

INFORME FINAL

FIP N° 2011-02

EVALUACIÓN DIRECTA DE CAMARÓN NAILON ENTRE LA II Y VIII REGIONES, AÑO 2011

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, septiembre de 2012

RESUMEN EJECUTIVO

Se informa sobre todas las actividades realizadas durante la ejecución del proyecto, incluyendo los cruceros de evaluación directa de camarón nailon en el litoral entre la II y VIII Regiones y los análisis posteriores comprometidos.

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, 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 por otras instituciones nacionales.

Se llevó a cabo el 100% de los lances propuestos y además se ejecutaron 62 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 45% de lances positivos para la especie objetivo; de la IV a la VI Región se registró un porcentaje superior al 58% de lances positivos para camarón nailon, con una captura equivalente al 58,4%, 79% y 80,4%, respectivamente. En la VII Región, se obtuvo la mayor proporción de lances positivos para la especie con un 88,6%, disminuyendo el éxito de los lances positivos en la VIII Región, donde sólo se registró un 44,2%.

El muestreo biológico del estudio consideró la medición de la longitud cefalotorácica (LC, mm) de un total de 39.662 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 14.325 ejemplares (36,1%).

El rango de tallas global de camarón nailon (sexos combinados) en toda el área de estudio correspondió a 3,4 - 40,1 mm LC, mientras los rangos observados en las distintas regiones corresponden a 7,4 – 38,1 mm LC en la III Región; 11,8 – 38,3 mm LC en la IV Región; 12,3 – 40,1 mm LC en la V Región; 5,3 – 39,8 mm LC en la VI Región; 3,4 – 39,9 en la VII Región; y

16,3 – 39,9 mm LC en la VIII Región. En términos globales, se observa una tendencia al aumento de la proporción de tallas mayores de norte a sur.

Desde el punto de vista de la proporción sexual, se observa que las hembras predominan en todas las regiones, con la sola excepción de la VI Región, donde se registró una mayor proporción de machos. El mayor porcentaje de hembras se encuentra en la VIII Región (61,1%), siendo de 56,2% para toda el área de estudio.

Durante el período de estudio, entre la II y VIII Regiones se analizaron 6.993 hembras ovíferas de camarón nailon con huevos en distintos estados de desarrollo embrionario, sin embargo, el 76,95% de las hembras portadoras se encontraba en el estado 4, con un escaso número de huevos en estados tempranos e intermedios.

El análisis de la distribución espacial de los lances de pesca (tanto negativos como positivos) y el valor de la captura por unidad de área barrida (cpua, ton/km²) por latitud, revelaron la presencia de 30 focos de abundancia de camarón nailon, cuyos límites fueron determinados aplicando el “Enfoque Geoestadístico Transitivo”, ocupando un área equivalente a 2.861,3 km². En el análisis geoestadístico se incluyó el 96,5% de los lances de pesca efectivamente realizados entre la II y VIII Regiones (n = 460).

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 Zonas de Análisis Geoestadísticos (ZAGs). 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 en las tres ZAGs, mediante el procedimiento de mínimos cuadrados ponderados (Cressie, 1993), fue el modelo esférico.

El centro de gravedad de la densidad poblacional de camarón nailon (ton/km²) en el año 2011, se encontró en los 33°01,0'S (Inercia: I= 6,2°) y 72°08,7'W (I= 0,458°). 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 - 2011). El análisis de la evolución temporal del

índice de Gini respecto de la biomasa entre el año 2000 y 2011, exceptuando los años 2007 y 2010 donde no se realizaron cruceros de evaluación directa, mostró una tendencia creciente, similar a aquella de las biomásas. El índice de Gini para toda el área de estudio en el año 2011 alcanzó a 0,647, lo que revela 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 35.048,2 tons (D.E. = 13.794,3 tons), con un intervalo de confianza entre 34.738,8 tons (límite inferior) y 35.357,5 tons (límite superior). La biomasa total del stock de camarón nailon obtenida mediante el estimador de la Distribución Delta lognormal alcanzó a 30.509,4 tons (intervalo de confianza, IC: 26.593,6 - 34.425,2 tons), mediante el método de las microceldas de estimación geoestadística se estimó una biomasa de 35.040,6 ton (IC: 34.409,7 - 35.671,5) y por el método del estimador de razón, ésta fue calculada en 27.473,5 tons (IC: 22.899,1 - 33.372,2 tons).

