porcentual respecto a la totalidad de la fauna acompañante como respecto a la especie objetivo. Los estratos batimétricos fueron cada 100 de profundidad, y cada un grado de latitud (celdas latitud-profundidad), ya que un rango mayor puede enmascarar diferencias importantes en la distribución batimétrica y latitudinal de las especies analizadas y de los ensambles comunitarios. Este estrato de 100 m de profundidad se ha utilizado en proyectos FIP anteriores.

La descripción latitudinal fue efectuada para cada región del área de estudio. Es muy probable que esta regionalización no guarde relación con la distribución (estratificación) propia de las especies del bycatch. Por tal motivo, se efectuó una segunda estratificación de acuerdo a la estructura comunitaria que se logre identificar según los procedimientos metodológicos expuestos a continuación.

3.11.2.2. Identificación de asociaciones

Se identificó en la escala espacial las asociaciones de la macrofauna con el Método de Clasificación (Análisis de Cluster) y el Método de Ordenación Multidimensional (MDS) (Clifford & Stephenson, 1975), utilizando los paquetes “**vegan**” y “**cluster**” en lenguaje R. Este análisis consistió 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 lance j , X_{ik} es la CPUE de la especie i en lance k .

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

3.11.2.3. Determinación de diferencias entre asociaciones

Para definir un conglomerado específico, en el análisis anterior, el nivel de corte del índice de similitud es arbitrario y no necesariamente el nivel escogido tiene algún sentido biológico. Por este motivo, para verificar que el valor umbral utilizado genera conglomerados específicos distintos, se probó su significancia con un método análogo al MANOVA, denominado ANOSIM (Analysis of Similarities) (Clarke & Green, 1988), que se describe más adelante.

Luego de identificadas las asociaciones de especies a través del Análisis de Clasificación, éstas fueron comparadas con los procedimientos de ANOSIM que se encuentran implementados en el paquete **vegan**, y que consisten 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 (estratos); r_w es el promedio de todos los rangos de similitud entre réplicas dentro de cada sitio (estrato).

El valor de 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 de 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.

3.11.2.4. Contribución de cada especie en la (dis)similitud

Para determinar la contribución de cada especie a la similitud entre las muestras de un mismo grupo se calcula para cada una de ellas su aporte relativo (porcentaje) a la similitud. Se para cada muestra dentro de un mismo grupo, calculando el porcentaje de similitud especie por especie mediante el índice de similitud de 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 (dis)imilitud entre grupos se sigue un procedimiento análogo al anterior. En efecto, se para cada muestra entre dos grupos, contrastándolos todos para calcular el porcentaje de disimilitud especie por especie mediante el índice Bray & Curtis, de tal forma que la contribución a la (dis)imilitud de la i -ésima especie entre dos muestras j y k , de distintos grupos, 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 .

3.12. 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.

3.12.1. Modelo de Evaluación de Stock

La situación del camarón ha sido evaluada con modelos estructurados por talla, similar al modelo utilizado por otros autores en otras pesquerías, similar al modelo utilizado por otros autores en otras pesquerías (Punt & Kennedy 1997, Quinn *et al.* 1998; Fu *et al.* 1999, 2001, Fu & Quinn 2000, Hobday & Punt, 2001, Breen *et al.* 2003, Punt, 2003). Aunque el modelo de dinámica poblacional talla-estructurado que fue utilizado permitió explicar los cambios observados en la biomasa vulnerable y la estructura de tallas en los cruceros de área barrida (e.g. Acuña *et al.* 2007), presenta serias consecuencias. En efecto, Xiao (2006) indica que cuando se utiliza una tasa de mortalidad natural constante, con unidad temporal (año^{-1}), en un modelo talla-estructurado se genera una mortalidad natural tamaño-dependiente (mm^{-1}), lo que constituye una inconsistencia en la ecuación de sobrevivencia. En efecto, el modelo de evaluación podría estar indicando que una población es más dinámica que la real, que el tamaño poblacional es más pequeño que el real, que la fuerza de los reclutamientos es mayor, y que si la población ha sido agotada su recuperación es más rápida que lo real. Lo que indica Xiao (2006) es que si se utiliza un modelo estructurado por talla, entonces la tasa de mortalidad natural debe ser estructurada por talla. Lamentablemente, determinar la mortalidad natural tamaño-dependiente puede ser muy complejo, y ante la falta de información y datos, asumir un valor constante es la hipótesis más parsimoniosa.

Otro error conceptual es asumir que para recursos a los que no se les puede determinar la edad, solamente se debe usar modelos estructurados por talla. La dinámica poblacional puede ser perfectamente modelada sobre una base estructurada por edad, ya que los modelos de las observaciones son los que se utilizan para contrastar con las observaciones en talla, como por ejemplo la composición por talla observada en los cruceros de evaluación (ver Punt *et al.* 2013).

En consecuencia, para los fines de esta propuesta, el estado de situación del camarón nailon en su unidad de pesquería se determinó considerando los siguientes componentes de un modelo de evaluación estructurado por edad.

3.12.2. Dinámica de la abundancia.

La dinámica de la abundancia estructurada por edad involucra el modelo de decaimiento exponencial de la abundancia, y crecimiento en longitud y madurez de los individuos. La dinámica se describe a continuación:

Parámetros a estimar

$$\theta = \{M, \bar{R}, \sigma_r, \eta_g, \varphi_t, \varepsilon_t\} \quad (\text{T1.1})$$

Estados no observados

$$N_{t,a}, B_t, Z_t, S_t \quad (\text{T1.2})$$

Condiciones iniciales

$$N_{t,a} = \bar{R}e^{\varepsilon_t}; \quad t = 1, \dots, n + a - 1 \quad (\text{T1.3})$$

$$v_{g,a} = (1 - e^{-(l_{50,g} - l_a)/\gamma_g})^{-1} = f(\eta_g) \quad (\text{T1.4})$$

$$F_t = \bar{F}e^{\varphi_t} \quad (\text{T1.5})$$

Dinámica de los estados:

$$Z_{t,a} = M + v_{g,a}F_t; \quad g = 2 \quad (\text{T1.6})$$

$$N_{t,a} = N_{t-1,a-1}e^{-Z_{t-1,a-1}}; \quad t > 1, a > 1 \quad (\text{T1.7})$$

$$B_t = \sum_a^A w_a N_{t,a} \quad (\text{T1.8})$$

$$S_t = 0.5 \sum_a^A m_a w_a N_{t,a} \quad (\text{T1.9})$$

Crecimiento y madurez:

$$\Phi = (l_\infty, k, l_r, a, b, a_m, b_m) \quad (\text{T1.10})$$

$$l_{a+1} = l_\infty(1 - \rho) + \rho l_a \quad (\text{T1.11})$$

$$w_a = a(l_a)^b \quad (\text{T1.12})$$

$$m_a = (1 - e^{-(a_m - b_m l_a)})^{-1} \quad (\text{T1.13})$$

La dinámica de la abundancia (T1.7) es función de la tasa instantánea de mortalidad natural (M, Ec. T1.1), del reclutamiento anual (Ec. T1.3), del patrón de explotación o selectividad ($v_{g,a}$

Ec. T1.4), y de la mortalidad por pesca anual (F_t , Ec. T1.5). A partir de la dinámica del estado, se estima la biomasa total (Ec. T1.8), y la biomasa reproductora definida por la abundancia de hembra (Ec. T1.9), asumiendo una proporción sexual de 1:1.

La selectividad o patrón de explotación se asume logística en función de la talla a la edad para cada arte de pesca actuando sobre la población, según la función:

$$v_{g,a} = (1 - e^{-(l_{50,g} - l_a)/\gamma_g})^{-1}$$

El vector de parámetros η_g define la talla de selección al 50% ($l_{50,g}$) y la pendiente (γ_g) de cada arte (g). En el caso de los crustáceos bentónicos, se tiene dos artes de pesca que están influyendo en la vulnerabilidad: la red de arrastre utilizada comercialmente por la pesquería ($g=1$), la red de arrastre de arrastre en los cruceros de evaluación por área barrida ($g=2$).

3.12.3. Crecimiento y madurez

Se asume que el crecimiento en longitud siguen el modelo de von Bertalanffy para estimar la longitud media a la edad a , i.e.

$$l_a = l_\infty(1 - \exp(-k(a - t_0)))$$

donde l_∞ , k y t_0 son parámetros del modelo de von Bertalanffy. Una formulación equivalente para estimar la longitud a la edad considera que la longitud es una función de la longitud a la edad previa, l_a , con la inclusión de un término estocástico (Cohen y Fishman, 1980; Deriso y Parma, 1988), i.e.

$$l_{a+1} = l_\infty(1 - \rho) + \rho l_a + v_a$$

donde ρ es el coeficiente de Brody ($= \exp(-k)$) y v_a es una variable aleatoria distribuida normal e independientemente con media cero y varianza constante, σ^2 . De acuerdo con Cohen y Fishman (1980), la longitud esperada a la edad $a+1$ (l_{a+1}) y la varianza a la edad $a+1$ (σ_{a+1}^2)

para un individuo de longitud x a la edad a , y considerando que fue reclutado a la edad r pueden ser modeladas por

$$l_{j+1}(x) = l_{\infty}(1 - \rho) + \rho x$$

y

$$\sigma_{a+1}^2 = \sigma^2 \frac{\rho^{2(a+1-r)}}{1 - \rho^2} + \rho^{2(a+1-r)} \sigma_r^2$$

Para utilizar datos estructurados por longitud a partir de un modelo con estructura de edad se requiere convertir la edad a longitud, para lo cual se asume que la variabilidad de la longitud a la edad se distribuye normal (Fournier *et al.*, 1990). Por lo tanto, la proporción o probabilidad que tiene un individuo de pertenecer a la longitud l dada la edad a ($T_{l,a}$) es función de la longitud media a la edad (predicha por el modelo von Bertalanffy) y la varianza de la longitud a la edad, i.e.,

$$T_{l,a} = P(x_l | a) = \frac{d}{\sqrt{2\pi}\sigma_a} \exp\left[-\frac{(x_l - \bar{l}_a)^2}{2\sigma_a^2}\right]$$

donde d es el tamaño del intervalo de longitud y x_l representa la marca de clase.

El peso promedio a la edad se asume sigue el modelo potencial, según la ecuación T1.12. La madurez sigue un modelo logístico, según la ecuación T1.13.

3.12.4. Funciones de log-verosimilitud

Se asume que las capturas registradas presentan un error de observación que se distribuye log-normal, con residuales dados por:

$$\zeta_t = \log_e(Y_t / \hat{Y}_t), \approx N(0, \sigma_Y^2)$$

y función de log-verosimilitud negativa dada por:

$$l_Y = n \log_e(\sigma_Y) + \frac{1}{2\sigma_Y^2} \sum_t^n \zeta_t^2$$

Los índices de abundancia relativa disponibles dicen relación con la evaluación de la biomasa vulnerable por área barrida y la captura por unidad de esfuerzo (U_t). Se asumen que los índices de abundancia relativa contienen un error de observación que se distribuye log-normal, a saber:

$$I_t = n_t \log_e(\sigma_t) + \frac{\sum (\log_e(I_i/\hat{I}_i))^2}{2\sigma_t^2}$$

donde σ_t es el coeficiente de variación del índice de abundancia. En esta ecuación n_t denota el número de años con observaciones, y el subíndice i denota años.

El índice de captura por unidad de esfuerzo se modela por

$$U_t = q \sum_a v_{a,g=1} w_a N_{t,a} e^{-Z_{t,a}/2}$$

donde q es el coeficiente de capturabilidad, y v_a es la selectividad de la pesquería.

La biomasa vulnerable se modeló por:

$$B_t^V = \psi \sum_a v_{a,g=2} w_a N_{t,a} e^{-Z_{t,a}/2}$$

donde ψ es el coeficiente de detección acústica, v_a es selectividad del crucero.

Las funciones de log-verosimilitud negativa para los datos de composición por talla de la pesquería y de los cruceros de evaluación consideraron una distribución multinomial, dada por:

$$l_p = -n_p \sum_i \sum_l p_{i,l} \log(\hat{p}_{i,l} \cdot p_{i,l})$$

La función de log-verosimilitud total es la suma de las funciones particulares, a las cuales se deben agregar las penalizaciones que permiten incluir la estocasticidad en el reclutamiento, en la tasa de mortalidad por pesca. Por lo tanto, la función de log-verosimilitud total puede ser representada por:

$$f = -\log L + \text{penalties} + \text{prior}$$

La penalización para los residuales del reclutamiento queda definida por

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

En este caso, n queda definido por el número de años más el número de grupos de edad menos 1. La penalización para la tasa de mortalidad por pesca anual, queda definida por:

$$z_2 = n \times \sigma_F + \frac{1}{2\sigma_F^2} \sum_t (\varphi_t)^2$$

Para estimar los parámetros se asumen algunos prior, en el caso de la mortalidad natural puede ser una distribución uniforme o normal. En el caso del reclutamiento puede ser uniforme, log-normal o gamma.

3.12.5. Situación del recurso

El estado de situación del recurso se establece según puntos biológicos de referencia, considerando un diagrama de fases en las que se grafica biomasa de las hembras (como una fracción respecto de una condición no explotada a comienzos de cada año, como Proxy del potencial reproductivo, i.e., RPR) y la tasa de explotación. Los límites que indicarán agotamiento quedarán expresados por una razón de 20% del potencial reproductivo es menor que 20% se clasificará el stock como sobreexplotado.

Para analizar si la magnitud de las cuotas de captura actuales son adecuadas, se realizarán proyecciones de mediano término y se determinará la trayectoria del RPR, y de la magnitud de la biomasa de hembras respecto del año inicial de proyección. La incertidumbre se cuantificará con el Método de Monte Carlo de la Cadena de Markov.

3.12.6. Implementación y proceso de estimación

El modelo de evaluación aquí descrito y sus variantes se implementaron en AD Model Builder de diferenciación automática que permite resolver modelos complejos no-lineales (Otter Research 1999, otter@island.net, <http://www.admb-project.org/>). AD Model Builder permite una estimación eficiente y rápida, otorgando gran flexibilidad al usuario para modificar el modelo y analizar variantes. 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, AD Model Builder permite evaluar políticas de explotación alternativas a través del algoritmo MCMC (Gelman *et al.* 1995).

Tanto los datos de entrada como de salida fueron analizados en R (R Development Core Team (2011). La documentación y los códigos son administrados en GoogleCode (<http://code.google.com/intl/es-ES/>) para facilitar las modificaciones y versiones tanto del código en ADMB como en R.

4. RESULTADOS

4.1. Aspectos operacionales de los cruceros

Los cruceros de evaluación se realizaron entre el 01 de septiembre y el 22 de diciembre de 2013. En la Tabla 6 se resume las actividades de muestreo ejecutadas mediante la programación de las embarcaciones arrastreras participantes en el estudio. Al respecto, cabe hacer notar la realización de lo que decidimos denominar como “lances alternativos” que en la práctica son lances de carácter comercial que realiza la embarcación, en general, en lugares de alta abundancia o una estructura de tamaños atractiva comercialmente. Los lances alternativos son solo utilizados con el propósito de definir los focos de abundancia de las especies objetivo y NO son considerados en la estimación de abundancia/biomasa.

Tabla 6. Variables operativas del estudio de evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones.

VARIABLE OPERATIVA	VALOR	(%)	TOTAL
Período	01/09/2013 - 22/12/2013		
Rango de Latitud	25° 8,10' S - 36° 41,66' S		
Rango de Profundidad (m)	108 – 612		
Lances propuestos OTE	438		
Lances investigación ejecutados	433		520
Lances alternativos	87		
Total lances ejecutados	520	100	
Lances con pesca	409	78,65%	100%
Lances sin pesca	111	21,35%	
Lances con captura de camarón	362	69,62%	100%
Lances sin captura de camarón	158	30,38%	
Lances con medición de APA	227	43,65%	100%
Lances sin medición de APA	293	56,35%	
Tiempo total de arrastre	160,31	100	
Tiempo de arrastre con pesca	128,82	80,36%	
Tiempo de arrastre con captura de camarón	108,03	67,39%	
Tiempo de arrastre sin captura	31,7	19,77%	

En la Tabla 7 se entrega detalles de los lances propuestos entre la II y VIII Regiones (n= 438) y efectivamente efectuados (n= 520) dentro de los caladeros históricos del recurso camarón nailon.

Tabla 7. Número de lances propuestos y efectuados totales en los caladeros históricos de camarón nailon, por Región.

REGION	PROPUESTOS	EJECUTADOS	DIF
2	25	22	-3
3	78	104	26
4	120	131	11
5	73	109	36
6	42	44	2
7	57	58	1
8	43	52	9
TOTAL	438	520	82

En la II Región, no se obtuvieron lances positivos para la especie, mientras que en la III Región se registró un 50,96% de lances positivos para la especie objetivo; de la V a la VIII Regiones se registró éxito de lances positivos para camarón nailon superior al 80%, con un máximo equivalente al 89,66%.

Tabla 8. Lances con captura de camarón nailon por Región y porcentaje con respecto a los lances efectuados en cada caso.

REGION	LANCES	CAPTURA	%
2	22		0,00%
3	104	53	50,96%
4	131	86	65,65%
5	109	88	80,73%
6	44	39	88,64%
7	58	52	89,66%
8	52	44	84,62%
TOTAL	520	362	69,62%

La información de fechas y lugares geográficos de los muestreos se detalla en el Anexo 2, mientras en el Anexo 3 se adjuntan 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). En el Anexo 3 se entregan las características técnicas de las redes utilizadas.

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

4.2.1. Modelo funcional de la 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 4). Este sistema mide posición y apertura en forma casi continua con intervalos de 1-2 segundos.

Un modelo funcional de la APA se obtuvo para la L/M Don José Miguel y la L/M Isla Orca mediante un Modelo General Linealizado (glm, generalizead 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 9), 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 9. Parámetros de la relación funcional entre la APA (variable dependiente) y las variables independientes *LCC*, *Prof* y *Vel* en el L/M “Don José Miguel” y L/M “Isla Orca”. *pdg* = parámetro de dispersión de la familia gaussiana.

Variable	L/M Don José Miguel	L/M Isla Orca
<i>LCC</i>	0,0149	0,0130
<i>Prof</i>	-0,0231	-0,0202
<i>Vel</i>	-1,9643	-1,4275
Constante	13,5285	12,7124
<i>pdg</i>	0,8940	0,7860

4.2.2. Tiempo de arrastre efectivo en lances sin NETMIND

Para determinar el tiempo de arrastre efectivo en los lances de pesca que no contaron con NETMIND, se determinó primero el lapso de tiempo en que la red llega a fondo, momento que se considera como de inicio del lance. Para este efecto se utilizaron datos colectados en el marco de los proyectos FIP N° 2003-03, FIP N° 2004-11, FIP N° 2005-09, FIP N° 2006-11, FIP N° 2007-19, FIP N° 2008-16 y FIP N° 2008-17. Con esta información se construyó una tabla que relaciona el rango de profundidad y el intervalo de tiempo en que la red toca fondo (Tabla 10, Figura 13).

4.2.3. 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 3.366 Kg. La densidad local (por lance de pesca) fluctuó entre cero (cuando no hubo captura) y 162,3 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.

Tabla 10. Lapso (minutos) en que la red toca fondo según la profundidad. D.E. = desviación estándar; n = tamaño de muestra.

Profundidad (m)		Lapso (minutos)				
Rango	Clase	Media	D.E.	Mín.	Máy.	n
50 - 100	50	5,86	0,872	3	8	51
100 - 150	100	6,92	1,385	4	13	368
150 - 200	150	8,56	1,500	5	17	311
200 - 250	200	9,74	2,025	6	20	297
250 - 300	250	11,28	2,430	7	26	215
300 - 350	300	12,23	2,278	7	19	167
350 - 400	350	13,51	2,721	7	21	81
400 - 450	400	14,30	2,835	8	20	23
> 450	450	16,43	2,150	14	20	7

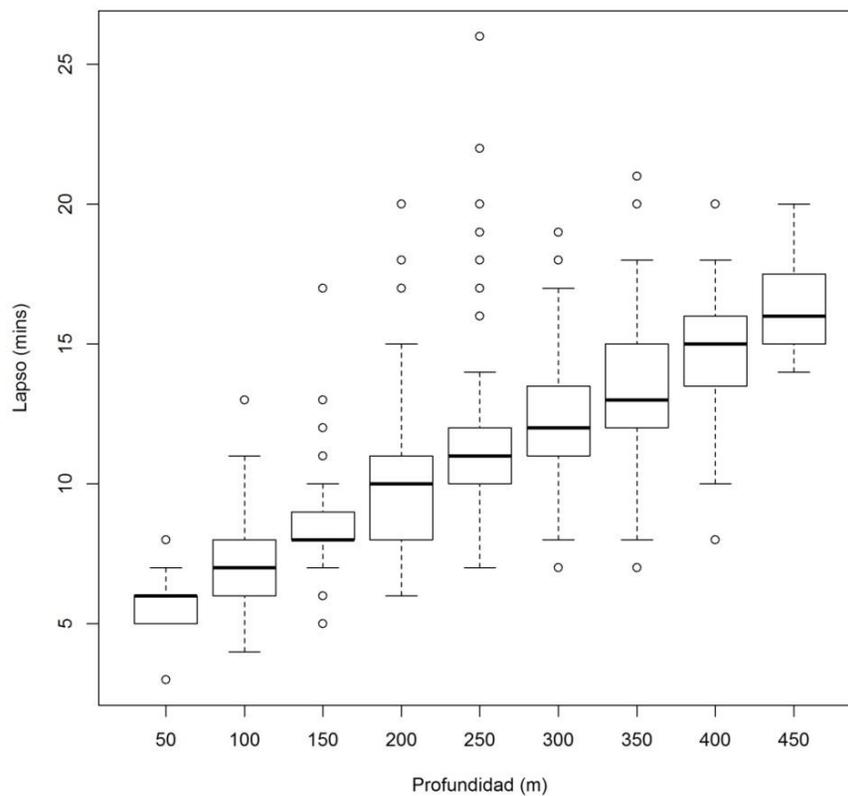


Fig. 13. Relación entre el lapso de tiempo en que la red toca fondo (minutos, tiempo de inicio del lance) y la profundidad (m).

4.3. Análisis del soporte muestral

El análisis está orientado a realizar un estudio comparativo de las varianzas entre, versus intra celdas. El análisis se realizó mediante una descomposición en las componentes de varianza de la respuesta CPUE de los lances efectuados al interior de las celdas básicas de muestreo (cuadrícula de 1mnx1mn). La hipótesis a probar es que la distribución de la abundancia, medida por la CPUE para cada lance, es uniforme de modo que la varianza entre lances dentro de las celdas (varianza intra celdas) es despreciable, relativa a la varianza entre celdas.

El análisis de varianza, para un modelo de efectos aleatorios, que considera a éstos como una muestra de un conjunto infinito de posibles lances a realizar dentro de la celda de muestreo, nos permite probar la hipótesis que la varianza intracelda es nula; esto es, para el modelo

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}, \text{ con } i=1,2,\dots, t ; j=1,2,\dots,r$$

en que

μ media general.

τ_i es el efecto promedio del i-ésimo tratamiento y es tal que .

$$\tau_i \sim \text{iid } N(0, \sigma_\tau^2).$$

$\varepsilon_{ij} \sim \text{iid } N(0, \sigma_\varepsilon^2)$ es la componente de error aleatorio del modelo, y tal que,

$$\text{Var}[Y_{ijk}] = \sigma_{Y_{ijk}}^2 = \sigma_\tau^2 + \sigma_\varepsilon^2.$$

Mediante técnicas de Análisis de Varianza, se estimarán las componentes de la varianza total, $\sigma_\tau^2 + \sigma_\varepsilon^2$, que corresponden a las diferencias en variabilidad entre las réplicas (lances) y los tratamientos (las unidades muestrales).

Bajo la hipótesis que la distribución al interior de las unidades muestrales es uniforme, entonces la varianza del error σ_ε^2 debe ser significativamente mayor que la varianza entre lances σ_τ^2 , equivalentemente podemos probar la hipótesis

$$H_0: \sigma_{\tau}^2 = 0 \text{ vs. la alternativa } H_a: \sigma_{\tau}^2 \neq 0.$$

Para probar esta hipótesis se seleccionaron cinco celdas de remuestreo, al interior de las cuales se realizó 4 lances, excepto en la celda 2, donde se realizaron 3 (Fig. 14). Las Tablas 11 y 12 muestran los resultados del análisis de los componentes de la varianza para los lances para el camarón.

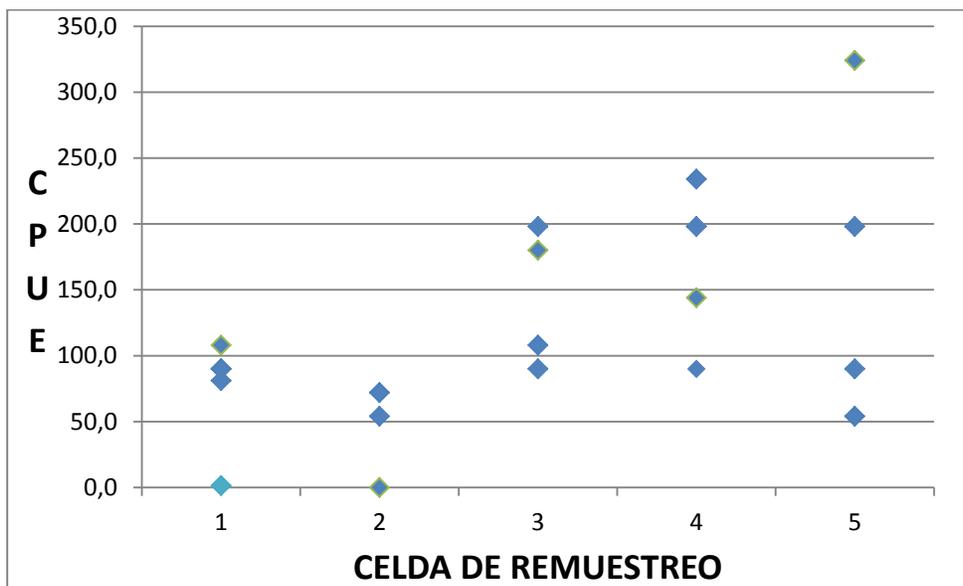


Fig. 14. Valores de CPUE del camarón nailon observados para cada uno de los lances por celda remuestreada, tres en total, con al menos tres lances válidos.

El cuadrado medio del error de esta tabla, es de 5127,7, y corresponde a la varianza total de la CPUE. Si se compara este valor con el de la varianza intracelda media, que es de 4690,7, se observa que la variabilidad intra-celda representa el 91,4% de la variabilidad total observada. Se concluye entonces que el soporte muestral de los lances del camarón, corresponde solo a un 8,6%.

Tabla 11. Información obtenida de las celdas al interior de las cuales se realizó el proceso de remuestreo, incluyendo varianzas, desv. Std., medias y coeficiente de variación, incluyen los valores promedios éstas para las celdas consideradas

	C1	C2	C3	C4	C5	
1	90,0	72,0	108,0	234,0	54,0	
2	81,0	54,0	90,0	198,0	90,0	
3	108,0		180,0	144,0	324,0	
4	90,0		198,0	90,0	198,0	
5	1,4					Promedio
var	1745,5	162,0	2808,0	3969,0	14769,0	4690,7
sdev	41,8	12,7	53,0	63,0	121,5	58,4
media	74,1	63,0	144,0	166,5	166,5	122,8
CV	0,6	0,2	0,4	0,4	0,7	0,4

Tabla 12. Tabla de ANOVA para el modelo de efectos aleatorios.

FUENTE	DF	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO DE LA MEDIA	F-VALOR	Pr > F
Modelo	4	35.828,739	8.957,185	1,75	0,1958
Error	14	71.787,728	5.127,695		
Total correcto	18	107.616,467			

R cuadrado	Coef. Var	Raiz MSE	CAM media
0,332930	56,585870	71,607920	126,547400

4.4. Grilla de lances de monitoreo.

Se estableció una grilla para lances de monitoreo de 40 estaciones distribuidas desde 26°18,1'S hasta 36°38,5'S. Dada la distribución más latitudinal que longitudinal del camarón nailon, las celdas se dimensionaron de 1,5 mn de largo por 1 mn de ancho (Fig. 15). La selección de la ubicación de las celdas de monitoreo se realizó considerando la localización de los lances de pesca de investigación de los proyectos de evaluación directa realizados desde el año 1993 a la fecha. No obstante, el análisis de los cambios de la densidad poblacional se realizó desde el año 2006, con la excepción de los años 2007 y 2010 (donde no hubo crucero).

Al respecto, en análisis del gradiente latitudinal de la densidad poblacional muestra que entre los años 2006 y 2013, en general, ésta se incrementa (Fig. 16). Esto es particularmente relevante en el año 2003, donde la pendiente de la función ajustada es mayor que en los años anteriores.

La evolución temporal de densidad poblacional para las celdas 2, 7-9 (III Región), 16, 19-21, 23 (IV Región), 25, 28 (V Región), 34 (VI Región), 35 (VII Región) y 39 (VIII Región), se muestra en la Fig. 17. Al respecto, en las celdas de la III Región la densidad poblacional (cpue, ton/km²) entre 2006 y 2013 se mantuvo estable alrededor de 5,0 ton/km², siendo significativamente menor en la celda 2 (promedio = 0,7 ton/km²) (Fig. 17).

En la IV Región, se observó alta variación de la densidad poblacional entre años, principalmente en las celdas 19 y 20 (al sur de Lengua de Vaca). En estas celdas la densidad promedio fluctuó alrededor de 10,7 ton/km². En la V y VI Región la densidad poblacional también presentó fuertes fluctuaciones, encontrándose alrededor de 10,1 ton/km² y 11,0 ton/km², respectivamente, con una tendencia al incremento en los últimos años en esta última Región (Fig. 17).

En la VII Región, a diferencia de las anteriores, la densidad poblacional de camarón nailon mostró una tendencia decreciente. Finalmente, en la VIII Región, la densidad poblacional fluctuó entre 2,8 ton/km² entre 2006 y 2011, para luego mostrar una tendencia creciente hasta llegar a 14,4 ton/km² en el 2013 (Fig. 17)

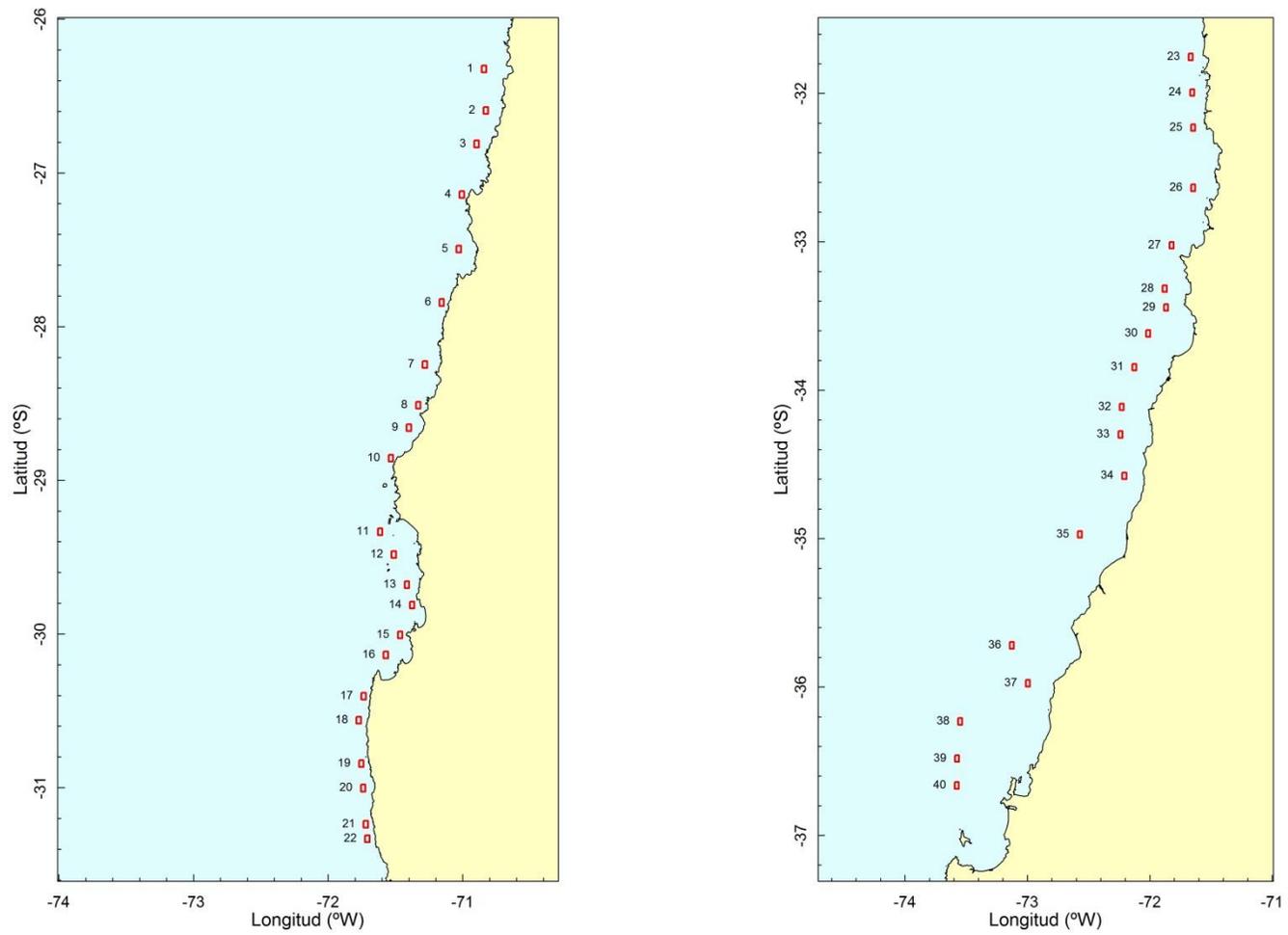


Fig. 15. Disposición de las “celdas” de monitoreo permanente para camarón nailon.

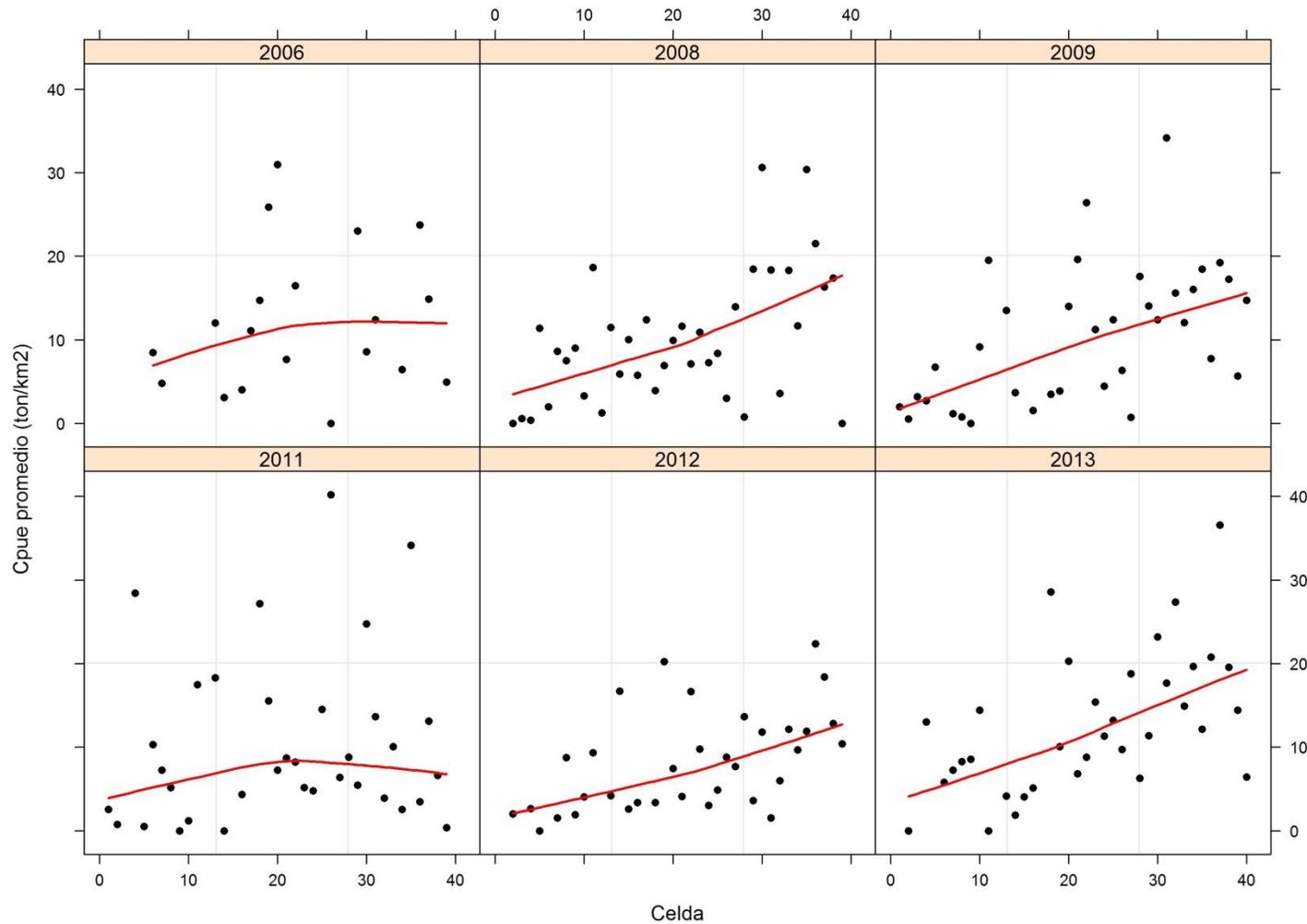


Fig. 16. Distribución latitudinal (según celda) de la densidad poblacional promedio de camarón nailon entre 2006 y 2013. La línea roja es el ajuste mediante una función LOESS.

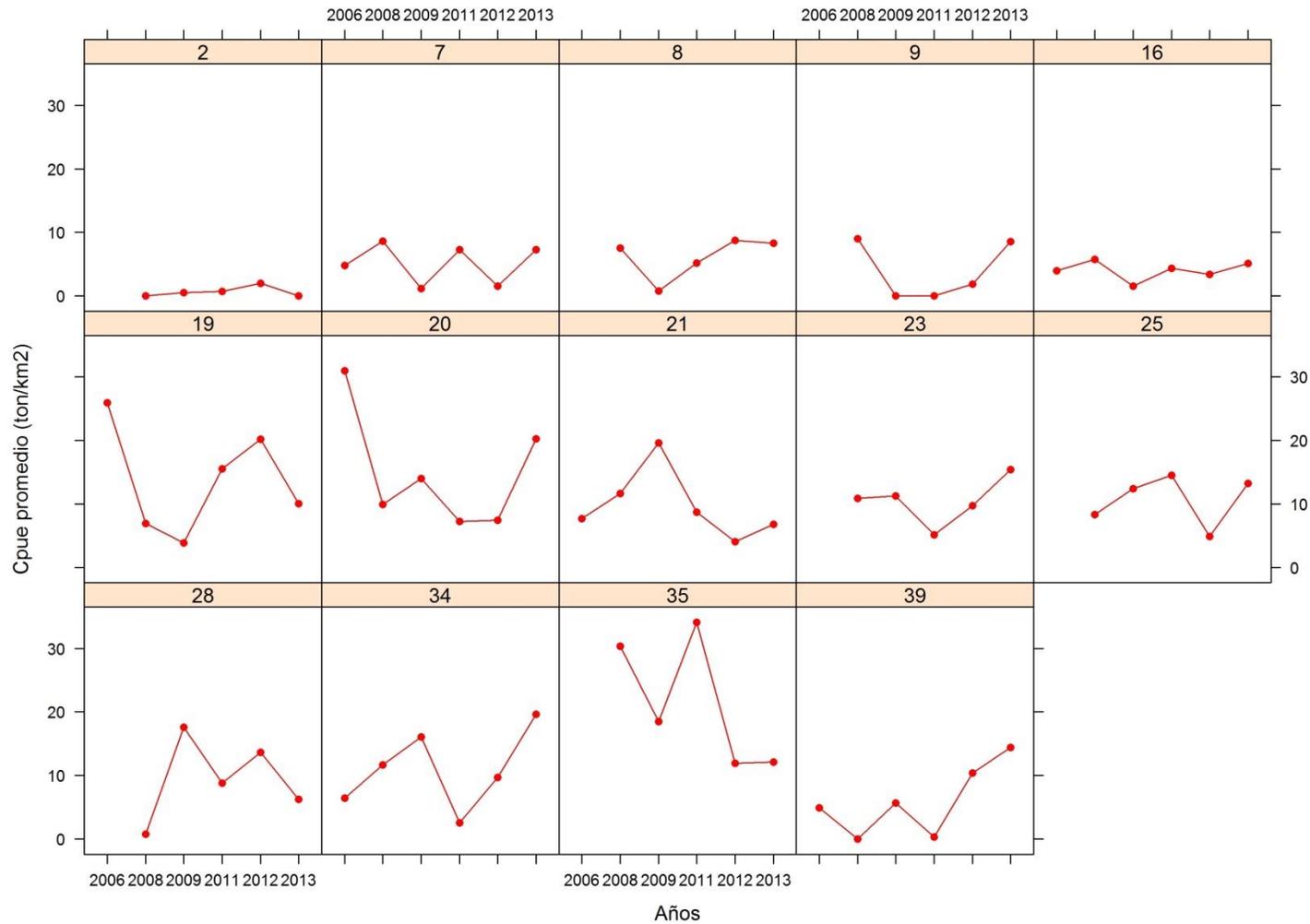


Fig. 17. Evolución temporal del rendimiento de pesca promedio (ton/km²) entre 2006 y 2013 en la celdas 2, 7-9 (III Región), 16, 19-21, 23 (IV Región), 25, 28 (V Región), 34 (VI Región), 35 (VII Región) y 39 (VIII Región).

4.5. Aspectos biológicos.

4.5.1. Capturas y muestreo biológico.

Durante el período y zona de estudio (II a VIII Regiones) se midió 39.126 ejemplares de camarón nailon en su longitud cefalotorácica (LC, mm) para construir las distribuciones de frecuencia de tallas; además, se pesó 12.923, para estimar la relación longitud-peso. En la Tabla 13 se entrega la información del esfuerzo total de muestreo de frecuencia (ejemplares medidos) y biológico-específicos (ejemplares pesados).

Tabla 13. Esfuerzo total de muestreo de frecuencia (medidos) y biológico específicos (pesados) de la captura de camarón nailon entre la III y VIII Regiones.

REGION	SEXO		
	MACHOS	HEMRAS	TOTAL
III			
Medidos	829	1.630	2.459
Pesados	179	321	500
IV			
Medidos	5.108	4.986	10.094
Pesados	1.708	1.682	3.390
V			
Medidos	4.964	5.127	10.091
Pesados	1.658	1.693	3.351
VI			
Medidos	2.176	3.014	5.190
Pesados	735	1.021	1.756
VII			
Medidos	3.225	4.224	7.449
Pesados	1.108	1.403	2.511
VIII			
Medidos	2.209	1.634	3.843
Pesados	806	609	1.415
TOTAL PESADOS	18.511	20.615	39.126
TOTAL MEDIDOS	6.194	6.729	12.923

4.5.2. Composición de tamaños.

4.5.2.1. Machos por foco

La composición de tamaños de los machos de camarón nailon mostró distribuciones de frecuencia con tendencia bimodal en la mayoría de los focos (caladeros) detectados durante el año 2013 entre la III y VIII Regiones (Fig. 18 - 21). Considerando el área de estudio, en los 24 focos detectados el rango de tamaño observado para los machos se extendió entre 14,3 y 36,6 mm LC, encontrándose el macho de menor talla en el foco 23 (VII-VIII Regiones) y el de talla mayor en el foco 15 (V Región). El rango más amplio de tallas se encontró en el foco 23 y el más estrecho en el foco 3.

4.5.2.2. Hembras por foco

En el caso de las hembras de camarón nailon, al igual que en los machos, la composición de tamaños por foco (caladero) en todos aquellos detectados durante el año 2013, entre la III a VIII Regiones, mostró distribuciones de frecuencias bimodales en la mayoría de los focos. Considerando toda el área de estudio, el rango de tamaño observado de hembras se extendió entre 14,2 y 37,8 mm LC, encontrándose la hembra de mayor talla en el foco 20 (VI Región) y la de menor talla en el foco 14 (IV Región). El rango más amplio de tallas se encontró en el foco 3 y el más estrecho en el foco 14.

4.5.2.3. Sexos combinados por Región.

El rango de tallas global de camarón nailon (sexos combinados) en toda el área de estudio correspondió a 14,2 - 37,8 mm LC, mientras los rangos observados en las distintas regiones corresponden a 16,4 – 35,9 mm LC en la III Región; 14,2 – 36,6 mm LC en la IV Región; 15,8 – 36,6 mm LC en la V Región; 16,2 – 37,8 mm LC en la VI Región; 16,9 – 37,2 en la VII Región; y 14,3 – 37,8 mm LC en la VIII Región (Fig. 22). En términos globales, se observa una tendencia a encontrar una proporción mayor de tallas mayores de norte a sur.

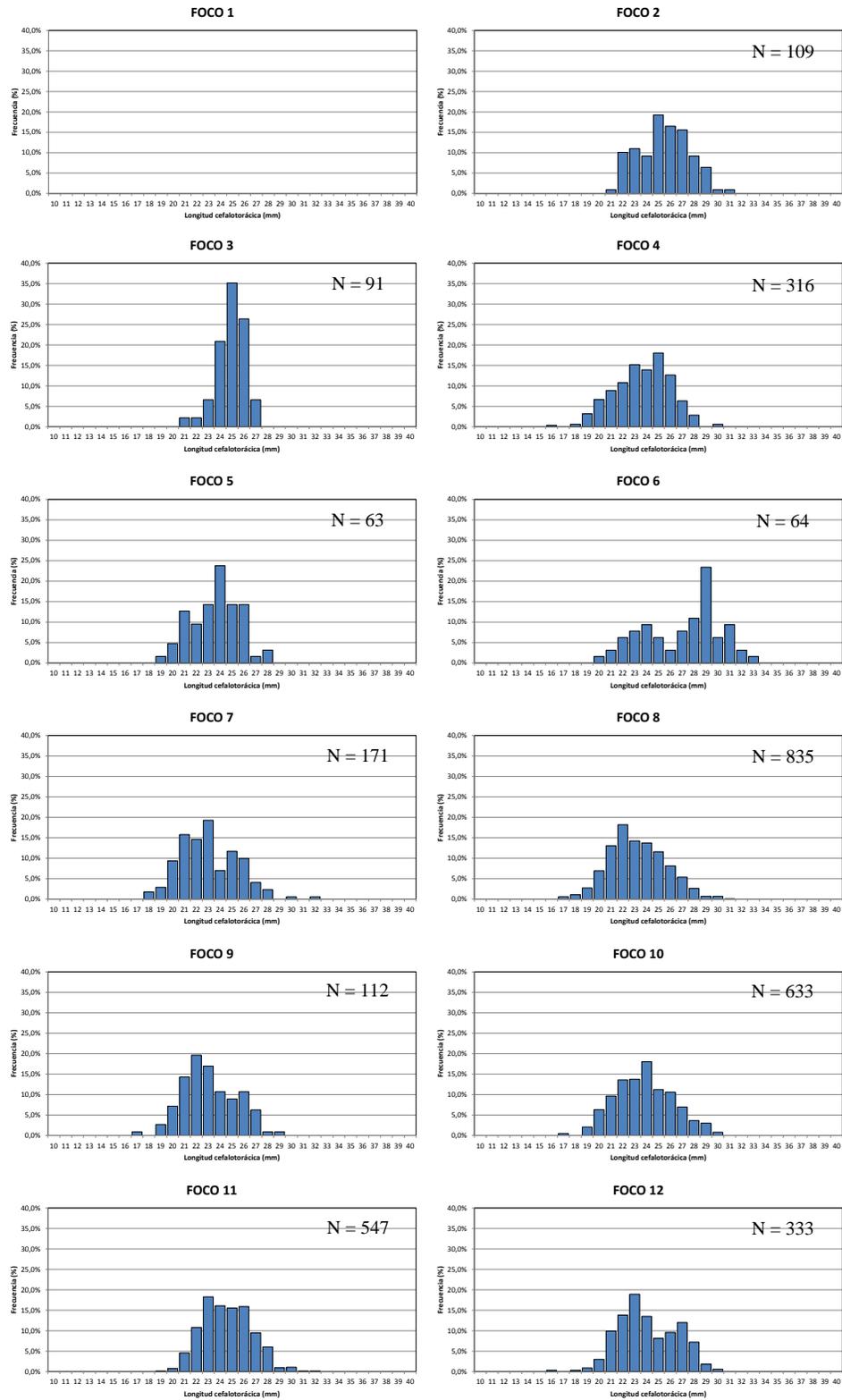


Fig. 18. Distribución de frecuencias de tamaño de machos de camarón nailon (*H. reedi*). Focos 1 a 12.