El área de distribución del stock se estimó mediante tres enfoques, uno basado en geoestadística transitiva (método “tradicional” usado en evaluaciones anteriores), y dos enfoques alternativos: (1) un enfoque geoestadístico paramétrico y (2) un enfoque basado en el concepto de ámbito de hogar. En el primer caso, el área calculada aplicando el enfoque geoestadístico paramétrico equivale a 60,1% del área estimada según el enfoque geoestadístico transitivo. En consecuencia, no se recomienda utilizar este enfoque para estimar el área del stock en las evaluaciones de camarón nailon por la falta de robustez del método que resulta ser altamente sensible al tamaño de la celda que se define para cuantificar la presencia/ausencia del stock. En el caso del estimador del área del stock basado en el concepto de ámbito de hogar no obstante recoger la estructuración espacial de la densidad poblacional, produce severas sobrestimaciones del área.

Se analiza las especies disponibles al arte de pesca de arrastre camaronero para identificar la composición específica e importancia relativa de las especies, así como identificar asociaciones faunísticas mediante análisis multivariados.

Se utilizó la CPUE ($\text{ton} \cdot \text{km}^{-2}$) estandarizada a la unidad básica de muestreo (1 mn x 1 mn) para los análisis. Se estimó la frecuencia de ocurrencia (%), la captura (ton) y la importancia relativa (% en peso), tanto respecto de la captura total como aquella del recurso objetivo, camarón nailon, por Región y por estratos de profundidad cada 100 m, para las principales especies de la fauna acompañante. Los métodos multivariados utilizados fueron el Análisis de Dendrograma (Cluster Analysis) y el Escalamiento Multidimensional (MDS, Multi-Dimensional Scaling) para la identificación y caracterización de las asociaciones faunísticas en las capturas de camarón nailon.

La fauna acompañante contribuyó al 62% del peso de la captura total (considerando sólo camarón nailon como especie objetivo), mientras que si se considera también a langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) y langostino amarillo (*Cervimunida johni*) como especies objetivo, la contribución de la fauna acompañante disminuye a 25% del peso de la captura total.

La fauna acompañante estuvo compuesta por 41 taxa, aunque el 98% de la CPUE total de ésta estuvo representada sólo por 9 especies, destacando merluza común (*Merluccius gayi*), langostino colorado, langostino amarillo, lenguado de ojos grandes (*Hippoglossina macrops*) y pejerratas (*Coelorinchus aconcagua* y *Nezumia pulchella*), que fueron las especies más relevantes de la fauna acompañante, tanto latitudinal como batimétricamente.

Se identificó cinco asociaciones faunísticas, con la profundidad como el principal factor por sobre la latitud. Entonces, la fauna acompañante en las capturas del recurso camarón nailon se segrega primero batimétricamente (en profundidad) y luego en sentido norte-sur (latitudinalmente). El ensamble 1 se distribuyó entre los 25°S y 37°S y entre 100 y 350 m de profundidad, siendo *C. johni* y *H. macrops* las especies más relevantes, en términos de CPUE. El ensamble 2 también se distribuyó entre los 25°S y 37°S, aunque a mayor profundidad que el anterior, entre 200 y 450 m de profundidad, siendo las especies más relevantes *N. pulchella* y *M. gayi*. Igualmente, el ensamble 3 se distribuyó desde los 25°S hasta 37°S, entre 100 y 350 m de profundidad, siendo las especies más relevantes *P. monodon* y *M. gayi*. Más al sur, el ensamble 4 se distribuyó desde los 30°S hasta 37°S, entre 200 y 400 m de profundidad, con las especies más relevantes *C. aconcagua* y *M. gayi*. Finalmente, el ensamble 5 se distribuyó desde los 25°S hasta 37°S entre 250 y >450 m de profundidad, siendo las especies más relevantes los pejerratas *Trachyrinchus villegai* y *N. pulchella*, y *M. gayi*.

Los ensambles asociados a la plataforma continental están representados por un número menor de especies (12) y con alto grado de dominancia (> 60%) dada por sólo 4 especies (langostino colorado, langostino amarillo, lenguado de ojos grandes y merluza común), al contrario de lo que ocurre con los ensambles asociados al quiebre de la plataforma y talud continental, donde éstos están representado por un número mayor de especies (17) y un grado menor de dominancia (< 60%) dado por un total de 8 especies. Curvas k-dominancia revelaron baja diversidad sobre la plataforma continental, dominada por merluza común (*M. gayi*) y lenguado de ojos grandes (*H. macrops*). La asociación de peces sobre el talud fue menos uniforme, incorporándose otras especies como raya volantín (*Dipturus chilensis*) y pejerratas (*C. aconcagua* y *N. pulchella*). No se observaron diferencias en la estructura de los ensambles entre cruceros (años). Las especies de peces que dominan dentro de cada grupo presentan un amplio rango de distribución latitudinal y batimétrica.

La situación de camarón nailon se evaluó con un modelo edad-estructurado, el cual permitió una buena explicación de los datos observados, particularmente de la estructura de tallas en los cruceros de evaluación y la biomasa evaluada mediante el método de área barrida. Se observó un aumento en la biomasa total y explotable del camarón nailon desde el 2000 al 2007, debido al ingreso de reclutamientos altos en 2003, 2005 y 2007. Sin embargo, al 2011 la biomasa explotable disminuyó y la tasa de explotación se incrementó al 18%. A pesar de esto, se concluye que el recurso se encuentra alejado de una condición de sobrepesca.

EXCECUTIVE ABSTRACT

In the study area, the sampling was directed to known fishing grounds of the species as well as zones between them. Within each fishing grounds, in the continental shelf and slope of the seven regions, a probabilistic sampling (stochastic) which corresponds to a stratified by cells sampling. To define the strata, the known position of the species fishing grounds, obtained during previous studies by Universidad Católica del Norte, as well as other national institutions, were used.

All proposed tows were performed, along with 62 more additional tows, being more successful those located within the fishing grounds that those located in areas between fishing grounds. In Region II no positive tows for the species were found, while in Region III, 45% of the tows were positive, between regions IV to VII the higher percentages of positives were found with 58.4, 79, 80.4 and 88.4%, respectively. The percentage of positive tows decreased to 44.2% in Region VIII.

The biological sampling of the study considered measuring the carapace length (CL, mm) and sexing 39,662 specimens to build the size frequency histograms, by sex, while 14,325 specimens (36.1%) were also weighted to determine the size – weight relationship of the species.

The global size range of the deepsea shrimp (sexes combined) in the whole study area was 3.4 – 40.1 mm CL, while the regional size ranges were: 7.4 – 38.1 mm CL in region III; 11.8 – 38.3 mm CL in region IV; 12.3 – 40.1 mm CL in region V; 5.3 – 39.8 mm CL in region VI; 3.4 – 39.9 mm CL in region VII and 16.3 – 39.9 mm CL in region VIII. Therefore, globally a tendency to increase the proportion of larger sizes from north to south, was determined

With respect to sexual proportion, the females were predominant in all regions, with the only exception of Region VI where a larger proportion of males was found. The highest proportion of females was found in Region VIII (61.1%), higher than the one for the whole study area (56,2%). During the study period, 5,735 oviferous deepsea shrimp females with eggs in different embryonic developmental stages were analyzed; however, 76.95% of them beared stage 4 eggs, with a very small number of earlier developmental stages (< 4).

The spatial distribution of positive and negative tows was analyzed, considering the values of capture per unit of swept area (cpua, ton/km²) by latitude, and revealed the existence of 30 nuclei of abundance of deepsea shrimp, whose limits were determined using the “Transitive Geostatistical Approach”, which occupied 2,861.3 km². A total of 96.5% of the tows performed between regions II and VIII were used in the geostatistical analysis (n= 460).