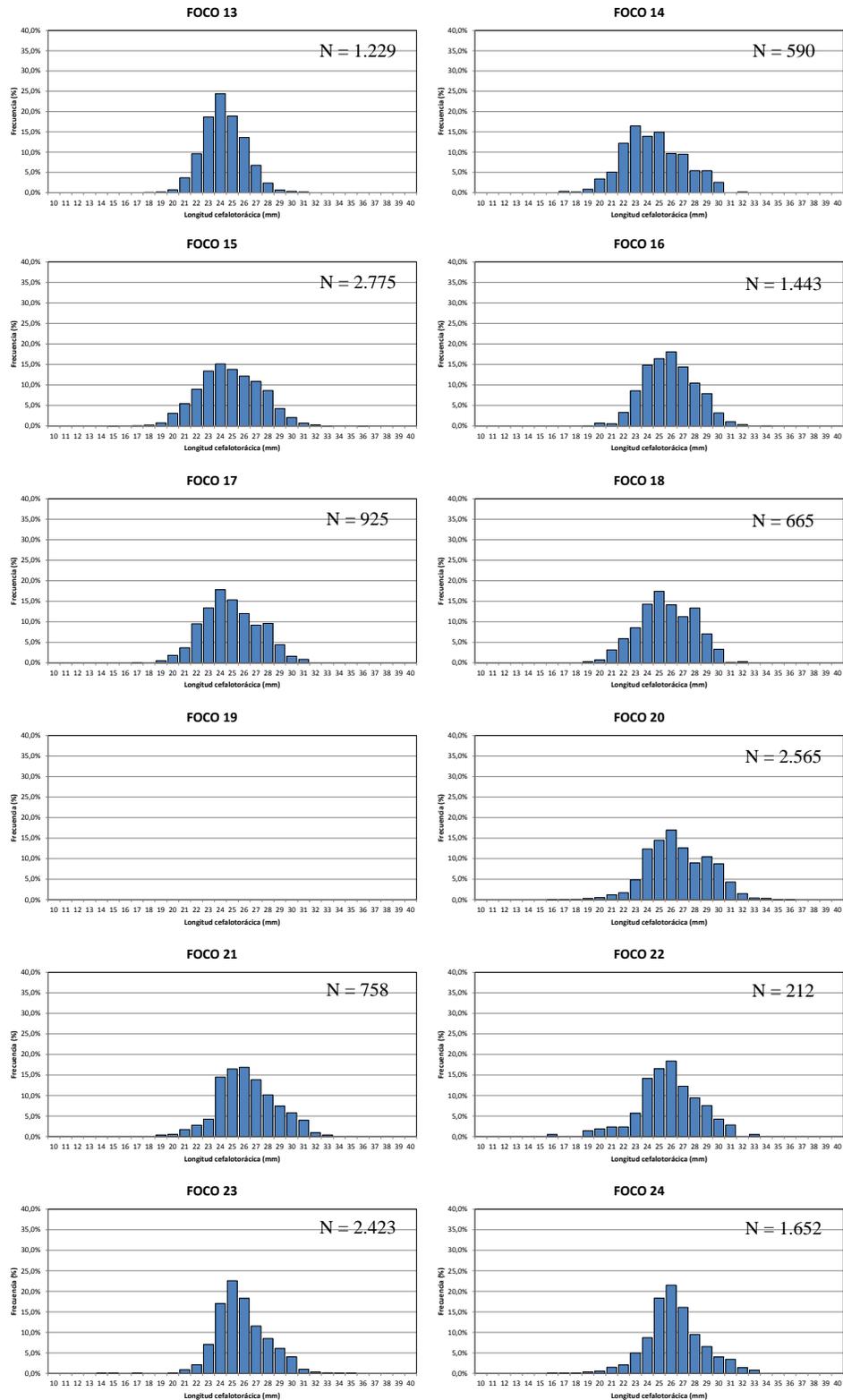


Fig. 19. Distribución de frecuencias de tamaño de machos de camarón nailon (*H. reedi*). Focos 11 a 24.

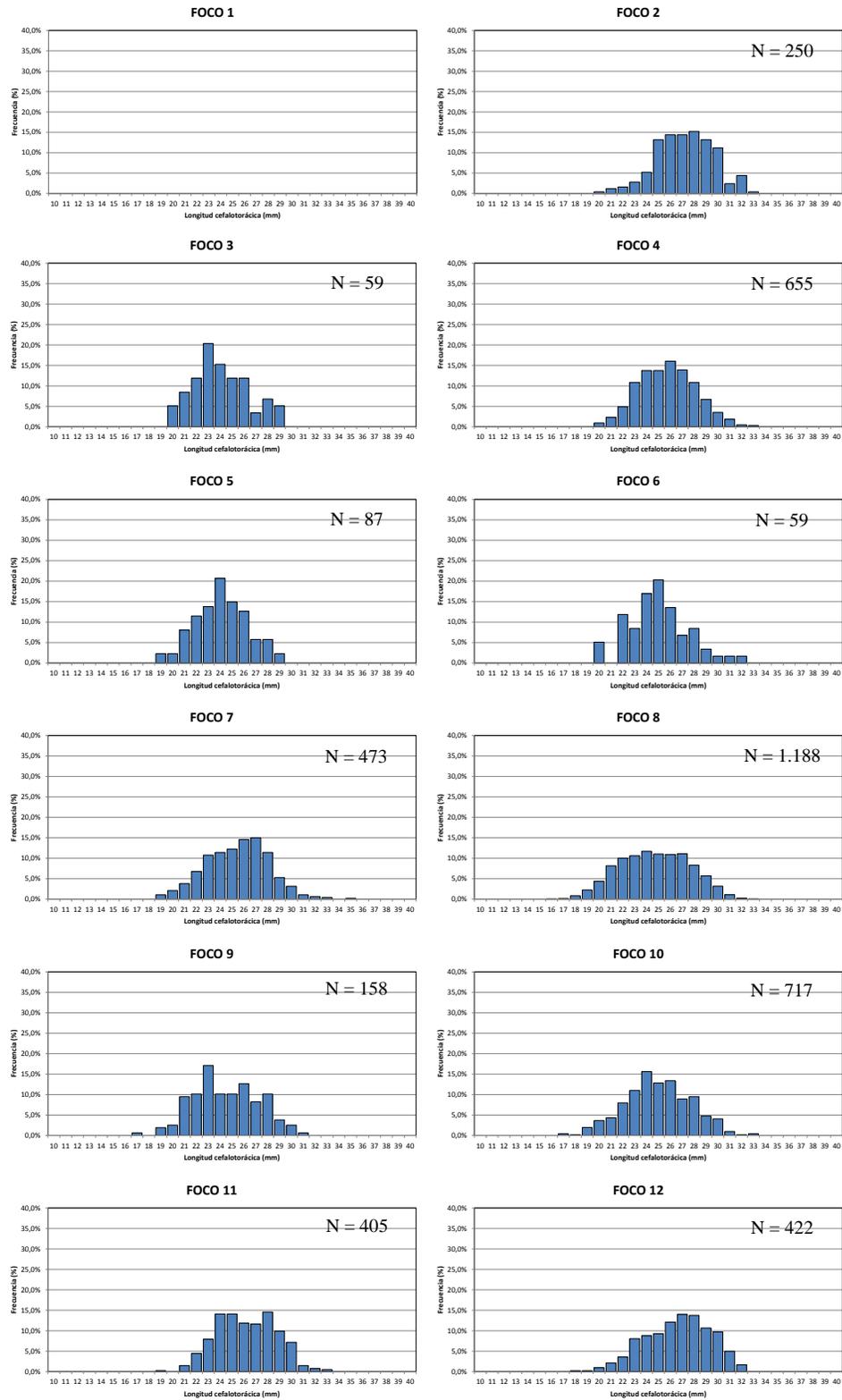


Fig. 20. Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de camarón nailon (*H. reedi*). Focos 1 a 10.

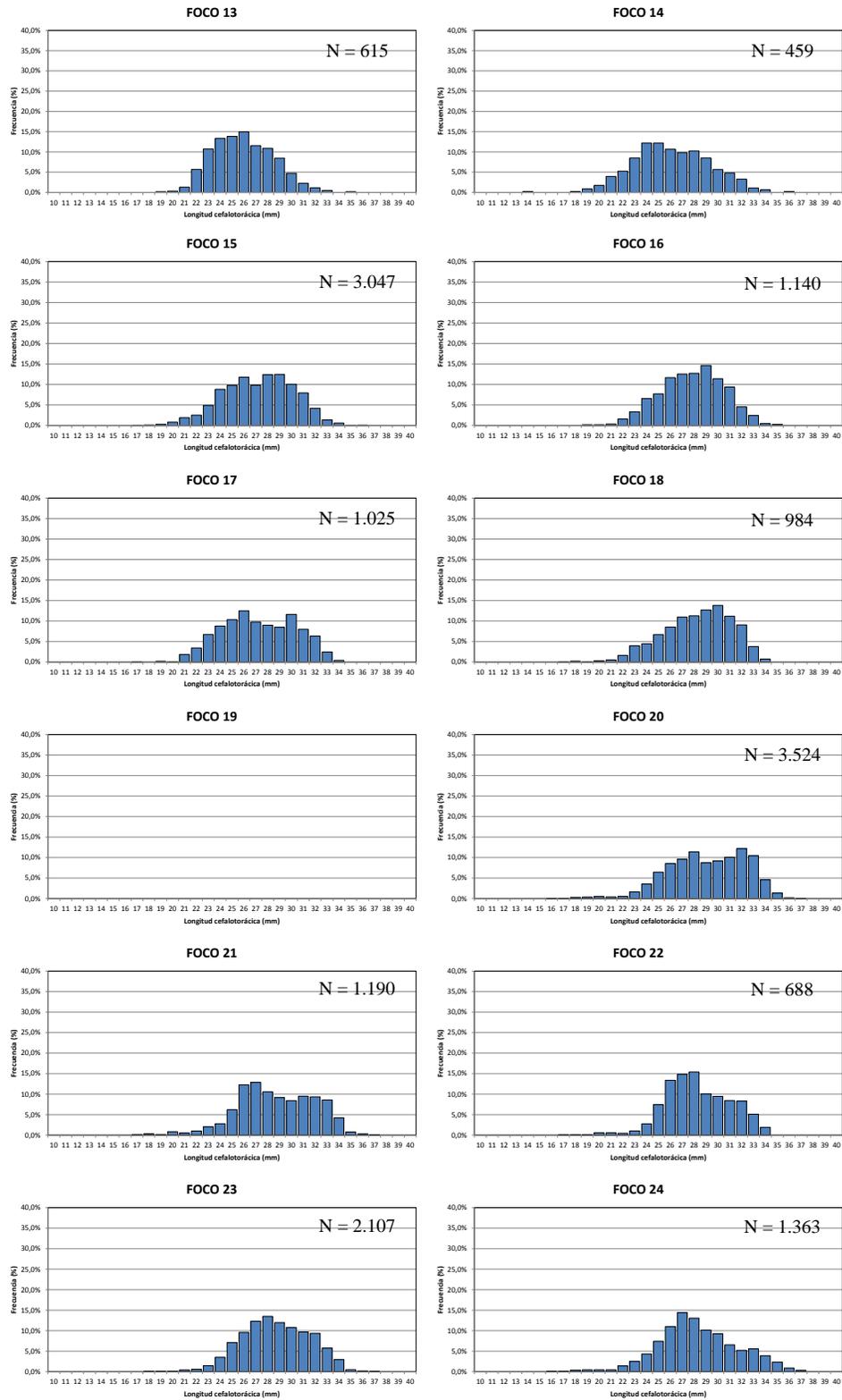


Fig. 21. Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de camarón nailon (*H. reedi*). Focos 11 a 24.

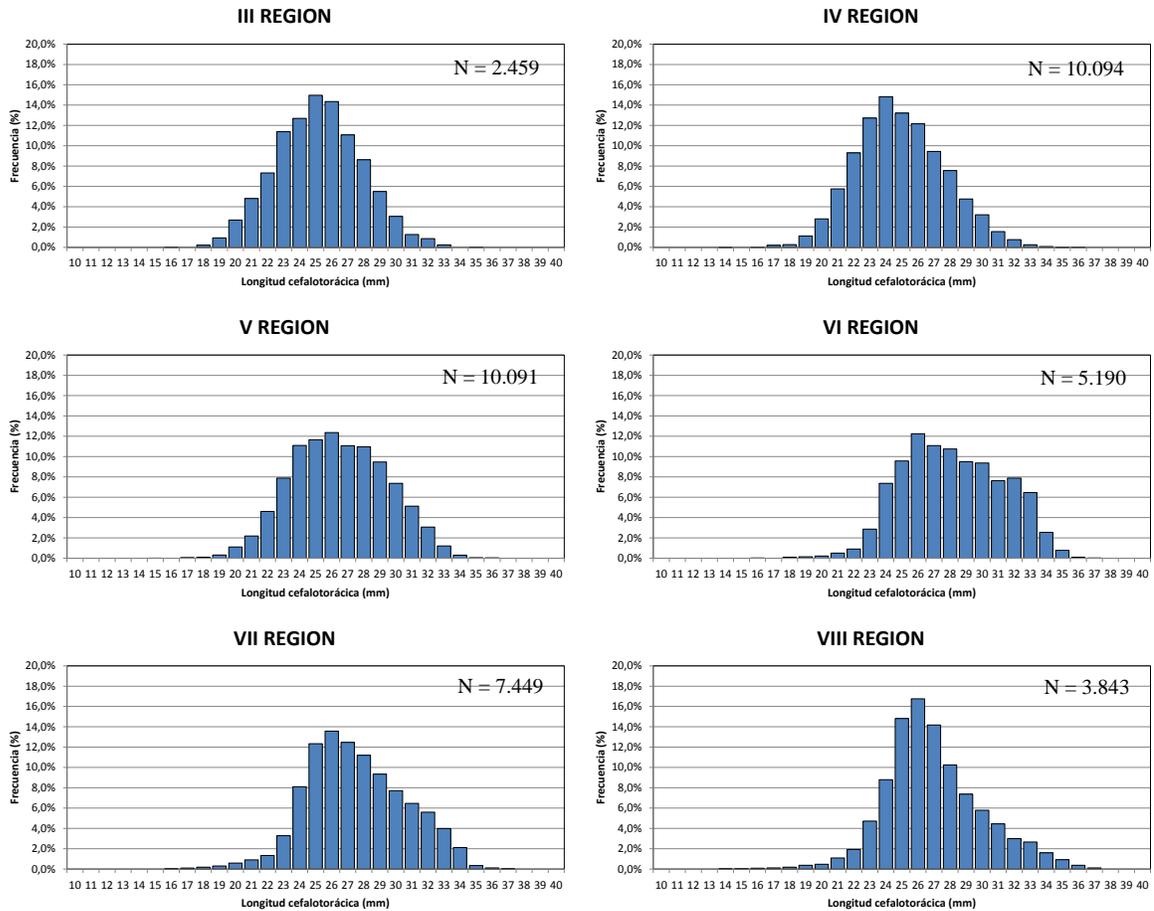


Fig. 22. Distribución de frecuencias de tamaño de camarón nailon (*H. reedi*), sexos combinados por región.

4.5.2.4. Machos por Región

El rango de tallas global de machos de camarón nailon (III-VIII Regiones) correspondió a 14,3 - 36,6 mm LC, mientras los rangos observados en las distintas regiones muestreadas corresponden a 16,4 – 33,0 mm LC en la III Región; 16,3 – 32,6 mm LC en la IV Región; 15,8 – 36,6 mm LC en la V Región; 18,7 – 35,3 mm LC en la VI Región; 16,9 – 36,5 mm en la VII Región; y 14,3 – 33,9 mm LC en la VIII Región. Con la excepción de la VI Región, se observó una distribución de frecuencia unimodal con moda entre los 24 y 26 mm LC (Fig. 23). En términos globales, se observa una tendencia a encontrar una mayor fracción de tallas mayores de norte a sur, en particular en la VIII Región.

4.5.2.5. Hembras por Región.

El rango de tallas global de hembras de camarón nailon (toda el área de estudio) correspondió a 14,2 – 38,8 mm LC, mientras los rangos observados en las distintas regiones muestreadas corresponden a 19,3 – 35,9 mm LC en la III Región; 14,2 – 36,6 mm LC en la IV Región; 17,3 – 36,6 mm LC en la V Región; 16,2 – 37,8 mm LC en la VI Región; 17,3 – 37,2 mm LC en la VII Región; y 16,9 – 37,8 mm LC en la VIII Región. La distribución de frecuencias de la III y IV Regiones presentó una distribución unimodal con una moda principal en los 26 mm LC. La distribución de la V a VIII Regiones fue bimodal con moda principal en los 27-29 mm LC y 30-33 mm LC, respectivamente (Fig. 24). En términos globales, al igual que los machos, se observa una tendencia a encontrar una alta fracción de tallas mayores de norte a sur.

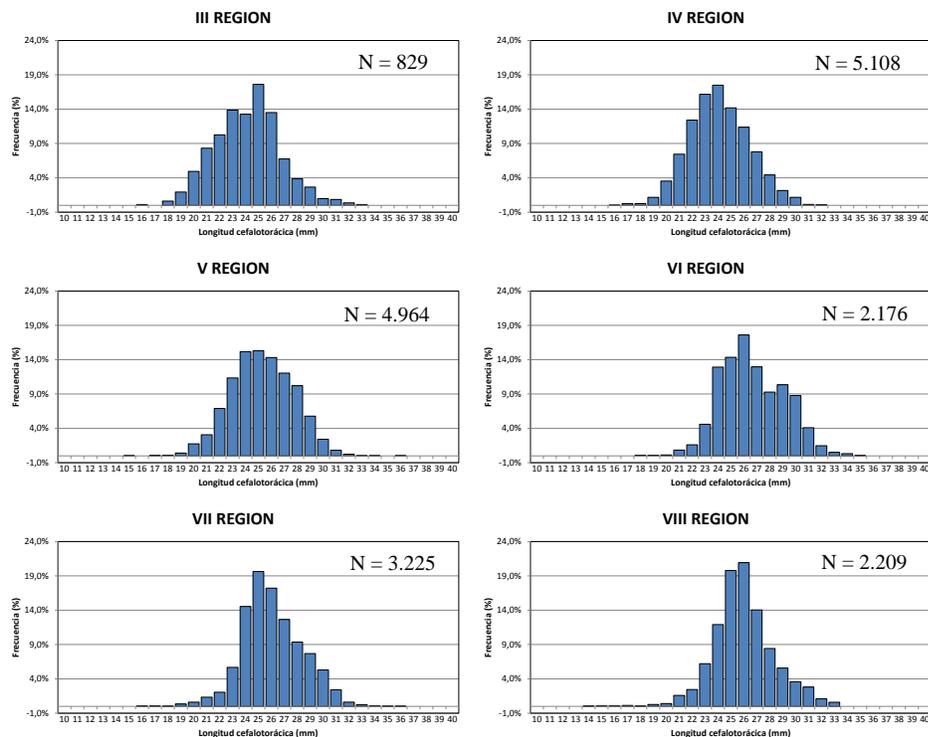


Fig. 23. Distribución de frecuencias de tamaño de machos de camarón nailon (*H. reedi*), por región.

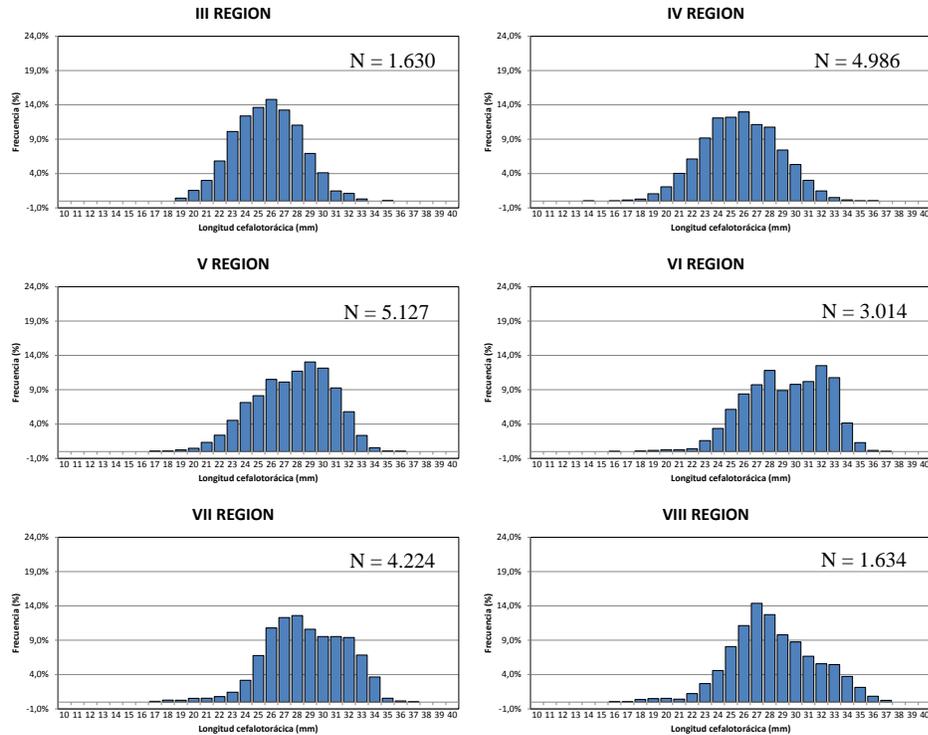


Fig. 24. Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de camarón nailon (*H. reedi*), por región.

4.5.3. Relación longitud-peso

La relación talla-peso de camarón nailon 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 14.

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 rango de tamaño estrecho llevó a que se juntaran focos de abundancia contiguos y se estimara un conjunto de parámetros comunes a todos los focos agrupados.

Tabla 14. Parámetros de la relación talla-peso de camarón nailon (*H. reedi*, ambos sexos) por foco y total. SCR = suma de cuadrados residuales.

Foco	Parámetro			
	a	b	SCR	n
1	1,112 x 10 ⁻⁴	3,397	339,0	389
2				
3				
4				
5	2,479 x 10 ⁻⁴	3,177	534,6	456
6	9,483 x 10 ⁻⁵	3,406	182,1	343
7	6,167 x 10 ⁻⁵	3,555	142,3	171
8	5,540 x 10 ⁻⁵	3,587	312,9	276
9	9,906 x 10 ⁻⁴	2,749	126,8	220
10				
11	5,789 x 10 ⁻⁵	3,570	92,3	100
12	1,073 x 10 ⁻⁴	3,410	187,6	301
13	4,212 x 10 ⁻⁴	3,009	2954,4	1890
14	5,603 x 10 ⁻⁵	3,582	258,7	340
15	3,413 x 10 ⁻⁴	3,058	113,6	200
16	7,350 x 10 ⁻⁵	3,510	494,3	400
17	1,056 x 10 ⁻⁴	3,406	634,6	825
18	2,765 x 10 ⁻⁵	3,801	322,2	322
19				
20	1,788 x 10 ⁻⁴	3,223	333,2	632
21	5,034 x 10 ⁻⁴	2,946	179,7	376
22	3,024 x 10 ⁻⁴	3,113	892,1	894
23	7,416 x 10 ⁻⁵	3,478	144,1	362
24	1,221 x 10 ⁻⁴	3,343	1619,4	2435

4.6. Objetivo Específico N° 1.

4.6.1. Identificación de focos de abundancia.

Los límites de los focos de abundancia de camarón nailon o caladeros en el área de estudio, II a VIII Regiones, 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 macrozonas, las que fueron denominadas arbitrariamente como ZAGs (Zonas de Análisis Geoestadístico), y que incluyeron tanto lances de investigación como lances comerciales (Fig. 25 y 26). Los límites latitudinales de las ZAGs se entregan en la Tabla 15.

En el análisis geoestadístico aplicado para la definición de los focos de abundancia de camarón nailon, se incluyó el 92,7% de los lances de pesca efectivamente realizados entre la II y VIII Regiones (n = 520) (Fig. 25 y 26). 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 24 focos de abundancia o caladeros de camarón nailon entre la III y VIII Regiones (Tabla 16, Fig. 27 y 28). En la II Región, no se detectaron focos de abundancia para el recurso evaluado.

Tabla 15. Límites latitudinales de las Zonas de Análisis Geoestadístico (ZAGs) para camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) y número de lances de pesca involucrados en cada caso.

ZAG	Límites latitudinales (°S)		Número lances
	Norte	Sur	
1	26° 03' 30"	30° 16' 42"	172
2	30° 16' 42"	33° 31' 12"	126
3	33° 31' 12"	36° 44' 41"	182
Total			482

Luego de identificados los focos de abundancia, al interior de éstos, se estableció una grilla de estimación aleatoriamente distribuida. El tamaño de malla de la grilla de estimación correspondió a 100 m. Dado que en ciertos 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 16 se muestra el área de los focos de abundancia dentro y fuera de las 5 mn (ARPA).

Tabla 16. Límites latitudinales de los focos de abundancia de camarón nailon (*H. reedi*) y área (km²) correspondiente entre la II y VIII Regiones.

Caladero	Límites latitudinales (°S)		Area (km ²)
	Norte	Sur	
1	26° 06' 21,6"	26° 06' 59,7"	0,855
2	26° 23' 00,9"	26° 44' 39,6"	72,587
3	26° 53' 14,7"	26° 58' 37,6"	19,731
4	27° 07' 02,6"	27° 36' 47,9"	105,404
5	27° 45' 03,0"	28° 03' 12,7"	46,705
6	28° 11' 09,1"	28° 14' 51,1"	11,767
7	28° 24' 15,8"	28° 58' 33,9"	118,955
8	29° 04' 41,8"	29° 49' 58,2"	229,335
9	29° 52' 00,1"	29° 57' 04,0"	31,169
10	29° 59' 57,2"	30° 14' 02,9"	102,872
11	30° 19' 49,0"	30° 40' 18,4"	80,899
12	30° 49' 28,8"	31° 01' 16,9"	41,803
13	31° 05' 41,1"	31° 32' 11,1"	111,422
14	31° 38' 46,5"	31° 51' 03,9"	55,712
15	31° 58' 11,4"	32° 39' 09,8"	297,026
16	32° 42' 58,0"	33° 02' 40,2"	121,724
17	33° 06' 36,1"	33° 27' 23,7"	127,372
18	33° 32' 03,7"	33° 51' 55,7"	121,616
19	33° 39' 18,8"	33° 42' 12,5"	18,962
20	33° 55' 10,0"	34° 47' 31,5"	309,184
21	34° 49' 50,0"	35° 15' 37,7"	136,586
22	35° 21' 13,4"	35° 26' 40,6"	42,726
23	35° 35' 37,0"	36° 04' 38,1"	286,366
24	36° 02' 43,5"	36° 42' 25,6"	256,335
Total			2747,114

Al respecto, cabe hacer notar que entre la II y VIII Regiones, 77,2% del área de distribución de los focos de abundancia de camarón nailon se encontró fuera del ARPA. En el caso de la macrozona norte, considerada ésta como las Regiones II, III y IV, 58,6% del área de distribución de camarón se encontró dentro del ARPA, mientras que en la macrozona sur, V a VIII Regiones, 98,6% del área de distribución de camarón nailon se encontró fuera del ARPA (Tabla 17).

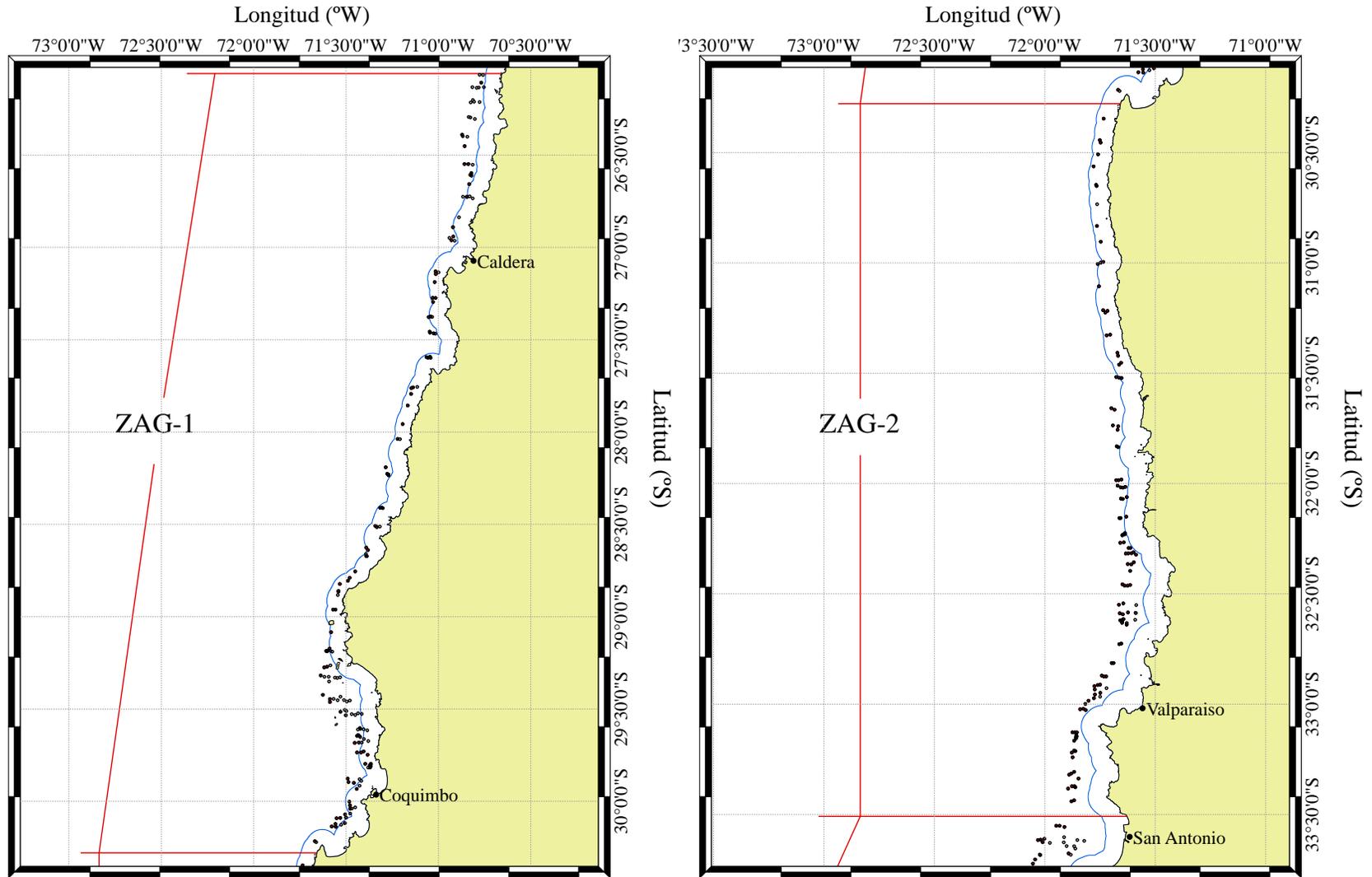


Fig. 25. Disposición espacial de los lances de pesca de camarón nailon entre la II y VIII regiones, año 2013 en las ZAGs 1 y 2. Puntos rojos = lances positivos para camarón; puntos grises = lances negativos.

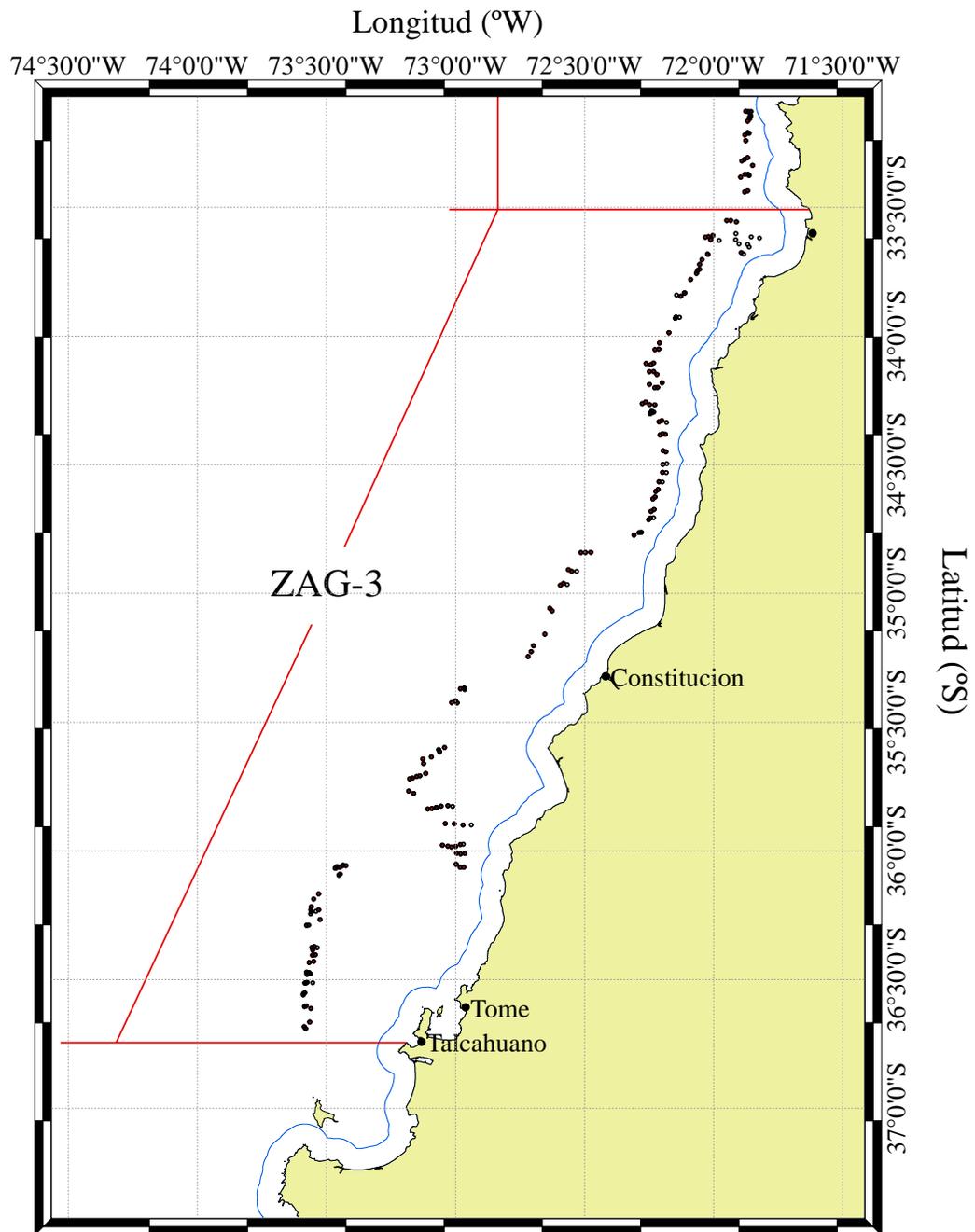


Fig. 26. Disposición espacial de los lances de pesca de camarón nailon entre la II y VIII regiones, año 2012 en la ZAG-3. Puntos rojos = lances positivos para camarón; puntos grises = lances negativos.

Tabla 17. 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		0,0	0,855	100,0	0,855
2	17,840	24,6	54,747	75,4	72,587
3	0,912	4,6	18,819	95,4	19,731
4	70,204	66,6	35,200	33,4	105,404
5	46,705	100,0		0,0	46,705
6	0,537	4,6	11,230	95,4	11,767
7	114,997	96,7	3,958	3,3	118,955
8	65,987	28,8	163,348	71,2	229,335
9	10,889	34,9	20,280	65,1	31,169
10	51,726	50,3	51,146	49,7	102,872
11	80,899	100,0		0,0	80,899
12	35,828	85,7	5,975	14,3	41,803
13	102,929	92,4	8,493	7,6	111,422
14	1,641	2,9	54,072	97,1	55,712
15	23,580	7,9	273,446	92,1	297,026
16	1,119	0,9	120,605	99,1	121,724
17		0,0	127,372	100,0	127,372
18		0,0	121,616	100,0	121,616
19		0,0	18,962	100,0	18,962
20		0,0	309,184	100,0	309,184
21		0,0	136,586	100,0	136,586
22		0,0	42,726	100,0	42,726
23		0,0	286,366	100,0	286,366
24		0,0	256,335	100,0	256,335
Total	625,794	22,8	2121,320	77,2	2747,114

Luego de identificados los focos de abundancia, al interior de éstos, se estableció una grilla de estimación aleatoriamente distribuida. El tamaño de malla de la grilla de estimación correspondió a 100 m. Dado que en ciertos 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 17 se muestra el área de los focos de abundancia dentro y fuera de las 5 mn (ARPA).

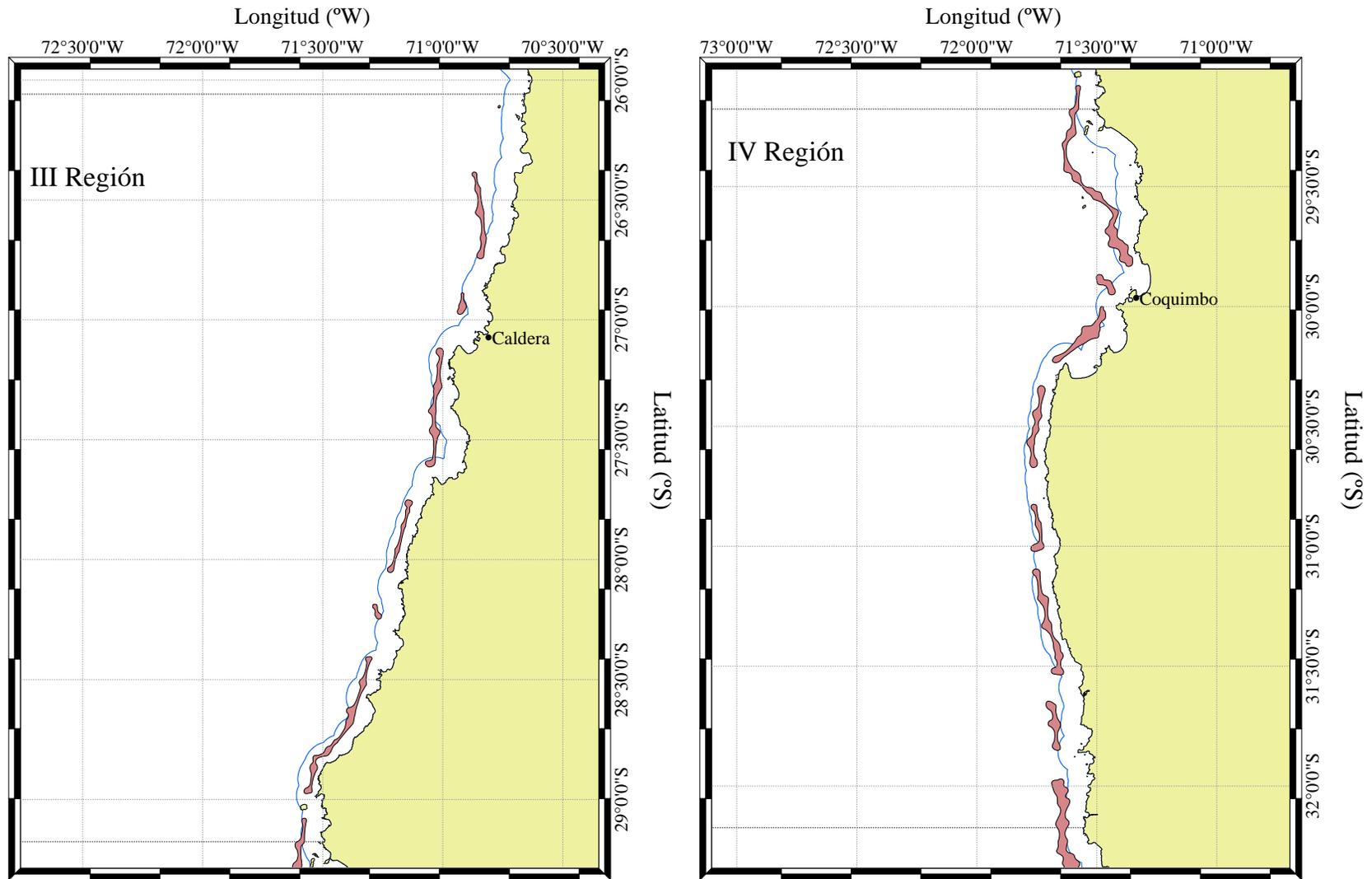


Fig. 27. Disposición espacial de los focos de abundancia de camarón nailon (*H. reedi*) en la III Región (Focos 1 a 8 (parcial), izquierda) y IV Región (Focos 8 a 15 (parcial), derecha). La línea azul representa el límite del Area de Reserva de la Pesca Artesanal (ARPA).

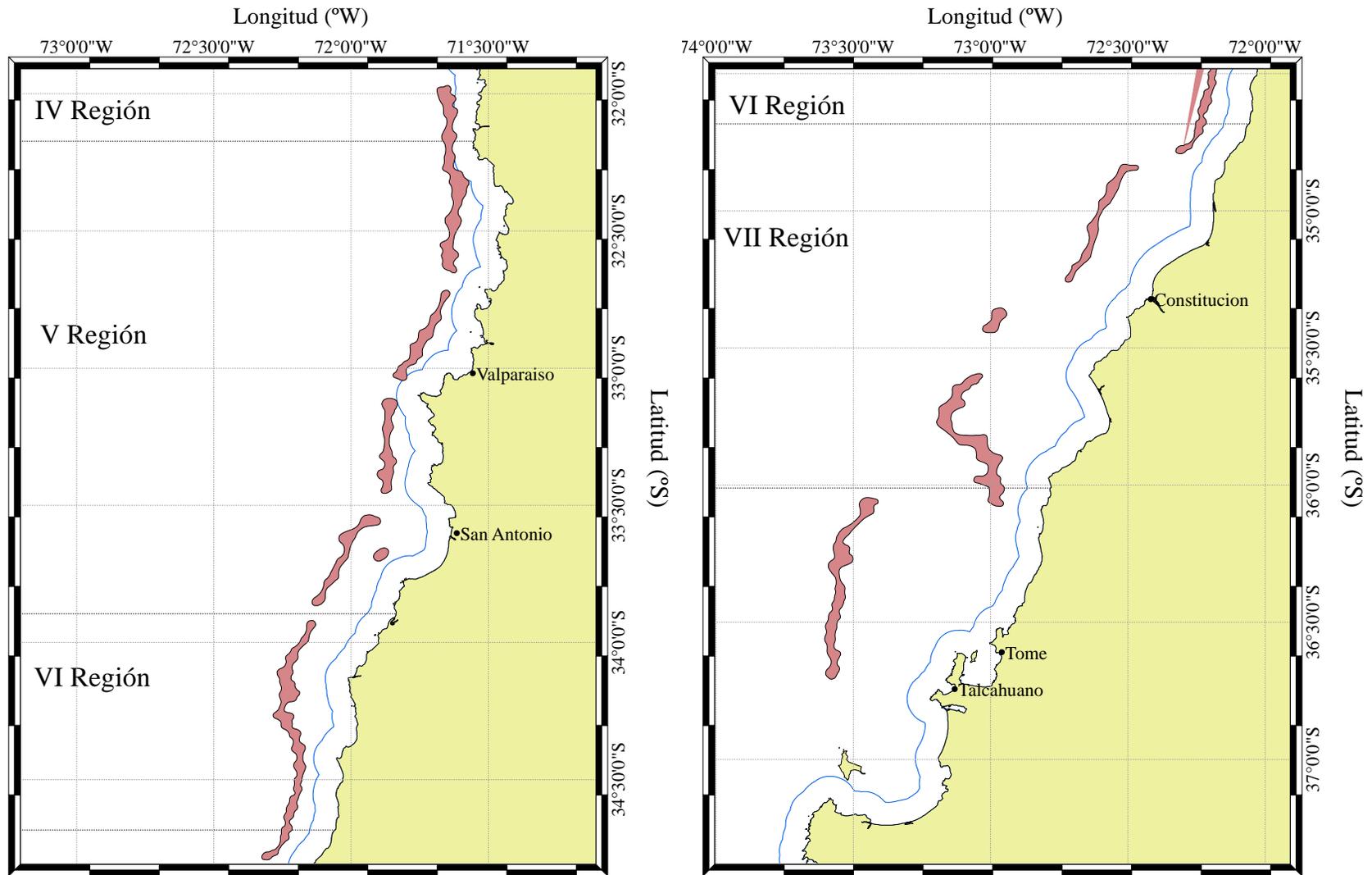


Fig. 28. Disposición espacial de los focos de abundancia de camarón nailon (*H. reedi*) en la V y VI Región (Focos 8 a 20, izquierda) y VII y VIII Región (Focos 20 (parcial) a 24, derecha). La línea azul representa el límite del Area de Reserva de la Pesca Artesanal (ARPA).

4.6.2. Análisis estructural

El análisis de variogramas direccionales no reveló la presencia de efecto anisotrópico de la distribución espacial de las densidades poblacional de camarón nailon en las tres zonas de análisis geoestadístico identificadas. En consecuencia, para caracterizar la distribución espacial de la densidad de camarón nailon se utilizó variogramas isotrópicos. El modelo de variograma teórico que mostró el mejor ajuste, mediante el procedimiento de mínimos cuadrados ponderados (Cressie, 1993) fue el modelo esférico en las tres zonas evaluadas (ZAGs, Tabla 18, Fig. 29).

Tabla 18. Parámetros del variograma teórico según el modelo de variograma teórico ajustado a la distribución espacial de la densidad de camarón nailon (*H. reedi*). VNE: Varianza no explicada.

Parámetro	ZAG-1	ZAG-2	ZAG-3
Modelo	Esférico	Esférico	Esférico
Rango (Km)	9,229	13,625	76,222
Sill	56,464	54,513	306,532
Nugget	38,865	58,736	76,850
VNE (%)	40,769	51,865	20,045

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.

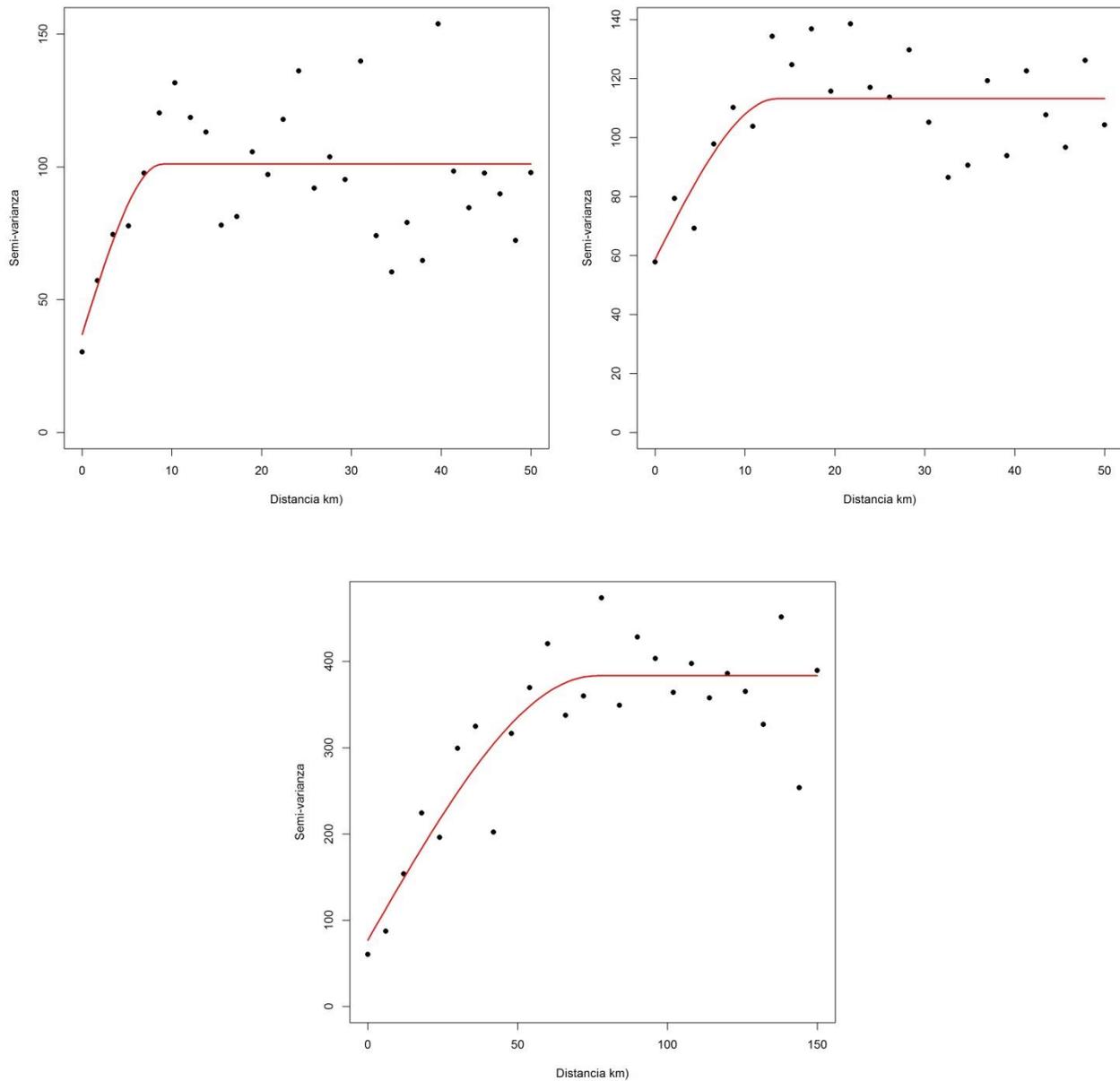


Fig. 29. Variograma experimental (puntos) y variograma teórico (línea continua) de la distribución espacial de camarón nailon (*H. reedi*) en la ZAG-1 (arriba izquierda), ZAG-2 (arriba derecha) y la ZAG-3 (abajo).

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

4.6.3.1. Centro de gravedad e inercia

El centro de gravedad de la densidad poblacional de camarón nailon en el año 2013, para la macrozona norte de la pesquería (II – IV Regiones), se localizó en $30^{\circ}13,7'S$ y $71^{\circ}30,5'W$, con una inercia de $3,290^{\circ}$ en el plano latitudinal y $0,214^{\circ}$ en el plano longitudinal, mientras que en la macrozona sur (V – VIII Regiones), el centro de gravedad de la densidad se encontró en $34^{\circ}46,6'S$, con una inercia de $1,495^{\circ}$ en sentido latitudinal y $72^{\circ}35,5'W$, con una inercia de $0,431^{\circ}$ en el plano longitudinal, respectivamente. El centro de gravedad para toda el área de estudio se encontró en los $33^{\circ}20,5'S$ en el plano latitudinal, con una inercia de $6,5^{\circ}$ (Fig. 30) y $72^{\circ}15,0'W$ en el plano longitudinal, con una inercia de $0,568^{\circ}$.

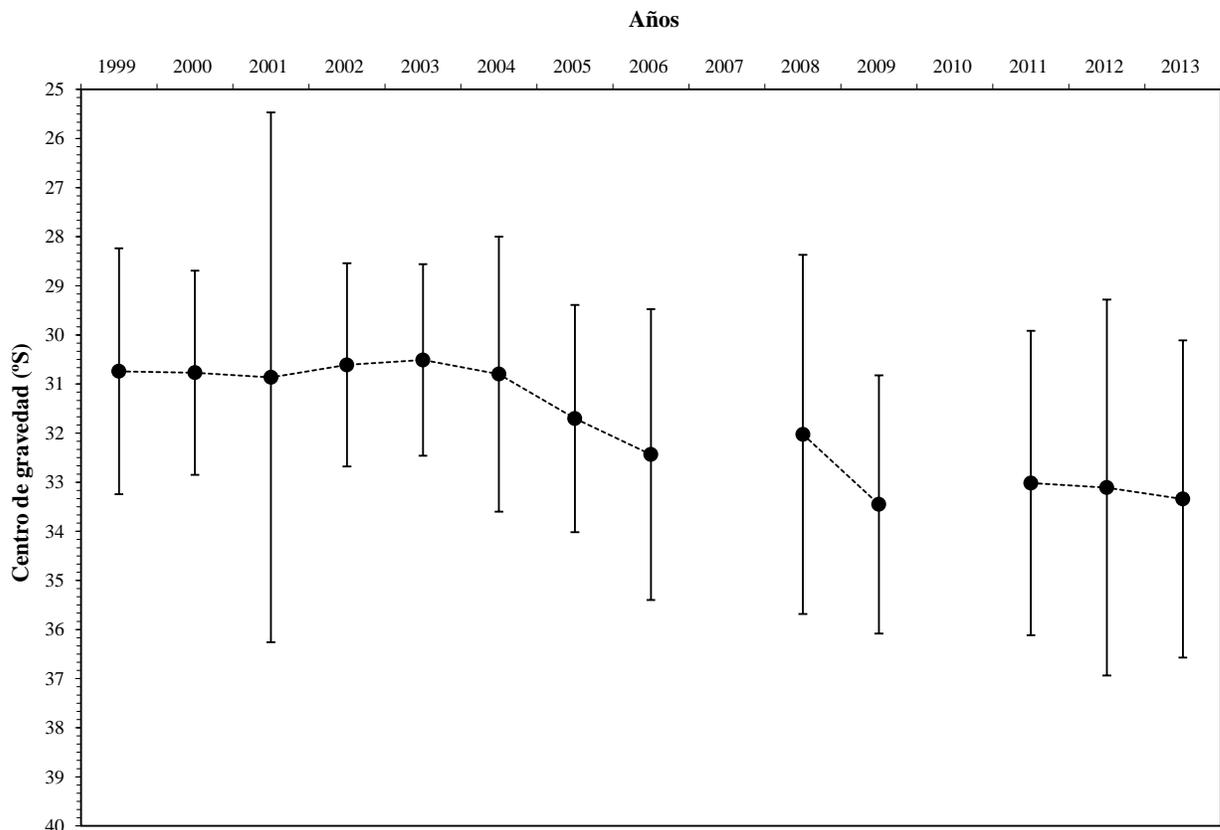


Fig. 30. Centro de gravedad (puntos negros) de la densidad poblacional (ton/Km^2) de camarón nailon (*H. reedi*) en sentido latitudinal entre la II y VIII Regiones. Las barras verticales representan la inercia (*I*).

Al comparar con la disposición del centro de gravedad para años anteriores (1999 a 2006), exceptuando el 2007 y 2010, años en que no se realizó cruceros de evaluación directa, en toda el área de estudio, se observa que existió un desplazamiento hacia el sur del centro de gravedad entre los años 2004 y 2006, manteniéndose tal condición en los últimos años de la serie (Fig. 30).

4.6.3.2. Índice de Gini

El índice de Gini para la macrozona norte (II – IV Regiones) alcanzó a 0,724, mientras que en la macrozona sur (V-VIII Regiones) alcanzó a 0,692. Ambos valores indican que la densidad de camarón nailon en ambas macrozonas se encuentra agregado, con un mayor grado de concentración en la zona norte, en comparación con la zona sur. En comparación con el año 2012, cuando el índice de Gini alcanzó a 0,585 y 0,508 para la macrozona norte y sur, respectivamente, los valores encontrados en el presente año son mayores, principalmente en la macrozona norte, y menor en la zona sur aunque con una diferencia poco relevante, lo que indica un menor grado de concentración de la densidad poblacional de camarón nailon en la macrozona norte y una condición similar entre años en la macrozona sur, como se desprende gráficamente de la observación de las curvas de Lorenz (Fig. 31).

Adicionalmente, en el análisis de la evolución temporal del índice de Gini respecto de la biomasa de camarón nailon entre el año 2000 y 2013, exceptuando el año 2007 y 2010, se observa que entre los años 2000 y 2004, el índice de Gini se mantiene fluctuando alrededor de 0,577, 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 creciente, similar a la tendencia de las biomásas (Fig. 32). Entre 2005 y 2013, el índice de Gini fluctúa alrededor de 0,577. En el año 2013, el índice de Gini para el toda el área de estudio alcanzó a 0,671.

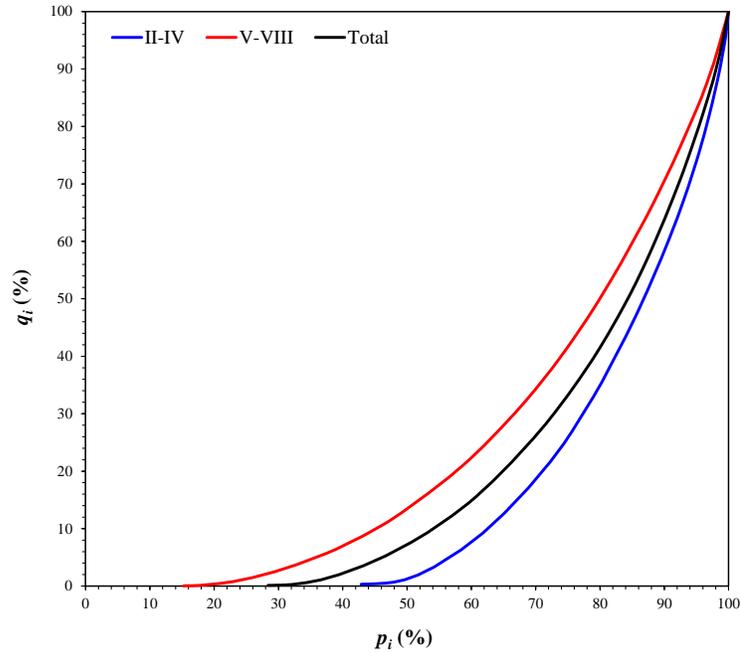


Fig. 31. Curvas de Lorenz para la distribución de la densidad poblacional (ton/Km²) de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) en la unidad de pesquería norte (II-IV Regiones, línea azul), unidad de pesquería sur (V-VIII Regiones, línea roja) y para toda el área de estudio (línea negra).

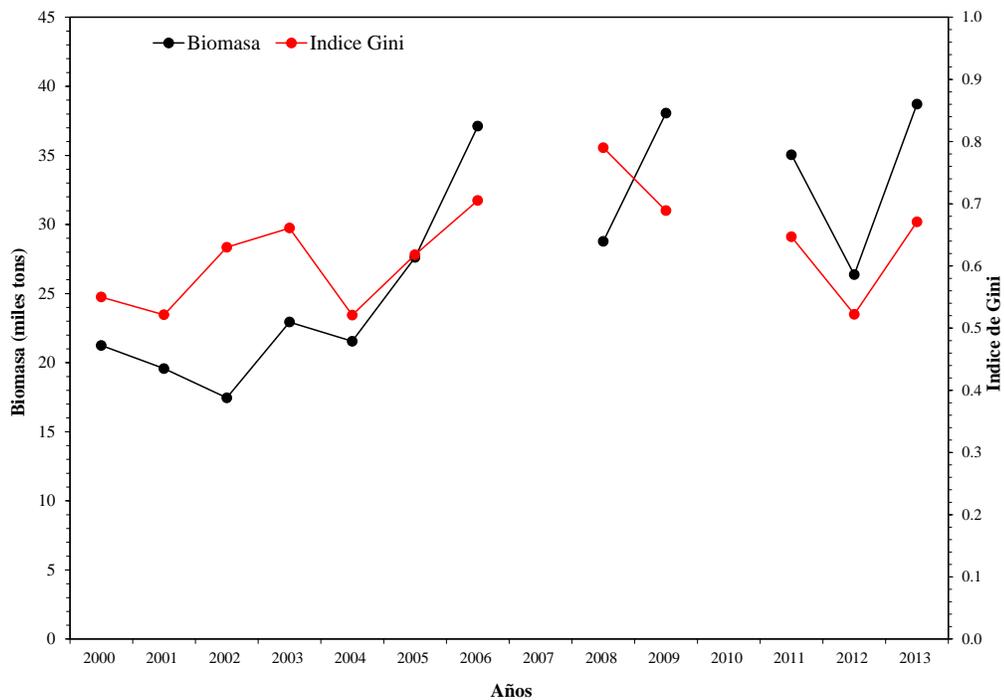


Fig. 32. Evolución temporal del índice de Gini (línea roja) entre el año 2000 y 2013, para la distribución de la densidad poblacional (ton/km²) de camarón nailon (*H. reedi*), y la biomasa total (tons, línea negra) en toda el área de estudio.

4.6.3.2. Medida de la estructuración espacial

La medida de estructuración espacial de camarón nailon alcanzó en promedio a 0,624, indicando que más del 50% de la variabilidad de la densidad poblacional es explicada por los modelos de variograma ajustados. Por zona de análisis geostatístico (ZAG), la estructuración espacial fluctuó entre 0,592 (ZAG-1) y 0,481 (ZAG-2), mientras que la ZAG-3 alcanzó a 0,800.

4.7. Objetivo Específico N° 2

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 (cpua) fueron generados mediante el método intrínseco aplicando kriging ordinario, con lo que se obtuvo 274.766 estimaciones puntuales de densidad local en área de estudio (II a VIII Región). 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.

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 o DENTRO 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 0,813 tons/km² en el Foco 1 (III Región, fuera del ARPA), y 39,920 tons/km² en el Foco 22, fuera del ARPA frente a la VII Región, seguido del Foco 19 (fuera del ARPA) también en la VII Región, con una densidad promedio de 35,717 ton/km² (Tabla 19).

Tabla 19. Densidad poblacional (cpua, ton/km²) promedio, desviación estándar, tamaño de muestra (n) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) de camarón nílón (*H. reedi*) por fracción de área de los focos de abundancia entre la II y VIII Región. ARPA: 1 = DENTRO, 2 = FUERA.

Foco- Sección	ARPA	cpua (ton/km ²)				
		Prom.	D.E.	LI	LS	n
1.1	2	0,813	0,073	0,716	0,986	84
2.1	2	5,150	2,754	0,788	10,243	5319
2.2	1	6,538	2,043	3,434	10,280	1781
2.3	2	4,905	0,461	3,984	5,955	156
3.1	1	5,146	1,200	3,631	7,971	90
3.2	2	11,241	3,280	3,636	17,887	1880
4.1	1	6,577	2,831	3,406	15,963	5848
4.2	2	7,412	0,077	7,162	7,513	147
4.3	2	5,963	1,373	2,569	8,859	3360
4.4	1	7,300	1,618	4,590	9,640	1182
5.1	1	5,664	1,386	3,449	10,290	4678
6.1	2	6,498	0,324	5,871	7,042	1123
6.2	1	6,577	0,043	6,507	6,664	52
7.1	1	7,071	1,706	3,551	11,201	11497
7.2	2	9,125	0,370	8,047	9,907	393
8.1	1	4,638	1,527	1,243	6,163	1314
8.2	2	5,988	0,073	5,838	6,082	32
8.3	2	2,105	0,362	1,264	3,032	173
8.4	1	1,131	0,074	1,015	1,328	75
8.5	2	10,566	6,845	0,115	32,377	16119
8.6	1	4,103	1,723	1,720	9,757	5195
9.1	2	7,654	1,100	5,032	9,240	2026
9.2	1	5,499	0,859	3,759	7,620	1089
10.1	1	3,954	0,745	2,286	5,162	1351
10.2	2	6,425	2,495	2,991	13,823	5122
10.3	1	13,577	4,636	3,805	22,260	1494
10.4	1	8,039	2,171	4,123	12,472	2333
11.1	1	17,252	3,616	13,006	25,983	8067
12.1	1	14,709	2,516	11,310	19,058	3582
12.2	2	18,462	0,293	17,614	19,080	601
13.1	2	15,928	0,141	15,579	16,117	167
13.2	1	10,459	1,821	8,301	16,159	10302
13.3	2	11,108	0,527	9,938	11,936	680
14.1	2	14,934	0,441	14,209	15,939	5408
14.2	1	14,428	0,043	14,340	14,511	166
15.1	2	12,967	0,688	11,641	14,538	7335
15.2	1	13,060	0,088	12,932	13,270	82
15.3	1	13,475	0,722	12,423	14,539	1562
15.4	1	12,365	0,115	12,094	12,635	582
15.5	2	12,351	3,267	4,536	19,914	20011
15.6	1	14,619	0,454	13,433	15,471	139
16.1	2	15,793	4,451	6,524	23,159	12062
16.2	1	19,614	0,479	18,464	20,328	112
17.1	2	12,708	6,451	6,243	32,270	12743
18.1	2	16,320	4,196	8,982	23,952	12164
19.1	2	35,717	5,436	20,629	47,065	1892

Foco- Sección	ARPA	cpua (ton/km ²)				
		Prom.	D.E.	LI	LS	n
20.1	2	17,869	3,847	9,186	28,308	27880
20.2	2	13,763	2,650	10,505	18,981	3059
21.1	2	15,414	3,487	8,230	22,011	13664
22.1	2	39,920	1,869	35,507	43,061	4267
23.1	2	18,690	7,525	4,181	30,022	25627
23.2	2	12,264	1,422	9,743	15,909	3019
24.1	2	19,100	6,303	8,200	37,075	25630

Por región, la mayor densidad promedio de camarón nailon se encontró en la VII Región, con una densidad media de 19,350 tons/km², seguido de la VIII Región, que presentó una densidad media de 18,380 tons/km² (Tabla 20)

Tabla 20. Densidad poblacional (cpua, 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 Región.

Región	cpua (ton/km ²)				
	Prom.	D.E.	Min.	Máx	n
2	--	--	--	--	--
3	6,529	2,502	0,716	17,887	39110
4	11,158	5,324	0,115	32,377	72760
5	14,691	6,209	4,536	47,065	59700
6	17,869	3,847	9,186	28,308	27882
7	19,350	9,002	4,181	43,061	46616
8	18,380	6,338	8,200	37,075	28648

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 38.710,7 toneladas (D.E. = 4.809,7 tons). El intervalo de confianza de la biomasa es entre 38.611,0 tons (límite inferior) y 38.810,4 tons (límite superior). En la Tabla 21 se presenta la biomasa del stock de camarón nailon, por caladero, destacando el Foco 20 con 13,9% de la biomasa total, seguido del Foco 23, con 13,3%, y luego del Foco 24, con 12, 6% de la biomasa total del recurso objetivo en el área de estudio, respectivamente.

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.

Foco	Biomasa (tons)			
	Estimada	E.E.E.	LI	LS
1	0,7	1,3	0,4	1,0
2	398,2	113,6	394,3	402,1
3	216,2	30,9	214,6	217,9
4	682,3	164,9	676,7	687,9
5	264,5	73,1	262,4	266,6
6	76,5	18,4	75,2	77,8
7	849,2	186,1	845,3	853,1
8	1.985,7	358,8	1.977,6	1.993,7
9	215,1	48,8	212,7	217,5
10	772,1	161,0	766,1	778,1
11	1.395,7	112,3	1.393,2	1.398,1
12	637,3	58,0	635,0	639,6
13	1.179,0	154,6	1.175,1	1.182,8
14	831,2	77,3	828,8	833,5
15	3.735,1	412,3	3.726,6	3.743,6
16	1.926,7	168,9	1.923,4	1.930,0
17	1.618,7	176,8	1.615,6	1.621,7
18	1.984,7	258,7	1.980,1	1.989,3
19	677,3	40,3	675,4	679,1
20	5.399,3	657,7	5.390,0	5.408,6
21	2.105,3	290,5	2.100,4	2.110,2
22	1.705,6	90,9	1.702,9	1.708,3
23	5.158,3	609,2	5.149,3	5.167,3
24	4.896,1	545,3	4.889,4	4.902,8
Total	38.710,7	4.809,7	38.611,0	38.810,4

En la Tabla 22, 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 (ARPA). En este sentido, cabe hacer notar que 23,3% de la biomasa de camarón nailon se encontró en los focos o fracciones de focos de abundancia localizados en la VII Región, seguido de la V Región (22,7%). La IV Región aportó con 21,0% de la biomasa total de camarón nailon en el área y período de estudio.

Tabla 22. 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 = DENTRO, 2 = FUERA.

Región, ARPA	Biomasa (tons)		
	Estimada	LI	LS
2,1	0,0	0,0	0,0
2,2	0,0	0,0	0,0
3,1	1.734,0	1.722,2	1.745,7
3,2	820,4	811,8	829,0
4,1	3.960,9	3.945,2	3.976,7
4,2	4.158,6	4.145,0	4.172,1
5,1	114,3	113,0	115,6
5,2	8.657,9	8.641,6	8.674,2
6,1	0,0	0,0	0,0
6,2	4.978,9	4.971,9	4.985,8
7,1	0,0	0,0	0,0
7,2	9.019,6	9.003,0	9.036,1
8,1	0,0	0,0	0,0
8,2	5.266,2	5.257,2	5.275,1
Total	38.710,7	38.611,0	38.810,4

4.7.2. Microceldas de estimación geoestadística

El método de las celdas de integración o estimación geoestadística, permitió estimar una biomasa de camarón nailon que alcanzó a 38.710,3 tons, con intervalos de confianza de 38.204,0 tons, como límite inferior, y 39.216,6 tons, como límite superior, respectivamente. La Tabla 23 entrega los estimadores de biomasa e intervalos de confianza por foco de abundancia.

Tabla 23. Biomasa estimada (toneladas) de camarón nailon (*H. reedi*) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) por foco de abundancia entre la V y VIII Región. Microceldas de estimación geoestadística.

Foco	Biomasa (tons)		
	Estimada	LI	LS
1	0,7	0,6	0,8
2	398,0	386,0	410,0
3	216,0	212,8	219,1
4	682,1	664,8	699,5
5	265,0	257,1	272,8
6	76,4	74,6	78,2
7	848,8	829,2	868,3
8	1.983,7	1.946,6	2.020,7
9	215,0	210,0	219,9
10	772,9	756,4	789,4
11	1.391,7	1.376,6	1.406,9
12	637,8	630,0	645,6
13	1.179,7	1.159,1	1.200,3
14	831,6	821,4	841,8
15	3.736,2	3.683,5	3.788,9
16	1.926,9	1.905,3	1.948,6
17	1.619,4	1.596,8	1.642,0
18	1.985,1	1.960,8	2.009,5
19	675,8	672,0	679,6
20	5.402,8	5.341,3	5.464,4
21	2.106,1	2.077,7	2.134,6
22	1.703,4	1.694,7	1.712,0
23	5.160,0	5.102,7	5.217,3
24	4.895,4	4.844,4	4.946,5
Total	38.710,3	38.204,0	39.216,6

4.8. Objetivo Específico N° 3

4.8.1. Condición reproductiva del camarón nailon

4.8.1.1. Estados de madurez embrionaria de las hembras ovíferas

Durante el período de estudio se analizaron 7.980 hembras ovíferas de camarón nailon con huevos en distintos estados de desarrollo embrionario, sin embargo el 79,14% de las hembras portadoras se encontraba en la estado 3, con un escaso número de estados tempranos (1) y final (4). Las hembras ovíferas analizadas, procedentes de las distintas zonas de pesca, se distribuyeron en los siguientes estados de desarrollo:

- Estado 1: 170 individuos equivalentes al 2,13% del total.
- Estado 2: 1,462 individuos equivalentes al 18,32% del total.
- Estado 3: 6,315 individuos equivalentes al 79,14% del total.
- Estado 4: 33 individuos equivalentes al 0,41% del total.

4.8.1.2. Distribución de hembras ovíferas por Región

Al analizar la distribución de hembras ovíferas por Región, se observó que en todas las regiones el estado de desarrollo predominante era el Estado 3. No se observaron hembras portadoras en la II Región y no se observaron ejemplares en estado 1 (Tabla 24).

4.8.1.3. Distribución de la talla corporal de hembras ovíferas por estado de madurez embrionaria

La longitud cefalotorácica de las hembras ovíferas fluctuó entre un mínimo de 20,8 mm y un máximo de 37,8 mm, determinándose para el total de ejemplares de cada estado de desarrollo, los rangos de talla corporal, talla promedio y su desviación estándar (Tabla 25). Se determinó que la talla promedio de hembras portadoras correspondió a 29,25 mm de LC (D.E. = 2,74 mm) con un mínimo y máximo de 20,8 y 37,8 mm, respectivamente (Fig, 33). Sin embargo, la moda se ubicó entre los 28-31 mm de LC en todos los estados de desarrollo (Tabla 25).

Tabla 24. Distribución por región de las hembras ovíferas de camarón nailon, según estado de desarrollo.

REGIÓN	ESTADO				TOTAL
	1	2	3	4	
III					
Medidos		12	61		73
Pesados		2	17		19
IV					
Medidos	14	51	712		777
Pesados	2	13	246		261
V					
Medidos	47	434	1,820	9	2,310
Pesados	14	129	577	9	729
VI					
Medidos	32	251	1,168	24	1,475
Pesados	10	64	365	24	463
VII					
Medidos	59	531	1,849		2,439
Pesados	13	174	579		766
VIII					
Medidos	18	183	705		906
Pesados	9	55	258		322
Total Medidos	170	1,462	6,315	33	7,980
Total Pesados	48	437	2,042	33	2,560

Tabla 25. Características morfométricas de las hembras de camarón nailon, por estado de desarrollo de los huevos.

DATO	ESTADO				TOTAL
	1	2	3	4	
N	170	1,462	6,315	33	7.980
Prom. LC	30,64	29,62	29,12	29,77	29,25
D.E. LC	2,57	2,76	2,72	3,20	2,74
Mín. LC	24,00	20,80	21,20	23,70	20,80
Máx. LC	35,70	37,80	37,40	34,50	37,80

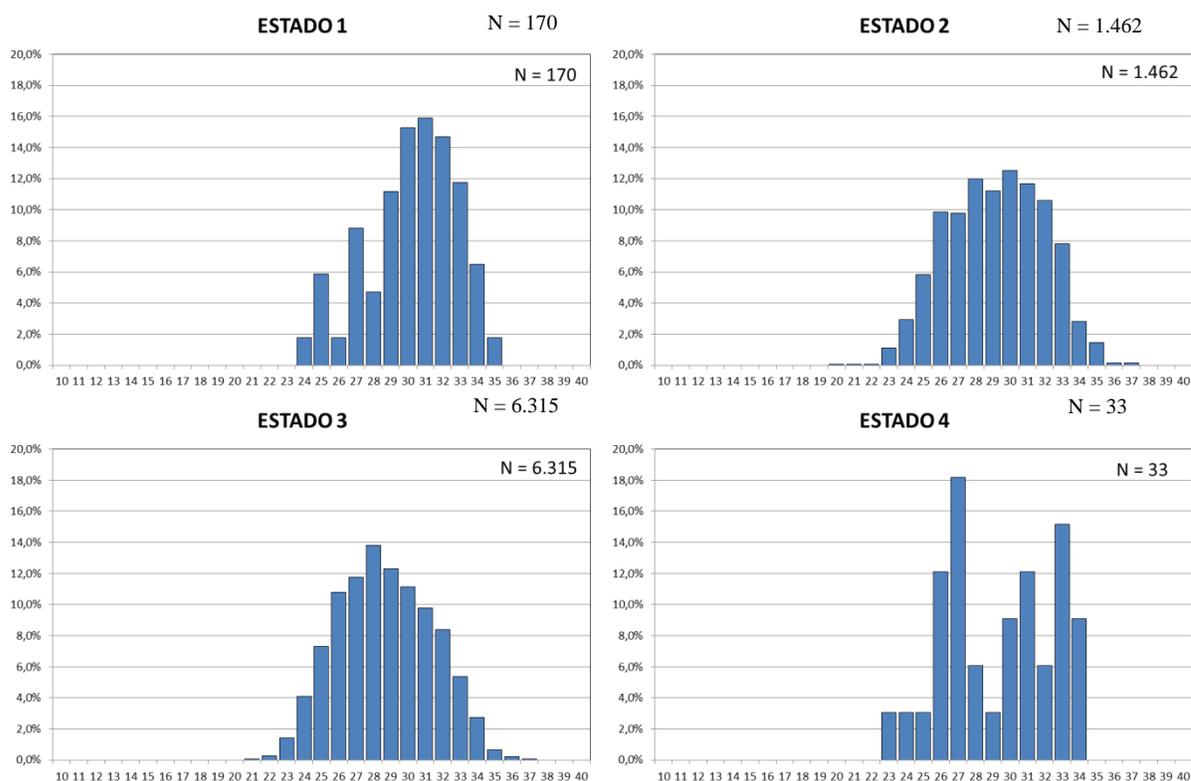


Fig. 33. Distribución de frecuencia de tamaños de las hembras ovíferas de camarón nailon por estado de desarrollo de los huevos.

4.8.1.4. Distribución geográfica global de las hembras ovíferas por estado de madurez embrionaria.

El conjunto de hembras ovíferas analizadas provino de las regiones III-VIII, donde se efectuaron lances de pesca, pero la cantidad de ejemplares procedentes de cada región geográfica fue muy diferente. Las diferentes regiones estuvieron bien representadas en las capturas, encontrándose el máximo entre la IV Región (Tabla 26). A continuación, se indica la distribución de las 7.980 hembras analizadas en cada región geográfica:

III Región	:	73 ejemplares con el 0,91% del total.
IV Región	:	777 ejemplares con el 9,74% del total.
V Región	:	2,310 ejemplares con el 28,95% del total.
VI Región	:	1,475 ejemplares con el 18,48% del total.

VII Región : 2,439 ejemplares con el 30,56% del total.
VIII Región : 906 ejemplares con el 11,35% del total.

La distribución de hembras ovíferas por región, no sólo presentó diferencias importantes en el número de ejemplares examinados, sino también en su estado de maduración (Tabla 26). Los resultados obtenidos en las distintas regiones indicaron que en todas se encontró la mayor proporción de hembras en Estado 3.

4.8.1.5. Distribución batimétrica de las hembras ovíferas según su estado de madurez embrionaria

En el área de estudio, las hembras ovíferas examinadas se capturaron en los lances de pesca efectuados entre 100 y 550 m de profundidad (Tabla 27). Sin embargo, el mayor porcentaje de las hembras ovíferas (39,94%) se obtuvo en los lances efectuados entre 250 y 300 m, seguido del estrato 300-350 m con un 29,89%, siendo escasos los especímenes capturados en los estratos más someros (100-150 m) y profundos (>400 m) con porcentajes menores al 10%,

Tabla 26. Distribución del estado de madurez embrionario de hembras ovíferas de camarón nailon por Región.

REGION	ESTADO				TOTAL
	1	2	3	4	
III					
N		12	61		73
Prom, LC		27,16	27,46		27,41
D,E, LC		3,10	2,00		2,20
Mín, LC		20,80	23,60		20,80
Máx, LC		30,80	33,00		33,00
IV					
N	14	51	712		777
Prom, LC	28,06	27,95	27,70		27,73
D,E, LC	1,99	2,53	2,40		2,40
Mín, LC	25,00	23,50	21,20		21,20
Máx, LC	31,50	33,60	36,60		36,60
V					
N	47	434	1,820	9	2,310
Prom, LC	29,73	28,74	28,62	27,62	28,66
D,E, LC	2,20	2,39	2,49	3,13	2,47
Mín, LC	25,40	21,90	22,10	23,70	21,90
Máx, LC	33,70	33,60	35,40	34,10	35,40
VI					
N	32	251	1,168	24	1,475
Prom, LC	31,57	30,32	30,02	30,58	30,11
D,E, LC	2,37	2,90	2,76	2,89	2,79
Mín, LC	24,80	23,40	23,10	25,40	23,10
Máx, LC	35,40	36,00	36,10	34,50	36,10
VII					
N	59	531	1,849		2,439
Prom, LC	31,59	30,23	29,51		29,72
D,E, LC	2,33	2,60	2,71		2,71
Mín, LC	24,00	23,00	21,70		21,70
Máx, LC	35,60	36,60	37,20		37,20
VIII					
N	18	183	705		906
Prom, LC	30,28	29,59	29,47		29,51
D,E, LC	2,83	3,02	2,73		2,79
Mín, LC	25,60	23,60	22,70		22,70
Máx, LC	35,70	37,80	37,40		37,80

Tabla 27. Distribución de frecuencia por rango de profundidad y estados de madurez de camarón nailon.

RANGO PROF, (m)	ESTADO				TOTAL
	1	2	3	4	
100-150					
N		1			1
%	0,00%	0,07%	0,00%	0,00%	0,01%
150-200					
N	4	16	105	24	149
%	2,35%	1,09%	1,66%	72,73%	1,87%
200-250					
N	35	155	756		946
%	20,59%	10,60%	11,97%	0,00%	11,85%
250-300					
N	63	601	2,523		3,187
%	37,06%	41,11%	39,95%	0,00%	39,94%
300-350					
N	44	488	1,844	9	2,385
%	25,88%	33,38%	29,20%	27,27%	29,89%
350-400					
N	17	146	867		1,030
%	10,00%	9,99%	13,73%	0,00%	12,91%
400-450					
N	6	38	194		238
%	3,53%	2,60%	3,07%	0,00%	2,98%
450-500					
N		10	10		20
%	0,00%	0,68%	0,16%	0,00%	0,25%
500-550					
N	1	7	16		24
%	0,59%	0,48%	0,25%	0,00%	0,30%

4.8.2. Proporción sexual

4.8.2.1. Proporción sexual por Región

En la Tabla 28 y Fig. 34 se muestra la proporción sexual de los ejemplares por región. Las hembras predominan en casi toda el área de estudio, solo se exceptúan la IV Región con una proporción de 1:1 y la VIII Región donde predominan los machos.

Tabla 28. Proporción sexual (%) de los ejemplares de camarón nailon medidos en el muestreo de frecuencia de tallas por región.

REGION	MACHOS	HEMBRAS
3	33,7%	66,3%
4	50,6%	49,4%
5	49,2%	50,8%
6	41,9%	58,1%
7	43,3%	56,7%
8	57,5%	42,5%
TOTAL	47,3%	52,7%

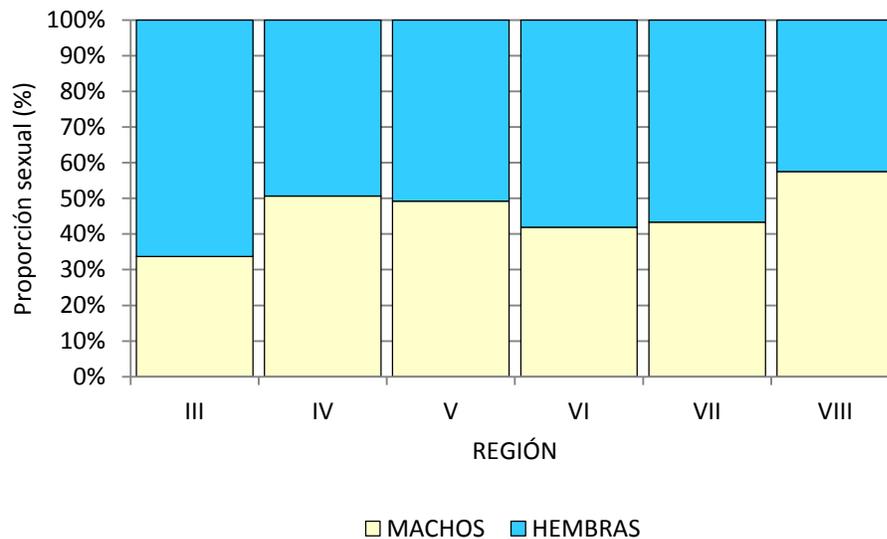


Fig. 34. Proporción sexual de camarón nailon, por región.

4.8.2.2. Proporción sexual por foco de abundancia.

En la proporción sexual de camarón nailon estimada por foco de abundancia se aprecia un claro predominio de los hembras en la mayoría de los focos de abundancia en el área de estudio. En el foco 1 no se obtuvo una muestra significativa por lo cual no fue representado gráficamente.

Con la excepción del foco 3, 13 y 23, en que se observa una proporción de machos mayor o igual al 60%, las hembras predominan en la zona norte y sur, disminuyendo su frecuencia hacia el centro (IV y V Regiones) (Fig. 35).

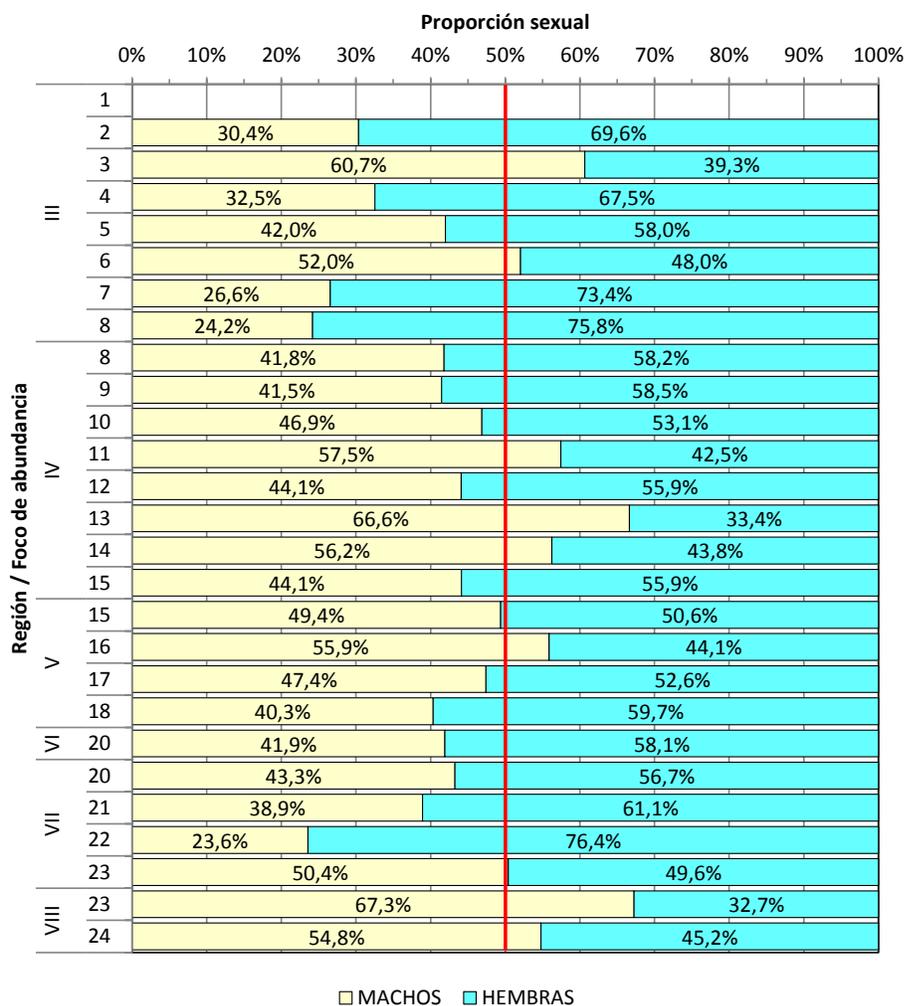


Fig. 35. Proporción sexual de camarón nailon, por foco de abundancia,

4.9. Objetivo Específico N° 4

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

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 42 taxa, de los cuales 17 fueron peces óseos, 9 peces cartilaginosos, 10 crustáceos, 4 moluscos (cefalópodos), 1 mixinoídeo y 1 nudibranquio. Desde el punto de vista de la captura total por especie sin estandarizar (en toneladas), el 43,1% de las capturas corresponden a la especie objetivo (camarón nailon, 77.133,1 kg) y el 56,9% restante correspondió a las especies que componen la fauna acompañante, destacando el langostino amarillo (*C. johni*), langostino colorado (*P. monodon*), merluza común (*M. gayi*) y pejerrata (*N. pulchella*), los que suman el 45,8% de las capturas, incluyendo la especie objetivo (IRRO), y el 80,5% de las capturas cuando solo se considera las especies de la fauna acompañante (IRFA) (Tabla 29).

Respecto a las capturas estandarizadas (CPUE = ton*km⁻²), el 44,6% de las capturas corresponden a camarón nailon y el 55,4% restante corresponde a la fauna acompañante. De esta última, el 91,3% estuvo compuesta sólo por 8 especies, destacando langostino colorado (*P. monodon*), langostino amarillo (*C. johni*), merluza común (*M. gayi*), lenguado de ojos grandes (*H. macrops*), pejerratas (*N. pulchella* y *C. aconcagua*), y jaiba puñete (*L. parabranchia*), las que aportan conjuntamente con el 50,6% respecto a la captura estandarizada total (en peso), incluidas la especie objetivo (camarón nailon = 44,6%) y el 91,3% respecto a la captura estandarizada total (en peso) solo de la fauna acompañante sin incluir al recurso objetivo camarón nailon (Tabla 30).

Tabla 29. Captura por especie de la fauna acompañante asociada a la pesquería de camarón nailon (en kilogramos). IRFA= índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante (se excluye camarón nailon); IRRO= índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso (se incluye camarón nailon) y razón fauna acompañante-camarón nailon (FA/Heteree, %). Clave: 0,0 = <0,05

Nombre científico	Nombre vernacular	Acrónimo	Captura total (kg)	IRRO (%)	IRFA (%)	FA/Heteree
<i>Pleuroncodes monodon</i>	Langostino colorado	Pleumon	35.139,4	19,6	34,5	45,56
<i>Cervimunida johni</i>	Langostino amarillo	Cervjoh	27.664,8	15,5	27,2	35,87
<i>Merluccius gayi</i>	Merluza común	Lophpar	14.302,6	8,0	14,1	18,54
<i>Nezumia pulchella</i>	Pejerrata	Nezupul	4.809,4	2,7	4,7	6,24
<i>Hippoglossina macrops</i>	Lenguado ojos grandes	Merlgay	4.222,0	2,4	4,1	5,47
<i>Coelorinchus aconcagua</i>	Pejerrata	Coelaco	4.132,7	2,3	4,1	5,36
<i>Lophorochinia parabanchia</i>	Jaiba mochilera	Dosigig	2.218,1	1,2	2,2	2,88
<i>Aculeola nigra</i>	Tiburón gato	Halacan	2.011,6	1,1	2,0	2,61
<i>Cancer porteri</i>	Jaiba limón	Genymac	1.618,5	0,9	1,6	0,34
<i>Mursia gaudichaudii</i>	Jaiba paco	Coelchi	755,6	0,4	0,7	0,98
<i>Centroscyllum nigrum</i>	Tiburón	Centnig	714,0	0,4	0,7	0,93
<i>Dipturus chilensis</i>	Raya volantín	Diptfla	658,0	0,4	0,6	0,85
<i>Genypterus maculatus</i>	Congrio negro	Genybla	390,0	0,2	0,4	0,51
<i>Bathyraja multispinis</i>	Raya chica	Aculnig	388,4	0,2	0,4	0,50
<i>Eptatretus polytrema</i>	Anguila babosa	Disctsc	358,2	0,2	0,4	0,46
<i>Epigonus crassicaudus</i>	Besugo	Hippmac	356,0	0,2	0,3	0,46
<i>Trachyrinchus villegai</i>	Pejerrata	Halidio	351,8	0,2	0,3	0,46
<i>Apristurus nasutus</i>	Tiburón	Tracvil	349,8	0,2	0,3	0,45
<i>Haliporoides diomedea</i>	Gamba	Canpor	305,2	0,2	0,3	0,40
<i>Coelorinchus chilensis</i>	Pejerrata	Epigera	260,9	0,1	0,3	2,10
<i>Halaelurus canescens</i>	Tiburón	Centere	202,2	0,1	0,2	0,26
<i>Opisthoteuthis</i> sp.	Pulpo	Aprinas	85,4	0,0	0,1	0,11
Stomatopoda	Zapateador	Bathmul	81,6	0,0	0,1	0,11
<i>Centroscymnus crepidater</i>	Tiburón	Genychi	77,0	0,0	0,1	0,10
<i>Hepatus chilensis</i>	Jaiba puñete	Eptapol	53,0	0,0	0,1	0,07
<i>Libidoclaea granaria</i>	Jaiba araña	Hepachi	47,2	0,0	0,0	0,06
<i>Pachycara suspectum</i>		Stomatopoda	40,6	0,0	0,0	0,05
<i>Discopyge tschudii</i>	Torpedo	Projug	34,0	0,0	0,0	0,04
<i>Dosidicus gigas</i>	Jibia	Mursgau	33,0	0,0	0,0	0,04
<i>Psammobatis scobina</i>	Raya	Callcal	31,6	0,0	0,0	0,04
<i>Ophichthus remiger</i>	Anguila	Pachsus	22,4	0,0	0,0	0,03
<i>Xenomystax atrarius</i>	Anguila	Ohipac	16,6	0,0	0,0	0,02
<i>Genypterus blacodes</i>	Congrio dorado	Libigra	13,0	0,0	0,0	0,02
<i>Callorhynchus callorhynchus</i>	Pejegallos	Psamsco	6,4	0,0	0,0	0,01
<i>Genypterus chilensis</i>	Congrio colorado	Xenoatr	5,0	0,0	0,0	0,01
<i>Prolatilus jugularis</i>	Blanquillo	Opisthoteut	4,0	0,0	0,0	0,01
<i>Aphos porosus</i>	Peje bagre	Congper	1,5	0,0	0,0	0,00
<i>Congiopodus peruanus</i>	Chanchito, Roncador	Aphopor	1,0	0,0	0,0	0,00
<i>Benthoctopus</i> sp.	Pulpo	Benthoctop	0,2	0,0	0,0	0,00
Octopodo	Pulpo	Octopod	0,2	0,0	0,0	0,00
Nudibranchia	Nudibranquio	Nudibranchia	0,1	0,0	0,0	0,00
<i>Glyphocrangon alata</i>	Camarón acorazado	Glypala	0,1	0,0	0,0	0,00

Tabla 30. Captura por unidad de esfuerzo (CPUE, ton/km²) y proporción de lances positivos de las especies que conforman la fauna acompañante en las capturas de camarón nailon. Clave: 0,0 = <0,05

Nombre científico	Nombre vernacular	Acrónimo	CPUE total (ton/km ²)	Lances positivos (%)
<i>Pleuroncodes monodon</i>	Langostino colorado	Pleumon	26,564	17,4
<i>Cervimunida johni</i>	Langostino amarillo	Cervjoh	15,570	20,0
<i>Lophorochinia parabranchia</i>	Jaiba mochilera	Lophpar	10,782	3,2
<i>Nezumia pulchella</i>	Pejerrata	Nezupul	3,274	14,2
<i>Merluccius gayi</i>	Merluza común	Merlgay	2,557	67,0
<i>Coelorinchus aconcagua</i>	Pejerrata	Coelaco	1,771	36,6
<i>Dosidicus gigas</i>	Jibia	Dosigig	1,583	0,4
<i>Halaelurus canescens</i>	Tiburón	Halacan	1,545	2,6
<i>Genypterus maculatus</i>	Congrio negro	Genymac	1,473	3,0
<i>Coelorinchus chilensis</i>	Pejerrata	Coelchi	1,423	3,4
<i>Centroscyllium nigrum</i>	Tiburón	Centnig	1,333	9,2
<i>Dipturus chilensis</i>	Raya volantín	Diptfla	1,224	9,6
<i>Genypterus blacodes</i>	Congrio dorado	Genybla	1,150	0,2
<i>Aculeola nigra</i>	Tiburón gato	Aculnig	1,140	27,6
<i>Discopyge tschudii</i>	Torpedo	Disctsc	1,035	0,6
<i>Hippoglossina macrops</i>	Lenguado ojos grandes	Hippmac	1,022	45,2
<i>Haliporoides diomedea</i>	Gamba	Halidio	1,013	3,8
<i>Trachyrinchus villegai</i>	Pejerrata	Tracvil	0,987	6,6
<i>Cancer porteri</i>	Jaiba limón	Cancpor	0,823	19,8
<i>Epigonus crassicaudus</i>	Besugo	Epigra	0,638	8,4
<i>Centroscymmus crepidater</i>	Tiburón	Centcre	0,631	2,2
<i>Apristurus nasutus</i>	Tiburón	Aprinas	0,603	8,8
<i>Bathyraja multispinis</i>	Raya chica	Bathmul	0,545	10,0
<i>Genypterus chilensis</i>	Congrio colorado	Genychi	0,458	0,2
<i>Eptatretus polytrema</i>	Anguila babosa	Eptapol	0,435	11,2
<i>Hepatus chilensis</i>	Jaiba puñete	Hepachi	0,409	0,8
Stomatopoda	Zapateador	Stomatopoda	0,397	3,6
<i>Prolatilus jugularis</i>	Blanquillo	Proljug	0,342	0,2
<i>Mursia gaudichaudii</i>	Jaiba paco	Mursgau	0,314	30,0
<i>Callorhynchus callorhynchus</i>	Pejegallos	Calcal	0,313	0,4
<i>Pachycara suspectum</i>		Pachsus	0,300	2,4
<i>Ophichthus remiger</i>	Anguila	Ohipac	0,289	1,4
<i>Libidoclaea granaria</i>	Jaiba araña	Libigra	0,185	4,6
<i>Psammobatis scobina</i>	Raya	Psamsco	0,165	1,4
<i>Xenomystax atrarius</i>	Anguila	Xenoatr	0,129	2,4
<i>Opisthoteuthis</i> sp.	Pulpo	Opisthoteut	0,108	12,6
<i>Congiopodus peruanus</i>	Chanchito, Roncador	Congper	0,088	0,2
<i>Aphos porosus</i>	Peje bagre	Aphopor	0,051	0,6
<i>Benthoctopus</i> sp.	Pulpo	Benthoctop	0,018	0,2
<i>Octopodo</i>	Pulpo	Octopod	0,017	0,2
Nudibranchia	Nudibranchio	Nudibranchia	0,010	0,2
<i>Glyphocrangon alata</i>	Camarón acorazado	Glypala	0,005	0,2

4.9.1.2. Distribución latitudinal de la fauna acompañante

Regionalmente, la fauna acompañante exhibe un patrón en el que 3 a 10 especies constituyen de 93% a 97% del total de la CPUE. Al respecto, se observa diferencias entre la composición de las principales especies que componen la fauna acompañante de camarón entre regiones, conformándose dos grandes grupos. En la II y III Regiones las especies que dominan son langostino colorado, langostino amarillo, jaiba puñete (*L. parabranchia*) y pejerrata (*T. villegai* en la II Región). Desde la IV hasta la VIII Regiones las especies que conforman la fracción dominante en la fauna acompañante son las mismas y corresponden a los crustáceos langostino amarillo (*C. johni*) y langostino colorado (*P. monodon*), merluza común (*M. gayi*), y secundariamente pejerratas (*N. pulchela* y *C. Aconcagua*) y lenguado de ojos grandes (*H. macrops*, excepto en la VIII Región). La particularidad en cada Región estuvo dada por el orden de importancia en peso de estas especies (Tabla 31).

Tabla 31. Listado de las especies que conforman la fauna acompañante en las capturas de camarón nailon, ordenados por región. CPUE = captura por unidad de esfuerzo estandarizada; IRFA= índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante (se excluye camarón nailon); IRRO= índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso incluido camarón nailon. Clave: 0,0 = <0,05; CPUEt = suma de las CPUE de la fauna acompañante y la especie objetivo.