The directional variograms analysis did not reveal the presence of anisotropic effect of the spatial distribution of deepsea shrimp population density in the three Zones of Geostatistical Analysis (ZGAs) determined, therefore isotropic variograms were used to characterize the spatial distribution of density of the species. The theoretical variogram model, determined with the minimum square weighted procedure (Cressie, 1993), which showed the best fit, was the spheric model for the three ZGAs.

The center of gravity of the population density of the deepsea shrimp (ton/km²) during 2011, was found at 33°01.0'S (Inertia: I= 6.2°) and 72°08.7'W (I= 0.458°). A shift in the center of gravity towards the south was observed from 2004 to 2006, maintaining this condition during the last years of the time series (2008 - 2011). The analysis of the temporal evolution of Gini's index with respect to biomass between 2000 and 2011, with the exception of years 2007 and 2010 when there were no survey cruises, showed an increasing tendency similar to the one of biomasses. Gini's Index was 0.647 for the whole study area during 2011, which reveals a high degree of concentration of the population density of the deepsea shrimp in the study area.

The vulnerable biomass estimation of the deepsea shrimp stock in the continental shelf and upper slope of regions II to VIII, obtained with the geostatistical approach reached 35,048.2 tonnes (S.E. = 13,794.3 tonnes), with a confidence interval between 34,738.8 tonnes (lower limit) and 35,357.5 tonnes (upper limit). The vulnerable biomass of the yellow squat lobster stock estimated with the Delta lognormal Distribution reached 30,509.4 tonnes (confidence interval, CI: 26,593.6 – 34,425.2 tonnes). With the microcells of geostatistical estimation method a deepsea shrimp vulnerable biomass of 35,040.6 tonnes (CI: 34,409.7 – 35,671.5), was determined. Finally, the vulnerable biomass estimated with the ratio estimator, showed lower values than those obtained

with the previous methods with 27,473.5 tonnes and confidence interval between 22,899.1 tonnes (lower limit) and 33,372.2 tonnes (upper limit).

The area of the distribution of the deepsea shrimp was estimated using three different approaches, (1) by transitive geostatistics (the “traditional” method used in previous surveys); 2) a geostatistical parametric approach, and (3) an approach based on the “home range” concept. In the first case, the area calculated with the parametric approach was equivalent to 60.1% of the area estimated with the transitive geostatistical approach. Therefore, we do not recommend using the geostatistical parametric approach to estimate the area of the deepsea shrimp stock, due to the lack of robustness of the method which is highly sensitive to the size of the cell which is defined to quantify presence/absence of the stock. In the case of the area determined through the home range concept, even though it takes into account the spatial structure of the population density, it produces severe over estimations of the area.

The species bycaught by the bottom trawl are analyzed, to determine their taxonomic composition and their relative importance, as well as to identify faunistic associations through multivariate analysis. The standardized CPUE (tonnes*km⁻²) to a basic sampling unit (1 nm x 1 nm) was used for the analysis. The frequency of occurrence (%), capture (tonnes) and relative importance (% by weight), with respect to the total capture and to the capture of the target species, by region and 100 m depth strata for main bycaught species were estimated. Dendrogram Analysis (Cluster Analysis) and the Multidimensional Scaling multivariate methods were used to identify and characterize the faunistic associations in the deepsea shrimp captures.

The bycaught fauna contributed 62% of the total capture weight (considering only the nylon shrimp as target species), while if the red squat lobster (*Pleuroncodes monodon*) and yellow squat lobster (*Cervimunida johni*) are included as target species, the contribution of the bycatch decreases to a 25% of the total capture weight.

The bycatch encompassed 41 taxa, although 98% of the total CPUE was represented by 9 species, being the common hake (*Merluccius gayi*), the red squat lobster, the yellow squat lobster, the

bigeye flounder (*Hippoglossina macrops*) and the rattails (*Coelorinchus aconcagua* and *Nezumia pulchella*), the most relevant bycaught species, both latitudinally and bathymetrically.