Región	Acrónimo	Total lances	Lances positivos (%)	CPUE total por especie (ton*km ⁻²)	IRFA (%)	CPUE total fauna acompañante (ton*km ⁻²)	IRRO (%)	CPUEt (ton*km ⁻²)
II	<i>Lophpar</i>	20	15,0	38,045	35,0	11,361	35,0	17,293
	<i>Pleumon</i>		30,0	31,904	61,1		61,1	
	<i>Tracvil</i>		5,0	3,365	0,9		0,9	
	<i>Aculnig</i>		10,0	1,681	1,0		1,0	
	<i>Coelchi</i>		10,0	1,288	0,7		0,7	
	<i>Merlgay</i>		30,0	0,596	1,0		1,0	
	<i>Opisthoteut</i>		5,0	0,561	0,1		0,1	
	<i>Nezupul</i>		10,0	0,194	0,1		0,1	
	<i>Halacan</i>		5,0	0,112	0,0		0,0	
	<i>Aphopor</i>		10,0	0,057	0,0		0,0	
	<i>Xenoatr</i>		15,0	0,057	0,0		0,0	
	<i>Psamsco</i>		5,0	0,022	0,0		0,0	
III	<i>Pleumon</i>	90	21,1	24,270	30,8	5,451	43,4	17,018
	<i>Cervjoh</i>		22,2	13,053	16,9		23,8	
	<i>Heteree</i>		58,9	8,480	29,0			
	<i>Lophpar</i>		12,2	7,838	6,1		8,7	

Región	Acrónimo	Total lances	Lances positivos (%)	CPUE total por especie (ton*km ⁻²)	IRFA (%)	CPUE total fauna acompañante (ton*km ⁻²)	IRRO (%)	CPUEt (ton*km ⁻²)
	<i>Diptchi</i>		1,1	3,725	0,2		0,3	
	<i>Centnig</i>		3,3	3,020	0,6		0,8	
	<i>Dosigig</i>		1,1	2,991	0,2		0,3	
	<i>Aculnig</i>		23,3	2,228	3,0		4,2	
	<i>Coelaco</i>		18,9	2,120	2,3		3,3	
	<i>Halacan</i>		8,9	2,002	1,0		1,4	
	<i>Hippmac</i>		4,4	1,852	0,6		0,9	
	<i>Coelchi</i>		12,2	1,827	1,4		1,9	
	<i>Merlgay</i>		53,3	1,640	5,3		7,5	
	<i>Nezupul</i>		10,0	1,306	0,8		1,1	
	<i>Opisthoteut</i>		6,7	0,974	0,4		0,5	
	<i>Tracvil</i>		22,2	0,956	1,3		1,8	
	<i>Epigcra</i>		4,4	0,171	0,0		0,1	
	<i>Xenoatr</i>		10,0	0,151	0,1		0,1	
	<i>Mursgau</i>		1,1	0,047	0,0		0,0	
	<i>Callcal</i>		1,1	0,044	0,0		0,0	
	<i>Psamsco</i>		1,1	0,040	0,0		0,0	
	<i>Ohipac</i>		1,1	0,039	0,0		0,0	
	<i>Ahopor</i>		1,1	0,037	0,0		0,0	
	<i>Aprinas</i>		2,2	0,034	0,0		0,0	
	<i>Eptapol</i>		1,1	0,019	0,0		0,0	
	<i>Nudibranchia</i>		1,1	0,010	0,0		0,0	
	<i>Bathmul</i>		1,1	0,008	0,0		0,0	
	<i>Halidio</i>		2,2	0,007	0,0		0,0	
	<i>Glypala</i>		1,1	0,005	0,0		0,0	
IV	<i>Cervjoh</i>	128	35,2	20,647	34,7	6,049	56,0	22,175
	<i>Pleumon</i>		20,3	11,916	13,5		21,8	
	<i>Heteree</i>		67,2	11,384	38,1			
	<i>Merlgay</i>		51,6	3,114	6,9		11,2	
	<i>Hippmac</i>		37,5	1,791	3,1		5,0	
	<i>Halidio</i>		2,3	1,256	0,1		0,2	
	<i>Halacan</i>		2,3	1,206	0,1		0,2	
	<i>Epigcra</i>		5,5	1,097	0,2		0,4	
	<i>Aculnig</i>		18,8	0,919	0,6		1,0	
	<i>Tracvil</i>		4,7	0,893	0,1		0,2	
	<i>Nezupul</i>		11,7	0,893	0,4		0,7	
	<i>Coelaco</i>		24,2	0,888	0,8		1,3	
	<i>Diptchi</i>		3,1	0,887	0,1		0,2	
	<i>Bathmul</i>		2,3	0,732	0,1		0,1	
	<i>Centnig</i>		9,4	0,589	0,2		0,3	
	<i>Eptapol</i>		4,7	0,454	0,1		0,1	
	<i>Stomatop</i>		10,9	0,411	0,2		0,3	
	<i>Proljug</i>		0,8	0,342	0,0		0,0	
	<i>Centre</i>		1,6	0,338	0,0		0,0	
	<i>Coelchi</i>		1,6	0,325	0,0		0,0	
	<i>Pachsus</i>		8,6	0,321	0,1		0,2	
	<i>Aprinas</i>		6,3	0,306	0,1		0,1	
	<i>Cancpor</i>		9,4	0,266	0,1		0,2	
	<i>Mursgau</i>		24,2	0,229	0,2		0,3	
	<i>Ohipac</i>		3,1	0,223	0,0		0,0	

Región	Acrónimo	Total lances	Lances positivos (%)	CPUE total por especie (ton*km ⁻²)	IRFA (%)	CPUE total fauna acompañante (ton*km ⁻²)	IRRO (%)	CPUEt (ton*km ⁻²)
	<i>Lophpar</i>		1,6	0,221	0,0		0,0	
	<i>Hepachi</i>		0,8	0,161	0,0		0,0	
	<i>Opisthoteut</i>		8,6	0,050	0,0		0,0	
	<i>Libigra</i>		2,3	0,047	0,0		0,0	
	<i>Benthoctop</i>		0,8	0,018	0,0		0,0	
	<i>Octopod</i>		0,8	0,017	0,0		0,0	
V	<i>Pleumon</i>	109	3,7	55,915	18,5	3,691	35,7	17,028
	<i>Cervjoh</i>		13,8	12,379	14,0		27,0	
	<i>Heteree</i>		80,7	11,827	48,2			
	<i>Nezupul</i>		18,3	2,270	2,9		5,6	
	<i>Merlgay</i>		74,3	1,866	8,3		16,0	
	<i>Diptchi</i>		14,7	1,366	0,5		0,9	
	<i>Disctsc</i>		1,8	1,278	0,1		0,1	
	<i>Genymac</i>		2,8	1,226	0,3		0,6	
	<i>Coelaco</i>		33,0	1,011	1,3		2,6	
	<i>Halidio</i>		2,8	1,009	0,2		0,5	
	<i>Centnig</i>		16,5	0,838	0,3		0,7	
	<i>Tracvil</i>		4,6	0,752	0,1		0,1	
	<i>Aculnig</i>		30,3	0,689	0,7		1,3	
	<i>Centcre</i>		6,4	0,677	0,1		0,2	
	<i>Aprinas</i>		11,0	0,658	0,3		0,5	
	<i>Hippmac</i>		64,2	0,582	2,4		4,6	
	<i>Genychi</i>		0,9	0,458	0,0		0,0	
	<i>Epigcra</i>		18,3	0,416	0,2		0,5	
	<i>Cancpor</i>		34,9	0,378	0,9		1,8	
	<i>Hepachi</i>		0,9	0,315	0,1		0,1	
	<i>Bathmul</i>		11,9	0,311	0,2		0,3	
	<i>Eptapol</i>		10,1	0,212	0,1		0,2	
	<i>Stomatop</i>		1,8	0,160	0,0		0,0	
	<i>Mursgau</i>		38,5	0,124	0,3		0,5	
	<i>Psamsco</i>		0,9	0,105	0,0		0,0	
	<i>Libigra</i>		8,3	0,067	0,0		0,0	
	<i>Opisthoteut</i>		11,0	0,016	0,0		0,0	
VI	<i>Heteree</i>	44	88,6	16,060	53,2	4,936		27,661
	<i>Pleumon</i>		13,6	14,841	9,3		19,9	
	<i>Cervjoh</i>		9,1	5,271	2,7		5,7	
	<i>Cancpor</i>		34,1	4,880	4,4		9,5	
	<i>Merlgay</i>		88,6	4,443	14,7		31,4	
	<i>Nezupul</i>		34,1	3,398	5,4		11,5	
	<i>Coelaco</i>		63,6	2,276	3,9		8,3	
	<i>Centnig</i>		11,4	1,737	0,5		1,1	
	<i>Aculnig</i>		29,5	1,279	1,0		2,2	
	<i>Hippmac</i>		77,3	1,072	2,5		5,3	
	<i>Halidio</i>		2,3	0,803	0,0		0,1	
	<i>Aprinas</i>		13,6	0,791	0,3		0,6	
	<i>Psamsco</i>		4,5	0,674	0,1		0,2	
	<i>Diptchi</i>		15,9	0,655	0,3		0,6	
	<i>Bathmul</i>		27,3	0,619	0,5		1,0	
	<i>Disctsc</i>		2,3	0,548	0,0		0,1	
	<i>Hepachi</i>		2,3	0,538	0,0		0,1	

Región	Acrónimo	Total lances	Lances positivos (%)	CPUE total por especie (ton*km ⁻²)	IRFA (%)	CPUE total fauna acompañante (ton*km ⁻²)	IRRO (%)	CPUEt (ton*km ⁻²)
	<i>Eptapol</i>		20,5	0,514	0,3		0,6	
	<i>Mursgau</i>		54,5	0,503	0,7		1,6	
	<i>Epicra</i>		4,5	0,463	0,1		0,1	
	<i>Ophirem</i>		2,3	0,442	0,0		0,1	
	<i>Coelchi</i>		2,3	0,269	0,0		0,0	
	<i>Libigra</i>		2,3	0,037	0,0		0,0	
	<i>Opisthoteut</i>		27,3	0,033	0,0		0,1	
VII	<i>Pleumon</i>	58	17,2	45,876	22,4	5,421	47,6	35,351
	<i>Heteree</i>		89,7	20,926	53,0			
	<i>Merlgay</i>		93,1	3,545	9,3		19,9	
	<i>Coelaco</i>		74,1	2,411	5,1		10,8	
	<i>Nezupul</i>		1,7	2,241	0,1		0,2	
	<i>Genymac</i>		6,9	2,049	0,4		0,8	
	<i>Epicra</i>		10,3	1,441	0,4		0,9	
	<i>Hippmac</i>		81,0	1,380	3,1		6,7	
	<i>Hepachi</i>		1,7	1,373	0,1		0,1	
	<i>Tracvil</i>		1,7	1,355	0,1		0,2	
	<i>Aculnig</i>		41,4	1,290	1,5		3,3	
	<i>Halidio</i>		13,8	1,231	0,5		1,0	
	<i>Centcre</i>		1,7	1,115	0,1		0,1	
	<i>Cervjoh</i>	58	5,2	1,041	0,2		0,3	
	<i>Diptchi</i>		12,1	0,945	0,3		0,7	
	<i>Aprinas</i>		13,8	0,799	0,3		0,7	
	<i>Cancpor</i>		31,0	0,747	0,6		1,4	
	<i>Mursgau</i>		60,3	0,732	1,3		2,7	
	<i>Bathmul</i>		20,7	0,696	0,4		0,9	
	<i>Eptapol</i>		27,6	0,662	0,5		1,1	
	<i>Centnig</i>		3,4	0,643	0,1		0,1	
	<i>Ophirem</i>		1,7	0,629	0,0		0,1	
	<i>Coelchi</i>		1,7	0,557	0,0		0,1	
	<i>Stomatop</i>		3,4	0,546	0,1		0,1	
	<i>Callcal</i>		1,7	0,532	0,0		0,1	
	<i>Dosigig</i>		1,7	0,277	0,0		0,0	
	<i>Pachsus</i>		1,7	0,047	0,0		0,0	
	<i>Libigra</i>		3,4	0,046	0,0		0,0	
	<i>Opisthoteut</i>		25,9	0,030	0,0		0,0	
VIII	<i>Pleumon</i>	51	31,4	29,962	23,9	6,656	39,2	39,073
	<i>Cervjoh</i>		25,5	18,590	12,5		20,5	
	<i>Heteree</i>		86,3	17,028	39,2			
	<i>Nezupul</i>		17,6	11,152	7,5		12,4	
	<i>Centnig</i>		11,8	3,496	1,0		1,6	
	<i>Coelaco</i>		54,9	2,879	3,4		5,7	
	<i>Merlgay</i>		80,4	2,647	5,7		9,4	
	<i>Hippmac</i>		45,1	1,840	1,8		2,9	
	<i>Genymac</i>		15,7	1,572	0,5		0,9	
	<i>Diptchi</i>		25,5	1,445	0,8		1,4	
	<i>Genybla</i>		2,0	1,150	0,1		0,1	
	<i>Aculnig</i>		41,2	1,126	1,4		2,2	
	<i>Bathmul</i>		17,6	0,966	0,4		0,6	
	<i>Cancpor</i>		31,4	0,817	0,6		0,9	

Región	Acrónimo	Total lances	Lances positivos (%)	CPUE total por especie (ton*km ⁻²)	IRFA (%)	CPUE total fauna acompañante (ton*km ⁻²)	IRRO (%)	CPUEt (ton*km ⁻²)
	<i>Halidio</i>		3,9	0,817	0,1		0,1	
	<i>Epigcra</i>		5,9	0,655	0,1		0,1	
	<i>Eptapol</i>		25,5	0,629	0,4		0,6	
	<i>Mursgau</i>		33,3	0,609	0,4		0,7	
	<i>Aprinas</i>		15,7	0,588	0,2		0,3	
	<i>Halacan</i>		2,0	0,505	0,0		0,0	
	<i>Centcre</i>		2,0	0,462	0,0		0,0	
	<i>Libigra</i>		15,7	0,430	0,1		0,2	
	<i>Psamsco</i>		3,9	0,110	0,0		0,0	
	<i>Congper</i>		2,0	0,088	0,0		0,0	
	<i>Opisthoteut</i>		11,8	0,032	0,0		0,0	

4.9.1.3. Distribución batimétrica de la fauna acompañante

Batimétricamente se observa un patrón general de distribución de la fauna acompañante (en peso) compuesto principalmente por 3 a 8 especies que aportan entre 93% y 99% del peso total, cuando no se considera la especie objetivo camarón nailon (*H. reedi*) en este recuento. Además, *P. monodon* y *C. johni* son las especies más importantes de la fauna acompañante entre 100 y 300 m de profundidad, acompañadas por *M. gayi*, *H. macrops* y *N. pulchela*. Por el contrario, en el estrato 300 a 400 m de profundidad las especies más importantes son los peces *C. aconcagua* y *M. gayi*. Bajo los 400 m de profundidad las especies con mayor aporte en peso fueron *Aculeola nigra*, *C. aconcagua*, y *T. villegai* con 14,1%, 7,2% y 5%, respectivamente. La particularidad en cada estrato batimétrico está dada por el orden de importancia específica de cada especie del bycatch en la CPUE (Tabla 32).

Tabla 32. Fauna acompañante en las capturas de camarón nailon, ordenados por estratos de profundidad. CPUE = captura por unidad de esfuerzo estandarizada; IRFA= índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante (se excluye los langostinos colorado y amarillo); IRRO= índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso incluido camarón nailon. Clave: 0.0 = <0.05; CPUEt = suma de las CPUE de la fauna acompañante y las especies objetivo.

Prof (m)	Acrónimo	Total lances	Lances positivos (%)	CPUE total por especie (ton*km ⁻²)	IRFA (%)	CPUE total fauna acompañante (ton*km ⁻²)	IRRO (%)	CPUEt (ton*km ⁻²)
<100 - 199	<i>Pleumon</i>	56	28,6	37,193	43,6	6,496	53,1	24,268
	<i>Cervjoh</i>		33,9	12,888	26,0		31,6	
	<i>Heteree</i>		37,5	10,426	17,8			
	<i>Merlgay</i>		57,1	2,584	7,5		9,1	
	<i>Hippmac</i>		62,5	0,859	2,8		3,4	
	<i>Genymac</i>		3,6	4,913	0,4		0,5	
	<i>Nezupul</i>		5,4	5,020	0,4		0,5	
	<i>Mursgau</i>		33,9	0,171	0,3		0,4	
	<i>Cancpor</i>		42,9	0,537	1,1		1,4	
	<i>Coelaco</i>		1,8	1,150	0,0		0,0	
	<i>Centnig</i>		1,8	0,112	0,0		0,0	
	<i>Eptapol</i>		1,8	0,452	0,0		0,0	
	<i>Lophpar</i>		1,8	0,266	0,0		0,0	
	<i>Psamsco</i>		1,8	0,023	0,0		0,0	
	200 - 299	<i>Heteree</i>	209	74,6	13,524	51,8	4,485	
<i>Pleumon</i>			19,1	21,117	14,2		29,5	
<i>Merlgay</i>			73,7	2,628	9,6		19,9	
<i>Cervjoh</i>			20,1	13,261	9,3		19,4	
<i>Nezupul</i>			13,4	3,555	4,4		9,2	
<i>Mursgau</i>			41,1	0,452	0,7		1,5	
<i>Aculnig</i>			14,8	0,797	0,6		1,3	
<i>Cancpor</i>			30,6	1,128	1,5		3,1	
<i>Hippmac</i>			65,1	1,046	3,1		6,4	
<i>Coelaco</i>			39,7	1,795	3,0		6,2	
<i>Genymac</i>			5,3	1,035	0,3		0,6	
<i>Aprinas</i>			6,2	0,476	0,2		0,3	
<i>Bathmul</i>			10,5	0,449	0,2		0,5	
<i>Eptapol</i>			11,0	0,329	0,2		0,4	
<i>Halidio</i>			1,4	1,013	0,2		0,4	
<i>Centnig</i>			3,8	0,902	0,1		0,2	
<i>Diptchi</i>			5,3	0,694	0,1		0,2	
<i>Epigcra</i>			4,3	0,421	0,1		0,2	
<i>Stomatop</i>			3,8	0,433	0,1		0,1	
<i>Coelchi</i>			0,5	0,269	0,0		0,0	
<i>Centcre</i>			1,4	0,926	0,0		0,1	
<i>Disctsc</i>			0,5	0,548	0,0		0,0	
<i>Dosigig</i>		0,5	0,277	0,0		0,0		

Prof (m)	Acrónimo	Total lances	Lances positivos (%)	CPUE total por especie (ton*km⁻²)	IRFA (%)	CPUE total fauna acompañante (ton*km⁻²)	IRRO (%)	CPUEt (ton*km⁻²)
	<i>Genychi</i>		0,5	0,458	0,0		0,0	
	<i>Hepachi</i>		1,0	0,339	0,0		0,1	
	<i>Libigra</i>		6,7	0,066	0,0		0,0	
	<i>Lophpar</i>		0,5	2,165	0,0		0,1	
	<i>Ophirem</i>		0,5	0,442	0,0		0,0	
	<i>Opisthoteut</i>		13,4	0,026	0,0		0,0	
	<i>Pachsus</i>		1,9	0,368	0,0		0,0	
	<i>Psamsco</i>		1,4	0,170	0,0		0,1	
	<i>Tracvil</i>		1,4	0,604	0,0		0,1	
	<i>Xenoatr</i>		0,5	0,038	0,0		0,0	
300 - 399	<i>Heteree</i>	175	79,4	14,798	46,5	5,102		25,744
	<i>Cervjoh</i>		20,0	24,257	17,8		33,3	
	<i>Pleumon</i>		17,1	20,014	12,4		23,2	
	<i>Merlgay</i>		64,0	2,688	6,6		12,4	
	<i>Aculnig</i>		45,1	1,134	1,9		3,5	
	<i>Diptchi</i>		16,0	1,256	0,7		1,4	
	<i>Epigcra</i>		16,0	0,813	0,5		0,9	
	<i>Coelaco</i>		46,9	1,791	3,1		5,7	
	<i>Eptapol</i>		17,7	0,588	0,4		0,7	
	<i>Hippmac</i>		29,7	1,149	1,3		2,5	
	<i>Lophpar</i>		5,1	15,377	3,1		5,8	
	<i>Nezupul</i>		17,7	2,794	2,2		4,1	
	<i>Aprinas</i>		14,3	0,645	0,3		0,6	
	<i>Bathmul</i>		13,1	0,613	0,3		0,5	
	<i>Halidio</i>		7,4	1,060	0,3		0,5	
	<i>Tracvil</i>		9,1	0,821	0,3		0,5	
	<i>Coelchi</i>		4,0	1,492	0,2		0,4	
	<i>Halacan</i>		2,9	2,245	0,2		0,4	
	<i>Mursgau</i>		22,9	0,190	0,2		0,3	
	<i>Cancpor</i>		5,7	0,253	0,1		0,1	
	<i>Centcre</i>		3,4	0,503	0,1		0,1	
	<i>Centnig</i>		16,6	1,632	1,0		1,9	
	<i>Dosigig</i>		0,6	2,991	0,1		0,1	
	<i>Libigra</i>		4,6	0,418	0,1		0,1	
	<i>Opisthoteut</i>		16,6	0,207	0,1		0,2	
	<i>Stomatop</i>		5,1	0,370	0,1		0,1	
	<i>Ahopor</i>		1,1	0,057	0,0		0,0	
	<i>Callcal</i>		0,6	0,532	0,0		0,0	
	<i>Congper</i>		0,6	0,088	0,0		0,0	
	<i>Disctsc</i>		0,6	1,196	0,0		0,0	
	<i>Genybla</i>		0,6	1,150	0,0		0,0	
	<i>Genymac</i>		1,1	0,664	0,0		0,0	
	<i>Glypala</i>		0,6	0,005	0,0		0,0	
	<i>Hepachi</i>		1,1	0,728	0,0		0,1	

Prof (m)	Acrónimo	Total lances	Lances positivos (%)	CPUE total por especie (ton*km ⁻²)	IRFA (%)	CPUE total fauna acompañante (ton*km ⁻²)	IRRO (%)	CPUEt (ton*km ⁻²)
	<i>Octopod</i>		0,6	0,017	0,0		0,0	
	<i>Ophipac</i>		2,9	0,261	0,0		0,1	
	<i>Pachsus</i>		4,0	0,291	0,0		0,1	
	<i>Proljug</i>		0,6	0,342	0,0		0,0	
	<i>Psamsco</i>		1,1	0,495	0,0		0,0	
	<i>Xenoatr</i>		2,9	0,044	0,0		0,0	
>400	<i>Heterree</i>	60	76,7	10,954	63,4	3,856		14,211
	<i>Lophpar</i>		8,3	11,179	4,9		13,5	
	<i>Cervjoh</i>		6,7	16,356	5,7		15,5	
	<i>Merlgay</i>		61,7	1,516	5,6		15,2	
	<i>Nezupul</i>		15,0	2,003	1,8		5,0	
	<i>Tracvil</i>		23,3	1,299	1,8		4,8	
	<i>Diptchi</i>		15,0	1,790	1,7		4,6	
	<i>Coelaco</i>		28,3	1,539	2,6		7,2	
	<i>Halacan</i>		13,3	1,081	0,8		2,2	
	<i>Pleumon</i>		1,7	6,428	0,7		1,9	
	<i>Aculnig</i>		46,7	1,866	5,2		14,1	
	<i>Coelchi</i>		15,0	1,503	1,4		3,8	
	<i>Bathmul</i>		8,3	0,906	0,5		1,4	
	<i>Aprinas</i>		10,0	0,884	0,5		1,5	
	<i>Halidio</i>		5,0	0,813	0,3		0,7	
	<i>Hippmac</i>		5,0	3,727	1,1		3,0	
	<i>Mursgau</i>		8,3	0,407	0,2		0,6	
	<i>Epigcra</i>		8,3	0,382	0,2		0,5	
	<i>Disctsc</i>		1,7	1,358	0,1		0,4	
	<i>Cancpor</i>		1,7	1,342	0,1		0,4	
	<i>Centnig</i>		13,3	1,149	1,0		2,6	
	<i>Centcre</i>		3,3	0,572	0,1		0,3	
	<i>Xenoatr</i>		10,0	0,218	0,1		0,4	
	<i>Opisthoteut</i>		10,0	0,140	0,1		0,2	
	<i>Stomatop</i>		1,7	0,368	0,0		0,1	
	<i>Ophirem</i>		1,7	0,276	0,0		0,1	
	<i>Pachsus</i>		1,7	0,092	0,0		0,0	
	<i>Calcal</i>		1,7	0,044	0,0		0,0	
	<i>Aphopor</i>		1,7	0,037	0,0		0,0	
	<i>Libigra</i>		1,7	0,034	0,0		0,0	
	<i>Psamsco</i>		1,7	0,022	0,0		0,0	
	<i>Eptapol</i>		1,7	0,019	0,0		0,0	
	<i>Benthoctop</i>		1,7	0,018	0,0		0,0	
	<i>Nudibranchia</i>		1,7	0,010	0,0		0,0	

4.9.2. Identificación y caracterización espacial de las asociaciones específicas

El número de especies con aporte en peso mayor a 0,1% fue 21, destacando *P. monodon*, *C. johni*, *M. gayi*, *N. pulchella*, y *H. macrops* (Tabla 33).

Tabla 33. Especies con aportes mayores a 0,1% respecto a la captura de la fauna acompañante utilizados en los análisis multivariados; nances = 500. IRFA= importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante.

Nombre científico	Acrónimo	IRFA (%)
<i>Pleuroncodes monodon</i>	Pleumon	34,5
<i>Cervimunida johni</i>	Cervjoh	27,2
<i>Merluccius gayi</i>	Merlgay	14,1
<i>Nezumia pulchella</i>	Nezupul	4,7
<i>Hippoglossina macrops</i>	Hippmac	4,1
<i>Coelorinchus aconcagua</i>	Coelaco	4,1
<i>Lophorochinia parabanchia</i>	Lophpar	2,2
<i>Aculeola nigra</i>	Aculnig	2,0
<i>Cancer porteri</i>	Coelchi	1,6
<i>Mursia gaudichaudii</i>	Mursgau	0,7
<i>Centroscyllum nigrum</i>	Centnig	0,7
<i>Dipturus chilensis</i>	Diptchi	0,6
<i>Genypterus maculatus</i>	Genymac	0,4
<i>Bathyraja multispinis</i>	Bathmul	0,4
<i>Eptatretus polytrema</i>	Eptapol	0,4
<i>Epigonus crassicaudus</i>	Epigcra	0,3
<i>Trachyrinchus villegai</i>	Tracvil	0,3
<i>Apristurus nasutus</i>	Aprinas	0,3
<i>Haliporoides diomedea</i>	Halidio	0,3
<i>Coelorinchus chilensis</i>	Coelchi	0,3
<i>Halaelurus canescens</i>	Halacan	0,2

4.9.3. Identificación de asociaciones específicas

De acuerdo a la matriz de similitud de Bray-Curtis, el análisis de dendrograma permite distinguir tres grupos de estaciones (celdas latitud-profundidad), las cuales presentan una estructura de CPUE de especies con similitud mayor o igual a 20% (Fig. 36).

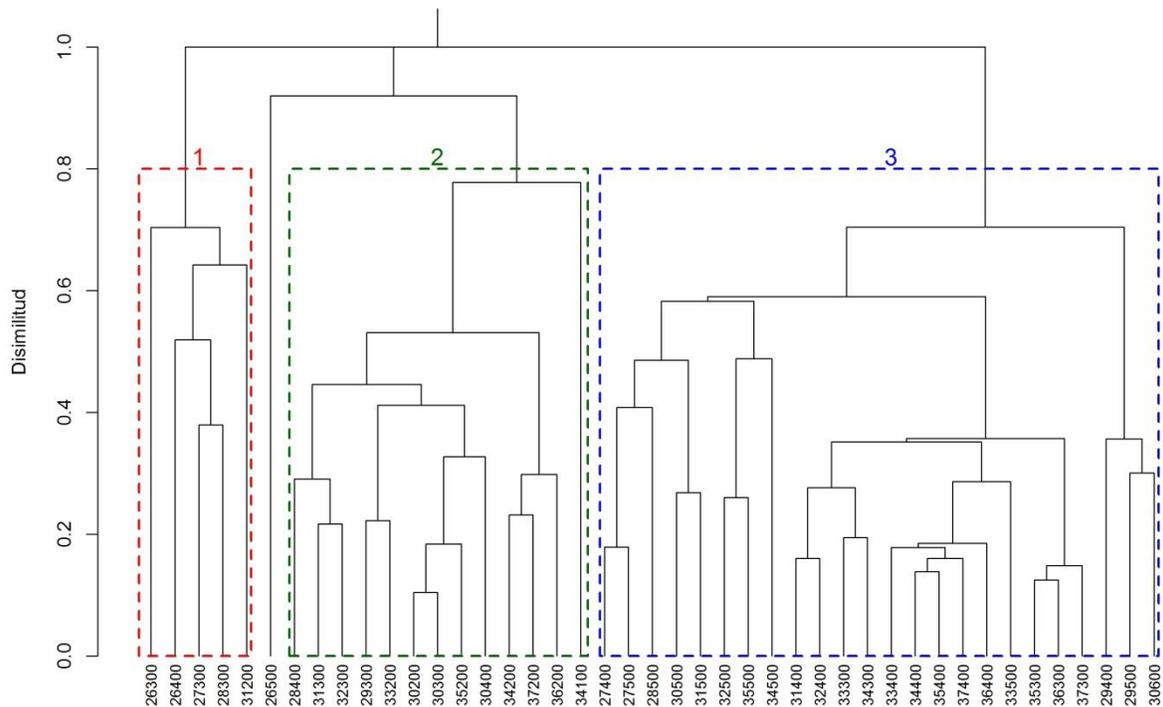


Fig. 36. Análisis de clasificación de la CPUE de la fauna acompañante presente en las capturas de camarón nailon de las Regiones II a VIII; $n_{\text{lances}}: 500$. Nomenclatura: 1, 2 y 3 corresponden a los grupos de estaciones de muestreo (celdas) o ensambles identificados.

El análisis de ordenación mediante escalamiento multidimensional (multi-dimensional scaling, MDS) distinguió, con un nivel de significancia moderadamente alto (Stress: $p = 0,15$), los mismos tres grupos de estaciones (celdas) que el análisis de clasificación (Fig. 37), lo que permite validar el criterio de corte de 20% de similitud en el dendrograma e identificar la existencia de tres ensambles comunitarios de la fauna acompañante en el presente proyecto (Fig. 38).

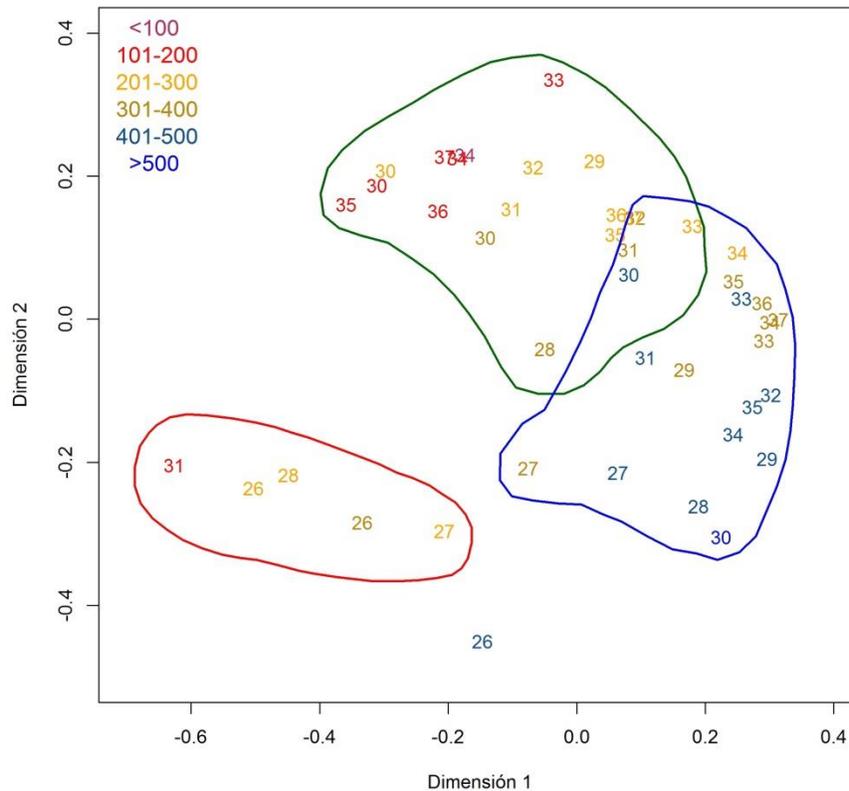


Fig. 37. Análisis de ordenación (MDS) de la CPUE ($\text{ton} \cdot \text{km}^{-2}$) de la fauna acompañante presente en las capturas de camarón nailon de las Regiones II a VIII. Los números corresponden a la latitud y los colores a la profundidad. $n_{\text{lances}} = 500$.

Latitudinalmente, el ensamble 1 se encuentra en la zona centro-norte (26°S a 31°S), mientras que los ensambles 2 y 3 se distribuyen en toda la zona de estudio (27°S a 37°S). Batimétricamente, los ensambles se distribuyen en diferentes estratos, quedando en evidencia su superposición. El ensamble 1 se encuentra entre 200 y 400 m de profundidad asociado al talud superior, mientras que el ensamble 2 se encuentra mayormente entre 100 y 400 m de profundidad, aunque los lances están asociados mayormente al talud superior. El ensamble 3 se encuentra entre 300 y >500 m de profundidad.

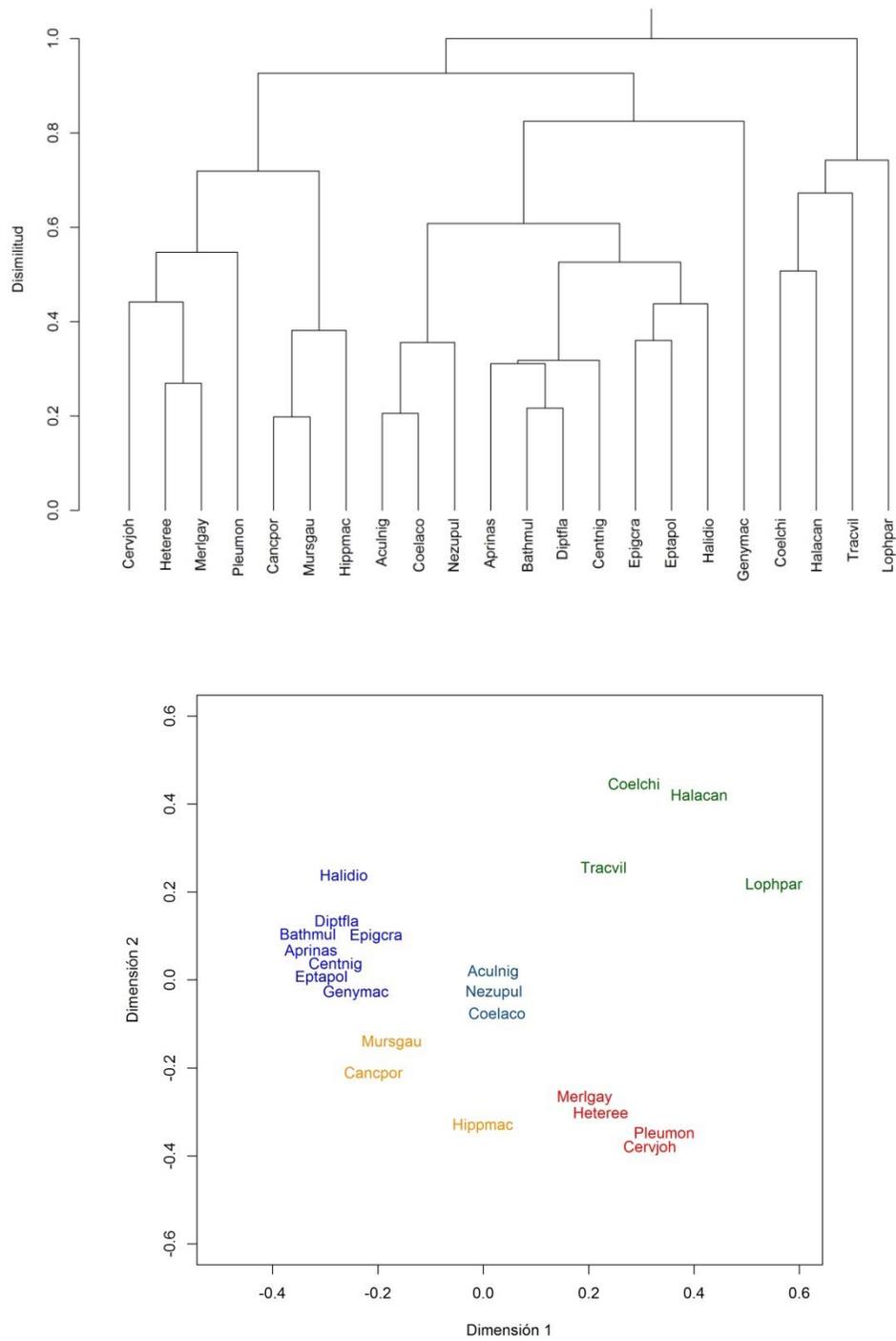


Fig. 38. Análisis de clasificación (cluster, arriba) y de ordenación (MDS, abajo) de la CPUE de la fauna acompañante presente en las capturas de camarón nailon de las Regiones II a VIII; $n_{\text{lances}}: 500$.

Las especies presentes en las asociaciones específicas se muestran en la Tabla 34; acá también son pocas las especies (4 a 6), las que en conjunto aportan con más de 90% a la CPUE total. En el ensamble 1 las especies de mayor importancia respecto a la CPUE total de la fauna acompañante fueron *P. monodon* y *M. gayi*. En el ensamble 2 las especies más importantes del bycatch fueron *P. monodon*, *C. johni*, *M. gayi* y *H. macrops*; en tanto en el ensamble 3 las especies más importante respecto a la CPUE total del bycatch fueron pejerratas (*C. aconcagua*, *N. pulchella*, y *T. villegai*) y tiburones de profundidad (*A. nigra* y *C. nigrum*).

Tabla 34. Fauna acompañante en las capturas de camarón nailon, ordenados por ensambles identificados mediante métodos de clasificación y ordenación. CPUE = captura por unidad de esfuerzo; IRFA= importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante (se excluye camarón nailon); IRRO= importancia relativa respecto a la captura total en peso del recurso objetivo (se incluye camarón nailon). Clave: 0.0 = <0.05; CPUEt = suma de las CPUE de la fauna acompañante y las especies objetivo.

Ensamble	Acrónimo	CPUE total por especie (ton*km-2)	IRFA (%)	CPUE total fauna acompañante (ton*km-2)	IRRO (%)	CPUEt (ton*km-2)
1	<i>Pleumon</i>	208,711	92,46	225,8	92,33	226,1
	<i>Heteree</i>	0,322			0,14	
	<i>Aculnig</i>	0,544	0,24		0,24	
	<i>Aprinas</i>	0,008	0,00		0,01	
	<i>Coelaco</i>	0,026	0,01		0,01	
	<i>Coelchi</i>	0,537	0,24		0,24	
	<i>Halacan</i>	0,023	0,01		0,01	
	<i>Lophpar</i>	14,259	6,32		6,31	
	<i>Merlgay</i>	0,655	0,29		0,29	
	<i>Nezupul</i>	0,119	0,05		0,05	
	<i>Tracvil</i>	0,841	0,37		0,37	
2	<i>Cervjoh</i>	86,1	33,97	253,4	27,44	313,7
	<i>Pleumon</i>	122,3	48,25		38,98	
	<i>Heteree</i>	60,3			19,22	
	<i>Aculnig</i>	0,4	0,14		0,11	
	<i>Cancpor</i>	1,9	0,74		0,60	
	<i>Coelaco</i>	1,4	0,57		0,46	
	<i>Epigcra</i>	0,2	0,09		0,07	
	<i>Eptapol</i>	0,1	0,04		0,03	
	<i>Genymac</i>	0,3	0,12		0,10	
	<i>Hippmac</i>	9,0	3,57		2,88	
	<i>Lophpar</i>	3,2	1,25		1,01	
	<i>Merlgay</i>	25,6	10,10		8,16	
	<i>Mursgau</i>	1,0	0,40		0,33	

Ensamble	Acrónimo	CPUE total por especie (ton*km-2)	IRFA (%)	CPUE total fauna acompañante (ton*km-2)	IRRO (%)	CPUEt (ton*km-2)
	<i>Nezupul</i>	1,8	0,73		0,59	
	<i>Tracvil</i>	0,0	0,02		0,01	
3	<i>Cervjoh</i>	26,399	12,36	213,5	5,22	505,7
	<i>Pleumon</i>	41,220	19,31		8,15	
	<i>Heteree</i>	292,166			57,78	
	<i>Aculnig</i>	15,702	7,35		3,11	
	<i>Aprinas</i>	3,312	1,55		0,66	
	<i>Bathmul</i>	2,756	1,29		0,55	
	<i>Cancpor</i>	3,372	1,58		0,67	
	<i>Coelaco</i>	18,661	8,74		3,69	
	<i>Coelchi</i>	1,869	0,88		0,37	
	<i>Centnig</i>	5,454	2,55		1,08	
	<i>Diptfla</i>	6,328	2,96		1,25	
	<i>Epigcra</i>	2,328	1,09		0,46	
	<i>Eptapol</i>	1,470	0,69		0,29	
	<i>Genymac</i>	0,724	0,34		0,14	
	<i>Halacan</i>	1,409	0,66		0,28	
	<i>Halidio</i>	1,964	0,92		0,39	
	<i>Hippmac</i>	8,875	4,16		1,76	
	<i>Lophpar</i>	7,185	3,37		1,42	
	<i>Merlgay</i>	41,524	19,45		8,21	
	<i>Mursgau</i>	2,365	1,11		0,47	
	<i>Nezupul</i>	18,053	8,46		3,57	
	<i>Tracvil</i>	2,530	1,18		0,50	

4.9.4. Detección de diferencias entre asociaciones

4.9.4.1. Análisis de similitud (ANOSIM)

De acuerdo al criterio de clasificación utilizando la matriz de similitud de Bray-Curtis, los ensambles identificados (con un nivel de similitud $\geq 20\%$) son estadísticamente distintos entre sí, lo que se observa en los valores de contraste entre los ensambles (Tabla 35), pues todos son mayores o iguales a 0,5. La interpretación es que, comunitariamente, existen diferencias entre los grupos, aun cuando se encuentren en una misma área geográfica. Estas diferencias están dadas principalmente por la variación en los valores de CPUE de *P. monodon*, *C. johni*, *M. gayi* y *N. pulchela*.

Tabla 35. Análisis de Similitud (ANOSIM) para probar la existencia de diferencias significativas entre los ensambles identificados desde la matriz de similitud de Bray-Curtis; $p = 0,001$. Los ensambles son identificados con números arábigos.

Contraste ensambles	R	R global
1-2	0,84	0,71
1-3	0,74	
2-3	0,62	

4.8.4.2. Contribución de cada especie en los ensambles identificados mediante análisis de clasificación (SIMPER)

Las especies que son responsables de la mayor similitud interna en el ensamble 1 son *M. gayi* y *P. monodon*, mientras que en el ensamble 2 son *M. gayi*, *P. monodon* y *C. johni*. En tanto en el ensamble 3 las especies más importantes en cuanto a su contribución a la similitud son *C. aconcagua*, *M. gayi*, *N. pulchela*, *T. villegai* y *M. gaudichaudi* (Tabla 36).

Tabla 36. Especies con mayor contribución relativa (porcentual) a la similitud de la CPUE de los lances en cada grupo.

Ensamble	Acrónimo	Similitud promedio (%)	d.s.	Contribución (%)
1	<i>Pleumon</i>	54,7	2,4	35,1
	<i>Merlgay</i>	26,9	1,8	20,4
2	<i>Pleumon</i>	28,3	1,7	23,4
	<i>Cervjoh</i>	20,1	1,3	19,1
	<i>Merlgay</i>	16,4	0,9	14,7
3	<i>Merlgay</i>	23,4	1,9	22,3
	<i>Coelaco</i>	17,1	0,7	17,4
	<i>Nezupil</i>	11,3	0,6	10,9
	<i>Tracvil</i>	9,4	0,5	7,8
	<i>Mursgau</i>	4,3	0,4	3,1

4.10. 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.

La estimación de parámetros del modelo de evaluación de stock de camarón nailon se resume en la Tabla 37. El crecimiento presenta diferencias entre machos y hembras, con estas creciendo más que aquellos. La curva de selectividad a la talla indica que más del 50% de los ejemplares de camarón nailon comienzan a ser vulnerados a los 19 mm de longitud céfalo-torácica (LC), y que más del 95% de los ejemplares son vulnerados después de 24-25 mm LC.

Tabla 37. Parámetros del modelo de evaluación del stock de camarón nailon.

Parámetros, símbolo y unidad	Valor	Error Estándar
Longitud asintótica machos, L_{∞} (mm, LC)	35,0	0,302
Coefficiente de crecimiento machos, K (año ⁻¹)	0,150	$4,7 \times 10^{-6}$
Longitud asintótica machos, L_{∞} (mm, LC)	41,5	0,499
Coefficiente de crecimiento hembras, K (año ⁻¹)	0,15	$2,91 \times 10^{-6}$
Longitud de reclutamiento machos, L_r (mm, LC)	21,9	0,238
Longitud de reclutamiento hembras, L_r (mm, LC)	22,9	0,199
Desv. Estándar L_r machos, σ_r (mm, LC)	2,40	0,081
Desv. Estándar L_r hembras, σ_r (mm, LC)	2,87	0,104
Varianza a la talla machos, σ^2	0,1	$3,4 \times 10^{-5}$
Varianza a la talla hembras, σ^2	0,1	$3,9 \times 10^{-5}$
Log Selectividad a la talla, $\log L_{50}$ (mm, LC)	3,02	0,071
Log Selectividad a la talla, $\log L_{95}$ (mm, LC)	3,17	0,059
Log reclutamiento promedio, $\log R$	14,22	0,105
Coef. Variación de reclutamiento, σ_R	0,435	0,037
Coeficiente de capturabilidad cruceros, q	1 -	
Tasa de mortalidad natural, M (año ⁻¹)	0,4 -	

El modelo se ajustó bien a los cambios en la composición por tallas observada en los cruceros de evaluación de camarón nailon por área barrida (Fig. 39). Se debe tener presente que la estructura de tallas del camarón nailon muestra poco contraste entre años, observándose pequeñas diferencias en la porción ascendente, lo que tiene implicancias para la estimación del reclutamiento y la selectividad a la talla.

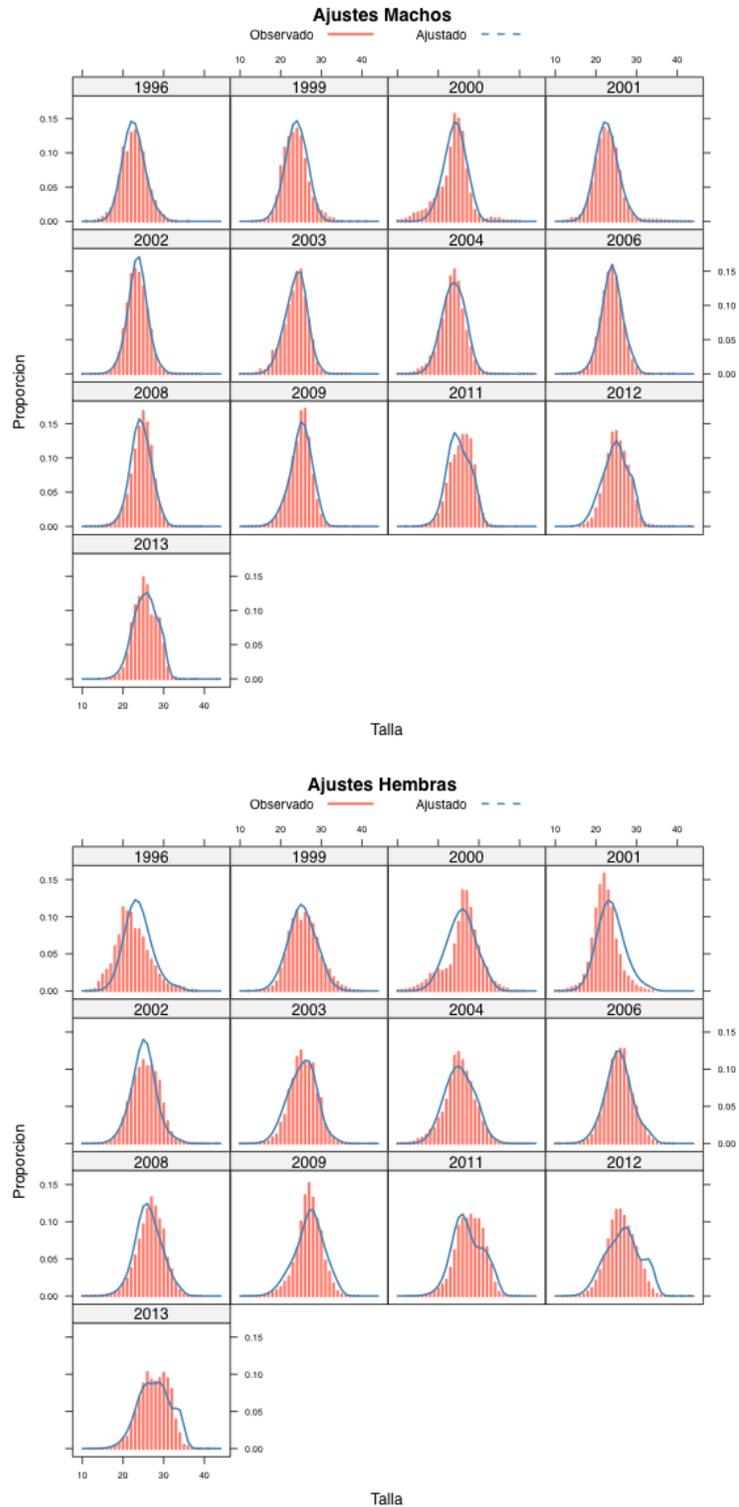


Fig. 39. Frecuencia de tallas de camarón nailon en los cruceros de evaluación por área barrida (barras) y estimadas con el modelo de evaluación (líneas).

El ajuste a los cambios en la biomasa vulnerable observada de camarón nailon en los cruceros de evaluación no fue muy bueno (Fig. 40), debido en parte al efecto del reclutamiento incompleto. Sin embargo, se observa una fase de aumento de la biomasa desde el años 2000 al 2010. Se observa capturas altas (>7 mil t) entre 1991 y 1999); las capturas más altas (>10 mil t) ocurrieron desde 1995 hasta 1997. Después de 1999 las capturas disminuyen gradualmente hasta ubicarse en niveles cercanos a 4 mil toneladas por año. En los años 2012 y 2013 los desembarques oficiales de camarón nailon fueron 3947 t y 4400 t, respectivamente.

La tasa de explotación fue alta desde 1994 hasta 2000 (>30%), alcanzando el máximo en 1995 con cerca de 60% (Fig. 40). La tasa de explotación disminuyó el año 2001 aunque desde el año 2005 hasta 2008 se mantuvo cerca de 10%. Sin embargo, desde 2009 se observó que la tasa de explotación aumenta, alcanzando 14,9% en 2013. Los reclutamientos de camarón nailon exhiben variabilidad con niveles altos en los años 1996, 2001, 2005, 2007, y 2010, superando el tercer cuartil (Fig. 41). Los reclutamientos bajos de camarón nailon, por debajo del primer cuartil, se registraron en los años 1995, 1997, 2000, 2011 y 2013. El reclutamiento alto en 2001 y las bajas tasas de explotación permitieron la acumulación de biomasa en el stock explotable de camarón nailon.

Los cambios en la biomasa total de camarón nailon, estimados por el modelo, fluctuaron entre 20 y 60 mil t en el periodo 1990-2013. Desde el año 2000 se observa un aumento de la biomasa asociado a capturas más bajas y también bajas tasas de explotación. Los aumentos bruscos de biomasa en los años 1996, 2001, 2005 y 2007 se deben a buenos reclutamientos, los que ocurrieron en esos años (Figs. 40 y 41). Los límites de confianza de los estimados de biomasa total y desovante, y de la tasa de explotación se muestran en la Fig. 42, observándose que no incluye valores de 20% para la tasa de explotación.

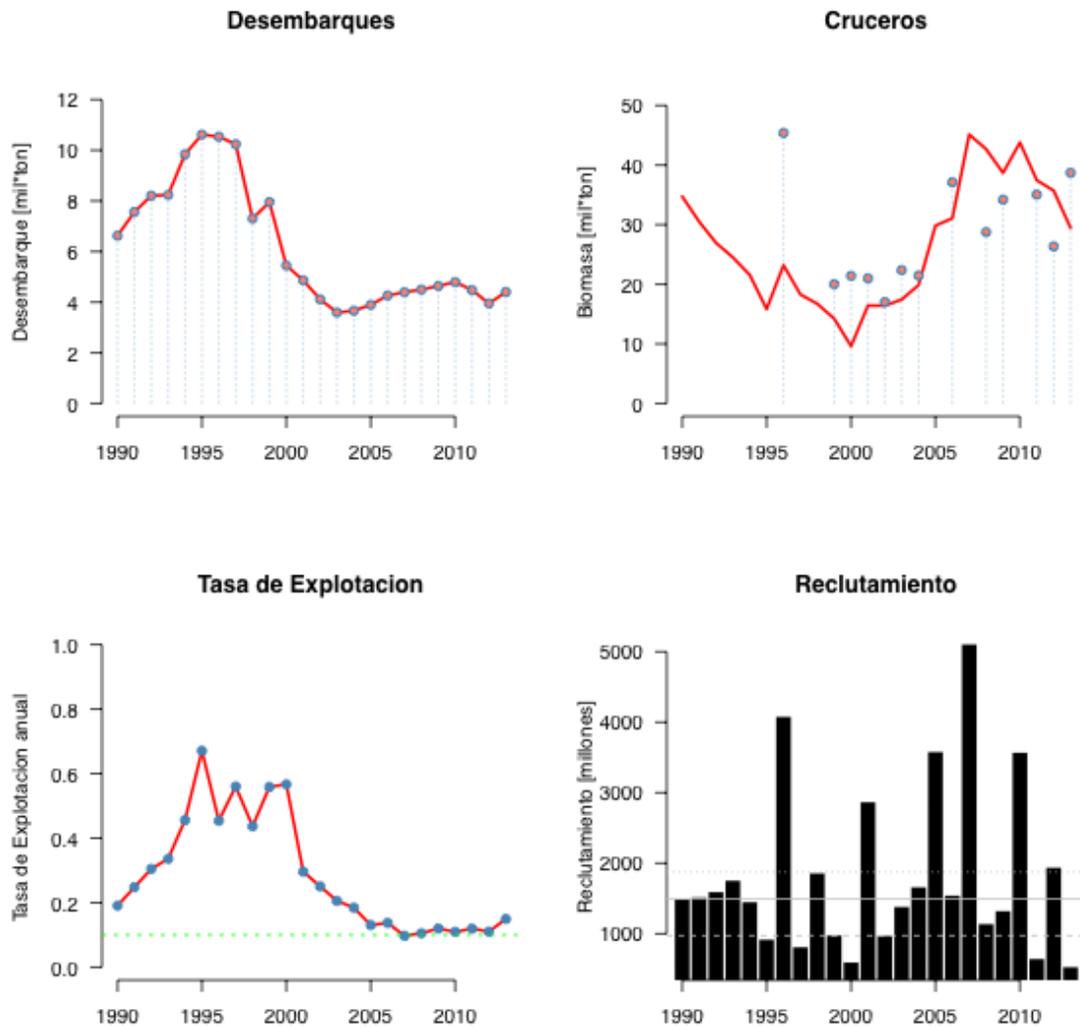


Fig. 40. Capturas, biomasa, tasa de explotación y reclutamiento de camarón nailon en la unidad de pesquería II-VIII Regiones desde 1990 hasta 2011. En el reclutamiento se muestra el primer, segundo y tercer cuartil.

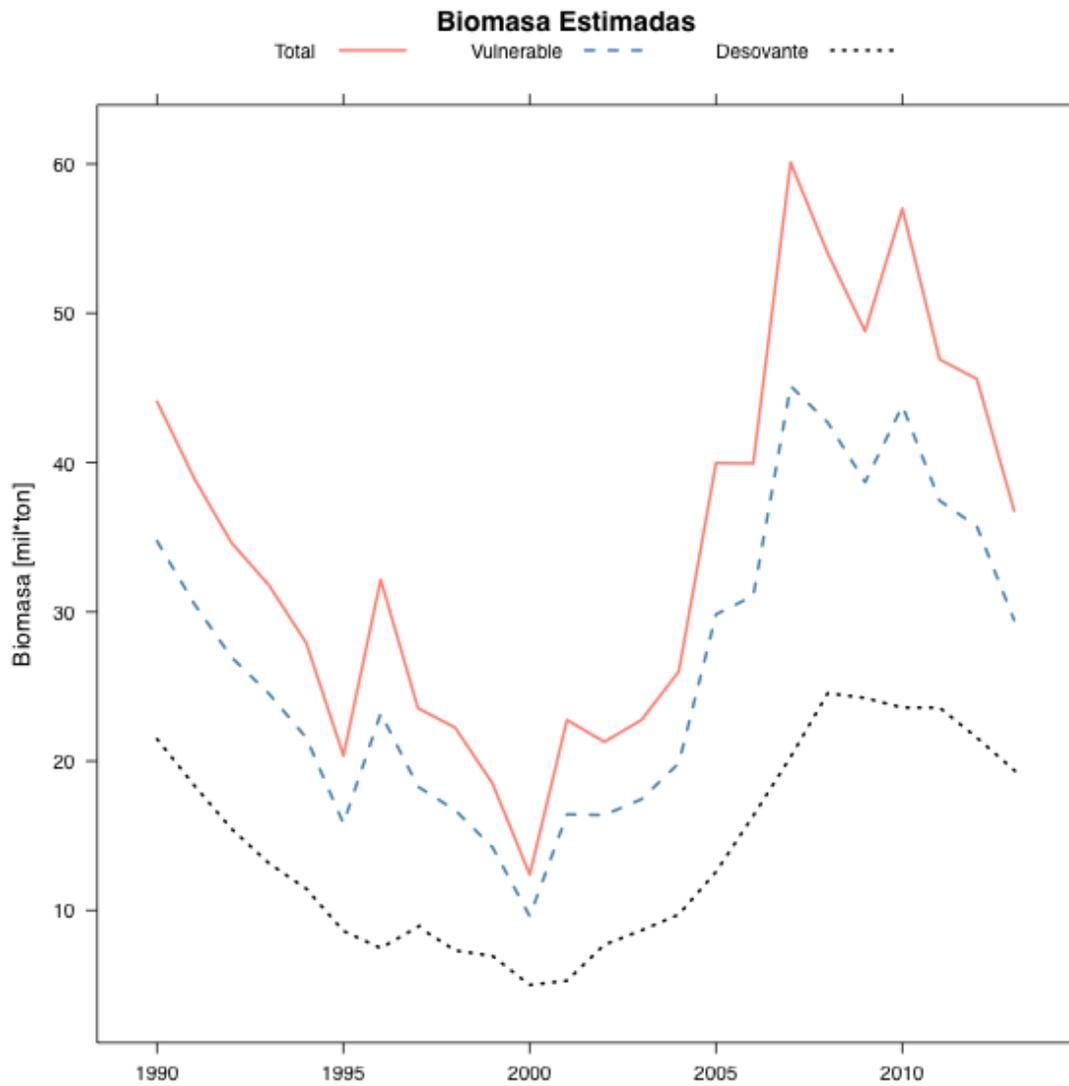


Fig. 41. Biomasa biomasa total, explotable, desovante de camarón nailon, y tasa de explotación anual en la unidad de pesquería II-VIII Regiones.

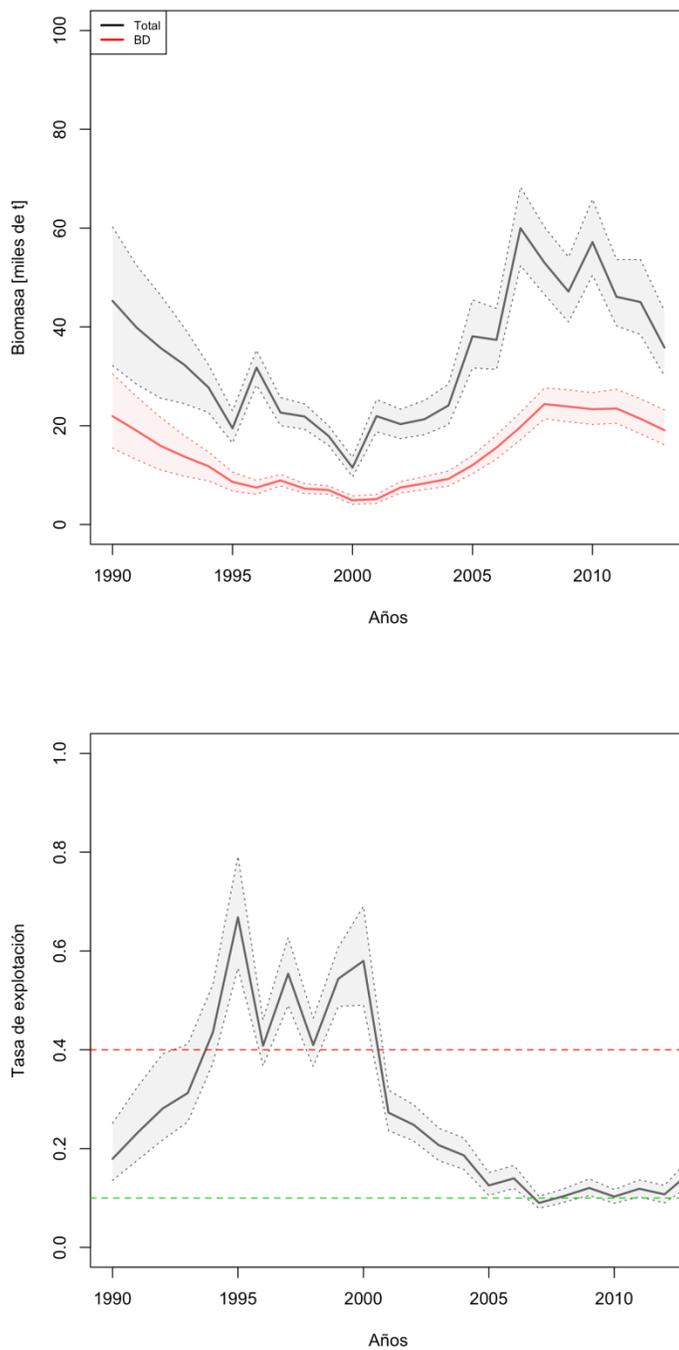


Fig. 42. Cambios interanuales de biomasa total y desovante (arriba) y de la tasa de explotación (abajo) de camarón nailon con límites de confianza de 90%.

4. 10.1. Situación actual y lineamientos de manejo

La relación entre la tasa de explotación y la biomasa de hembras maduras de camarón nailon se presenta en la Fig. 43, observándose alto grado de incertidumbre respecto del nivel de biomasa de hembras maduras, aspecto que podría estar relacionado con la incertidumbre del reclutamiento de los últimos años. La tasa de explotación fluctúa entre 16 y 22%, indicador de sobrepesca. La biomasa de hembras maduras se ubica por sobre el nivel de referencia de 10 mil t. Aunque este último valor es un nivel arbitrario, es históricamente consistente.

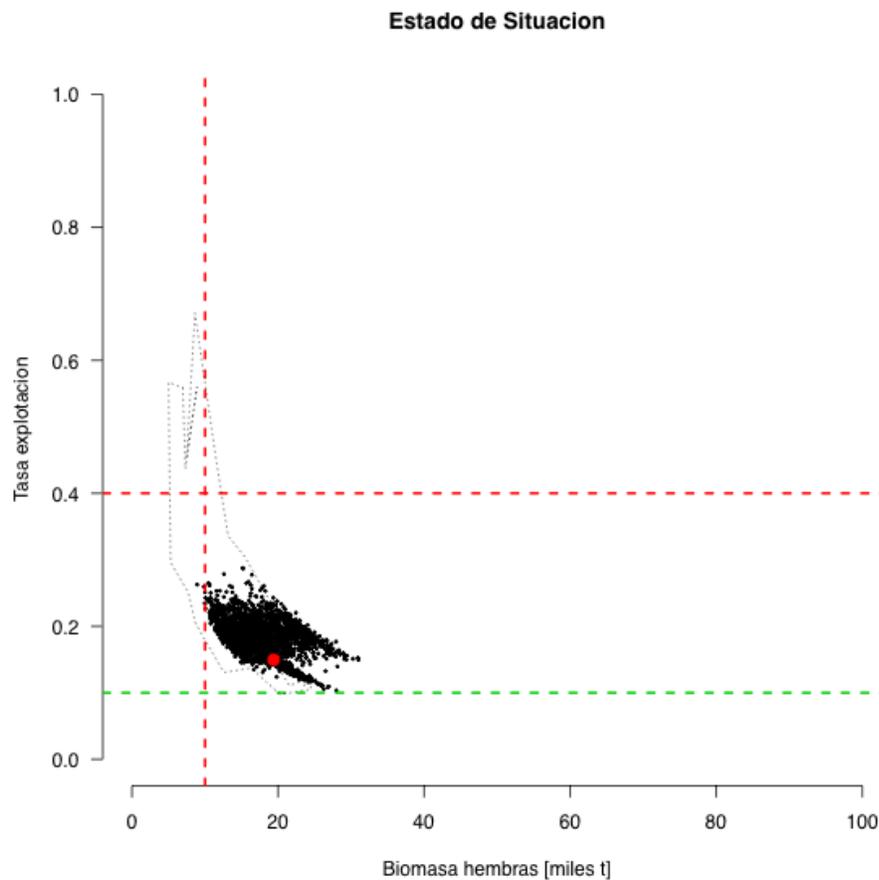


Fig. 43. Evolución de la tasa de explotación en función de la biomasa de hembras de camarón nailon en el periodo 1990-2013, II-VIII Regiones. Las líneas rojas segmentadas indican límites arbitrarios; la línea verde segmentada muestra el nivel de 10%; los puntos negros representan valores alternativos e igualmente probables de la tasa de explotación y biomasa desovante; y la línea segmentada representa la secuencia histórica en el periodo 1990-2013 (el año 2013 se marca con un punto rojo).

5. Taller de difusión.

En el Punto 3.5 de los TBR se señala 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 mediante acta de reunión de coordinación, realizar en forma conjunta los talleres de difusión de los proyectos FIP N° 2013-02 y FIP N° 2013-01. En este evento se contó con la presencia de representantes de las instituciones participantes, Instituto de Fomento Pesquero y representantes del sector pesquero artesanal de la IV Región, cuyo listado se presenta en la Tabla 38. En la Fig. 44 se presenta una copia de la invitación y díptico enviada a los representantes de las distintas instituciones gubernamentales, de investigación pesquera y empresarial.

Tabla 38. Lista de participantes a los Talleres de Difusión de Resultados de los Proyectos FIP N° 2011-01 y FIP N° 2011-02.



Universidad Católica del Norte

ver más allá

ÁREA DE PESQUERÍAS - FONOFAX: (51) 209814 - pesquerias@ucn.cl

LISTADO DE PARTICIPANTES TALLERES FIP N° 2013-02 "EVALUACIÓN DIRECTA DE LANGOSTINO AMARILLO Y LANGOSTINO COLORADO ENTRE LA II y VIII REGIONES, AÑO 2013" Y FIP N° 2013-01 "EVALUACIÓN DIRECTA DE CAMARÓN NAILON ENTRE LA II y VIII REGIONES, AÑO 2013"

NOMBRE	INSTITUCIÓN	EMAIL / FONONO	FIRMA
Iver Núñez PARRAQUEZ	CESSO	IVERNUÑEZ@CESSO.cl 81445160	
Marco Martínez González	Armada de Chile	MMAR.MARTEGONZALEZ@arm.cl 82991688	
Alex Cortés	UCN	ACORTESH@UCN.cl	
Claudio Sutillo	MIP	CLAUDIO_SUTILLO@YAHOO.COM	
Claudio Astete S.	IFOP	CLAUDIO.ASTETE@IFOP.cl	
Christian Veliz	UCN	CHRISTIAN@GMAIL.COM	
Osciel Velazquez II	AIR	DOSU@COMIL.COM	
Rubén Acarcón	INDEPENDIENTE	RUBEN.ACARCON@GMAIL.COM	
Hugo Aranibia	UDEC	haraibia@udec.cl	
Luis Cubillos	UDEC	lucubillos@udec.cl	
Williams Navad N	Rymar Ltda	WNavad@Rymar.cl 92266279	
Bernardo Vélez	B+B to	Bernardo@B+B.to	
José Ignacio D.	Soc. Islabona	José.Ignacio@Islabona.cl	
Juan Carlos Domate	Soc. Islabona	JCDomate@GMAIL.COM	
GABRIEL Araya SANTANDER	ARMADOR ARTESANAL TTE REGION	ARAYA.SANTANDER123@GMAIL.COM	
Mario Morayin M	ASPEARPE	MarioMorayin@GMAIL.COM	
Manuel Zuñiga L.	ASPEARPE	ManZuniga@GMAIL.COM	

 Universidad Católica del Norte
ver más allá



ENZO ACUÑA SOTO, Jefe de Proyectos FIP de Evaluación de Crustáceos, Universidad Católica del Norte le saluda muy cordialmente y tiene el especial agrado de invitarle a participar del Taller de Difusión de Resultados de los Proyectos FIP N° 2013-02 “Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2013” y FIP N° 2013-01 “Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2013”, actividad organizada por el Departamento de Biología Marina de la Universidad Católica del Norte-Sede Coquimbo.

Esta actividad tendrá lugar desde las 9:30 horas del día viernes 1 de agosto de 2014, en la Sala Jorge Olivares de la Facultad de Ciencias del Mar, Campus Guayacán de la Universidad Católica del Norte, Sede Coquimbo.

Agradecemos confirmar su asistencia al fono/fax (51) 2209814 o a los e-mail ecacuna@ucn.cl y/o acortesh@ucn.cl

COQUIMBO, 28 de julio de 2014.



Fondo de Investigación Pesquera
Bellavista 168 – Piso 21
Valparaíso

Fono: (56) (32) 502842
Fax: (56) (32) 502840
e-mail: fip@subpesca.cl

TALLER DE DIFUSIÓN DE RESULTADOS

Proyecto FIP N° 2013-02: Evaluación directa de langostino amarillo y langostino colorado entre la II y VIII Regiones, año 2013

Proyecto FIP N° 2013-01: Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2013



ÁREA DE PESQUERÍAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA MARINA
UNIVERSIDAD CATOLICA DEL NORTE - COQUIMBO

DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFÍA
UNIVERSIDAD DE CONCEPCION

1 de agosto de 2014

Universidad Católica del Norte
COQUIMBO

Fig. 44. Invitación a participar en el Taller de Difusión de resultados del proyecto FIP 2013-02 y díptico con las actividades, realizado en Coquimbo, el 1 de agosto de 2013.

5.1. Listado de presentaciones.

Para iniciar la sesión de charlas, el Jefe del Proyecto, 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 “Proyecto FIP N° 2013-01: Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2013” (Fig. 45). Posteriormente, la serie de exposiciones continuó como sigue:

1. La Introducción y el tema “Distribución espacial de los recursos” fueron presentados por el Sr. Enzo Acuña, el cual expuso los resultados obtenidos en el Objetivo Específico 1: “Determinar la distribución espacial del recurso camarón nailon, en el área de estudio”, considerando Región y Foco de Abundancia. Aquí se entregó información sobre la distribución de las densidades de la especie, las estructuras de tallas por región para sexos combinados y por separado y porcentaje acumulado de las mismas en cada foco de abundancia para la especie.
2. El Sr. Rubén Alarcón, presentó el análisis y resultados obtenidos del 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”, analizando a su vez, la importancia de la apertura de punta de alas (APA) en la estimación de abundancia y biomasa.
3. El expositor, Sr. Hugo Arancibia presentó el tema “Fauna acompañante y predación por merluza común”, en el cual se presentó el análisis del Objetivo Específico 4: “Determinar la composición e importancia relativa de las especies que constituyan fauna acompañante del recurso durante los cruceros de evaluación”.
4. El Sr. Luis Cubillos, presentó un completo análisis correspondiente al 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”.
5. Finalmente, se realizaron comentarios sobre lo anteriormente expuesto con la participación de los armadores pesqueros.



Fig. 45. Registro fotográfico de los Talleres de Difusión de resultados, FIP N° 2013-01.

5.2. Difusión.

Como complemento a la información entregada en los talleres, se aportó información para ser publicada en los medios digitales, como la revista Aqua (<http://www.aqua.cl/2014/08/06/liderada-por-la-ucn-investigacion-comprueba-sostenibilidad-de-pesqueria-de-langostino-y-camaron/>) (Fig. 46).



Fig. 46. Publicación en la revista Aqua de los Talleres de Difusión de resultados, FIP N° 2013-01.

6. Análisis y Discusión de Resultados

Se incluye una discusión de los antecedentes disponibles de las evaluaciones directas de camarón nílón desde el año 2005 al año 2013. Al respecto, primero es necesario precisar que se realizaron evaluaciones directas en los años 2005 (FIP N° 2005-08), 2006 (FIP N° 2006-11), 2008 (FIP N° 2008-17), 2009 (FIP N° 2009-16), 2011 (FIP N° 2011-02), 2012 (FIP N° 2012-05) y el estudio actual (año 2013). En los años 2007 y 2010 no se realizó evaluaciones directas de camarón nílón.

En el caso de la distribución espacial de la densidad poblacional de camarón nílón, de manera similar a lo observado entre el año 2006 y 2012 (FIP 2012-02, Acuña *et al.*, 2013), ésta se presentó en forma de conglomerados de abundancia relativamente continuos entre la IV y VI Regiones, como una cinta delgada, tal y como han señalado anteriormente diferentes autores. En la segunda región, de igual manera que en el año 2012, no se detectó focos de abundancia de camarón nílón. El primer foco identificado se encontró casi en el límite de la II y III Región. La distribución de la abundancia de camarón nílón se mostró como focos o conglomerados de abundancia discontinuos, a diferencia de lo señalado por Arana *et al.* (2004, 2006) quienes manifestaron que de acuerdo a los resultados alcanzados por ellos, en el año 2004 y 2005, el camarón nílón se distribuyó de modo prácticamente continuo desde el límite sur de la II Región y hasta la V Región, 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, el área de distribución de camarón nílón alcanzó a 2.747,114 km², lo que resulta ser 7,74% menor que el área estimada por Acuña *et al.* (2013) en el año 2012 (=2.977,4 km²), pero casi 23% mayor que el área de distribución estimada por Acuña *et al.* (2008), quienes estimaron un área de 2,128, km². El área de distribución de camarón en el presente estudio, contrastada con la estimación de Arana *et al.*, (2006), fue casi 16% inferior. Sin embargo, se considera que el área de distribución del recurso estimada por estos últimos autores, esta sobreestimada, dada la continuidad espacial que mostraron los caladeros descritos. Los resultados mostrados por Acuña *et al.* (2006) y los encontrados en este estudio, indican que no existe una continuidad espacial marcada en la distribución del recurso camarón entre la II y VIII Región.

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 (Acuña *et al.*, 2007), mientras que en el año 2008 las mayores densidades se localizaron entre la IV y VII Regiones y en el 2009 y 2011 en la VII y V Regiones, y en tercer lugar en la IV Región. En este estudio, en tanto, de manera similar al 2011, las mayores densidades se encontraron en la VII Región y secundariamente en la V Región.

Luego, dado que el área de distribución estimada en este estudio fue menor que aquella del año 2012, la explicación del significativo incremento de la biomasa observada en el año 2013 se debe al incremento de la densidad poblacional. En efecto, la distribución de frecuencias del logaritmo de la CPUA muestra un desplazamiento hacia la derecha de la media aritmética (Fig. 47). A nivel global (toda el área de estudio), la densidad media de la CPUA (ton/km^2 , sin transformar) alcanzó a 15,312 (D.E.= 2,057 ton/km^2), que resulta ser significativamente mayor que la densidad global media observada en el año 2012, cuando alcanzó a 9,298 ton/km^2 (D.E.: 0,505 ton/km^2).

El centro de gravedad de la densidad poblacional de camarón nailon (ton/km^2) en el año 2009, se encontró en los 33°27,1'S (inercia: $I = 5,259^\circ\text{S}$) y 72°12,3'W ($I = 0,438^\circ\text{W}$), encontrándose desplazado hacia el sur respecto del observado en el año 2008. Lo anterior reafirma lo señalado por Acuña *et al.* (2009), respecto del desplazamiento hacia el sur del centro de gravedad de la abundancia de camarón nailon entre 2005 y 2011. Esta condición se ve reafirmada con los resultados de este estudio dado que el centro de gravedad de la densidad poblacional se encontró en 33°06,0'S, similar a lo observado en el año 2009 y 2011 (CG = 33° 24'S y 33° 01'S, respectivamente).

Adicionalmente, junto con el desplazamiento del centro de gravedad de la densidad poblacional se ha observado 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 en el presente estudio alcanzó a 0,522, siendo inferior al valor observado en el año 2011 (= 0,647; Acuña *et al.*, 2012) y más cercano a los valores observados en los años 2000 y 2004 cuando fluctuó alrededor de 0,577.

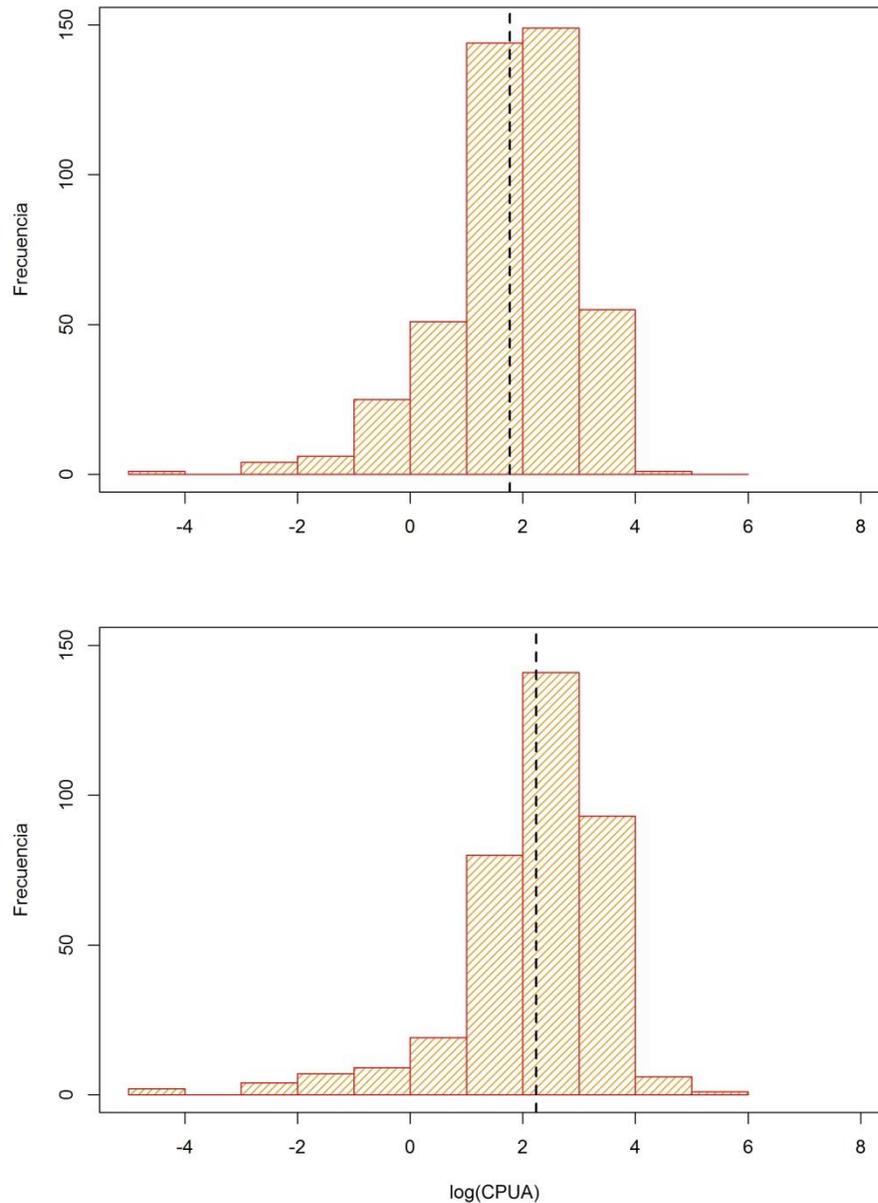


Fig. 47. Distribución de frecuencias del logaritmo de la captura por unidad de área (CPUA) en el año 2012 (arriba, FIP N° 2012-05) y en el año 2013 (abajo, FIP N° 2013-01). La línea vertical segmentada corresponde a la media aritmética de los logaritmos.

Además, en el análisis de la evolución temporal del índice de Gini respecto de la biomasa de camarón nailon entre el año 2000 y 2009, exceptuando los años 2007 y 2010, cuando no se realizaron cruceros de evaluación directa, se observó que entre los años 2000 y 2004, éste se mantuvo fluctuando alrededor de 0,577, 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 creciente, similar a la tendencia de las biomasas. Al respecto, al crecimiento 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. En el 2012, se observó el quiebre de dicha tendencia creciente, sin embargo, se mantiene el paralelismo con la tendencia de las biomasas.

El análisis de similitud faunística basada en la CPUE de las principales especies de la fauna acompañante permitió determinar que la similitud entre las asociaciones fue $\geq 20\%$. El número de especies con aporte mayor a 0,1% de las capturas totales fue 21, aunque sólo 4 son las más importantes en términos de CPUE, a saber, *P. monodon*, *C. johni*, *M. gayi* y *N. pulchella*.

Se detectó la existencia de tres ensamblajes faunísticos, que en algunos casos mostraron discontinuidad batimétrica, mientras que otros mostraron superposición espacial. El ensamblaje 1 se encuentra entre 200 y 400 m de profundidad asociado al talud superior y solo se extiende en la zona centro-norte (26°S a 31°S); el ensamblaje 2 se encuentra entre 100 y 400 m de profundidad asociado casi íntegramente al talud (>250 m de profundidad) y en menor proporción a la plataforma continental, extendiéndose en toda la zona de estudio (27°S a 37°S). En tanto, el ensamblaje 3 se encuentra entre 300 y >500 m de profundidad, extendiéndose en casi toda el área de estudio (27°S a 37°S).

Estos resultados coinciden con estudios en el Mar Mediterráneo (Biagi *et al.*, 2002; Colloca *et al.*, 2003) y en la costa norte de Chile (Sielfeld & Vargas, 1996), donde la composición faunística varía gradualmente con la profundidad. En efecto, la fauna que se captura sobre la plataforma y parte del talud continental parecen conectadas por algunas especies que no presentan rangos restringidos de distribución batimétrica, como es el caso de *M. gayi*, *H. macrops*, *T. villegai* y *C. aconcagua*, coincidiendo con lo informado por Arancibia (1992) y Menares y Sepúlveda (2005).

Las especies de la fauna acompañante con mayor aporte a la varianza de la estructura comunitaria están presentes en todo el rango latitudinal y batimétrico. En consecuencia, los ensamblajes presentan rango de distribución similar, formando conglomerados que se superponen

parcialmente (caso de los ensambles 2 y 3). Estas especies son *P. monodon*, *C. johni*, *M. gayi* y *N. pulchella*.

El número de especies que definen las similitudes entre grupos es reducida y coinciden con lo reportado por Arancibia (1992) y Jung & Houde (2003). En efecto, en el ensamble 1 (entre 200 y 400 m de profundidad) las especies más relevantes en cuanto al aporte a la similitud entre grupos fueron *M. gayi* y *P. monodon*. En el ensamble 2 (entre 100 y 400 m de profundidad) las especies más relevantes del bycatch en la CPUE corresponden a *M. gayi*, *P. monodon* y *C. johni*. En el ensamble 3 (300 y ≥ 500 m de profundidad) las principales especies del bycatch en la CPUE fueron *C. Aconcagua*, *N. pulchella*, *T. villegai*, *M. gaudichaudi* y *M. gayi*.

El gradiente latitudinal no resulta determinante en las asociaciones faunísticas. Por el contrario, la diferenciación de dichos grupos está estrechamente relacionada con el gradiente batimétrico, coincidiendo con lo informado por Hecker (1990) para el Océano Atlántico Norte y por Moranta *et al.* (2008) para el Mar Mediterráneo, quienes señalan que cambios en la composición específica entre diferentes ensambles se deberían a la sustitución de las especies dominantes o subdominantes a través del gradiente batimétrico.

Se observó una recuperación de la biomasa explotable de camarón nailon desde el año 2000 al 2007 con aumentos importantes de biomasa en los años 2001, 2005, 2007 y 2010 debido al ingreso de buenos reclutamientos, y posteriormente una leve disminución en 2013. La tasa de explotación se mantuvo cercana al 10% hasta el año 2008, aunque luego exhibe una tendencia creciente hasta alcanzar a 14,9% en el año 2013.

El aumento de la tasa de explotación se debe a la disminución de la biomasa explotable por la disminución en el reclutamiento desde año 2008 al 2010. Los indicadores de biomasa y de explotación permiten afirmar que el recurso camarón nailon se encuentra alejado de una situación de sobrepesca (Fig. 43), aunque se confirma la tendencia a la disminución de la biomasa total y desovante (Fig. 42, panel superior) con un leve incremento de la tasa de explotación (Fig. 41, panel inferior).

7. Conclusiones

- En las regiones II y VIII, la distribución de la abundancia de camarón nailon se mostró como focos o conglomerados de abundancia discontinuos, Entre la IV y VIII Región, la distribución de la abundancia de camarón nailon se mostró aproximadamente continua, conformando focos de abundancia con niveles de densidad variable.
- De manera similar al año 2012, el primer foco de abundancia de camarón nailon se localizó casi en el límite de la II y III Región.
- El área de distribución de la densidad local de camarón nailon calculada en este estudio alcanzó a 2.747,1 km², lo que resulta ser 7,0% menor que el área de distribución indicada por Acuña *et al.* (2013), que alcanzó a 2.974,6 km².
- El centro de gravedad de la densidad poblacional de camarón nailon (ton/Km²) se encontró en los 33°20,5'S (inercia: I = 6,5°) y 72°15,0'W (I = 0,568°), desplazado hacia el sur respecto de la posición observada en el año 2012.
- El análisis de la evolución temporal del índice de Gini respecto de la biomasa de camarón nailon entre el año 2000 y 2011, exceptuando el año 2001, 2007 y 2010 cuando no se realizó cruceros de evaluación directas, mostró una tendencia decreciente, quebrando la tendencia observada entre 2005 y 2013.
- La biomasa de camarón nailon estimada en el presente estudio mediante el enfoque geoestadístico alcanzó a 38.710,7 tons. El intervalo de confianza de la biomasa es entre 38.611,0 tons (límite inferior) y 38.810,4 tons (límite superior).
- Las especies de mayor importancia relativa de la fauna acompañante son langostinos (*P. monodon* y *C. johni*), pejerratas (*N. pulchella* y *T. villegai*) y merluza común (*M. gayi*), tanto respecto a la captura total de las especies objetivo como respecto a la captura total de la fauna acompañante.

- Latitudinalmente, las especies más importantes son las mismas señaladas anteriormente, presentando alternancia en el gradiente latitudinal. Batimétricamente, *M. gayi* se encuentra entre 100 y 300 m de profundidad, mientras que entre 250 y 400 m de profundidad las especies más importantes fueron camarón nailon (*H. reedi*), merluza común (*M. gayi*) y pejerratas (*N. pulchella* y *T. villegai*).
- La fauna acompañante en las zonas de pesca de camarón nailon está constituida por tres asociaciones específicas, las cuales en algunos casos se sobreponen espacialmente, aunque se diferencian principalmente por un rasgo cuantitativo (en este caso relacionado con el aporte en peso de las especies) más que un rasgo cualitativo (composición específica). El número de especies que dominan dentro de cada uno de estos ensamblajes es bajo, siendo las especies más importantes *P. monodon*, *C. johni*, *M. gayi*, *N. pulchella* y *T. villegai*.
- La distribución de las asociaciones se explica mayormente por la componente batimétrica. Esta discontinuidad se encuentra entre 250 y 300 m de profundidad. Por lo tanto, la componente latitudinal juega un papel secundario en la distribución de la fauna acompañante.
- En el periodo 2001-2013, el camarón nailon muestra una recuperación importante de la biomasa explotable desde cerca de 14 mil t, en el año 2001, a un máximo de 60 mil t, en el año 2007, y posteriormente una disminución a cerca de 38 mil t en el 2013.
- La tasa de explotación comenzó a incrementarse desde 10% en el año 2008 hasta cerca de 15% en el 2013.
- La recuperación de la biomasa se debe a clases anuales abundantes que reclutaron en los años 2001, 2005 y 2007, y a las regulaciones implementadas en términos de cuotas globales de captura, las que se han mantenido en torno de las 4,5 mil ton en los últimos 10 años, al menos.
- El recurso se encuentra alejado de condición de sobrepesca al 2013, aunque la biomasa total y desovante tiende a la baja con un aumento leve del patrón de explotación en 2013.

8. Referencias Bibliográficas

- Acuña, E., H. Arancibia, A. Mujica, K. Brokordt & C. Gaymer, 1995, Estudio biológico-pesquero del langostino amarillo (*Cervimunida johni*) en la II y IV Región, mediante el uso de la flota arrastrera con base en Coquimbo, Informe final Proyecto UCN. INPESCA, Empresas Pesqueras Coquimbo, 107 pp.
- Acuña, E. & 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 la Regiones II y IV. Informe Final Proyecto UCN, INPESCA. Empresas Pesqueras Coquimbo y Caldera, 75 p.
- Acuña, E, H. Arancibia, A. Mujica, L. Cid, R. Roa & F. Winkler, 1997, Análisis de la pesquería y evaluación indirecta del stock de camarón nailon (III y VIII Regiones), Informes Técnicos FIP, FIP/IT N° 95-06, 186 pp.
- Acuña, E., E. Pérez & M.T. González, 2000, Monitoreo de la pesquería de crustáceos realizada por la flota de la IV Región, 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., E. Pérez, M. Berrios, L. Cid, J. Moraga, A. Mujica & R. Alarcón, 2000, Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, 1999, Informes Técnicos FIP, FIP – IT/99-08, 208 p.
- Acuña, E., H. Arancibia & R. Alarcón, 2002, 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., G. Conan, L. Cid, R. Alarcón & L. Cubillos, 2003, 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., M.T. González & M. González. 2003, 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., R. Alarcón, H. Arancibia, L. Cid, A. Cortés, L. Cubillos, R. León & S. Neira, 2005a, 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 & A. Cortés, 2005b. Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2005, Informes Técnicos FIP, FIP/IT N° 2005-09, 339 pp.

- Acuña, E., J. Villarroel, A. Cortés, R. Alarcón, L. Cid, H. Arancibia, R. León, L. Cubillos, R. Bahamonde, C. Canales, C. Montenegro, B. Leiva & F. Contreras. 2007b. Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2006. Informe Final Proyecto FIP N° 2006-11, 275 p.
- Acuña, E., R. Alarcón, L. Cid, A. Cortés, L. Cubillos, O. Godø, R. León, V. López, E. Pérez & P. Rodríguez, 2008. Estandarización de procedimientos metodológicos para la evaluación de crustáceos demersales a través del método de área barrida, Informes Técnicos FIP, FIP/IT N° 2006-19, 326 pp.
- Acuña, E., R. Alarcón, A. Cortés, H. Arancibia, L. Cid & L. Cubillos, 2009. Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2007, Informes Técnicos FIP, FIP/IT N° 2007-19, 420 pp.
- Acuña, E., R. Alarcón, A. Cortés, H. Arancibia, L. Cubillos & L. Cid. 2012. Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2011. Informe Final. Proyecto FIP N° 2011-02, 300 pp.
- Acuña, E., R. Alarcón, H. Arancibia, A. Cortés, L. Cid & L. Cubillos. 2013. “Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2012”. Informe Final Proyecto FIP N° 2012-02, 423 pp.
- Acuña, E., & H. Arancibia, 2001. Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, Informes Técnicos FIP, FIP/IT N° 2001-05.
- Andrade, H. & 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, 1970. Crecimiento relativo del camarón nailon, *Heterocarpus reedi*, de la costa de Valparaíso, Inv, Mar, 1(6): 111-138.
- 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, & A. Nakanishi, 1971. La pesquería del camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) frente a la costa de Valparaíso, Inv, Mar, 2(4): 61-92.
- Arana, P, & M. Tiffou, 1970. Madurez sexual, sexualidad y fecundidad del camarón nailon (*Heterocarpus reedi*), Inv, Mar, 1(11): 261-284.
- Arana, P., A. Guerrero, M. Ahumada, C. Casanova, S. Salinas, M. Ibarra & A. Arellano, 2007. Evaluación de langostino colorado en la unidad de pesquería sur, año 2007, Informe Final, Estud, Doc., Pont, Univ, Católica Valparaíso, 22/2007: 83 pp.

- Arana, P., A. Guerrero, C. Casanova, M. Ahumada & M. Ibarra, 2008. Monitoreo del stock de langostino amarillo de la V y VI Región, año 2007, Informe final, Estud, Doc., Pont, Univ, Católica Valparaíso, 05/2008: 176 pp.
- Arana, P., M. Ahumada & A. Guerrero. 2003. Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2002. Informes Técnicos FIP. FIP/IT N° 2002-05, 318 p.
- Arana, P., M. Ahumada, S. Palma, T. Melo, D. Queirolo, A. Guerro, R. Bahamonde, M.A. Barbieri, J. Cortés, J.C. Quiroz & 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., Pont. 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 & J.C. Quiroz. 2006. Evaluación directa de camarón nailon y gamba entre la II y VIII Regiones, año 2005 (Proyecto FIP N° 2005-08). Informe Final. Estud. Doc, Pont. Univ. Católica Valparaíso, 10/2006: 368 pp.
- Arana, P., T. Melo, L. Noziglia, J.L. Sepúlveda, N. Silva, G. Yany & E. Yáñez, 1975. Los recursos demersales de la Región de Valparaíso, Rev. Com, Perm, Pacífico Sur, 3: 39-61.
- Arancibia, H. 1992. Distribution patterns of the demersal fish assemblage off central Chile. *Biología Pesquera*, 21: 43-53.
- Arancibia, H. 1993. Evaluación directa del stock de merluza común en la zona centro-sur, Sección Fauna Acompañante, 27 p, + 60 figs.
- Arancibia, H. & 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.
- 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. & 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.
- 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. & 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.
- Biagi, F., De Ranieri, S., Mori, M., Sartor, P., & Sbrana, M., 1989. Preliminary analysis of demersal fish assemblages in the northern Tyrrhenian Sea. *Nova Thalassia* 10, 391–398.
- Breen, P.A., S.W. Kim & Andrew, N.L., 2003. A length-based Bayesian stock assessment model for the New Zealand abalone *Haliotis iris*. *Marine and Freshwater Research* 54:619-634.
- Bray, J. R. & J. T. Curtis. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, 27: 325-349.
- Canales, C. & P. Arana, 2009. Desempeño de dos diseños de muestreo empleados en la evaluación de crustáceos demersales mediante el método de área barrida, *Lat, Am, J. Aquat, Res.*, 37(2): 211-219.
- Canales, C., J.C. Quiroz, & C. Montenegro, 2003. Investigación y evaluación captura total permisible camarón nailon, 2003, Informe Final, Subsecretaría de Pesca, Instituto de Fomento Pesquero, 25 p, + anexos.
- Canales, C., Montenegro, C., Peñailillo, T., Pool & H., Vicencio, C. 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.
- Catalán, I., M. Jiménez, J. Alconchel, L. Prieto & J. Muñoz. 2006. Spatial and temporal changes of coastal demersal assemblages in the Gulf of Cadiz (SW Spain) in relation to environmental conditions. *Deep-Sea Research II*, 53 (2006): 1402-1419.
- Clarke K.R. & R.H. Green, 1988. Statistical design and analysis for a biological effects study. *Mar Ecol. Prog. Ser.*, 92: 205-219.
- Clarke, K. R. & R. M. Warwick. 1994. Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth: Plymouth Marine Laboratory, 144 p.
- Clifford, H. T. & W. Stephenson. 1975. An introduction to numerical classification. Academic Press, Incorporated, London, 229 pp.
- Cohen, M.D. & G.S. Fishman. 1980. Modeling growth-time and weight-length relationships in a single year-class fishery with examples on North Carolina pink and brown shrimp. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37: 1000-1011.
- Colloca, F., M. Cardinale, A. Belluscio & G. Ardizzone. 2003. Pattern of distribution and diversity of demersal assemblages in the central Mediterranean Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 56 (2003): 469-480.

- Cressie, N.A.C. 1993. Statistics for spatial data, Wiley, New York,
- Dell, Q., D. Brewer, S. Griffiths, D. Heales & M. Tonks. 2009. Bycatch in a tropical schooling – penaeid fishery and comparisons with a related, specialized trawl regime. *Fisheries Management and Ecology*, 16: 191-201.
- Deriso, R.B. & A. Parma. 1988. Dynamics of age and size for a stochastic population model. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 45:1054-1068.
- Deutsch, C.V, & A.G, Journel, 1998. *GSLIB: Geostatistical Software Library and User's Guide*, 2nd Ed, Oxford University Press, New York, 369 p,
- Escuela de Ciencias del Mar, 2000. Evaluación directa de camarón nailon, langostino amarillo y langostino colorado, Año 2000, Informes FIP, FIP/IT N° 2000-05: 315 p,
- FAO. 1972. Catalogue of fishing gear designs, Fishing News Books Ltd., Farnham, Surrey, England, 160 pp,
- FAO, 1996. FAO Fishing Technology Service, Fishing operations, FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries, No, 1, Rome, FAO. 1996, 26p, 6 annexes,
- FAO, 2003. Fisheries Management 2, The Ecosystem Approach to Fisheries, FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries, Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome 4 (Suppl, 2): 112 pp,
- Fennessy, S., C. Villacastin & J. Field. 1994. Distribution and seasonality of ichthyofauna associated with commercial praw trawl catches on the Tugela bank of Natal, South Africa. *Fisheries Research*, 20:263-282.
- Fournier, D.A., J.R. Sibert, J. Majkowski & J. Hampton. 1990. MULTIFAN a likelihood-based method for estimating growth parameters and age composition from multiple length frequency data sets illustrated using data for southern bluefin tuna (*Thunnus maccoyii*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47: 635-643.
- Fu, C., & T.J. Quinn. 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, & 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.
- Fu, C., T.J. Quinn II & 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.

- 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,
- Hecker, B. 1990. Variation in megafaunal assemblages on the continental margin south of New England. *Deep-Sea Research*, 37: 37-57.
- Hobday, D. & 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.
- ICES, 2005. Report of the Workshop on Survey Design and Data Analysis (WKSAD), 9-13 May 2005, Sète, France, ICES CM 2005/B:07, 170 pp,
- Ihaka, R. & R. Gentleman, 1996. R: A language for data analysis and graphics, *Journal of Computational and Graphical Statistics* 5: 299-314
- Isaaks, E. H. & R.M. Srivastava, 1989. *Applied Geostatistics*, Oxford University Press, New York, 560 pp,
- Isaaks, E.H. & R.M. Srivastava, 1989. *An Introduction to Applied Geostatistics*, Oxford University Press, New York, 561 p,
- Journel, A.G, & 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. & E. Houde. 2003. Spatial and temporal variabilities of pelagic fish community structure and distribution in Chesapeake Bay, USA. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 58(2): 335-351.
- Kasatkina S,M. & P,S Gasyukov, 2006. Estimating uncertainty in baltic acoustic survey results applying geostatistics techniques and simulation, ICES CM 2006/I:14, 20 pp,
- Land, C.E. 1975. Tables of confidence limits for linear functions of the normal mean and variance, *Sel, Tables Math, Stat*, 3:385-419,
- Matérn, B, 1987. *Spatial Variation*, 2nd edn, *Lecture Notes in Statistics*, 151 pp,
- Matheron, G, 1971. *La théorie des variables régionalisées et ses applications*, Fasc, 5 Ecole Nat, Sup, des Mines, Paris,
- Menares, B. & J.I. Sepúlveda. 2005. Grupos recurrentes de peces y crustáceos demersales en la zona centro-sur de Chile. *Investigaciones Marinas*, 33(1): 91-100.