Five faunistic assemblages were identified, being depth the main factor over latitude, therefore the bycatch in nylon shrimp captures separates itself first bathymetrically (by depth) and then by latitude (north – south). Assemblage 1, was found between 25°S and 37°S and between 100 and 300 m depth, being *C. johni* and *H. macrops* the most relevant species in terms of CPUE. Assemblage 2, was also found between 25°S and 37°S although between 200 and 450 m depth, being *N. pulchella* and *M. gayi* the most relevant species. Assemblage 3, was also found between 25°S and 37°S although between 100 and 350 m depth, being *P. monodon* and *M. gayi* the most relevant species. Further south, assemblage 4 was distributed between 30°S and 37°S and between 200 and 450 m depth, being *C. aconcagua* and *M. gayi* the most relevant species. Finally, assemblage 5 was distributed between 25°S and 37°S and between 250 and >450 m depth, being the rattails *Trachyrinchus villegai* and *N. pulchella* and *M. gayi*, the most relevant species.

The assemblages associated with the continental shelf are represented by a lower number of species (12) and a high degree of dominance (> 60%) represented by only 4 species (red squat lobster, yellow squat lobster, bigeye flounder and common hake), while the assemblages related with the shelf break and slope are represented by a higher number of species (17) and a lower degree of dominance (< 60%) represented by 8 species. The k-dominance curves revealed low diversity over the continental shelf, dominated by the common hake (*M. gayi*) and the bigeye flounder (*H. macrops*). The fish assemblage over the slope was less uniform, including other species as the kite ray (*Dipturus chilensis*) and the rattails (*C. aconcagua* y *N. pulchella*). No differences were observed in the structure of the assemblages between cruises (years). The fish species that dominated within each group show wide latitudinal as well as bathymetric distributional range.

The status of the nylon shrimp stock was assessed with an age structured assessment model, which allowed a good explanation of the observed data, particularly the size structure in the survey cruises and the biomass determined by the swept area method. An increase in total and

exploitable nylon shrimp biomass from 2000 and 2007, due to high recruitments in 2003, 2005 and 2007 was observed. However, to year 2011 the exploitable biomass decreased and the exploitation rate increased to 18%, even though the conclusion is that this resource is far from an overexploitation 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), Plano de 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	Ximena Bennett	Biólogo	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 M:	Muestreo frecuencia y biológico-específico en laboratorio.
8	Victor Pasten	Alumno Biología M:	Muestreo frecuencia y biológico-específico en laboratorio.
9	Daniel Céspedes	Técnico pesquero	Muestreo frecuencia y biológico-específico en laboratorio.
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN			
10	Hugo Arancibia	Dr.Sc. Naturales	Coordinación muestreos zona Sur. Fauna acompañante.
11	Luis Cubillos	Biólogo Pesquero	Distribución CPUE, Geoestadística paramétrica. Situación actual del recurso
12	Mónica Barros	MSc Pesquerías	Coordinación general, Análisis geoestadísticos.
13	Juan Pineda	Biólogo Marino	Análisis fauna acompañante y análisis comunitarios.
14	Sandra Cahuin	Dr. Oceanografía	Geoestadística paramétrica, estimación de biomasa. Confección informes.
CONSULTORES INDEPENDIENTES			
15	Luis Cid	Ph.D. Estadística	Análisis estadísticos, diseño de muestreo. Biomasa método Thompson (1992).
16	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 y 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.

INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN EJECUTIVO	i
EXCECUTIVE ABSTRACT	vi
COMPOSICIÓN Y ORGANIZACIÓN DEL EQUIPO PROFESIONAL Y TÉCNICO.	xi
INDICE GENERAL	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xviii
ÍNDICE DE FIGURAS	xxi
ÍNDICE DE ANEXOS	xxiv
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. Registros de información (datos) del lance y capturas	14
3.6.1. Crucero de Evaluación	14
3.6.2. Datos del lance	15
3.6.3. Datos de capturas.....	16
3.6.3.1. Captura por lance	16
3.6.3.2. Captura estandarizada por lance.....	16
3.6.4. Muestreos de longitud cefalotorácica y biológico-específicos.....	17
3.7. Diseño de muestreo	17
3.7.1. Antecedentes	17