- Menezes, G., A. Rosa, O. Melo & M. Pinho. 2009. Demersal fish assemblages off the Seine and Sedlo seamounts (northeast Atlantic). *Deep-Sea Research II*, 56 (2009): 2683-2704.
- Moranta, J., A. Quetglas, E. Massutí, B. Guijarro, M. Hidalgo & P. Diaz. 2008. Spatio-temporal variations in deep-sea demersal communities off the Balearic Islands (western Mediterranean). *Journal of Marine Systems*, 71(2008): 346-366.
- Myers, R.A. & N.G. Cadigan, 1995. Was an increase in natural mortality responsible for the collapse of northern cod? *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 52: 1274-1285,
- Myers, R.A. & P. Pepin, 1990, The robustness of lognormal-based estimators of abundance, *Biometrics*, 46: 1185–1192,
- Pavez, P., C. Falcón, V. Espejo, & 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 reedi*) entre la II y la VIII Región, Informes Técnicos FIP, FIP – IT /96-49, p, 202-293,
- Pavez, P., M. Monardes, C. Olarte, V. Monardes, N. Silva, C. Falcón, V. Espejo, C. González, & M. Arredondo, 1996. Evaluación directa del camarón nailon en la zona centro-norte, Informes Técnicos FIP, FIP – IT /96-09, 338 p, + anexos
- Pennington, M. 1983. Efficient estimators of abundance, for fish and plankton surveys, *Biometrics* 39:281-286,
- Pennington, M. 1996. Estimating the mean and variance from highly skewed marine data, *Fishery Bulletin*, US, 47: 1623–1624,
- Pérez, E.P, & O. Defeo, 2003. Time-space variation in the catchability coefficient as a function of match per unit of effort in *Heterocarpus reedi* (Decapoda, Pandalidae) in north-central Chile, *Interciencia* 28(3): 178-182,
- Pérez, E.P, & O. Defeo, 2005. Estimation of catchability for the *Heterocarpus reedi* and *Cervimunida johni* in northern Chile, using different catch per unit of area estimators, *Interciencia* 30(1): 1-6,
- Pérez, E.P, 2005. Un modelo simple para describir la dinámica de la biomasa del camarón nailon *Heterocarpus reedi* en Coquimbo, Chile, *Invest. Mar.*, Valparaíso, 33(2): 131-142,
- Petitgas, P, & 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,
- Petitgas, P, 1996. Geostatistics and their applications to fisheries survey data, In: Megrey, A., and E. Moskness (Eds,) *Computers in Fisheries Research*, Chapman & Hall, London, pp, 113-142

- Petitgas, P., 1993. Geostatistics for fish stock assessments: a review and an acoustic application, *ICES Journal Marine Science*, 50: 258-298,
- Punt, A.E., & R.B. Kennedy. 1997. Population modeling of Tasmanian rock lobster, *Jasus edwardsii*, resources. *Marine and Freshwater Research* 48:967-980.
- Punt, A.E., T. Huang & M.N. Maunder. 2013. Review of integrated size-structured models for stock assessment of hard-to-age crustacean and mollusc species. *ICES Journal of Marine Science*, 70: 16-33.
- Quinn II, T.J., C.T. Turnbull & 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.
- Ribeiro, P.J. & P.J. Diggle. 2001. geoR: a package for geostatistical analysis, *R-NEWS*, 1: 15–18.
- Rivoirard, J., Simmonds, J., Foote, K., Fernandes, P., & Bez, N. 2000, *Geostatistics for estimating fish abundance*, Blackwell Sciences, Oxford.
- Roa, R. & R. Bahamonde, 1993. Growth and expansion of an exploited population of the squat lobster (*Pleuroncodes monodon*) after 3 year without harvesting, *Fisheries Research*, 18 305-319.
- Roa, R. & 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., & B. Ernst, 1996, Age structure, annual growth, and variance of size-at-age of the shrimp *Heterocarpus reedi*, *Mar, Ecol, Prog, Ser*, 137:59-70.
- Roa, R., F. Tapia, L. Cid, M.I. López, C. Díaz & H. Arancibia, 1999, Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, *Informes Técnicos FIP, FIP/IT N  98-03*, 115 pp.
- Roa, R., Gallardo, V.A., Ernst, B., Baltazar, M., Cañete, J.I., & Enríquez-Briones, S., 1995. Nursery ground, age structure and abundance of juvenile squat lobster *Pleuroncodes monodon* on the continental shelf off central Chile, *Mar, Ecol, Prog, Ser*, 116, 47-54.
- Roa, R., R. Quiñones & H. Arancibia, 1997. Evaluación directa del stock de langostino colorado en la zona centro-sur, *Informe Final Proyecto FIP*, 139 pp + figuras y anexos.
- Sielfeld, W. & M. Vargas. 1996. Composición y estructura de la ictiofauna demersal en la zona norte de Chile. *Invest. Mar., Valparaíso*. 24: 3-17.

- 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.
- Vaz, S., C.S, Martin, B, Ernande, F. Coppin, S, Harrop & A. Carpentier, 2005. Using geostatistics to quantify annual distribution and aggregation patterns of fishes in the Eastern English Channel, ICES CM 2005/L:21, 22 pp.
- Warwick, R. M., A. J. McEvoy & S. F. Thrush. 1997. The influence of *Atrina zelandica* Gray on meiobenthic nematode diversity and community structure. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 214: 231-247.
- Wuillez, M., P, Petitgas, J. Rivoirard, J.C. Poulard & N. Bez, 2005. Indices for capturing spatial pattern and change across years of fish population: an application on European hake (*Merluccius merluccius*) in the Bay of Biscay, ICES CM 2005/L:16, 14 pp.
- Xiao, Y., 2006. Several traps in size-dependent population models published in fisheries journals. Fish. Res. 77, 265-270.

9. Anexos

ANEXOS

ANEXO 1

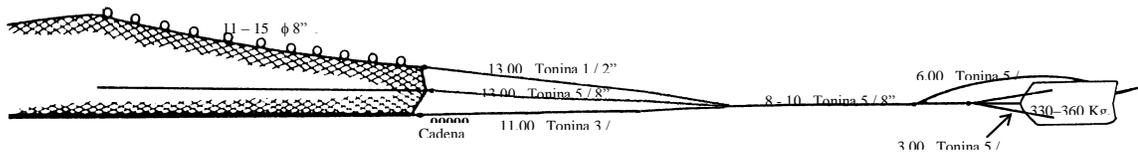
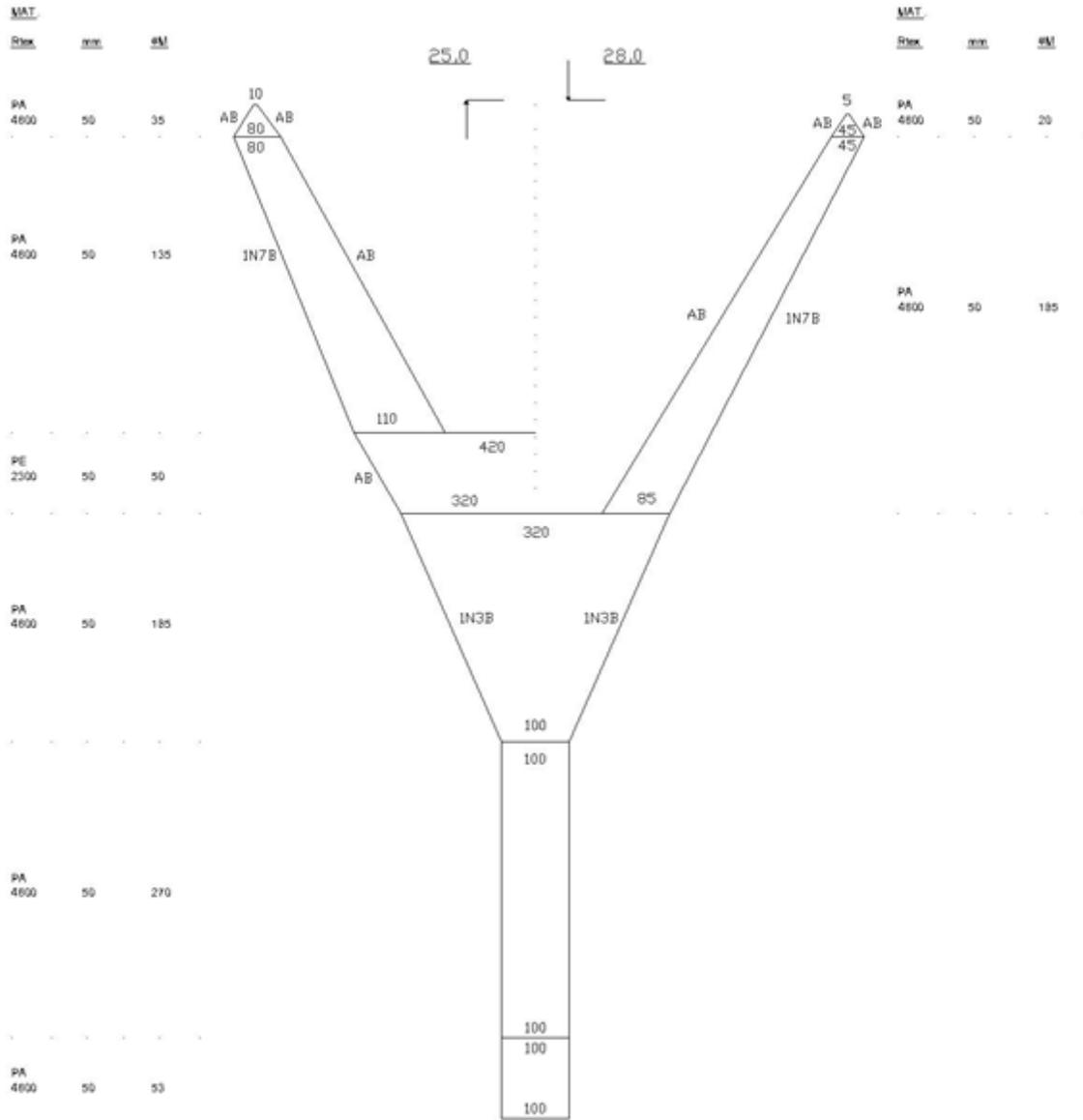
**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS
EMBARCACIONES Y PLANOS DE
LAS REDES UTILIZADAS**

RED DE ARRASTE
Camarón-langostino
Chile

BARCO
PAM 'Isla Orcas'
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

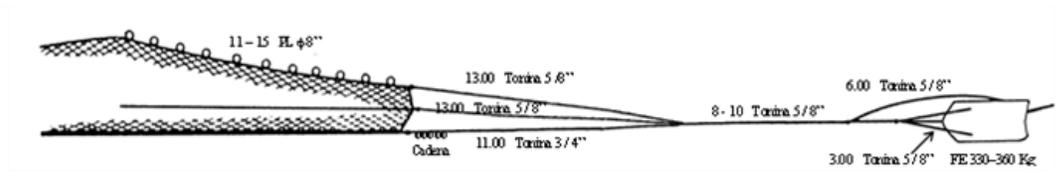
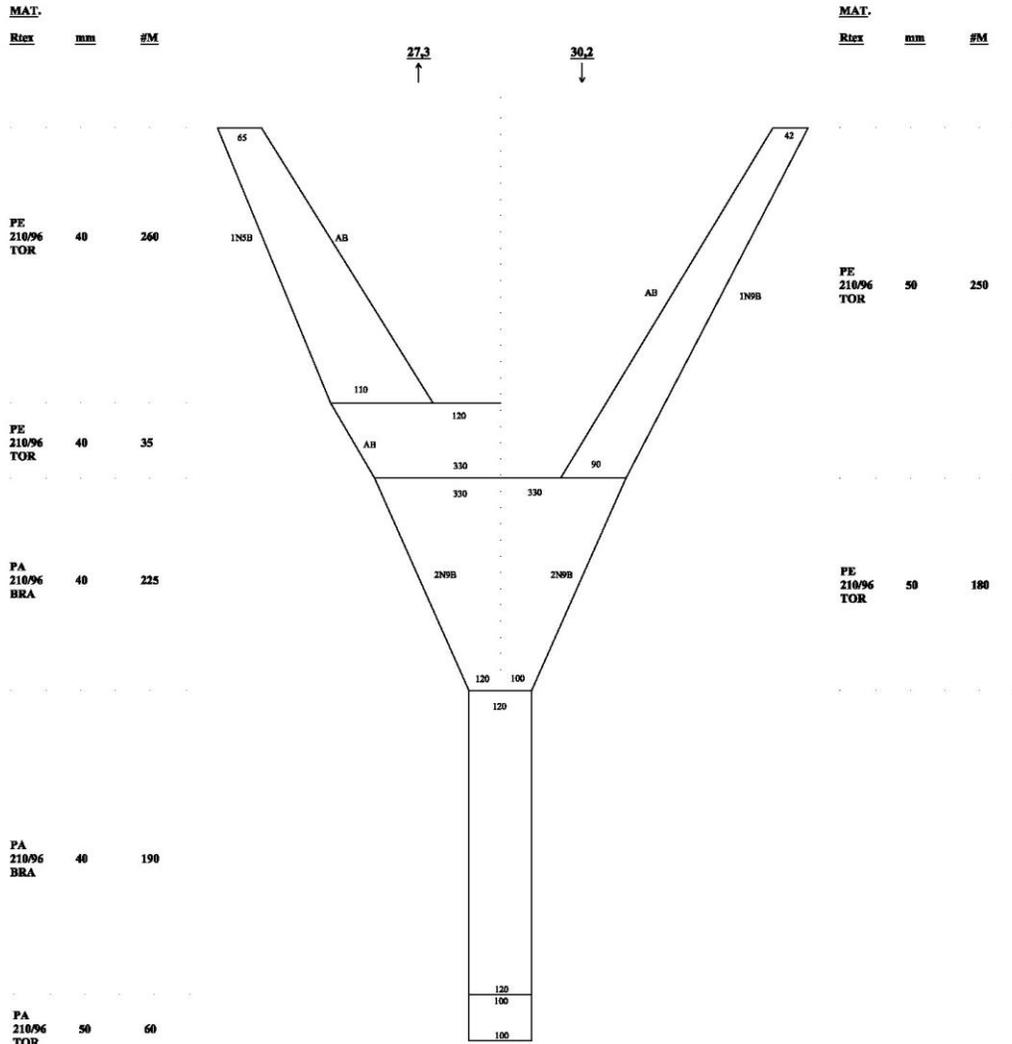


RED DE ARRASTE
Camarón-langostino
Chile

BARCO
LM "Don Jose Miguel"
Eslora 16,3 m

Bodega 47 m³.
T.R.G. 48,9

Manga 5,50 m
Puntal 2,38 m



Anexo 2. Fechas y lugares geográficos de los muestreos.

FECHA	REGION							TOTAL
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
01-09-2013							5	5
07-09-2013							5	5
12-09-2013				1	4			5
13-09-2013				2				2
14-09-2013				4				4
22-09-2013			6					6
26-10-2013		9		10				19
27-10-2013		11		9				20
28-10-2013		8			10			18
29-10-2013	3	7		3	7			20
30-10-2013	8							8
31-10-2013	11			10				21
01-11-2013					11			11
02-11-2013					5	4		9
03-11-2013					7			7
04-11-2013		1						1
05-11-2013		1				10		11
06-11-2013		2				11		13
07-11-2013		2				6		8
08-11-2013		1						1
09-11-2013		2					10	12
10-11-2013		2					9	11
11-11-2013		9						9
12-11-2013		5					10	15
13-11-2013							7	7
14-11-2013		5						5
15-11-2013		2				4	6	12
16-11-2013		9				13		22
17-11-2013						10		10
18-11-2013		5						5
19-11-2013		5	2					7
20-11-2013		17						17
21-11-2013				10				10
22-11-2013				5				5
23-11-2013				3				3
24-11-2013				2				2

Anexo 2. Continuación.

FECHA	REGION							TOTAL
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
26-11-2013				1				1
27-11-2013				5				5
28-11-2013				3				3
30-11-2013				7				7
01-12-2013				4				4
03-12-2013				2				2
04-12-2013				8				8
05-12-2013				12				12
06-12-2013				4				4
07-12-2013			8	4				12
08-12-2013			12					12
09-12-2013			12					12
10-12-2013			12					12
11-12-2013			7					7
15-12-2013		1						1
16-12-2013			13					13
17-12-2013			13					13
18-12-2013			11					11
19-12-2013			5					5
20-12-2013			10					10
21-12-2013			14					14
22-12-2013			6					6
TOTAL	22	104	131	109	44	58	52	520

Anexo 3. Registros de posición (Lat., Long), profundidad (Prof., m), área barrida (A.B. km²), abertura de punta de alas (APA, m), captura (Capt, kg) y cpua de camarón nailon (ton/km²). Con * se indican los lances instrumentados.

IDP	Lat,	Long,	Prof (m)	APA (m)	AB (km ²)	Capt, (kg)	cpua (ton/km ²)
1	-25,14886	-70,55001	217,0	11,900	*	0,01175	0,00000
2	-25,13508	-70,56708	378,0	12,200	*	0,00904	0,00000
3	-25,13555	-70,58281	540,0	8,500	*	0,00787	0,00000
5	-25,22173	-70,54772	328,0	12,000	*	0,00963	0,00000
6	-25,21698	-70,56382	477,0	9,900	*	0,00917	0,00000
7	-25,21963	-70,57633	551,0	8,700	*	0,00806	0,00000
9	-25,32115	-70,54922	258,0	11,500	*	0,01065	0,00000
10	-25,32887	-70,55656	326,0	11,300	*	0,01116	0,00000
11	-25,32638	-70,57881	378,0	11,700	*	0,01156	0,00000
12	-25,32725	-70,59473	439,0	10,100	*	0,00935	0,00000
13	-25,50715	-70,69508	344,0	11,400	*	0,01196	0,00000
14	-25,50738	-70,71266	448,0	9,800	*	0,00907	0,00000
16	-25,71910	-70,75547	284,0	11,700	*	0,01083	0,00000
17	-25,71783	-70,76899	343,0	11,400	*	0,01056	0,00000
18	-25,71593	-70,77828	419,0	10,900	*	0,00673	0,00000
20	-25,84986	-70,78972	282,0	12,100	*	0,01120	0,00000
21	-25,83733	-70,80743	343,0	11,100	*	0,01096	0,00000
23	-25,96806	-70,77733	229,0	12,200	*	0,01130	0,00000
24	-25,97142	-70,78495	360,0	10,600	*	0,01047	0,00000
25	-25,96853	-70,79975	449,0	9,700	*	0,00898	0,00000
26	-26,06924	-70,75470	224,0	13,100	*	0,01213	0,00000
27	-26,06849	-70,77418	348,0	11,300	*	0,01046	0,00000
29	-26,13507	-70,75028	224,0	12,200	*	0,01130	0,00000
31	-26,13736	-70,77851	336,0	11,300	*	0,01116	0,00000
32	-26,13933	-70,78964	398,0	11,000	*	0,01019	0,00000
33	-26,13558	-70,81256	476,0	9,500	*	0,00997	0,00000
35	-26,21813	-70,82223	404,0	11,100	*	0,01028	0,00000
36	-26,20529	-70,81062	414,0	11,400	*	0,01056	0,00000
37	-26,21578	-70,77353	241,0	11,100	*	0,01028	0,00000
38.1	-26,30774	-70,79965	247,0	11,500	*	0,01065	0,00000
38.2	-26,21428	-70,80383	352,0	11,500	*	0,01349	0,00000
39	-26,29918	-70,82400	342,0	11,000	*	0,01019	0,00000
40	-26,29723	-70,83294	444,0	10,200	*	0,01007	0,00000
42	-26,40403	-70,84008	283,0	11,500	*	0,01420	0,00000
43	-26,40072	-70,86448	455,0	10,400	*	0,01027	0,00000
44	-26,39303	-70,86799	401,0	11,500	*	0,01136	0,08100
45	-26,55493	-70,81153	310,0	11,500	*	0,01136	0,00000
46	-26,55145	-70,83489	369,0	11,000	*	0,01087	0,00306
47	-26,55154	-70,85567	427,0	11,900	*	0,01322	0,05400
48	-26,59946	-70,81872	246,0	13,900	*	0,01287	0,00000
49	-26,61011	-70,82468	344,0	12,000	*	0,01185	0,00000
50	-26,61529	-70,81767	347,0	11,700	*	0,01083	0,00000
51	-26,60763	-70,81803	345,0	11,800	*	0,01093	0,00000
52	-26,60199	-70,81818	326,0	12,300	*	0,01139	0,00000
53	-26,72820	-70,86355	478,0	9,400	*	0,00987	0,00000
54	-26,73728	-70,81069	217,0	12,200	*	0,01280	0,00000
55	-26,72662	-70,82733	301,0	11,600	*	0,01074	0,00000

IDP	Lat,	Long,	Prof (m)	APA (m)	AB (km ²)	Capt, (kg)	cpua (ton/km ²)	
56	-26,72861	-70,84202	365,0	11,400	*	0,00915	0,12096	13,22126
58	-26,83995	-70,88513	267,0	10,900	*	0,01009	0,00000	0,00000
59	-26,96683	-70,90902	258,0	11,100	*	0,00685	0,00000	0,00000
60	-26,96457	-70,92649	375,0	10,300	*	0,00954	0,10800	11,32337
61	-26,95111	-70,93727	460,0	9,800	*	0,00907	0,00000	0,00000
62	-27,13830	-70,99613	166,0	9,800	*	0,00907	0,00000	0,00000
63	-27,14728	-71,01049	353,0	10,700	*	0,01982	0,14400	7,26671
65	-27,27690	-71,01216	253,0	12,400	*	0,01225	0,00225	0,18370
66	-27,27622	-71,02764	419,0	8,800	*	0,00815	0,07200	8,83566
67	-27,37923	-71,03058	245,0	11,800	*	0,01093	0,00000	0,00000
68	-27,37665	-71,03981	327,0	11,400	*	0,01267	0,10800	8,52562
69	-27,38053	-71,04943	454,0	9,200	*	0,00909	0,07200	7,92332
70	-27,47058	-71,01356	187,0	12,400	*	0,01148	0,00000	0,00000
71	-27,46878	-71,02209	296,0	11,700	*	0,01083	0,00846	0,78086
72	-27,46503	-71,04248	440,0	10,000	*	0,00926	0,10800	11,66307
73	-27,60166	-71,03843	233,0	12,100	*	0,01195	0,00000	0,00000
74	-27,60052	-71,05361	355,0	10,700	*	0,00991	0,18000	18,16677
75	-27,59728	-71,06173	421,0	10,800	*	0,01333	0,12600	9,44924
76	-27,75883	-71,11133	140,0	10,400	*	0,00963	0,00000	0,00000
77	-27,76137	-71,13358	327,0	11,300	*	0,01046	0,00288	0,27523
78	-27,76451	-71,14279	425,0	10,400	*	0,00706	0,14400	20,38996
79	-28,04181	-71,20431	285,0	10,446		0,01419	0,00000	0,00000
80	-28,04094	-71,21741	350,0	11,600	*	0,00931	0,06480	6,96071
81	-28,23703	-71,26633	292,0	11,000	*	0,01087	0,06480	5,96405
82	-28,22883	-71,27328	340,0	11,500	*	0,01065	0,07200	6,76120
85	-28,41367	-71,31151	385,0	11,200	*	0,01037	0,07200	6,94230
86.2	-28,41546	-71,29673	266,0	11,200	*	0,01037	0,00000	0,00000
87	-28,51523	-71,31314	135,0	11,000	*	0,01087	0,00000	0,00000
88	-28,51758	-71,32988	377,0	10,100	*	0,00935	0,10800	11,54759
89	-28,51082	-71,33825	389,0	10,900	*	0,01077	0,05400	5,01565
91	-28,67450	-71,38688	300,0	11,800	*	0,01093	0,25920	23,72149
92	-28,66328	-71,38884	385,0	9,900	*	0,00917	0,00000	0,00000
98	-28,88538	-71,54115	272,0	10,800	*	0,00400	0,00000	0,00000
99	-28,86776	-71,53776	384,0	10,700	*	0,00991	0,21600	21,80013
101	-28,96448	-71,55339	372,0	10,000	*	0,00988	0,05400	5,46708
102	-28,96452	-71,56628	436,0	10,000	*	0,00926	0,14400	15,55076
104.1	-29,19252	-71,57073	148,0	10,300	*	0,00954	0,00000	0,00000
104.2	-29,18733	-71,58139	230,0	10,230		0,01010	0,00000	0,00000
105.1	-29,17563	-71,58515	263,0	11,300	*	0,01186	0,00020	0,01712
105.2	-29,18717	-71,59526	339,0	10,684		0,00989	0,00000	0,00000
106.1	-29,19032	-71,59941	421,0	9,700	*	0,00898	0,02009	2,23698
106.2	-29,18890	-71,60361	433,0	12,706		0,00627	0,02679	4,26955
107	-29,26646	-71,58064	200,0	9,437		0,00932	0,00000	0,00000
108	-29,27373	-71,59918	421,0	10,275		0,00952	0,14400	15,13400
109	-29,27778	-71,61466	511,0	10,425		0,00965	0,10800	11,18754
110	-29,33122	-71,52867	119,0	11,310		0,01117	0,00000	0,00000
111	-29,33428	-71,54353	151,0	10,570		0,00979	0,00000	0,00000
112	-29,33318	-71,55643	186,0	10,504		0,00973	0,00000	0,00000
113	-29,35345	-71,58863	250,0	11,998		0,01111	0,00000	0,00000
114	-29,32806	-71,59018	222,0	8,928		0,00827	0,00000	0,00000
115	-29,32823	-71,61342	316,0	11,959		0,01107	0,00000	0,00000
116	-29,32079	-71,63331	557,0	9,362		0,00867	0,01800	2,07641

IDP	Lat,	Long,	Prof (m)	APA (m)	AB (km ²)	Capt, (kg)	cpua (ton/km ²)
117	-29,45722	-71,47588	233,0	10,904	0,00606	0,00000	0,00000
118	-29,46285	-71,49192	279,0	12,071	0,01490	0,00000	0,00000
119	-29,45455	-71,50767	303,0	11,517	0,01066	0,00000	0,00000
120	-29,43619	-71,52688	334,0	12,287	0,01441	0,00000	0,00000
121	-29,45483	-71,54211	368,0	11,501	0,01065	0,00000	0,00000
122	-29,44769	-71,56409	251,0	11,232	0,01040	0,00000	0,00000
123	-29,44884	-71,58397	335,0	11,520	0,01067	0,03043	2,85235
124	-29,46540	-71,58349	404,0	10,668	0,00988	0,30600	30,97511
125	-29,52943	-71,41128	262,0	11,721	0,01085	0,00000	0,00000
126	-29,52575	-71,43094	278,0	12,838	0,01268	0,00000	0,00000
127	-29,53539	-71,44703	311,0	12,819	0,01187	0,00000	0,00000
128	-29,53062	-71,46620	332,0	12,333	0,01142	0,00000	0,00000
129	-29,51423	-71,49508	345,0	12,032	0,01114	0,00000	0,00000
130	-29,50803	-71,50303	351,0	11,894	0,01322	0,00000	0,00000
131	-29,53720	-71,49775	379,0	11,246	0,01041	0,63000	60,49491
132	-29,61881	-71,38161	204,0	11,575	0,01072	0,00000	0,00000
133	-29,61297	-71,40178	251,0	11,975	0,01183	0,00000	0,00000
134	-29,61027	-71,41902	288,0	12,607	0,01245	0,00000	0,00000
135	-29,61360	-71,43245	323,0	12,541	0,01239	0,00000	0,00000
136	-29,60688	-71,42173	344,0	12,799	0,01185	0,06950	5,86404
137	-29,64858	-71,43672	384,0	12,618	0,01168	0,00260	0,22270
138	-29,64352	-71,43087	341,0	12,868	0,01351	0,00115	0,08530
139	-29,64898	-71,42394	327,0	12,449	0,01153	0,00000	0,00000
140	-29,65429	-71,41995	318,0	11,913	0,01103	0,00000	0,00000
142	-29,67652	-71,37573	220,0	11,948	0,01106	0,00000	0,00000
143	-29,66587	-71,39933	311,0	12,819	0,01345	0,00000	0,00000
144	-29,68483	-71,41187	322,0	12,564	0,01163	0,00000	0,00000
145	-29,68468	-71,42693	421,0	11,762	0,01162	0,14400	12,39445
146	-29,68654	-71,44953	477,0	11,955	0,01107	0,18000	16,26016
147	-29,75056	-71,37957	282,0	12,746	0,01180	0,00151	0,12794
148	-29,73290	-71,40146	337,0	12,961	0,01200	0,00590	0,49143
149	-29,73821	-71,41548	396,0	13,084	0,01212	0,04940	4,07739
150	-29,73816	-71,43678	451,0	12,556	0,01163	0,21600	18,57809
151	-29,81444	-71,36408	189,0	11,922	0,01178	0,00000	0,00000
152	-29,81990	-71,37711	298,0	12,376	0,01146	0,00000	0,00000
153	-29,79956	-71,39247	413,0	12,691	0,01175	0,09000	7,65847
154	-29,89224	-71,41373	247,0	12,068	0,01192	0,00000	0,00000
155	-29,88286	-71,42333	293,0	11,748	0,00943	0,00000	0,00000
156	-29,90273	-71,45421	406,0	12,853	0,01428	0,18000	12,60337
157	-29,91899	-71,42361	245,0	12,857	0,00952	0,00000	0,00000
158	-29,93586	-71,43855	369,0	11,478	0,01205	0,07296	6,05672
159	-30,03563	-71,44673	130,0	10,312	0,00955	0,00000	0,00000
160	-30,04162	-71,46506	272,0	10,746	0,00995	0,00000	0,00000
161	-30,02482	-71,47492	362,0	11,639	0,01078	0,08640	8,01626
162	-30,00489	-71,47863	411,0	10,507	0,00973	0,00103	0,10618
163	-30,06949	-71,47435	277,0	12,118	0,01122	0,00000	0,00000
164	-30,09129	-71,49703	353,0	11,848	0,01170	0,05848	4,99752
165	-30,07390	-71,50083	418,0	10,345	0,00958	0,03600	3,75814
166	-30,09308	-71,52716	446,0	10,441	0,00645	0,05400	8,37794
167	-30,09412	-71,54782	458,0	10,163	0,00941	0,10800	11,47557
168	-30,12048	-71,50336	270,0	12,279	0,01137	0,48600	42,74106
169	-30,12972	-71,52333	322,0	11,821	0,01095	0,00000	0,00000

IDP	Lat,	Long,	Prof (m)	APA (m)	AB (km ²)	Capt, (kg)	cpua (ton/km ²)
170	-30,14041	-71,55203	367,0	11,524	0,01067	0,03054	2,86203
171	-30,12508	-71,55355	403,0	10,692	0,00990	0,03600	3,63625
172	-30,13921	-71,57362	435,0	11,439	0,01059	0,05400	5,09809
173	-30,22377	-71,65836	233,0	11,900	*	0,01102	0,00000
174	-30,21900	-71,66539	376,0	12,800	*	0,01185	0,28800
175	-30,34916	-71,73108	372,0	13,000	*	0,01204	0,46800
176	-30,45745	-71,74481	379,0	11,500	*	0,01065	0,16419
177	-30,44621	-71,74843	399,0	12,900	*	0,01195	0,16200
178	-30,51105	-71,75595	341,0	11,400	*	0,01056	0,10906
179	-30,56534	-71,77610	351,0	12,000	*	0,01111	0,31767
180	-30,65446	-71,76304	337,0	12,200	*	0,01130	0,22770
182	-30,64858	-71,76518	340,0	12,800	*	0,01185	0,16947
184	-30,73683	-71,76049	250,0	11,800	*	0,00583	0,00000
185	-30,83578	-71,76126	354,0	12,800	*	0,01185	0,11951
186	-30,90663	-71,74404	355,0	13,000	*	0,01204	0,15753
187	-30,99844	-71,73269	296,0	12,800	*	0,01185	0,19717
188	-31,00164	-71,74378	369,0	13,000	*	0,01204	0,28800
189	-31,00768	-71,75702	428,0	12,700	*	0,01176	0,27000
190	-31,10893	-71,75194	302,0	12,800	*	0,01185	0,22581
191	-31,22008	-71,71358	280,0	13,000	*	0,01204	0,07662
192	-31,22815	-71,72329	352,0	11,600	*	0,01074	0,06100
193	-31,21720	-71,73283	404,0	11,600	*	0,01074	0,09000
194	-31,32807	-71,70153	286,0	12,800	*	0,01185	0,11565
195	-31,33116	-71,71732	358,0	12,800	*	0,01185	0,09256
196	-31,41002	-71,66856	263,0	12,700	*	0,01176	0,05188
197	-31,42347	-71,66587	283,0	12,300	*	0,01139	0,16394
198	-31,45527	-71,65217	257,0	12,400	*	0,01148	0,09372
199	-31,46364	-71,66131	282,0	13,300	*	0,01232	0,06277
200	-31,52429	-71,64989	235,0	13,200	*	0,01222	0,05785
201	-31,52281	-71,66075	273,0	13,200	*	0,01222	0,08241
202	-31,51989	-71,67384	305,0	13,100	*	0,01213	0,19920
203	-31,66783	-71,68179	250,0	11,700	*	0,01083	0,12600
204	-31,66139	-71,69597	367,0	12,000	*	0,01111	0,21600
205	-31,74346	-71,66508	263,0	12,800	*	0,01185	0,20431
206	-31,75937	-71,66778	314,0	12,900	*	0,01195	0,16200
207	-31,73954	-71,68933	329,0	13,700	*	0,01269	0,23400
209	-31,83798	-71,66491	271,0	12,300	*	0,01139	0,18547
210	-31,83433	-71,67192	313,0	13,300	*	0,01232	0,17100
211	-31,98457	-71,65027	271,0	12,500	*	0,01158	0,20746
212	-31,98738	-71,66301	340,0	11,900	*	0,01102	0,05400
213	-31,98766	-71,67363	420,0	12,000	*	0,01111	0,14400
214	-32,01778	-71,63264	244,0	11,500	*	0,01065	0,10800
215	-32,02068	-71,64323	280,0	11,600	*	0,01074	0,14400
216	-32,01984	-71,65373	332,0	12,100	*	0,01120	0,18000
217	-32,01233	-71,66798	396,0	12,200	*	0,01130	0,12600
218	-32,06388	-71,62579	243,0	11,300	*	0,01046	0,16200
219	-32,07253	-71,64457	299,0	11,500	*	0,01065	0,23400
220	-32,07084	-71,65276	377,0	11,600	*	0,01074	0,07200
221	-32,15303	-71,62857	241,0	11,800	*	0,01093	0,14400
222	-32,15910	-71,65395	322,0	11,400	*	0,01056	0,18000
223	-32,15859	-71,65922	353,0	12,000	*	0,01111	0,05400
224	-32,22717	-71,63422	304,0	12,500	*	0,01158	0,10800

IDP	Lat,	Long,	Prof (m)	APA (m)	AB (km ²)	Capt, (kg)	cpua (ton/km ²)	
225	-32,23241	-71,63546	341,0	11,700	*	0,01083	0,09000	8,30703
227	-32,23393	-71,64251	365,0	11,900	*	0,01102	0,18000	16,33483
228	-32,23690	-71,64689	386,0	11,300	*	0,01046	0,19800	18,92238
229	-32,29460	-71,60928	338,0	12,300	*	0,01139	0,28800	25,28578
230	-32,29492	-71,61793	395,0	11,800	*	0,01093	0,10800	9,88396
231	-32,26895	-71,63952	478,0	11,100	*	0,01028	0,05400	5,25363
232	-32,27140	-71,65604	499,0	11,000	*	0,01019	0,07200	7,06853
233	-32,32489	-71,58444	226,0	11,400	*	0,01056	0,21507	20,37361
234	-32,31360	-71,59597	266,0	11,900	*	0,01102	0,14400	13,06786
235	-32,31835	-71,60472	313,0	11,900	*	0,01102	0,18000	16,33483
236	-32,31913	-71,61929	364,0	11,200	*	0,01037	0,09000	8,67788
237	-32,32012	-71,63082	411,0	12,200	*	0,01130	0,07200	6,37326
238	-32,35935	-71,59447	239,0	11,600	*	0,01074	0,16942	15,77214
239	-32,36883	-71,60544	283,0	12,000	*	0,01111	0,34200	30,77754
240	-32,36791	-71,62142	341,0	11,700	*	0,01083	0,16200	14,95265
241	-32,46223	-71,61108	272,0	12,500	*	0,01158	0,09000	7,77538
242	-32,46567	-71,62196	300,0	11,800	*	0,01093	0,12600	11,53128
243	-32,46541	-71,63513	357,0	12,000	*	0,01111	0,10800	9,71922
244	-32,45915	-71,64569	404,0	12,200	*	0,01130	0,09000	7,96658
245	-32,54623	-71,64173	303,0	11,516		0,01066	0,14400	13,50388
246	-32,55177	-71,66182	350,0	11,863		0,01099	0,16200	14,74725
247	-32,58669	-71,62092	198,0	11,693		0,01083	0,07310	6,75090
248	-32,59545	-71,64459	294,0	11,698		0,01805	0,10800	5,98215
249	-32,59089	-71,65761	356,0	11,742		0,01087	0,14400	13,24418
250	-32,63449	-71,62615	165,0	11,712		0,01084	0,00000	0,00000
251	-32,62652	-71,64738	275,0	12,082		0,01119	0,14940	13,35383
252	-32,62231	-71,65540	380,0	11,256		0,01042	0,18000	17,26933
253	-32,72768	-71,65094	193,0	11,794		0,01092	0,07352	6,73207
254	-32,73027	-71,66010	275,0	10,784		0,00999	0,09000	9,01244
255	-32,81622	-71,68599	189,0	11,500	*	0,01065	0,16200	15,21270
256	-32,81598	-71,69430	278,0	12,200	*	0,01130	0,30600	27,08636
257	-32,87645	-71,71973	197,0	12,100	*	0,01120	0,34200	30,52318
258	-32,87672	-71,73023	266,0	12,000	*	0,01111	0,30600	27,53780
259	-32,87323	-71,73878	356,0	11,400	*	0,01056	0,23400	22,16665
260	-32,91398	-71,74660	241,0	12,600	*	0,01167	0,18000	15,42734
261	-32,91522	-71,75744	312,0	12,000	*	0,01111	0,23400	21,05832
262	-32,92090	-71,77235	409,0	11,800	*	0,01093	0,06300	5,76564
263	-32,95073	-71,74616	177,0	11,200	*	0,01037	0,00099	0,09536
264	-32,95837	-71,77019	270,0	12,183		0,01128	0,27000	23,93235
265	-32,93606	-71,77120	341,0	12,300	*	0,01139	0,03600	3,16072
266	-32,97556	-71,77490	237,0	12,202		0,01130	0,14400	12,74449
267	-32,98675	-71,79888	342,0	12,025		0,01114	0,14400	12,93220
268	-33,00139	-71,81354	388,0	12,392		0,01148	0,27000	23,52900
269	-33,02923	-71,81197	285,0	12,529		0,01160	0,36000	31,02967
270	-33,02339	-71,82225	371,0	11,438		0,01059	0,16200	15,29500
271	-33,02583	-71,83675	449,0	11,158		0,01033	0,05400	5,22623
272	-33,13025	-71,85191	221,0	11,877		0,01100	0,63000	57,28418
273	-33,13013	-71,86134	299,0	12,246		0,01134	0,66600	58,73275
274	-33,12985	-71,87183	373,0	11,398		0,01055	0,25200	23,87675
275	-33,21481	-71,85905	202,0	12,261		0,01135	0,10800	9,51232
276	-33,22179	-71,87498	318,0	11,861		0,01098	0,12600	11,47165
277	-33,30924	-71,86437	218,0	12,586		0,01165	0,14400	12,35532

IDP	Lat,	Long,	Prof (m)	APA (m)	AB (km ²)	Capt, (kg)	cpua (ton/km ²)
278	-33,31648	-71,87747	323,0	11,760	0,01089	0,03600	3,30582
279	-33,32227	-71,88690	399,0	12,170	0,01127	0,03600	3,19458
280	-33,37429	-71,86269	216,0	11,978	0,01109	0,34200	30,83470
281	-33,37473	-71,87405	308,0	12,064	0,01117	0,14400	12,89064
282	-33,38542	-71,89185	420,0	11,745	0,00870	0,05400	6,20647
283	-33,43837	-71,86458	216,0	11,978	0,01109	0,12600	11,36015
284	-33,44293	-71,87644	313,0	11,962	0,01108	0,12600	11,37472
285	-33,55873	-71,90861	299,0	11,597	0,01432	0,27000	18,85738
286	-33,55371	-71,93011	289,0	11,799	0,01093	0,43200	39,53908
287	-33,55388	-71,94525	302,0	12,185	0,01128	0,28800	25,52445
288	-33,61244	-71,99923	263,0	11,676	0,01081	0,32400	29,96698
289	-33,61660	-72,01574	283,0	11,920	0,01104	0,28800	26,09097
290	-33,61829	-72,02831	339,0	12,085	0,01119	0,36000	32,16813
291	-33,75931	-72,06237	264,0	11,007	0,01019	0,28800	28,25690
292	-33,74904	-72,05983	277,0	12,042	0,01115	0,21600	19,37098
293	-33,78286	-72,08536	333,0	12,207	0,01130	0,10800	9,55448
294	-33,83643	-72,10985	244,0	11,411	0,01057	0,19800	18,73776
295	-33,84822	-72,12406	283,0	11,920	0,01104	0,37800	34,24440
296	-33,84352	-72,13996	391,0	11,034	0,00204	0,00000	0,00000
297	-33,92973	-72,12873	165,0	11,712	0,01084	0,00000	0,00000
298	-33,93380	-72,14526	264,0	11,656	0,01079	0,36000	33,35433
299	-34,05338	-72,20880	259,0	11,757	0,01089	0,32400	29,76054
300	-34,05553	-72,22318	331,0	12,247	0,01134	0,23400	20,63310
301	-34,10752	-72,22903	267,0	11,595	0,01074	0,45000	41,91115
302	-34,11387	-72,24013	304,0	12,145	0,01125	0,14400	12,80478
303	-34,10938	-72,25804	403,0	12,089	0,01119	0,05400	4,82393
304	-34,15228	-72,21579	220,0	11,897	0,01102	0,00690	0,62624
305	-34,14044	-72,22903	245,0	12,040	0,01115	0,07200	6,45792
306	-34,14108	-72,24539	284,0	11,900	0,01102	0,23400	21,23508
307	-34,20247	-72,21321	211,0	12,079	0,01119	0,05400	4,82785
308	-34,20303	-72,22450	239,0	12,161	0,01126	0,14400	12,78693
309	-34,19030	-72,24529	274,0	12,102	0,01121	0,34200	30,51691
310	-34,26968	-72,22446	255,0	11,838	0,01096	0,25200	22,98893
311	-34,26963	-72,24493	287,0	11,839	0,01096	0,41400	37,76235
312	-34,25913	-72,25962	320,0	12,470	0,01155	0,23400	20,26483
313	-34,26598	-72,27258	402,0	12,109	0,01121	0,07200	6,42118
314	-34,29847	-72,22918	282,0	11,941	0,01106	0,23400	21,16306
315	-34,29473	-72,23605	296,0	12,306	0,01140	0,19800	17,37497
317	-34,30173	-72,23845	304,0	12,145	0,01125	0,14400	12,80478
318	-34,30417	-72,24298	318,0	11,861	0,01098	0,09000	8,19403
319	-34,33855	-72,17863	220,0	11,897	0,01102	0,00000	0,00000
320	-34,33138	-72,19703	252,0	11,898	0,01102	0,21600	19,60428
321	-34,33555	-72,20803	230,0	12,993	0,01203	0,41400	34,41082
322	-34,38423	-72,18330	244,0	11,411	0,01057	0,27000	25,55149
323	-34,38245	-72,19389	281,0	11,961	0,01108	0,41400	37,37913
324	-34,38750	-72,20398	357,0	11,721	0,01085	0,14400	13,26700
325	-34,45303	-72,18180	250,0	11,939	0,01106	0,28164	25,47492
326	-34,44837	-72,19220	308,0	12,064	0,01117	0,54000	48,33988
327	-34,49843	-72,17753	225,0	11,796	0,01092	0,00000	0,00000
328	-34,50150	-72,19336	290,0	11,779	0,01091	0,18000	16,50301
329	-34,53370	-72,17917	213,0	12,038	0,01115	0,00000	0,00000
330	-34,53271	-72,19467	297,0	11,637	0,01078	0,23400	21,71492

IDP	Lat,	Long,	Prof (m)	APA (m)	AB (km ²)	Capt, (kg)	cpua (ton/km ²)
331	-34,57035	-72,19515	212,0	12,059	0,01117	0,00000	0,00000
332	-34,56916	-72,20835	327,0	12,328	0,01142	0,14400	12,61388
333	-34,59932	-72,21196	292,0	11,738	0,01087	0,50400	46,36743
334	-34,60610	-72,22073	362,0	11,620	0,01076	0,18000	16,72816
335	-34,62818	-72,22345	300,0	12,225	0,01132	0,23400	20,66992
336	-34,63543	-72,23151	346,0	11,944	0,01106	0,19800	17,90235
337	-34,67642	-72,22741	288,0	11,819	0,01094	0,16200	14,80182
338	-34,68375	-72,23909	354,0	11,782	0,01091	0,19800	18,14815
339	-34,70880	-72,22864	214,0	12,018	0,01113	0,00000	0,00000
340	-34,70947	-72,24122	321,0	11,801	0,01093	0,24860	22,75033
341	-34,71632	-72,24858	399,0	12,170	0,01127	0,03600	3,19458
342	-34,76566	-72,27658	261,0	11,716	0,01085	0,03600	3,31816
343	-34,76639	-72,28495	305,0	12,124	0,01123	0,01800	1,60326
344	-34,77643	-72,30467	285,0	11,231	0,01040	0,43200	41,53926
345	-34,84334	-72,47248	223,0	11,836	0,01096	0,02700	2,46344
346	-34,84427	-72,49287	300,0	11,576	0,01072	0,05400	5,03741
347	-34,84405	-72,51083	345,0	11,964	0,01108	0,27000	24,37087
348	-34,91752	-72,52732	202,0	12,261	0,01135	0,00000	0,00000
349	-34,91698	-72,54583	254,0	11,209	0,01038	0,09000	8,67085
350	-34,91093	-72,55925	331,0	12,247	0,01134	0,32400	28,56891
351	-34,96833	-72,56359	271,0	11,514	0,01066	0,00000	0,00000
352	-34,96362	-72,57818	342,0	12,025	0,01114	0,27000	24,24787
353	-34,97101	-72,58998	362,0	11,620	0,01076	0,23394	21,74084
354	-35,07071	-72,62188	221,0	11,877	0,01100	0,10800	9,82015
355	-35,06050	-72,63104	281,0	11,961	0,01108	0,37800	34,12877
356	-35,16138	-72,65053	341,0	12,045	0,01115	0,28800	25,82103
357	-35,20594	-72,69393	166,0	11,691	0,01083	0,05400	4,98795
358	-35,22843	-72,70357	214,0	12,018	0,01113	0,01800	1,61741
359	-35,24825	-72,71478	262,0	11,696	0,01083	0,05400	4,98583
360	-35,37599	-72,96072	297,0	11,637	0,01078	0,64800	60,13363
361	-35,37088	-72,96313	314,0	11,942	0,01106	0,45000	40,69268
362	-35,37292	-72,97787	354,0	11,782	0,01091	0,39600	36,29631
363	-35,42799	-72,99023	260,0	11,737	0,01087	0,43200	39,74936
364	-35,42067	-72,99648	312,0	11,334	0,01050	0,52200	49,73797
365	-35,42762	-73,01112	351,0	11,843	0,01097	0,32400	29,54479
366	-35,60185	-73,03833	196,0	11,733	0,01087	0,00367	0,33732
367	-35,61024	-73,06172	228,0	11,735	0,01087	0,16200	14,90807
368	-35,61808	-73,05823	268,0	11,575	0,00643	0,18000	27,98943
369	-35,63830	-73,09008	263,0	11,676	0,01081	0,36000	33,29665
370	-35,66373	-73,12014	293,0	11,718	0,01085	0,30600	28,20043
371	-35,64669	-73,12258	321,0	11,801	0,01093	0,21600	19,76682
372	-35,70239	-73,11158	238,0	11,533	0,01068	0,10701	10,02069
373	-35,71179	-73,13462	261,0	11,716	0,01085	0,34200	31,52248
374	-35,71438	-73,14633	284,0	11,900	0,01102	0,43200	39,20323
375	-35,72080	-73,16306	301,0	11,556	0,01070	0,41400	38,68761
376	-35,72313	-73,17378	332,0	11,578	0,01072	0,19800	18,46791
377	-35,77976	-73,15821	279,0	12,001	0,01111	0,39600	35,63330
378	-35,77115	-73,17807	324,0	11,740	0,01087	0,32400	29,80352
379	-35,82983	-73,00811	194,0	11,774	0,01090	0,00000	0,00000
380	-35,82714	-73,02632	207,0	11,511	0,01066	0,10748	10,08340
381	-35,82930	-73,05252	225,0	11,796	0,01092	0,07200	6,59172
382	-35,83428	-73,06984	247,0	11,351	0,00981	0,05400	5,50459

IDP	Lat,	Long,	Prof (m)	APA (m)	AB (km ²)	Capt, (kg)	cpua (ton/km ²)
383	-35,83580	-73,07297	262,0	11,696	0,01083	0,19645	18,13826
384	-35,83810	-73,08803	275,0	11,433	0,01059	0,25200	23,80255
385	-35,84077	-73,10363	293,0	11,718	0,01085	0,30600	28,20043
386	-35,90251	-72,93536	181,0	11,388	0,01055	0,00000	0,00000
387	-35,90205	-72,96717	206,0	11,531	0,01068	0,01973	1,84738
388	-35,89783	-73,00115	237,0	11,553	0,01070	0,09000	8,41279
389	-35,89736	-73,03602	282,0	11,941	0,01106	0,14400	13,02342
390	-35,97720	-72,96697	248,0	11,330	0,01049	0,00000	0,00000
391	-35,97800	-72,97728	268,0	11,575	0,01072	0,14400	13,43497
392	-35,98602	-72,99582	294,0	11,698	0,01083	0,39600	36,55767
393	-35,98831	-73,01269	324,0	11,740	0,01087	0,34200	31,45927
394	-35,98437	-73,02624	342,0	12,025	0,01114	0,10800	9,69915
395	-35,98114	-73,04683	306,0	12,753	0,01181	0,16200	13,71800
396	-36,01298	-72,96010	252,0	11,249	0,01042	0,05400	5,18383
397	-36,01521	-72,97696	283,0	11,271	0,01044	0,25200	24,14418
398	-36,01219	-72,99201	310,0	11,374	0,01053	0,07200	6,83598
399	-36,06736	-72,96450	233,0	11,634	0,01077	0,07200	6,68338
400	-36,06689	-72,97831	262,0	11,696	0,01083	0,09000	8,30971
401	-36,05511	-72,99395	302,0	11,536	0,01068	0,16200	15,16527
402	-36,06176	-73,43438	209,0	11,470	0,01062	0,00000	0,00000
403	-36,06664	-73,44477	233,0	11,634	0,01077	0,04466	4,14518
404	-36,06423	-73,45559	267,0	11,595	0,01074	0,53345	49,68334
405	-36,06969	-73,46037	299,0	11,597	0,01074	0,28800	26,81939
406	-36,07020	-73,46319	333,0	12,207	0,01130	0,19800	17,51654
407	-36,09383	-73,44327	263,0	12,325	0,01141	0,43602	38,20387
408	-36,09754	-73,44836	334,0	12,187	0,01128	0,14400	12,76053
410	-36,16998	-73,52711	289,0	11,799	0,01093	0,34200	31,30177
411	-36,19074	-73,54638	348,0	11,903	0,01102	0,09000	8,16504
412	-36,23749	-73,53726	198,0	11,693	0,01083	0,00000	0,00000
413	-36,24030	-73,55398	265,0	11,636	0,01077	0,23594	21,89781
414	-36,23232	-73,55692	297,0	11,637	0,01078	0,41400	38,41871
415	-36,24836	-73,55803	220,0	11,897	0,01102	0,00000	0,00000
416	-36,26953	-73,52099	294,0	11,698	0,01083	0,88200	81,42390
417	-36,29137	-73,56538	221,0	11,228	0,01040	0,00000	0,00000
418	-36,29264	-73,57336	331,0	12,247	0,01134	0,36000	31,74323
419	-36,37912	-73,53263	185,0	11,956	0,01107	0,00000	0,00000
420	-36,37510	-73,54393	238,0	11,533	0,01068	0,05642	5,28321
421	-36,37857	-73,55364	327,0	12,328	0,01142	0,09000	7,88367
422	-36,43683	-73,56382	331,0	12,247	0,01437	0,10800	7,51812
423	-36,40873	-73,55074	279,0	12,001	0,01111	0,39600	35,63330
424	-36,43283	-73,54638	244,0	11,411	0,01057	0,00316	0,29886
425	-36,48112	-73,56008	244,0	11,411	0,01057	0,01563	1,47896
426	-36,47663	-73,56301	265,0	11,636	0,01077	0,08949	8,30581
428	-36,48285	-73,57198	307,0	11,435	0,01059	0,32400	30,59866
429	-36,47462	-73,57323	328,0	12,308	0,01140	0,19800	17,37269
430	-36,51541	-73,54979	148,0	12,055	0,00223	0,00000	0,00000
431	-36,51435	-73,57049	218,0	11,288	0,01045	0,00000	0,00000
432	-36,51683	-73,58013	289,0	11,799	0,01093	1,33200	121,91215
433	-36,55525	-73,58105	291,0	11,759	0,01089	0,52200	47,94093
434	-36,55752	-73,58556	331,0	12,247	0,01134	0,32400	28,56891
435	-36,60546	-73,57553	299,0	11,597	0,01074	0,07200	6,70485
436	-36,60785	-73,58177	359,0	11,681	0,01082	0,01800	1,66412

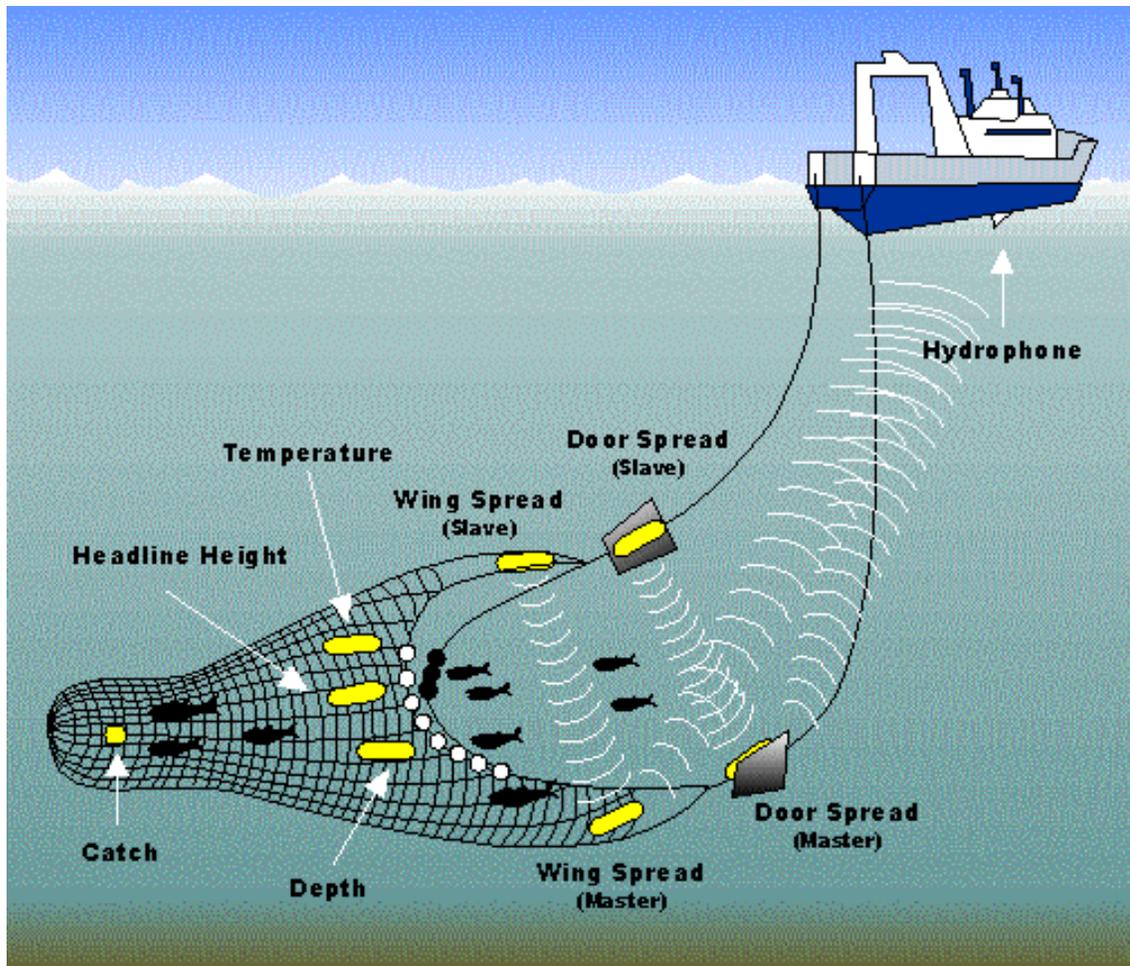
IDP	Lat,	Long,	Prof (m)	APA (m)	AB (km ²)	Capt, (kg)	cpua (ton/km ²)
437	-36,69425	-73,57733	250,0	11,290	0,01045	0,05400	5,16524
438	-36,68620	-73,58251	307,0	11,435	0,01059	0,39600	37,39836
1000	-33,15384	-71,85791	231,0	11,674	0,07928	0,00000	0,00000
1001	-33,14444	-71,85454	218,0	11,937	0,05380	1,00800	18,73749
1002	-33,15776	-71,85635	214,0	12,667	0,10088	0,79200	7,85116
1003	-33,21191	-71,86453	220,0	12,546	0,06816	0,00000	0,00000
1004	-33,33950	-71,84473	163,0	11,752	0,05731	0,07473	1,30393
1005	-33,62219	-71,81864	123,0	11,263	0,03129	0,00000	0,00000
1006	-33,64529	-71,89846	123,0	11,263	0,02920	0,00000	0,00000
1007	-33,74354	-72,05160	240,0	12,141	0,07945	0,21600	2,71872
1008	-33,61800	-71,85016	125,0	10,574	0,06005	0,00000	0,00000
1009	-33,70593	-72,04139	267,0	12,244	0,10507	1,35000	12,84915
1010	-33,37935	-71,85887	198,0	12,342	0,03581	0,39600	11,05849
1011	-32,64219	-71,62681	165,0	11,712	0,10556	0,25011	2,36945
1012	-32,55385	-71,58337	165,0	11,712	0,03470	0,00000	0,00000
1013	-32,58842	-71,58683	145,0	11,467	0,10335	0,00000	0,00000
1014	-32,59016	-71,58506	144,0	11,487	0,08439	0,00000	0,00000
1015	-32,61998	-71,58843	145,0	11,467	0,10335	0,00000	0,00000
1016	-32,92973	-71,71780	156,0	11,245	0,08955	0,00000	0,00000
1017.1	-32,96877	-71,74666	165,0	11,712	0,05422	0,00000	0,00000
1017.2	-33,62868	-71,91131	132,0	11,081	0,02257	0,00000	0,00000
1018.1	-33,14868	-71,85205	194,0	12,423	0,06672	0,00000	0,00000
1018.2	-33,60500	-71,90988	136,0	11,000	0,03463	0,00000	0,00000
1019	-33,63121	-71,97452	150,0	10,717	0,02580	0,00000	0,00000
1020	-33,62821	-72,00736	179,0	11,428	0,01552	0,07200	4,63885
1021	-33,68643	-72,01798	158,0	11,853	0,01903	0,00000	0,00000
1022	-33,67871	-71,88909	112,0	10,837	0,02074	3,36600	162,30682
1023	-33,65685	-71,85888	62,0	11,848	0,01682	0,00000	0,00000
1024	-33,72478	-72,05085	267,0	12,500 *	0,09955	0,21600	2,16987
1025	-33,68404	-72,01987	166,0	11,300 *	0,03767	0,01609	0,42705
1026	-33,68452	-71,87973	107,0	11,000 *	0,01019	0,00000	0,00000
1027	-33,64634	-71,86472	116,0	11,700 *	0,02239	0,00000	0,00000
1028	-29,51772	-71,52692	389,0	13,021	0,02653	0,72000	27,14287
1029	-29,42647	-71,62188	422,0	12,353	0,04728	1,40400	29,69405
1030	-29,87967	-71,48798	518,0	11,060	0,03073	0,12600	4,10083
1031	-29,89830	-71,48261	532,0	10,777	0,09048	1,06200	11,73719
5028	-26,11106	-70,76466	352,0	11,300 *	0,01046	0,00016	0,01548
5040	-26,45418	-70,85473	404,0	10,500 *	0,01037	0,14400	13,88460
5048	-26,66071	-70,83037	397,0	11,100 *	0,01028	0,14400	14,00969
5051	-26,72833	-70,84176	345,0	10,600 *	0,00982	0,03340	3,40264
5059	-26,89318	-70,91853	295,0	12,200 *	0,01130	0,00972	0,86039
5062	-26,94429	-70,91636	360,0	10,700 *	0,00991	0,35069	35,39402
5073	-27,13314	-71,01253	366,0	10,400 *	0,00963	0,30600	31,77438
5074	-27,19121	-71,01682	401,0	10,100 *	0,00935	0,01800	1,92460
5076	-27,29847	-71,02629	355,0	10,000 *	0,00926	0,09241	9,97991
5084	-27,45887	-71,04441	482,0	9,300 *	0,00861	0,09000	10,45078
5089	-27,59559	-71,04276	306,0	11,200 *	0,01037	0,03422	3,29943
5094	-27,79687	-71,14517	368,0	10,700 *	0,01123	0,04088	3,64030
5095	-27,85923	-71,16278	411,0	10,100 *	0,00935	0,05400	5,77380
5097	-27,95963	-71,19008	444,0	9,800 *	0,00968	0,03600	3,71909
5105	-28,19363	-71,28200	441,0	10,100 *	0,00935	0,05400	5,77380
5107	-28,23240	-71,26750	349,0	10,200 *	0,00945	0,08580	9,08356

IDP	Lat,	Long,	Prof (m)	APA (m)	AB (km ²)	Capt, (kg)	cpua (ton/km ²)	
5109	-28,41272	-71,30228	336,0	10,400	*	0,00963	0,06512	6,76151
5114	-28,62941	-71,38697	367,0	10,500	*	0,01037	0,14400	13,88460
5115	-28,64191	-71,37828	290,0	10,500	*	0,00907	0,08093	8,91810
5116	-28,67548	-71,38463	258,0	11,500	*	0,01349	0,02542	1,88432
5119	-28,75777	-71,44695	260,0	10,900	*	0,01009	0,00864	0,85561
5121	-28,79239	-71,47683	285,0	12,100	*	0,01195	0,20483	17,13787
5122	-28,80867	-71,48692	254,0	11,100	*	0,01096	0,06966	6,35382
5123	-28,82555	-71,53060	372,0	10,700	*	0,01123	0,01800	1,60295
5124	-28,86420	-71,53758	314,0	9,900	*	0,00978	0,06868	7,02360
5126	-29,08659	-71,57741	285,0	10,700	*	0,01057	0,06768	6,40382
5463	-36,05914	-73,43216	195,0	12,000	*	0,01185	0,04510	3,80484
5465	-36,06026	-73,42055	180,0	11,100	*	0,01028	0,03089	3,00508
5501	-36,23232	-73,52652	173,0	12,000	*	0,01111	0,02153	1,93781
5502	-36,22056	-73,55471	275,0	11,200	*	0,01106	0,41400	37,42339
5533	-36,40711	-73,53943	220,0	11,000	*	0,01019	0,00583	0,57235
5559	-36,51534	-73,57537	249,0	11,700	*	0,01083	0,18000	16,61406
5563	-36,56228	-73,58585	342,0	12,400	*	0,01225	0,14400	11,75712
5570	-36,66830	-73,56116	220,0	12,100	*	0,01120	0,07200	6,42593
6048	-36,61521	-73,55739	182,0	12,200	*	0,04444	0,05186	1,16715
6049	-36,38833	-73,54954	267,0	11,800	*	0,08304	0,41400	4,98533
6052	-33,24335	-71,87124	263,0	12,800	*	0,07112	0,32400	4,55589
6053	-33,16806	-71,86443	274,0	12,000	*	0,12075	0,46800	3,87576
6054	-32,61723	-71,64143	247,0	13,800	*	0,11075	1,09800	9,91426
6055	-32,63412	-71,64734	272,0	13,200	*	0,11897	0,48600	4,08498
6056	-32,62153	-71,64797	285,0	13,000	*	0,09390	0,37800	4,02571
6059	-32,39868	-71,61122	176,0	13,000	*	0,10272	2,10600	20,50148
6061	-29,80793	-71,36759	206,0	12,000	*	0,02000	0,14491	7,24467
6062	-29,81464	-71,36301	207,0	11,600	*	0,03939	0,10473	2,65910
6063	-29,80700	-71,36370	186,0	11,100	*	0,03700	0,01333	0,36032
6064	-29,82001	-71,36695	238,0	11,600	*	0,02793	0,02400	0,85935
6066	-29,79937	-71,36266	150,0	11,000	*	0,07538	0,14136	1,87544
6068	-30,04260	-71,47427	308,0	11,800	*	0,07139	0,63000	8,82496
6069	-34,18383	-72,19636	197,0	12,400	*	0,05894	0,02240	0,37994
6071	-34,02989	-72,20581	308,0	13,400	*	0,06287	0,46800	7,44403
6072	-33,98948	-72,16950	275,0	12,300	*	0,03797	0,54000	14,22325
6073	-33,92888	-72,14222	241,0	12,600	*	0,05445	0,46800	8,59523
6074	-33,83520	-72,10853	256,0	13,500	*	0,09084	0,10800	1,18890

Anexo 4. Sistema NETMIND para medición de APA.

ANEXO 4

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 apertura de alas.

Anexo 5. Distribución espacial de la densidad (tons/km^2) de camarón nailon por zona de análisis geoestadístico.

ANEXO 5

**DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA
DENSIDAD (Tons/Km^2) DE CAMARÓN
NAILON ENTRE LA V Y VIII
REGIONES**

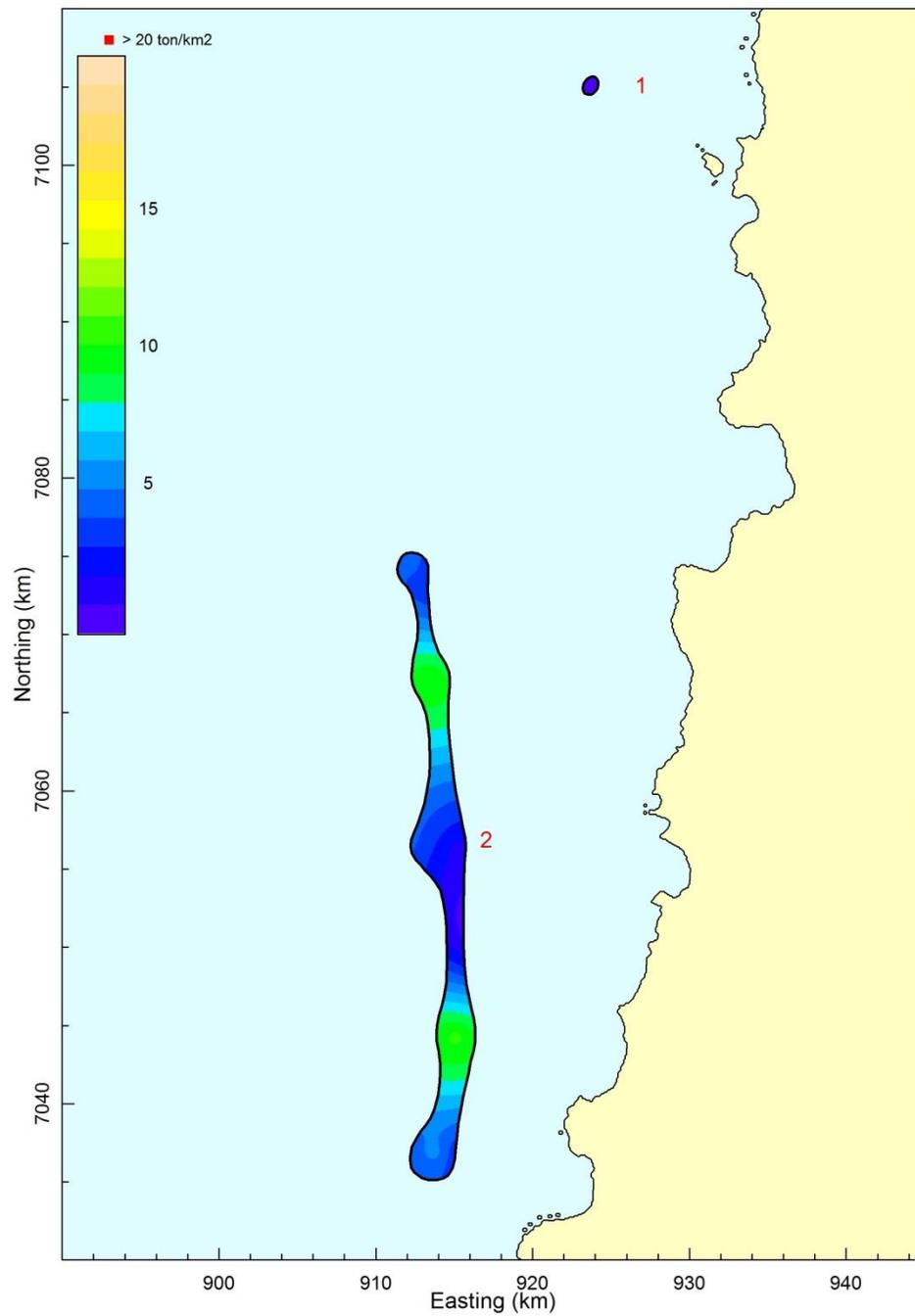


Fig. 48. Distribución espacial de la densidad (tons/km^2) de camarón nailon (*H. reedi*) entre la II y VIII Regiones (Focos 1 y 2).

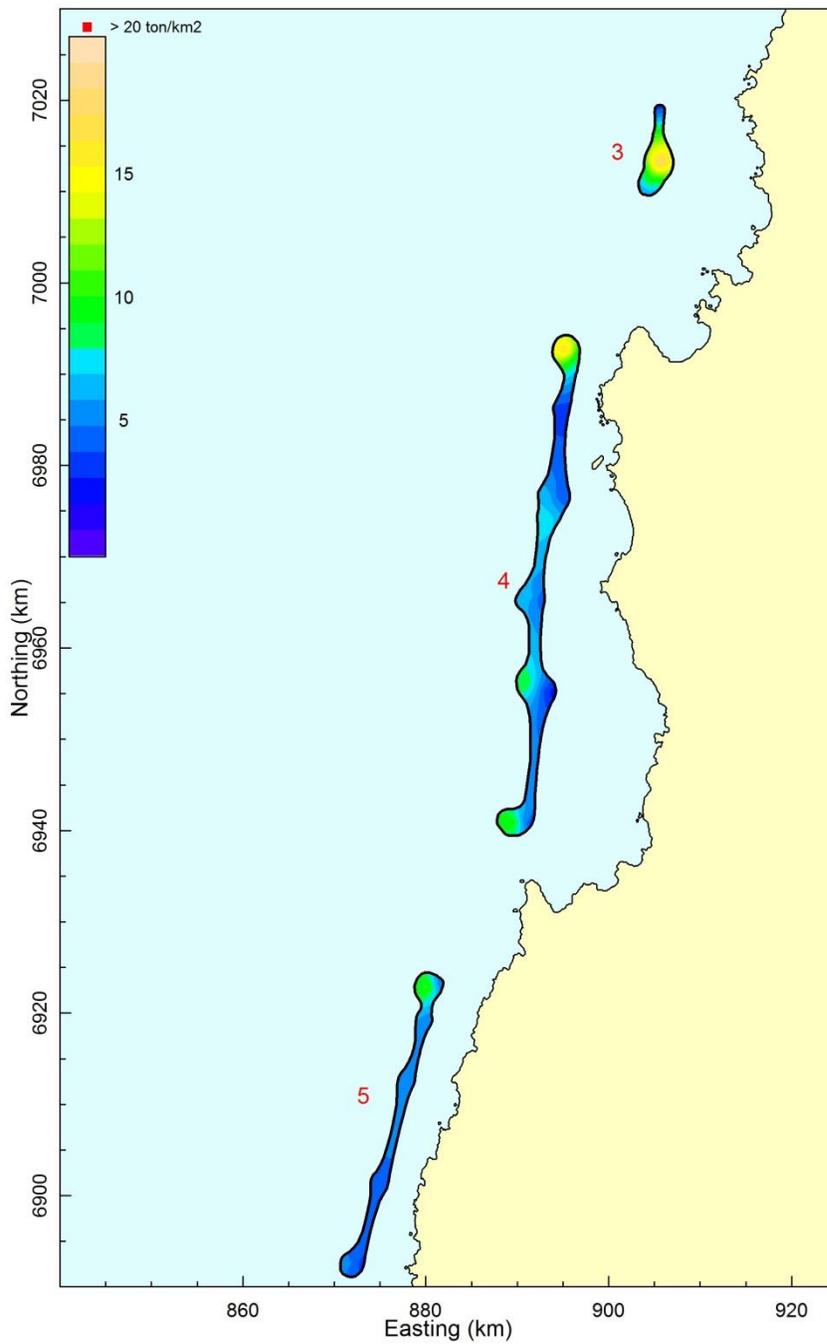


Fig. 49. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de camarón nilon (*H. reedi*) entre la II y VIII Regiones (Focos 3 a 5).

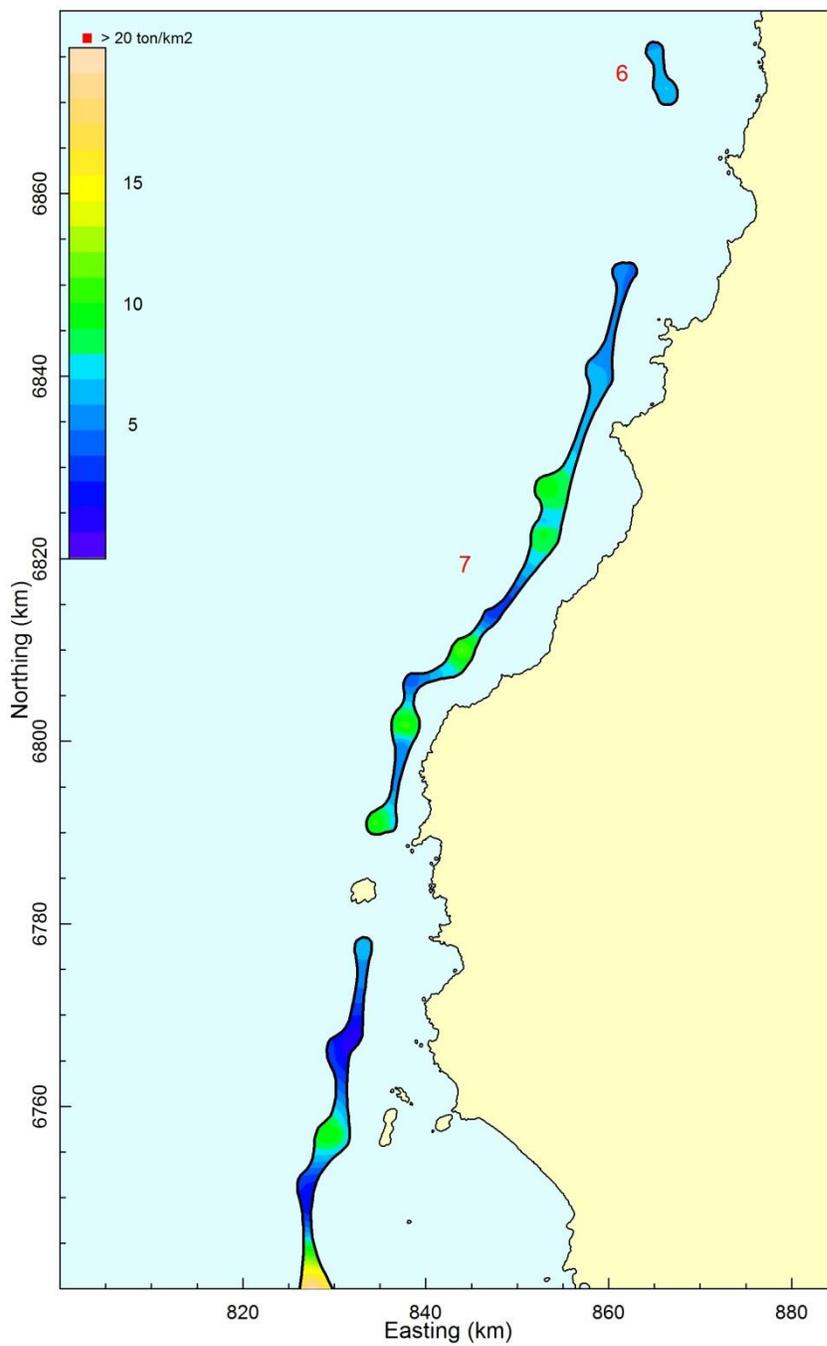


Fig. 50. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de camarón nailon (*H. reedi*) entre la II y VIII Regiones (Focos 6 a 8).

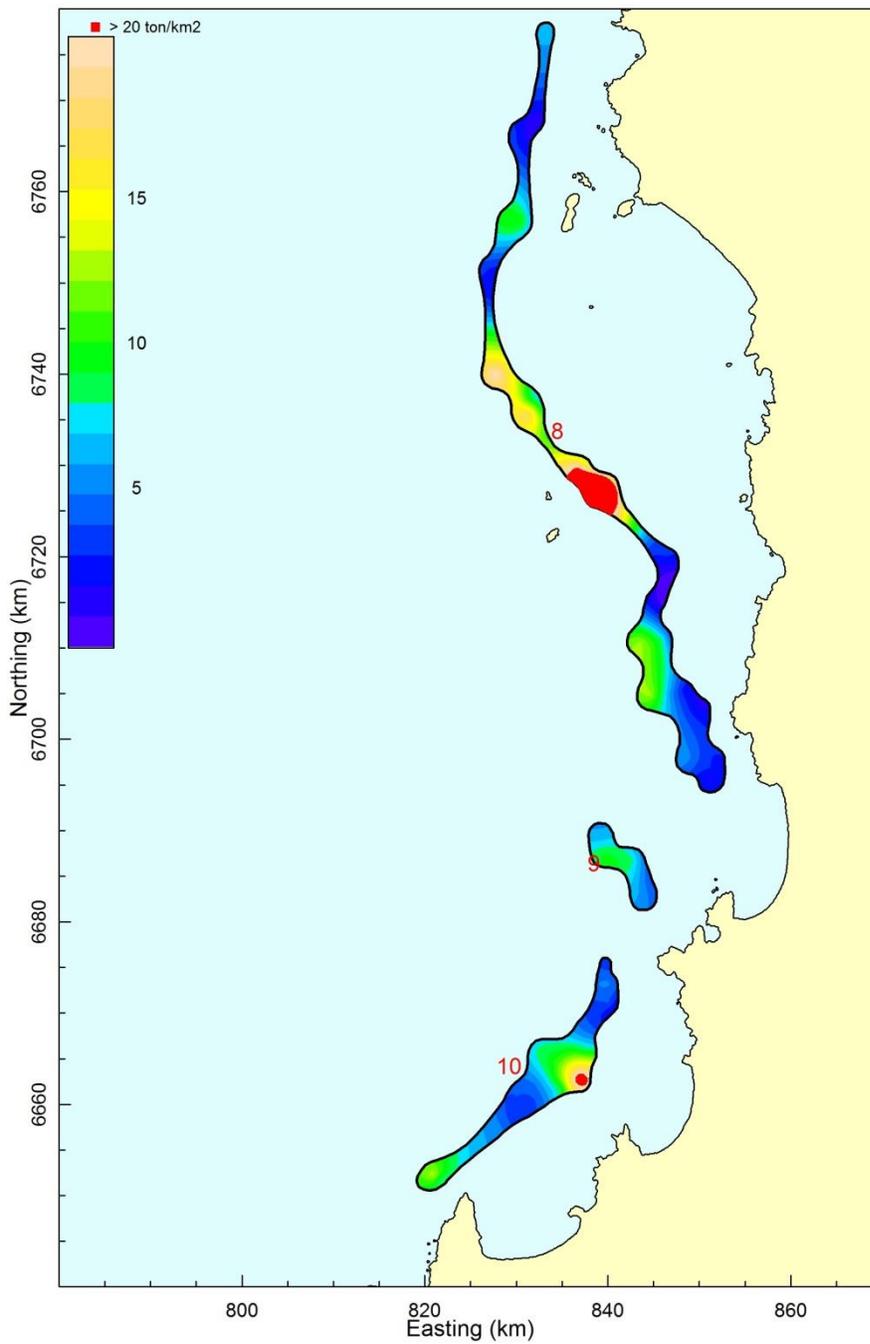


Fig. 51. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de camarón nailon (*H. reedi*) entre la II y VIII Regiones (Focos 8 y 10).

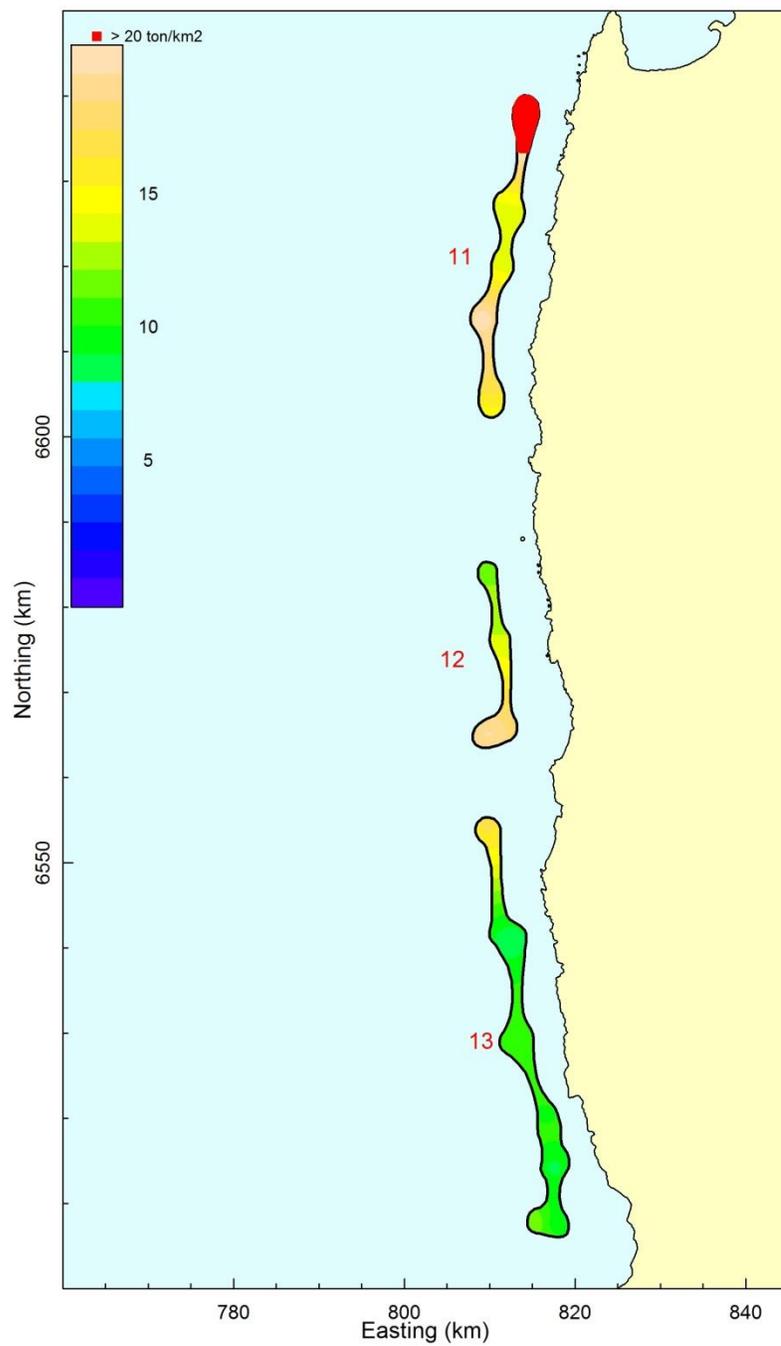


Fig. 52. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de camarón nailon (*H. reedi*) entre la II y VIII Regiones (Focos 11 a 13).

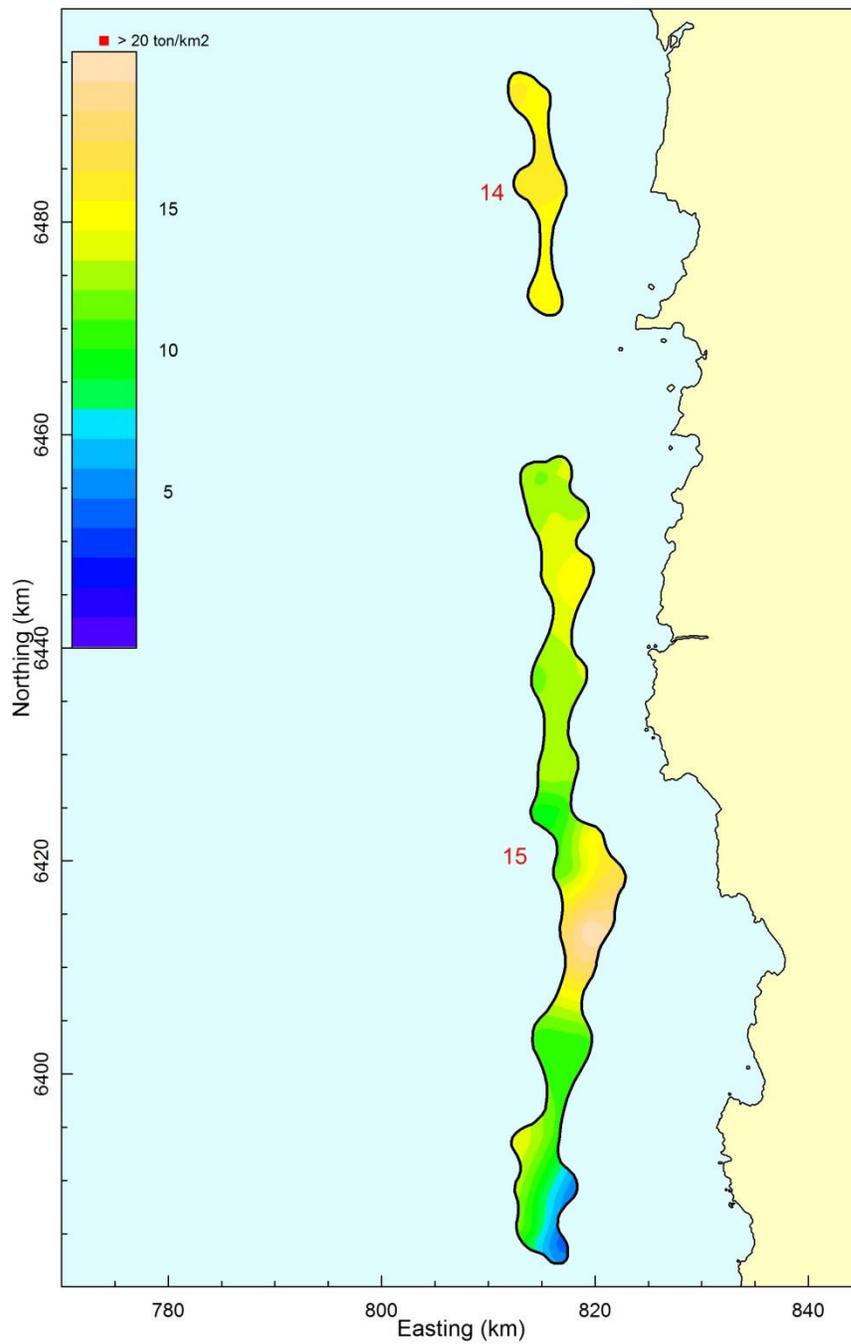


Fig. 53, Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de camarón nailon (*H. reedi*) entre la II y VIII Regiones (Focos 14 y 15).

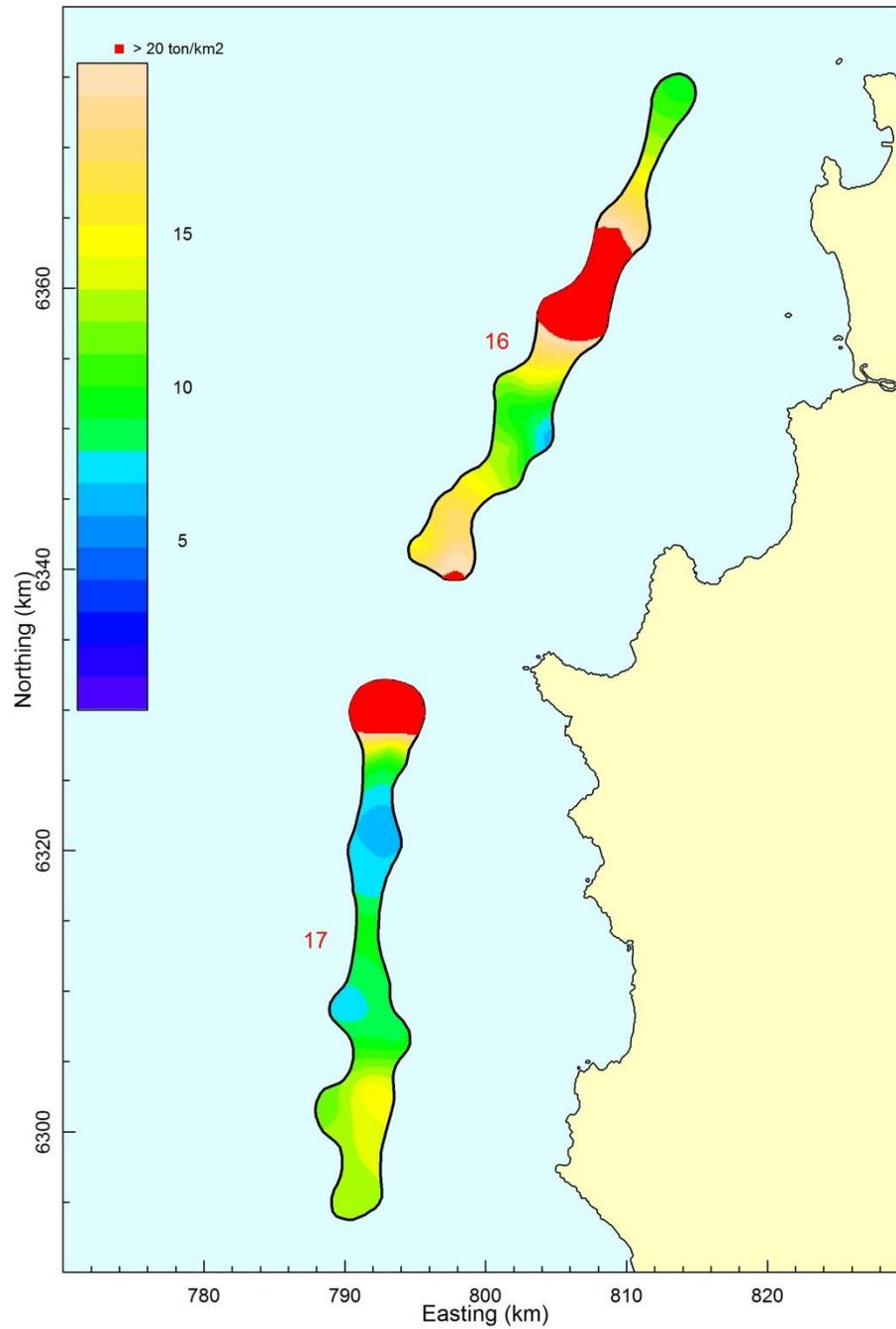


Fig. 54. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de camarón nailon (*H. reedi*) entre la II y VIII Regiones (Focos 16 y 17).

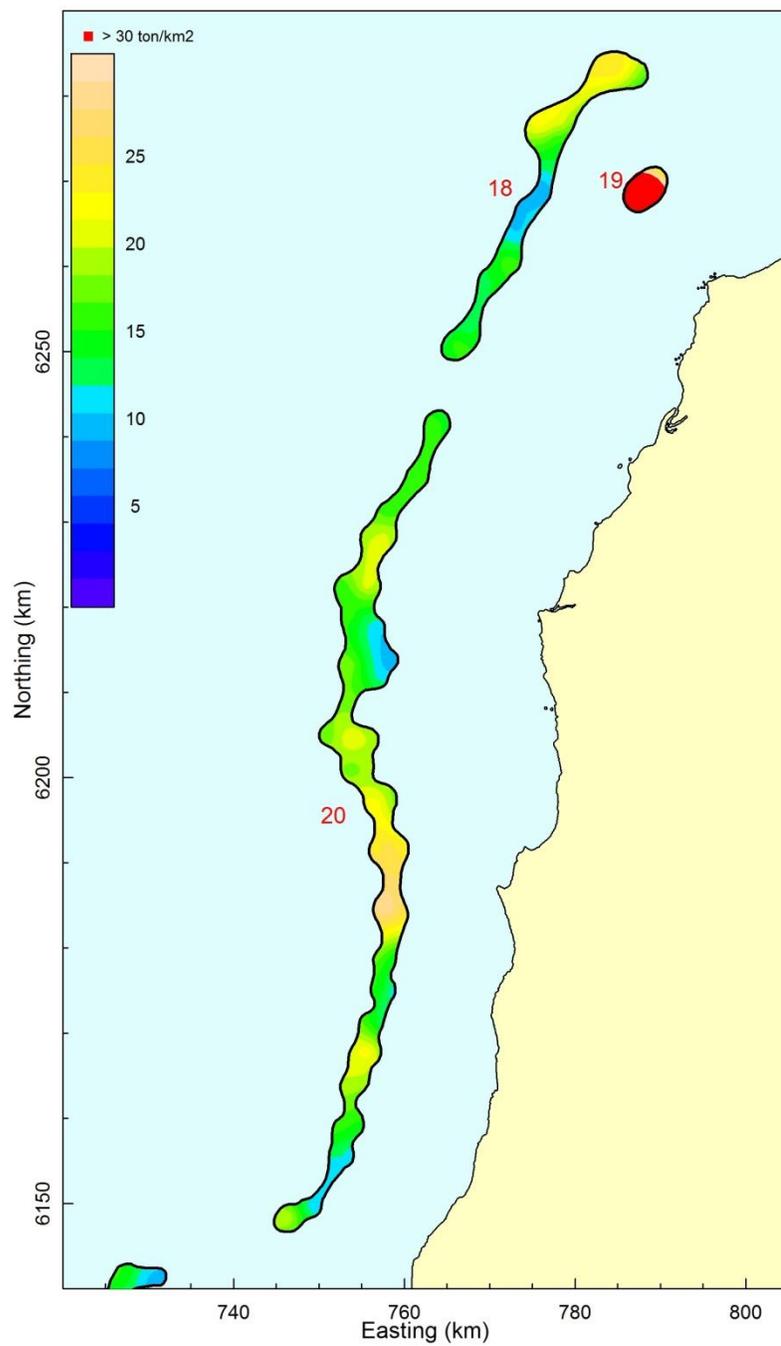


Fig. 55. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de camarón nailon (*H. reedi*) entre la II y VIII Regiones (Focos 18 a 20).

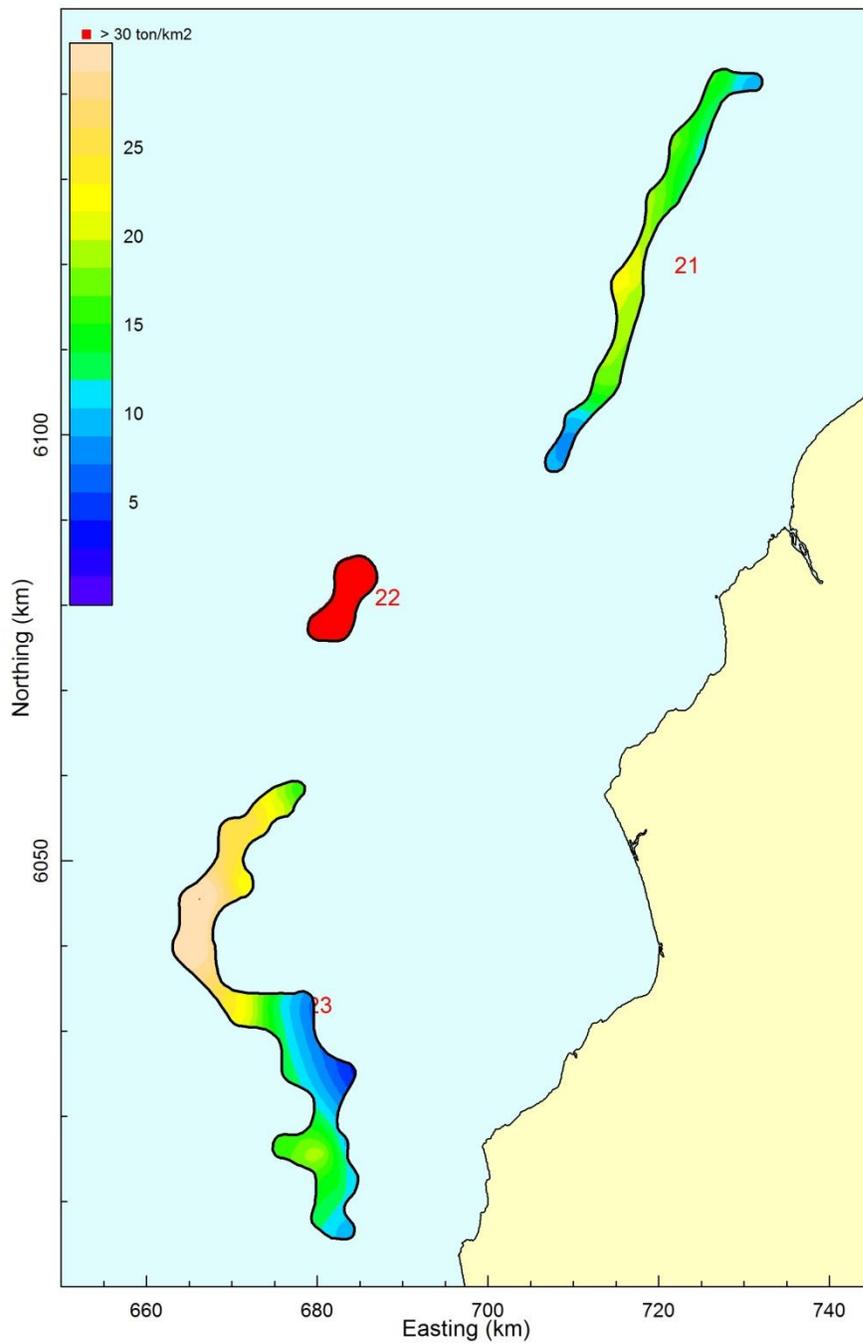


Fig. 56. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de camarón nailon (*H. reedi*) entre la II y VIII Regiones (Focos 21 a 23).

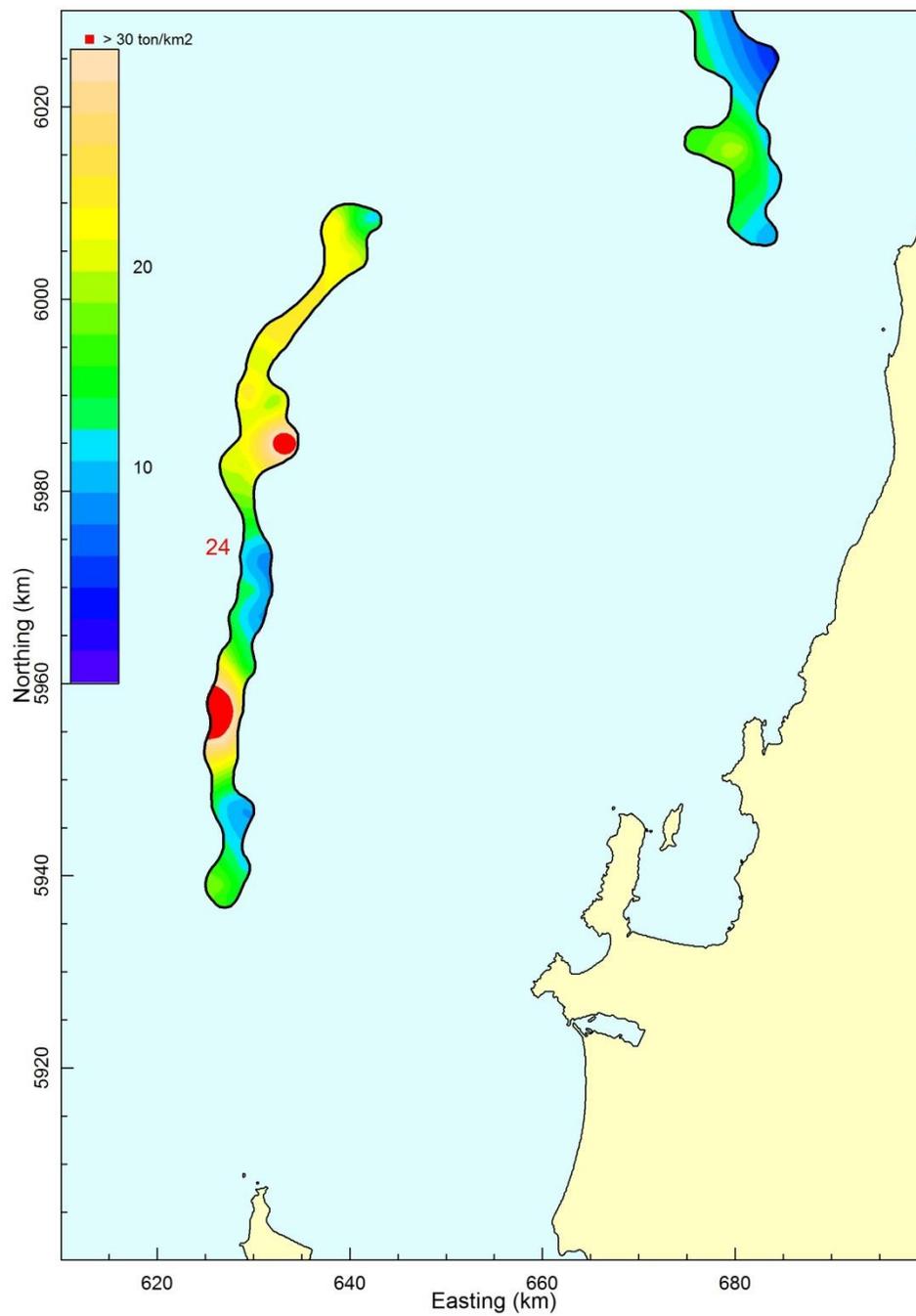


Fig. 57. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de camarón nailon (*H. reedi*) entre la II y VIII Regiones (Focos 23 y 24).