3.7.2.	Muestreo estratificado	18
3.7.3.	Criterios de estratificación.....	19
3.7.4.	Diseño muestral propuesto	21
3.7.4.1.	Unidad muestral	21
3.7.4.2.	Estrategia de muestreo (Proceso de Aleatorización).....	22
3.7.4.3.	Tamaño de la muestra	23
3.7.4.4.	Definición de estratos y lances.....	25
3.7.5.	Estimación del soporte muestral.....	26
3.7.6.	Estimación de las componentes de varianza	29
3.7.7.	Determinación de la grilla para lances de monitoreo	30
3.7.8.	Análisis del gradiente latitudinal de abundancia.....	32
3.7.9.	Determinación de la densidad en cada lance.....	33
3.7.10.	Aplicaciones SIG para el manejo y tratamiento de la información.....	36
3.7.10.1.	Presentación	36
3.7.10.2.	Georreferenciación de los lances de pesca.....	38
3.7.10.3.	Metodología de implementación de bases de datos.	38
3.7.10.4.	Procesamiento y tratamiento de la información.	38
3.8.	Objetivo Específico 1	39
3.8.1.	Distribución espacial de la densidad de camarón nailon.....	39
3.8.2.	Análisis espacio-temporal de la distribución espacial de camarón nailon	45
3.9.	Objetivo Específico 2	46
3.9.1.	Antecedentes	46
3.9.2.	Método geoestadístico intrínseco	48
3.9.3.	Estimador de razón.....	50
3.9.4.	Microceldas de estimación geoestadística.....	51
3.9.5.	Muestreo Estratificado	53
3.9.6.	Varianza total de estimación de biomasa	53
3.9.7.	Estimación del área de los focos de abundancia.	58
3.9.7.1.	Área de los focos de abundancia mediante geoestadística transitiva	58

3.9.7.2. Área de los focos de abundancia mediante geoestadística paramétrica	61
3.9.7.3. Área del stock mediante estimadores kernel de ámbito de hogar ...	65
3.9.8. Relación longitud-peso.....	71
3.9.9. Pesos medios por intervalo de talla	73
3.9.10. Distribución espacial y batimétrica de la longitud media	73
3.10. Objetivo Específico 3	74
3.10.1 Muestreo biológico a bordo de la nave	74
3.10.2. Tamaño de muestra	75
3.10.3. Proporción sexual.....	75
3.10.4. Proporción de hembras ovadas.....	76
3.11. Objetivo específico 4	78
3.11.1. Introducción.....	78
3.11.2. Metodología.....	78
3.5.5.1. Descripción de la abundancia de la fauna acompañante	78
3.5.5.2. Identificación de asociaciones.....	79
3.5.5.3. Determinación de diferencias entre asociaciones.....	80
3.5.5.4. Contribución de cada especie en la (dis)similitud.....	81
3.5.5.5. Contribución de las especies a la variabilidad entre las asociaciones identificadas.....	82
3.5.5.6. Variación en la CPUE de las especies que componen las diferentes asociaciones.....	82
3.5.5.7.Tendencia de la ictiofauna asociada a la pesquería de camarón nailon	83
3.12. Objetivo Específico 5	84
3.12.1. Antecedentes: Modelo de Evaluación de Stock	84
3.12.2. El Modelo Operativo (MO)	88
3.12.3. Los Modelos de Estimación	89
3.12.4. Implementación y proceso de estimación	102
4. RESULTADOS.....	103
4.1. Aspectos operacionales de los cruceros.....	103

4.2.	Estimación directa de la abertura entre punta de alas (APA).....	105
4.2.1.	Modelo funcional de la APA.....	105
4.2.2.	Capturas y densidad local (CPUA) por lance de pesca.....	106
4.3.	Aspectos biológicos.....	106
4.3.1.	Capturas y muestreo biológico.....	106
4.3.2.	Composición de tamaños.....	107
4.3.2.1.	Machos por foco.....	107
4.3.2.2.	Hembras por foco.....	107
4.3.2.3.	Sexos combinados por Región.....	114
4.3.2.4.	Machos por Región.....	115
4.3.2.5.	Hembras por Región.....	115
4.3.3.	Relación longitud-peso.....	118
4.4.	Objetivo Específico 1.....	119
4.4.1.	Identificación de focos de abundancia.....	119
4.4.2.	Análisis estructural.....	126
4.4.3.	Análisis espacio-temporal de la distribución espacial de camarón nailon ...	128
4.4.3.1.	Centro de gravedad e inercia.....	128
4.4.3.2.	Índice de Gini.....	129
4.4.3.3.	Medida de la estructuración espacial.....	131
4.5.	Objetivo Específico 2.....	132
4.5.1.	Enfoque geoestadístico.....	132
4.5.2.	Método de la Distribución Delta-lognormal.....	136
4.5.3.	Estimador de razón.....	138
4.5.4.	Microceldas de estimación geoestadística.....	139
4.5.5.	Estimación del área efectiva del stock.....	141
4.5.5.1.	Geoestadística paramétrica.....	141
4.5.5.2.	Concepto de ámbito de hogar.....	143
4.6.	Objetivo Específico 3.....	146
4.6.1.	Condición reproductiva del camarón nailon.....	146
4.6.1.1.	Estados de madurez embrionaria de las hembras ovíferas.....	146
4.6.1.2.	Distribución de hembras ovíferas por Región.....	146

4.6.1.3.	Distribución de la talla corporal de hembras ovíferas por estado de madurez embrionaria.	147
4.6.1.4.	Distribución geográfica global de las hembras ovíferas por estado de madurez embrionaria.	149
4.6.1.5.	Distribución batimétrica de las hembras ovíferas según su estado de madurez embrionaria.....	151
4.6.2.	Proporción sexual.....	152
4.6.2.1.	Proporción sexual por Región.	152
4.6.2.2.	Proporción sexual a la talla por Región.	153
4.6.2.3.	Proporción sexual por foco de abundancia.	155
4.7.	Objetivo Específico 4.	156
4.7.1.	Descripción de la abundancia de la fauna acompañante.	156
4.7.1.1.	Composición específica general de la fauna acompañante.....	156
4.7.1.2.	Distribución de la fauna acompañante en sentido latitudinal.....	159
4.7.1.3.	Distribución de la fauna acompañante en sentido batimétrico.....	162
4.7.1.	Identificación de asociaciones específicas.....	165
4.7.1.	Detección de diferencias entre asociaciones.....	171
4.7.3.1.	Análisis de similitud (ANOSIM).....	171
4.7.3.2.	Contribución de cada especie a la similitud en los ensambles mediante análisis de clasificación (SIMPER).....	172
4.7.3.3.	Contribución de las especies a la variabilidad entre las asociaciones identificadas.....	174
4.7.3.4.	Variación en la CPUE de las especies que componen las diferentes asociaciones.....	176
4.7.3.5.	Tendencia de la ictiofauna asociada a la pesquería de camarón nailon.	177
4.8.	Objetivo Específico 5.	182
4.8.1.	Situación actual y lineamientos de manejo.....	186
5.	Taller de difusión.	187
6.	Análisis y discusión de resultados.	191
7.	Conclusiones.....	197

8. Referencias Bibliográficas	200
9. Anexos	214
10. Plan detallado de asignación del personal profesional y técnico.....	270
10.1. Total de Horas asignadas	270
10.6.1. Objetivo específico 1.....	271
10.6.2. Objetivo específico 2.....	272
10.6.3. Objetivo específico 3.....	273
10.6.4. Objetivo específico 4.....	274
10.6.5. Objetivo específico 5.....	275