Anexo 6. Biomasa (tons) y abundancia (miles de ejemplares) de camarón nailon por caladero, sexo, dentro y fuera del ARPA y Región.

ANEXO 6

BIOMASA (TONS) Y ABUNDANCIA (MILES DE EJEMPLARES) DE CAMARÓN NAILON, POR CALADERO, SEXO, DENTRO Y FUERA DEL ARPA Y REGIÓN.

Anexo 6.1. 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, Foco 1 a 12.

MC	CALADERO											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,5												
1,5												
2,5												
3,5												
4,5												
5,5												
6,5												
7,5												
8,5												
9,5												
10,5												
11,5												
12,5												
13,5												
14,5								0,007				
15,5												
16,5								0,021	0,009	0,026	0,303	
17,5		0,047	0,003	0,916				0,144	0,021	0,096	0,750	
18,5		0,114	0,007	1,118		0,004		0,320	0,170	0,929	2,749	
19,5		0,552	0,031	3,714	0,720			0,532	0,537	1,948	6,646	0,663
20,5		1,321	0,058	6,868		0,013		1,841	1,189	2,766	16,582	0,588
21,5		1,175	0,062	5,509		0,023	13,871	4,573	2,528	3,097	22,050	0,919
22,5		2,536	0,146	10,435	8,207	0,026	16,304	6,812	3,526	4,884	37,108	2,674
23,5		4,447	0,214	17,464	2,719	0,133	19,029	10,767	4,609	8,490	52,085	2,474
24,5		12,988	0,606	40,938	3,134	0,071	38,618	20,222	4,992	14,631	54,222	6,753
25,5		12,825	0,574	54,764	3,591	0,068	69,959	19,873	5,594	27,437	74,284	12,189
26,5		13,686	0,527	52,231	6,141	0,062	43,751	19,114	4,341	17,429	60,234	21,716
27,5		12,552	0,391	29,547		0,018	41,589	13,156	2,262	12,743	59,276	39,222
28,5		2,961	0,051	9,222			18,888	4,666	0,979	2,215	28,273	38,304
29,5		3,047	0,058	5,964				0,847	0,208	3,488	14,776	17,194
30,5				1,680				0,085	0,078	0,709	2,777	4,436
31,5												1,647
32,5												
33,5												
34,5												1,116
35,5												
36,5												
37,5												
38,5									0,179			
39,5												
>40,5									0,277			
Total	0,000	68,251	2,728	240,370	24,512	0,418	262,009	102,980	31,499	100,888	432,115	149,895

Anexo 6.2. 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, Foco 13 a 24.

MC	CALADERO											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0,5												
1,5												
2,5												
3,5												
4,5												
5,5												
6,5												
7,5												
8,5												
9,5												
10,5												
11,5												
12,5												
13,5												
14,5												
15,5												
16,5	0,131											
17,5	0,160	0,010	0,348									
18,5	0,772	0,019	0,002	0,004								
19,5	3,235	0,039	0,014	0,057								
20,5	6,575	0,196	1,825	0,103								
21,5	8,377	0,280	3,631	0,078								
22,5	18,431	0,386	7,763	0,114								
23,5	24,862	0,878	16,244	0,179								
24,5	39,713	0,809	38,033	0,376								
25,5	44,934	0,856	20,303	0,416								
26,5	55,164	0,941	8,400	0,678								
27,5	96,852	0,798	15,214	1,169								
28,5	100,125	1,110	9,305	1,137								
29,5	61,506	1,042	11,946	0,782								
30,5	26,500	0,507	5,362	0,305								
31,5	3,549	0,239	0,179	0,024								
32,5			0,028	0,027								
33,5	1,459		0,016									
34,5	1,613		0,035									
35,5												
36,5												
37,5												
38,5												
39,5												
>40,5												
Total	493,958	8,110	138,648	5,449	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Anexo 6.3. 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, Foco 1 a 12.

MC	CALADERO											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,5												
1,5												
2,5												
3,5												
4,5												
5,5												
6,5												
7,5												
8,5												
9,5												
10,5												
11,5												
12,5												
13,5												
14,5								0,007				
15,5								0,026	0,007			
16,5				0,186				0,053	0,026	0,052	0,303	
17,5				0,229	0,498			0,155	0,075	0,096	0,375	
18,5		0,057	0,022	2,237				0,484	0,314	1,036	2,291	
19,5			0,018	1,688	2,160	0,005		1,132	0,505	1,900	6,093	0,331
20,5		0,165	0,026	2,624	2,562	0,006	2,928	1,803	0,868	4,394	14,592	0,392
21,5		0,196	0,050	2,396	2,009	0,045	3,467	3,091	1,700	7,863	21,262	0,689
22,5		0,461	0,073	5,064	7,035	0,106	4,076	4,895	2,368	12,184	28,759	2,139
23,5		0,674	0,103	10,193	24,472	0,195	19,029	7,471	2,858	18,940	56,426	2,783
24,5		0,313	0,179	14,069	39,172	0,391	27,585	12,629	2,924	24,390	59,265	3,910
25,5		1,264	0,218	27,209	39,504	0,503	38,160	21,119	3,579	31,609	83,023	8,126
26,5		2,488	0,369	49,990	49,127	0,622	87,502	31,684	3,445	50,400	66,926	13,399
27,5		3,552	0,286	40,395	32,511	0,531	83,179	31,015	3,016	48,487	152,970	28,763
28,5		6,999	0,256	30,871	26,226	0,401	122,771	25,319	2,570	51,865	150,063	50,090
29,5		11,577	0,155	15,592	14,747	0,203	96,080	17,462	2,214	30,717	113,283	59,518
30,5		7,897	0,131	10,892		0,076	36,056	8,883	1,403	25,137	83,312	88,715
31,5		7,324	0,049	7,546		0,028	13,479	3,611	0,262	19,409	87,346	71,643
32,5		3,019		6,331				0,845	0,098	4,431	31,423	38,396
33,5		2,404	0,031	2,353				0,132		0,658		7,082
34,5								0,844				1,116
35,5												
36,5								0,020	0,148	3,894		
37,5											5,848	
38,5												
39,5										5,168		
>40,5												
Total	0,000	48,390	1,966	229,865	240,023	3,112	551,088	172,680	28,380	342,630	963,560	377,092

Anexo 6.4. 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, Foco 13 a 24.

MC	CALADERO											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0,5												
1,5												
2,5												
3,5												
4,5												
5,5												
6,5												
7,5												
8,5												
9,5												
10,5												
11,5												
12,5												
13,5												
14,5												
15,5												
16,5		0.008										
17,5	0.160											
18,5	0.386	0.006	0.422	0.009								
19,5	1.617	0.023	1.013	0.046								
20,5	1.644	0.103	2.425	0.042								
21,5	3.866	0.112	2.208	0.113								
22,5	6.771	0.253	2.609	0.180								
23,5	12.213	0.502	7.064	0.310								
24,5	30.162	0.772	8.468	0.322								
25,5	40.902	1.519	15.045	0.513								
26,5	53.851	1.684	15.617	0.872								
27,5	58.856	1.768	21.285	1.107								
28,5	63.104	1.339	10.844	1.889								
29,5	70.969	1.861	12.594	3.167								
30,5	100.702	2.155	18.699	3.200								
31,5	61.523	1.911	17.850	2.464								
32,5	57.904	0.915	19.364	1.523								
33,5	14.591	0.362	10.706	0.707								
34,5	1.613	0.270	7.668									
35,5	1.778		0.058	0.036								
36,5												
37,5												
38,5												
39,5												
>40,5												
Total	582.612	15.563	173.939	16.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Anexo 6.5. 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, Foco 1 a 12

MC	CALADERO											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,5												
1,5												
2,5												
3,5												
4,5												
5,5												
6,5												
7,5												
8,5												
9,5												
10,5												
11,5												
12,5												
13,5												
14,5												
15,5												
16,5												
17,5		0,110	0,134							0,235		
18,5	0,001	0,268	0,327				0,092	0,003	0,884			
19,5	0,003	1,297	1,383	0,114				0,003	2,133	0,692		0,032
20,5	0,008	3,130	2,600	0,584		0,467	0,265	0,039	10,199	1,242		0,305
21,5	0,007	2,762	2,804	0,962		0,551	0,627	51,723	18,134	1,473		0,671
22,5	0,015	5,984	6,602	1,885		1,507	0,369	60,334	8,888	3,466		1,198
23,5	0,027	10,536	9,645	3,857		1,502	2,581	209,824	20,760	1,350		1,686
24,5	0,077	30,787	27,330	8,270		3,184	3,492	80,877	14,454	9,406		2,077
25,5	0,076	30,522	25,859	17,858		3,326	2,300	369,274	8,336	9,950		3,561
26,5	0,082	32,690	23,748	26,714		2,662	3,297	421,026	3,188	7,268		4,680
27,5	0,075	30,150	17,630	15,161		1,298	2,632	0,359		8,299		5,195
28,5	0,018	7,188	2,312	3,812				0,168		2,695		3,444
29,5	0,018	7,385	2,617	0,167						3,049		2,447
30,5												0,432
31,5												0,160
32,5												
33,5												
34,5												
35,5												
36,5												
37,5												
38,5												
39,5												
>40,5												
Total	0,407	162,809	122,991	79,384	0,000	14,497	15,655	1193,630	86,976	49,125	0,000	25,888

Anexo 6.6. 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, Foco 13 a 24.

MC	CALADERO											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0,5												
1,5												
2,5												
3,5												
4,5												
5,5												
6,5												
7,5												
8,5												
9,5												
10,5												
11,5												
12,5												
13,5												
14,5											0,167	
15,5												
16,5			0,526	0,060							0,246	
17,5		0,349	1,431	0,217			0,063				0,294	
18,5	0,069	0,647	3,807	1,641			0,075				0,384	
19,5		1,316	10,445	3,172			0,532				0,407	
20,5	0,197	6,687	14,734	7,573			4,403	0,307	1,337	0,923	3,152	6,460
21,5	0,810	9,540	49,189	17,939	1,979	9,780	7,870	16,795	6,222	5,413	12,782	29,682
22,5	2,298	13,154	68,363	32,776	4,623	22,636	11,558	185,261	21,566	16,388	66,290	177,881
23,5	4,316	29,965	95,396	42,747	24,131	19,520	10,460	174,953	41,270	27,707	139,147	230,733
24,5	3,529	27,585	105,500	55,295	33,997		12,811	282,291	104,826	72,095	206,733	260,501
25,5	5,080	29,195	146,218	58,046	49,594	42,291	17,677	343,707	97,635	57,508	254,614	365,855
26,5	5,682	32,102	228,211	72,580	64,624	9,571	21,423	434,770	71,033	45,790	264,712	313,731
27,5	7,991	27,230	251,145	107,493	119,155	21,558	24,300	220,597	93,506	69,115	258,261	212,717
28,5	9,769	37,873	205,301	134,509	165,651	48,356	33,081	424,632	102,839	100,152	310,803	219,171
29,5	4,604	35,557	145,634	100,213	186,326	67,523	38,439	726,555	112,624	90,553	343,711	223,683
30,5	1,524	17,297	76,389	52,762	104,381	15,031	23,908	567,197	63,785	34,913	199,895	225,943
31,5	0,425	8,147	18,602	19,674	43,695	16,671	13,414	101,099			90,034	180,508
32,5			2,539	3,715			8,480	2,508	5,781		16,203	
33,5				0,585			3,823	61,014			11,524	
34,5				0,643			1,833				5,788	
35,5							1,145				1,366	
36,5												
37,5							0,339					
38,5							0,368					
39,5												
>40,5												
Total	46,294	276,644	1423,430	711,640	798,156	272,937	236,002	3541,686	722,424	520,557	2186,513	2446,865

Anexo 6.7. 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, Foco 1 a 12.

MC	CALADERO											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,5												
1,5												
2,5												
3,5												
4,5												
5,5												
6,5												
7,5												
8,5												
9,5												
10,5												
11,5												
12,5												
13,5												
14,5												
15,5												
16,5						0,073						
17,5				0,077								
18,5		0,134	0,981	0,094				0,014				0,027
19,5			0,790	0,038		0,262		0,032	1,066	1,038		0,032
20,5	0,001	0,388	1,182	0,317		0,623	0,397	0,043	8,925	0,414		0,114
21,5	0,001	0,470	2,243	1,362		1,103	0,157	0,040	6,045	3,436		0,358
22,5	0,003	1,108	3,301	1,477		1,722	0,184	60,355	14,220	5,199		0,208
23,5	0,004	1,655	4,630	3,380		3,005	0,430	70,041	12,456	10,802		1,747
24,5	0,002	0,752	8,065	10,571		9,841	0,499	80,586	7,227	14,109		3,046
25,5	0,008	3,086	9,826	12,743		11,310	4,025	92,764	5,558	18,996		4,194
26,5	0,015	6,089	16,623	20,728		11,028	3,626	210,921	12,751	33,223		6,120
27,5	0,021	8,725	12,883	28,574		8,651	4,888	0,806		53,350		10,186
28,5	0,042	17,191	11,562	19,287		6,857	3,842	0,339		53,895		14,578
29,5	0,069	28,434	6,978	12,197		2,761	2,413	0,176		42,688		17,261
30,5	0,047	19,397	5,898	17,581		1,240		0,122		22,333		12,816
31,5	0,044	17,990	2,207	2,729				0,052		11,571		8,501
32,5	0,018	7,414		1,526				0,058		2,157		3,917
33,5	0,014	5,904	1,376									0,591
34,5								0,022		2,671		0,435
35,5												
36,5												
37,5										3,601		0,287
38,5												
39,5												
>40,5												
Total	0,289	118,737	88,545	132,681	0,000	58,476	20,461	516,371	68,248	279,483	0,000	84,418

Anexo 6.8. 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, Foco 13 a 24.

MC	CALADERO											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0,5												
1,5												
2,5												
3,5												
4,5												
5,5												
6,5												
7,5												
8,5												
9,5												
10,5												
11,5												
12,5								0,068				
13,5								0,028				
14,5								0,035				
15,5			0,111					0,022				
16,5		0,279	0,332					0,079				
17,5	0,057		1,941	0,072								
18,5		0,216	4,448	0,604				0,075				
19,5		0,790	7,761	1,842				0,532			0,675	5,583
20,5	0,098	3,503	15,685	4,207		8,393	1,813	13,601			1,781	
21,5	0,116	3,816	26,875	9,810			3,725	1,064	2,333		1,754	7,420
22,5	0,270	8,618	56,403	21,743		16,976	6,298	0,815	5,392	5,043	15,085	8,470
23,5	0,723	17,123	89,097	26,693	2,681	13,013	6,656	3,259	12,381	7,291	38,052	48,070
24,5	1,112	26,331	115,966	41,204	30,906	7,438	9,834	29,798	27,090	18,443	82,523	130,251
25,5	1,990	51,822	118,387	44,688	17,712	42,291	13,284	116,761	53,499	42,173	130,803	182,928
26,5	3,449	57,445	135,091	52,510	44,429	95,702	23,151	102,191	84,635	82,857	159,615	136,405
27,5	4,757	60,295	164,346	65,054	77,909	107,790	25,593	51,443	96,906	81,457	181,905	197,522
28,5	5,931	45,670	248,748	96,276	98,355	120,890	26,436	21,826	135,215	125,190	193,917	134,875
29,5	16,925	63,495	292,886	142,551	163,035	189,065	37,635	225,488	108,374	96,798	242,911	130,481
30,5	11,048	73,514	300,485	188,559	189,190	330,670	60,841	177,691	191,355	146,634	361,779	246,483
31,5	6,215	65,179	207,123	215,935	94,673	266,737	68,255	337,489	206,776	190,588	530,037	293,323
32,5	1,201	31,195	141,273	153,372	56,711	368,619	70,229	326,983	245,707	202,976	546,560	321,267
33,5	1,855	12,354	45,738	78,994	44,919	121,888	49,699	149,538	152,778	143,396	293,940	242,934
34,5		9,210	24,339	39,886		22,327	26,447	144,035	52,420	42,197	152,099	264,658
35,5	0,344		2,034	5,643			8,014	74,483	3,827		26,337	63,916
36,5				1,543			1,872	81,083	4,180		8,060	34,650
37,5							0,339					
38,5				0,916			0,368					
39,5				0,995								
>40,5											3,953	
Total	56,091	530,855	1999,069	1193,097	820,520	1711,799	441,260	1857,616	1382,868	1185,043	2971,786	2449,236

Anexo 6.9. 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, Foco 1 a 12.

MC	CALADERO											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,5												
1,5												
2,5												
3,5												
4,5												
5,5												
6,5												
7,5												
8,5												
9,5												
10,5												
11,5												
12,5												
13,5												
14,5								7,1				
15,5												
16,5								13,8	7,0	20,2	241,8	
17,5		29,5	1,9	574,2				77,5	13,3	60,4	484,1	
18,5		58,6	3,6	574,2			2,1	142,6	88,0	478,8	1452,2	
19,5		234,7	13,2	1579,2	306,7			198,3	230,3	831,5	2904,1	264,0
20,5		469,4	20,6	2440,7		4,8		578,9	426,5	987,0	6050,7	198,1
21,5		352,0	18,6	1650,3		7,2	4129,1	1223,2	765,0	931,7	6776,8	264,0
22,5		645,4	37,2	2655,5	2147,5	6,9	4129,2	1561,3	907,1	1248,5	9681,0	659,9
23,5		968,2	46,6	3802,3	613,5	30,6	4129,1	2128,8	1015,3	1857,2	11617,1	528,0
24,5		2435,1	113,6	7675,4	613,6	14,1	7226,0	3470,4	947,6	2756,8	10407,1	1253,7
25,5		2083,1	93,2	8894,9	613,5	11,8	11355,2	2977,1	920,6	4479,4	12343,2	1979,6
26,5		1936,4	74,6	7390,0	920,4	9,4	6193,8	2512,7	622,7	2479,2	8712,9	3101,2
27,5		1555,0	48,4	3660,3		2,4	5161,4	1524,9	284,3	1587,4	7502,7	4948,8
28,5		322,7	5,6	1005,0			2064,6	479,0	108,3	242,8	3146,3	4288,9
29,5		293,4	5,6	574,3				77,3	20,3	337,9	1452,1	1715,6
30,5				143,5				6,9	6,8	60,9	242,0	395,9
31,5												132,0
32,5												
33,5												
34,5												66,0
35,5												
36,5												
37,5												
38,5									6,8			
39,5												
>40,5									6,8			
Total	0,0	11383,4	482,6	42619,9	5215,3	89,3	44388,5	16980,0	6376,5	18359,6	83014,0	19795,7

Anexo 6.10. 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, Foco 13 a 24.

MC	CALADERO											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0,5												
1,5												
2,5												
3,5												
4,5												
5,5												
6,5												
7,5												
8,5												
9,5												
10,5												
11,5												
12,5												
13,5												
14,5												
15,5												
16,5	88,5											
17,5	88,5	6,8	205,3									
18,5	353,4	10,5	1,0	1,8								
19,5	1237,9	17,6	5,6	22,2								
20,5	2122,0	73,3	617,7	34,1								
21,5	2298,7	87,3	1039,8	22,2								
22,5	4332,1	101,3	1895,3	28,0								
23,5	5039,3	195,3	3404,5	38,2								
24,5	6984,3	153,6	6886,4	70,2								
25,5	6896,0	139,6	3194,6	68,3								
26,5	7426,4	132,6	1154,8	98,3								
27,5	11493,3	97,7	1836,5	150,4								
28,5	10520,7	118,6	990,9	130,4								
29,5	5746,6	97,6	1127,1	80,2								
30,5	2210,2	41,9	450,0	28,1								
31,5	265,2	17,5	13,4	2,0								
32,5			1,9	2,0								
33,5	88,4		1,0									
34,5	88,4		1,9									
35,5												
36,5												
37,5												
38,5												
39,5												
>40,5												
Total	67280,0	1290,9	22827,7	776,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Anexo 6.11. 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 geostadístico, Foco 1 a 12

MC	CALADERO											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,5												
1,5												
2,5												
3,5												
4,5												
5,5												
6,5												
7,5												
8,5												
9,5												
10,5												
11,5												
12,5												
13,5												
14,5								7,1				
15,5								21,1	6,8			
16,5				144,0				34,8	20,2	40,4	241,8	
17,5				143,6	306,7			83,4	47,3	60,4	242,0	
18,5		29,3	11,3	1148,9				215,7	162,5	534,0	1210,3	
19,5			7,7	717,8	920,2	2,2		421,9	216,5	811,0	2662,4	131,8
20,5		58,6	9,2	932,5	920,5	2,2	1032,4	567,0	311,3	1567,8	5324,5	132,1
21,5		58,7	15,0	717,7	613,7	14,1	1032,1	826,8	514,4	2365,5	6534,6	198,0
22,5		117,3	18,6	1288,7	1840,9	28,3	1032,3	1121,9	609,2	3114,6	7502,8	527,9
23,5		146,7	22,4	2219,2	5522,1	44,8	4129,1	1477,2	629,6	4143,2	12585,3	593,9
24,5		58,7	33,6	2637,8	7669,6	77,7	5161,6	2167,4	555,1	4595,5	11375,0	725,9
25,5		205,3	35,4	4419,4	6749,4	87,0	6193,8	3163,8	589,0	5160,5	13795,3	1319,7
26,5		352,0	52,2	7072,9	7362,9	94,1	12387,7	4165,1	494,2	7169,2	9680,9	1913,5
27,5		440,0	35,4	5004,2	4295,0	70,6	10322,9	3595,0	379,1	6040,0	19361,9	3629,1
28,5		762,8	27,9	3364,4	3067,9	47,1	13419,8	2599,4	284,3	5684,8	16699,6	5608,6
29,5		1114,9	14,9	1501,5	1533,9	21,1	9290,7	1594,6	216,6	2975,5	11133,1	5938,5
30,5		674,8	11,2	930,7		7,1	3096,9	724,3	121,8	2160,9	7260,7	7918,1
31,5		557,4	3,7	574,3		2,3	1032,3	263,9	20,3	1486,4	6776,6	5740,6
32,5		205,4		430,7				55,5	6,8	303,4	2178,2	2771,3
33,5		146,7	1,9	143,6				7,8		40,4		461,9
34,5								45,3				66,0
35,5												
36,5								0,9	6,8	175,9		
37,5											242,0	
38,5												
39,5										175,9		
>40,5												
Total	0,0	4928,6	300,4	33391,8	40802,8	498,6	69163,9	23159,8	5191,8	48605,5	134807,0	37676,9

Anexo 6.12. 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, Foco 13 a 24.

MC	CALADERO											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0,5												
1,5												
2,5												
3,5												
4,5												
5,5												
6,5												
7,5												
8,5												
9,5												
10,5												
11,5												
12,5												
13,5												
14,5												
15,5												
16,5		6,8										
17,5	88,5											
18,5	176,7	3,3	204,8	4,2								
19,5	618,8	10,4	408,7	17,9								
20,5	530,6	38,5	820,8	13,9								
21,5	1060,9	34,9	632,3	32,1								
22,5	1591,5	66,4	637,0	44,2								
23,5	2475,4	111,6	1480,5	66,2								
24,5	5304,6	146,5	1533,3	60,1								
25,5	6277,2	247,7	2367,2	84,2								
26,5	7249,7	237,2	2146,9	126,4								
27,5	6984,3	216,4	2569,4	142,4								
28,5	6630,7	143,1	1154,8	216,6								
29,5	6630,8	174,4	1188,2	324,9								
30,5	8398,9	177,9	1569,4	294,9								
31,5	4597,3	139,6	1337,8	204,6								
32,5	3890,0	59,3	1300,5	114,4								
33,5	884,1	20,9	646,5	48,2								
34,5	88,4	14,0	417,6									
35,5	88,4		2,9	2,0								
36,5												
37,5												
38,5												
39,5												
>40,5												
Total	63566,8	1848,9	20418,4	1797,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Anexo 6.13. 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, Foco 1 a 12.

MC	CALADERO											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,5												
1,5												
2,5												
3,5												
4,5												
5,5												
6,5												
7,5												
8,5												
9,5												
10,5												
11,5												
12,5												
13,5												
14,5												
15,5												
16,5												
17,5		69,0	84,0							147,8		
18,5	0,5	137,6	167,9				46,7	1,3	457,4			
19,5	1,3	551,5	588,1	48,5				1,1	914,6	295,4		12,7
20,5	2,8	1112,3	924,0	207,5		172,5	93,4	12,3	3658,2	443,2		102,8
21,5	2,1	827,4	840,0	288,2		172,5	186,6	13834,7	5487,3	443,1		192,8
22,5	3,8	1522,8	1680,1	479,7		402,7	93,5	13828,3	2286,6	886,0		295,7
23,5	5,9	2293,9	2099,9	839,7		345,0	560,1	41486,1	4572,9	295,3		359,8
24,5	14,4	5772,2	5124,1	1550,5		632,7	653,4	13879,9	2743,8	1772,3		385,6
25,5	12,3	4957,5	4200,1	2900,5		575,1	373,3	55320,3	1371,8	1624,5		578,3
26,5	11,6	4625,2	3360,0	3779,7		402,7	466,8	55346,4	457,3	1033,8		668,3
27,5	9,3	3735,0	2184,0	1878,2		172,6	326,6	41,6		1033,8		655,5
28,5	2,0	783,4	252,0	415,4				17,2		295,4		385,6
29,5	1,7	711,2	252,0	16,1						295,4		244,2
30,5												38,6
31,5												12,8
32,5												
33,5												
34,5												
35,5												
36,5												
37,5												
38,5												
39,5												
>40,5												
Total	67,8	27098,9	21756,1	12404,1	0,0	2875,9	2800,4	193769,2	21950,0	8565,9	0,0	3932,7

Anexo 6.14. 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, Foco 13 a 24.

MC	CALADERO											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0,5												
1,5												
2,5												
3,5												
4,5												
5,5												
6,5												
7,5												
8,5												
9,5												
10,5												
11,5												
12,5												
13,5												
14,5											126,9	
15,5												
16,5			381,4	40,0							126,7	
17,5		238,0	844,1	119,8			28,1				126,8	
18,5	31,6	357,2	1847,6	757,4			28,2				140,2	
19,5		594,8	4213,9	1235,5			169,6				126,8	
20,5	63,6	2499,2	4987,3	2510,7			1201,1	86,3	366,3	277,1	844,7	1841,0
21,5	222,3	2975,1	14086,8	5101,2	526,7	2524,8	1851,1	4082,0	1465,2	1385,6	2967,9	7363,6
22,5	540,1	3451,2	16690,3	8050,1	1053,7	5050,0	2359,7	39186,9	4395,5	3602,5	13424,2	38657,7
23,5	874,8	6664,2	19993,4	9126,2	4742,0	3787,3	1865,2	32401,4	7325,9	5265,4	24722,0	44180,1
24,5	620,6	5236,2	19102,3	10321,7	5795,7		2006,5	46029,0	16300,2	11916,3	32400,9	44180,2
25,5	779,6	4760,1	23006,6	9524,6	7376,3	6312,3	2444,4	49593,8	13369,8	8313,6	35379,0	55225,3
26,5	764,9	4522,2	31372,7	10521,0	8430,0	1262,6	2628,1	55775,8	8607,9	5819,6	32761,6	42339,2
27,5	948,3	3332,1	30316,3	13828,6	13698,8	2524,9	2656,3	25271,1	10073,1	7759,4	28591,7	25771,9
28,5	1026,5	4046,2	21862,3	15422,7	16860,1	5049,9	3235,7	43614,7	9890,0	9976,4	30902,0	23930,9
29,5	430,2	3332,1	13740,4	10281,8	16860,2	6312,3	3377,0	67161,1	9706,9	8036,5	30805,2	22090,2
30,5	127,1	1428,0	6411,4	4862,0	8430,1	1262,5	1893,4	47352,1	4945,0	2771,2	16205,6	20249,2
31,5	31,8	595,0	1394,1	1633,9	3161,3	1262,5	960,8	7647,8			6623,8	14726,9
32,5			170,5	279,0			551,1	172,4	366,3		1085,1	
33,5				39,8			226,1	3824,0			704,5	
34,5				39,8			98,9				323,8	
35,5							56,5				70,1	
36,5												
37,5							14,1					
38,5							14,1					
39,5												
>40,5												
Total	6461,4	44031,8	210421,4	103695,9	86934,8	35349,1	27665,9	422198,5	86812,1	65123,6	258459,5	340556,3

Anexo 6.15. 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, Foco 1 a 12.

MC	CALADERO											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,5												
1,5												
2,5												
3,5												
4,5												
5,5												
6,5												
7,5												
8,5												
9,5												
10,5												
11,5												
12,5												
13,5												
14,5												
15,5												
16,5						57,4						
17,5				48,3								
18,5		68,8	503,8	48,3				6,2				12,8
19,5			335,9	16,2		115,2		11,9	457,1	443,0		12,7
20,5	0,4	137,9	420,1	112,7		230,1	140,0	13,5	3201,2	147,7		38,4
21,5	0,3	140,8	671,9	408,0		345,3	46,7	10,7	1829,2	1033,7		102,9
22,5	0,8	282,0	840,0	375,9		460,2	46,6	13833,1	3658,3	1329,0		51,3
23,5	0,9	360,3	1008,0	735,9		690,3	93,3	13848,4	2743,8	2363,0		372,8
24,5	0,4	141,0	1512,1	1981,9		1955,7	93,4	13830,0	1371,9	2658,4		565,5
25,5	1,3	501,2	1596,0	2069,7		1955,7	653,3	13896,8	914,7	3101,3		681,1
26,5	2,1	861,5	2351,9	2932,7		1668,1	513,3	27726,8	1829,1	4725,8		874,0
27,5	2,6	1080,9	1596,0	3539,8		1150,4	606,6	93,4		6645,8		1285,2
28,5	4,6	1873,5	1260,1	2101,9		805,3	420,0	34,8		5907,3		1632,3
29,5	6,6	2738,2	672,0	1174,6		287,6	233,3	16,1		4135,2		1722,3
30,5	4,0	1657,4	504,0	1502,2		115,0		9,9		1919,9		1143,9
31,5	3,3	1369,2	168,0	207,7				3,8		886,1		681,2
32,5	1,2	504,4		103,8				3,8		147,7		282,7
33,5	0,9	360,3	84,0									38,5
34,5								1,2		147,7		25,7
35,5												
36,5												
37,5										147,7		12,8
38,5												
39,5												
>40,5												
Total	29,4	12077,4	13523,7	17359,6	0,0	9836,2	2846,6	83340,5	16005,3	35739,3	0,0	9536,2

Anexo 6.16. 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, Foco 13 a 24.

MC	CALADERO												
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
0,5													
1,5													
2,5													
3,5													
4,5													
5,5													
6,5													
7,5													
8,5													
9,5													
10,5													
11,5													
12,5								86,7					
13,5								28,0					
14,5								28,1					
15,5			100,2					14,3					
16,5		237,9	240,7					42,4					
17,5	31,5		1144,9	39,7									
18,5		119,3	2158,7	278,8				28,2					
19,5		357,1	3131,1	717,5				169,6				210,3	1840,5
20,5	31,6	1309,2	5309,2	1394,8		2524,8		494,6	3823,6			477,3	
21,5	31,8	1190,0	7696,5	2789,6				876,1	258,6	549,4		407,3	1840,8
22,5	63,5	2261,1	13770,4	5340,3		3787,3	1285,8	172,4	1099,0	1108,6		3054,8	1840,7
23,5	146,5	3808,1	18673,2	5698,8	526,8	2524,8	1186,9	603,6	2197,8	1385,6		6760,6	9204,3
24,5	195,6	4998,2	20997,3	7691,4	5268,7	1262,4	1540,2	4858,7	4212,4	3048,4		12933,7	22090,2
25,5	305,4	8449,4	18627,5	7332,7	2634,4	6312,3	1836,9	16847,6	7326,0	6096,7		18175,3	27612,7
26,5	464,3	8092,3	18571,3	7611,7	5795,6	12624,6	2840,1	13109,9	10256,3	10530,6		19754,5	18408,4
27,5	564,5	7378,3	19838,6	8369,0	8956,9	12624,6	2797,7	5893,2	10439,4	9145,0		20138,5	23930,9
28,5	623,2	4879,2	26488,9	11039,0	10010,7	12624,7	2585,7	2241,8	13003,5	12470,5		19280,4	14726,8
29,5	1581,3	5950,2	27633,4	14625,7	14752,6	17674,5	3306,4	20843,6	9340,6	8590,7		21771,0	12885,9
30,5	921,4	6069,3	25219,9	17375,5	15279,5	27774,1	4818,2	14834,4	14835,0	11639,1		29329,6	22090,0
31,5	464,4	4760,2	15522,9	17933,4	6849,4	20199,4	4888,9	25529,8	14468,7	13579,0		38994,8	23930,9
32,5	80,7	2023,1	9487,7	11517,2	3688,1	25249,3	4563,9	22482,0	15567,6	13024,7		36601,1	23930,9
33,5	112,4	714,0	2761,8	5380,0	2634,4	7574,8	2939,0	9372,2	8791,1	8313,6		17968,3	16567,5
34,5		476,0	1325,5	2470,8		1262,5		1427,1	8251,2	2747,2	2217,0	8510,1	16567,5
35,5	17,1		100,2	318,8				395,6	3910,1	183,2		1352,2	3681,7
36,5				79,7				84,8	3910,1	183,2		380,6	1840,8
37,5								14,1					
38,5				39,8				14,1					
39,5				39,9									
>40,5												126,9	
Total	5635,4	63072,9	238799,9	128084,0	76397,3	154020,0	38206,7	157029,5	115200,3	101149,5	256227,1	242990,6	

Anexo 6,17, Biomasa (toneladas) de machos de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por región dentro y fuera de las 5 mn de reserva artesanal entre la II - VIII Regiones, Enfoque geoestadístico,

MC	DENTRO ARPA							FUERA ARPA						
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
0,5														
1,5														
2,5														
3,5														
4,5														
5,5														
6,5														
7,5														
8,5														
9,5														
10,5														
11,5														
12,5														
13,5														
14,5			0,007										0,167	
15,5														
16,5			0,490							0,138	0,448		0,246	
17,5		0,966	1,442	0,087				0,244	0,584	1,711			0,294	
18,5		1,329	4,873	0,006				0,691	2,219	4,904				0,384
19,5		5,120	13,497	0,071				2,800	9,389	8,933			0,407	
20,5		8,748	30,613	0,564				7,093	24,847	20,493			4,934	7,245
21,5		21,786	43,365	1,022				7,776	106,432	62,613		15,731	20,348	34,815
22,5		38,825	78,324	2,203				16,415	114,733	114,508		180,777	86,918	199,691
23,5		46,332	113,589	4,673				28,334	300,706	159,263		165,176	185,150	263,484
24,5		102,609	163,140	10,357				73,508	169,660	175,503		257,966	383,377	285,103
25,5		146,899	194,722	6,046				80,300	470,255	268,608		318,012	412,748	388,559
26,5		124,271	176,664	3,480				89,810	530,186	339,552		417,295	380,317	332,424
27,5		89,388	229,219	6,182				67,305	119,277	453,089		200,275	424,739	229,182
28,5		32,989	179,586	4,661				13,498	117,771	522,908		409,521	507,752	240,324
29,5		9,069	107,218	4,571				10,187	96,638	487,154		703,236	550,652	243,238
30,5		1,680	38,760	1,999					56,265	235,459		549,639	304,044	238,050
31,5			5,435	0,203					20,766	100,022		101,099	86,222	184,320
32,5				0,055					1,492	13,242			23,445	1,047
33,5			1,459	0,016						4,408		61,014	10,377	1,147
34,5			2,729	0,035						2,476			4,535	1,253
35,5										1,145				1,366
36,5														
37,5											0,339			
38,5			0,179								0,368			
39,5														
>40,5			0,277											
Total	0,000	630,011	1385,588	46,231	0,000	0,000	0,000	0,000	397,961	2141,358	2977,146	3379,741	3386,672	2651,632

Anexo 6.18. Biomasa (toneladas) de **hembras** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por región **dentro y fuera** de las **5 mm** de reserva artesanal entre la II - VIII Regiones. Enfoque geoestadístico.

MC	DENTRO ARPA							FUERA ARPA						
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
0,5														
1,5														
2,5														
3,5														
4,5														
5,5														
6,5														
7,5														
8,5														
9,5														
10,5														
11,5														
12,5													0,068	
13,5											0,028			
14,5			0,007								0,035			
15,5			0,033							0,111	0,022			
16,5		0,186	0,442						0,073	0,417	0,273			
17,5		0,727	0,861						0,077	0,567	1,503			
18,5		2,488	4,662	0,114					1,223	1,069	4,301			
19,5		4,591	11,644	0,296					1,122	6,155	6,906			6,258
20,5		8,921	25,005	0,648					2,951	18,975	24,177	13,601	0,473	1,308
21,5		9,023	39,336	0,708					5,376	25,668	28,513		3,943	8,628
22,5		18,153	57,923	0,897					7,869	108,908	81,308		22,527	12,278
23,5		56,023	104,977	2,233					13,261	153,854	97,021		55,064	53,989
24,5		83,496	138,216	2,839					29,807	172,182	165,500	23,452	126,350	138,303
25,5		111,208	196,287	4,798					41,537	218,092	193,055	106,005	225,122	195,037
26,5		196,513	226,170	5,293					58,826	361,097	312,978	89,421	326,848	149,434
27,5		166,407	334,223	7,091					64,548	165,944	403,336	33,379	369,466	206,388
28,5		190,138	348,963	5,506					59,120	161,479	549,300		469,802	141,221
29,5		140,033	302,502	7,604					53,028	190,288	775,253	206,833	450,311	146,908
30,5		55,992	322,204	9,062					44,285	188,960	1000,496	137,411	728,806	257,725
31,5		28,426	258,028	7,991					23,022	131,579	812,610	303,294	936,820	318,099
32,5		9,350	147,763	7,136					9,016	69,804	758,870	278,075	1024,260	341,158
33,5		21,564	30,473	3,765					7,294	19,779	336,259	122,023	603,867	256,696
34,5		0,715	8,781	2,015					0,022	15,996	109,319	133,499	243,469	278,441
35,5			1,778	0,094						2,378	13,657	72,841	27,709	68,013
36,5			4,062								3,415	79,295	14,028	34,650
37,5			5,848							3,888	0,339			
38,5											1,284			
39,5			5,168								0,995			
>40,5													3,953	
Total	0,000	1103,954	2575,356	68,090	0,000	0,000	0,000	0,000	422,457	2017,190	5680,753	1599,129	5632,886	2614,534

Anexo 6.19. Abundancia (miles de ejemplares) de **machos** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por región **dentro y fuera** de las **5 mn** de reserva artesanal entre la II - VIII Regiones. Enfoque geostadístico.

MC	DENTRO ARPA							FUERA ARPA						
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
0,5														
1,5														
2,5														
3,5														
4,5														
5,5														
6,5														
7,5														
8,5														
9,5														
10,5														
11,5														
12,5														
13,5														
14,5			7,1										126,9	
15,5														
16,5			371,3							100,1	321,4		126,7	
17,5		605,6	884,5	51,3				153,0	385,8	992,0			126,8	
18,5		676,8	2487,2	2,8				354,2	1146,6	2332,7				140,2
19,5		2172,2	5645,2	27,9				1190,4	3921,9	3514,7				
20,5		3089,0	10744,6	190,2				2524,9	8871,3	6594,7			1364,0	2051,4
21,5		6463,7	12809,7	292,5				2333,6	30052,8	17176,2	3823,4	4885,4	8555,5	
22,5		9890,0	19608,1	538,0				4194,7	27488,7	26990,9	38238,4	17953,9	43074,4	
23,5		10050,2	24383,6	980,1				6181,3	61130,7	32599,7	30590,7	33305,2	49998,9	
24,5		19151,1	29979,4	1877,4				13810,5	30387,5	31413,9	42062,7	60727,9	48036,1	
25,5		23818,4	31277,5	954,1				13072,6	71495,7	41549,4	45886,3	57615,2	58380,1	
26,5		17559,5	24722,3	483,5				12727,0	70528,2	46398,1	53534,0	47117,5	44652,7	
27,5		11040,8	28057,2	755,5				8347,4	14487,4	54507,3	22943,1	46929,5	27594,7	
28,5		3589,6	19328,7	505,6				1470,0	12567,9	55616,5	42062,6	50217,3	26034,1	
29,5		873,3	10217,1	437,7				981,0	9111,8	45761,7	65005,6	48951,5	23842,8	
30,5		143,5	3272,5	170,3					4700,1	19752,9	45886,3	24406,1	21230,8	
31,5			414,6	15,4					1541,5	7510,7	7647,8	6343,3	15007,3	
32,5				3,9					100,2	900,4		1553,7	70,1	
33,5			88,4	1,0						265,9	3824,0	634,3	70,1	
34,5			154,4	1,9						138,7		253,7	70,1	
35,5										56,5			70,1	
36,5														
37,5											14,1			
38,5			6,8							14,1				
39,5														
>40,5			6,8											
Total	0,0	109123,8	224466,9	7289,1	0,0	0,0	0,0	0,0	67340,5	348018,1	394422,5	401504,8	402765,9	368879,3

Anexo 6,20, Abundancia (miles de ejemplares) de **hembras** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por región **dentro y fuera** de las **5 mm** de reserva artesanal entre la II - VIII Regiones, Enfoque geoestadístico,

MC	DENTRO ARPA							FUERA ARPA						
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
0,5														
1,5														
2,5														
3,5														
4,5														
5,5														
6,5														
7,5														
8,5														
9,5														
10,5														
11,5														
12,5													86,7	
13,5											28,0			
14,5			7,1								28,1			
15,5			27,9							100,2	14,3			
16,5		144,0	344,0					57,4	338,0	183,0				
17,5		450,3	521,7					48,3	332,3	883,8				
18,5		1266,1	2379,6	55,1				627,2	532,9	2064,7				
19,5		1916,1	4912,3	118,8				479,2	2572,6	2715,4				2050,8
20,5		3147,3	8895,7	219,0				1054,6	6732,4	7719,2	3823,6	126,8		350,5
21,5		2681,3	11767,0	202,5				1623,7	7594,7	7955,1		934,8		2121,3
22,5		4632,7	14689,6	219,3				2022,4	26089,6	19273,6		4663,6		2611,9
23,5		12352,7	22825,4	469,2				2919,8	31869,5	19992,7		9895,9		10255,9
24,5		15945,6	25640,8	515,8				5697,7	30821,4	29544,9	3824,0	19967,3		23352,2
25,5		18341,9	31594,6	758,4				6858,0	34082,1	29929,8	15295,6	31467,4		29295,3
26,5		28165,0	31605,6	734,2				8424,0	48829,0	42232,4	11471,7	40567,0		20020,9
27,5		20858,3	41362,8	864,8				8069,6	20383,1	48077,5	3823,8	40810,7		24912,5
28,5		20958,2	38151,7	601,8				6500,2	17451,2	58339,8		46365,3		15357,7
29,5		13630,4	29279,7	743,6				5128,4	18098,8	73282,8	19119,2	39954,4		14358,1
30,5		4797,2	27763,5	786,9				3792,6	15866,6	84655,2	11471,7	58255,1		23001,4
31,5		2170,1	19948,2	618,9				1752,0	9798,2	62387,7	22943,1	67806,4		25753,7
32,5		636,1	10188,1	491,3				613,3	4638,5	52401,9	19119,3	67224,1		25262,9
33,5		1324,5	1877,0	232,8				445,1	1165,6	20989,3	7647,7	35956,3		17408,8
34,5		38,4	483,1	109,7				1,2	849,8	6285,5	7647,7	13306,7		17338,7
35,5			88,4	4,9					117,3	714,5	3823,9	1411,2		3892,1
36,5			183,6							164,5	3823,9	650,0		1840,8
37,5			242,0						160,5	14,1				
38,5										54,0				
39,5			175,9							39,9				
>40,5													126,9	
Total	0,0	153456,3	324955,3	7746,9	0,0	0,0	0,0	0,0	56114,3	278424,4	569971,6	133835,0	479576,5	259185,5

10. Plan detallado de asignación del personal profesional y técnico,**10.1. Total de Horas asignadas****UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE**

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Enzo Acuña			170	200	20	390
Alex Cortés	50	100	120	80	20	370
Viviana López	100	80	80			260
Carmen Álvarez	100	80	80			260
Cristian Véliz	100	60	60	40		260
Ricardo Suarez	350	70				420
Valentina Hevia	350	70				420
Victor Pasten	350	70				420
Cecilia Gatica	350	70				420
Gabriela Cortés	350	70				420
TOTAL	2.100	670	510	320	40	3.640

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Hugo Arancibia			150	150	20	320
Luis Cubillos		100	100	60	20	280
Lilian Cisterna		80	100	60	20	260
Sandra Cahuín		80	100	20	20	220
Mónica Barros	50	100	100			250
TOTAL	50	360	550	290	80	1.330

CONSULTORES INDEPENDIENTES

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Luis Cid		100	140	60	20	320
Rubén Alarcón		100	140	60	20	320
TOTAL	0	200	280	120	40	640

10.2. 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	50	10	100
Alex Cortés	20	40	50	30	10	150
Viviana López	40	30	30			100
Carmen Álvarez	40	30	30			100
Cristian Véliz	40	20	20	20		100
Ricardo Suarez	100	30				130
Valentina Hevia	100	30				130
Victor Pasten	100	30				130
Cecilia Gatica	100	30				130
Gabriela Cortés	100	30				130
TOTAL	640	270	170	100	20	1.200

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Hugo Arancibia						0
Luis Cubillos						0
Lilian Cisterna						0
Sandra Cahuin						0
Mónica Barros	30	50	50			130
TOTAL	30	50	50	0	0	130

CONSULTORES INDEPENDIENTES

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Luis Cid		50	70	30		150
Rubén Alarcón		50	70	30		150
TOTAL	0	100	140	60	0	300

10.3. 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			40	50	10	100
Alex Cortés	20	40	50	20		130
Viviana López	40	30	30			100
Carmen Álvarez	40	30	30			100
Cristian Véliz	30	20	20			70
Ricardo Suarez	80	30				110
Valentina Hevia	80	30				110
Victor Pasten	80	30				110
Cecilia Gatica	80	30				110
Gabriela Cortés	80	30				110
TOTAL	530	270	170	70	10	1.050

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Hugo Arancibia			40	70	10	120
Luis Cubillos						0
Lilian Cisterna						0
Sandra Cahuin						0
Mónica Barros	20	50	50			120
TOTAL	20	50	90	70	10	240

CONSULTORES INDEPENDIENTES

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Luis Cid		50	70	30	20	170
Rubén Alarcón		50	70	30	20	170
TOTAL	0	100	140	60	40	340

10.4. 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			30	40		70
Alex Cortés	10	20	20	30	10	90
Viviana López	20	20	20			60
Carmen Álvarez	20	20	20			60
Cristian Véliz	30	20	20	20		90
Ricardo Suarez	90	10				100
Valentina Hevia	90	10				100
Victor Pasten	90	10				100
Cecilia Gatica	90	10				100
Gabriela Cortés	90	10				100
TOTAL	530	130	110	90	10	870

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Hugo Arancibia						0
Luis Cubillos						0
Lilian Cisterna						0
Sandra Cahuin						0
Mónica Barros						0
TOTAL	0	0	0	0	0	0

CONSULTORES INDEPENDIENTES

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Luis Cid						0
Rubén Alarcón						0
TOTAL	0	0	0	0	0	0

10.5. 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			30	30		60
Alex Cortés						0
Viviana López						0
Carmen Álvarez						0
Cristian Véliz						0
Ricardo Suarez	80					80
Valentina Hevia	80					80
Victor Pasten	80					80
Cecilia Gatica	80					80
Gabriela Cortés	80					80
TOTAL	400	0	30	30	0	460

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Hugo Arancibia			100	80	10	190
Luis Cubillos						0
Lilian Cisterna		80	100	60	20	260
Sandra Cahuin		80	100	20	20	220
Mónica Barros						0
TOTAL	0	160	300	160	50	670

CONSULTORES INDEPENDIENTES

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Luis Cid						0
Rubén Alarcón						0
TOTAL	0	0	0	0	0	0

10.6. 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.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Enzo Acuña			30	30		60
Alex Cortés						0
Viviana López						0
Carmen Álvarez						0
Cristian Véliz						0
Ricardo Suarez						0
Valentina Hevia						0
Victor Pasten						0
Cecilia Gatica						0
Gabriela Cortés						0
TOTAL	0	0	30	30	0	60

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Hugo Arancibia			10			10
Luis Cubillos		100	100	60	20	280
Lilian Cisterna						0
Sandra Cahuin						0
Mónica Barros						0
TOTAL	0	100	110	60	20	290

CONSULTORES INDEPENDIENTES

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Luis Cid						0
Rubén Alarcón						0
TOTAL	0	0	0	0	0	0