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 - 2011, 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.	25
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.	29
Tabla 5.	Componentes de varianzas para modelo de dos factores aleatorio balanceado.	30
Tabla 6.	Variabes operativas del estudio de evaluación directa de camarón nailon entre la V y VIII Regiones.	103
Tabla 7.	Número de lances propuestos y efectuados totales en los caladeros históricos de camarón nailon, por Región.	104
Tabla 8.	Lances con captura de camarón nailon por Región y porcentaje con respecto a los lances efectuados en cada caso.	104
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 la L/M Isla Orca y L/M “Don José Miguel”. <i>pdg</i> = parámetro de dispersión de la familia gaussiana.	105
Tabla 10.	Esfuerzo total de muestreo de frecuencia (medidos) y biológico específicos (pesados) de la captura de camarón nailon entre la V y VIII Regiones.	106
Tabla 11.	Parámetros de la relación talla-peso de camarón nailon (<i>H. reedi</i> , ambos sexos) por foco y total. SCR = suma de cuadrados residuales.	118
Tabla 12.	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.	119
Tabla 13.	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.	120
Tabla 14.	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.	123
Tabla 15.	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.	126
Tabla 16.	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.	133

Tabla 17.	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.....	134
Tabla 18.	Biomasa estimada (toneladas) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>), error estándar de la estimación (EEE, tons) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) por foco de abundancia entre la II y VIII Región.	135
Tabla 19.	Biomasa estimada (toneladas) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) por Región, fuera y dentro de la ARPA. ARPA: 1 = DENTRO, 2 = FUERA.....	136
Tabla 20.	Biomasa estimada (toneladas) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>), error estándar de la estimación (EEE, tons) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) por foco de abundancia entre la II y VIII Región. Distribución Delta.....	138
Tabla 21.	Biomasa (tons) e intervalos de confianza inferior (LI, tons) y superior (LS, tons) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) entre la II y VIII Región, por foco.	139
Tabla 22.	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.	140
Tabla 23.	Área efectiva del stock (km ²) de camarón nailon (<i>Heteroe</i>) según el enfoque de ámbito de hogar.	144
Tabla 24.	Distribución por región de las hembras ovíferas de camarón nailon, según estado de desarrollo.	147
Tabla 25.	Características morfométricas de las hembras de camarón nailon, por estado de desarrollo de los huevos.....	148
Tabla 26.	Distribución del estado de madurez embrionario de hembras ovíferas de camarón nailon por Región.	150
Tabla 27.	Distribución de frecuencia por rango de profundidad y estados de madurez de camarón nailon.....	151
Tabla 28.	Proporción sexual (%) de los ejemplares de camarón nailon medidos en el muestreo de frecuencia de tallas por región.	152
Tabla 29.	Proporción sexual a la talla en camarón nailon, entre la II y VIII Regiones.	154
Tabla 30.	Listado de las especies que conforman la fauna acompañante en las capturas camarón nailon en este proyecto. Captura en peso (kg), porcentaje en la captura (%) respecto de la fauna acompañante, 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 del recurso objetivo y fauna acompañante. Clave: -- -- = <0,05% (respecto de la captura) y 0,0 = <0,05 ton/km ² (respecto de la CPUE)	157
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 del recurso objetivo y fauna acompañante. Clave: 0.0 = <0.05. CPUE total FA = suma de la CPUE de todas las especies que conforman la fauna acompañante por Región; CPUEt = suma de las CPUE de la fauna acompañante y las especies objetivo.....	159
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 camarón nailon); IRRO= índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso del recurso objetivo y fauna acompañante (se incluye camarón nailon). Clave: $0.0 = <0.05$. CPUE total FA = suma de la CPUE de todas las especies que conforman la fauna acompañante por Región; CPUEt = suma de las CPUE de la fauna acompañante y las especies objetivo.	163
Tabla 33.	Especies con aportes mayores a 0,1% respecto a la captura total de la fauna acompañante utilizados en los análisis multivariados (número de lances: 391). IRFA= importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante...	166
Tabla 34.	Distribución latitudinal y batimétrica de los grupos identificados de la fauna acompañante.	169
Tabla 35.	Fauna acompañante en las capturas de camarón nailon ordenada por ensambles identificados mediante métodos de clasificación y ordenación. IRFA= índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante. Clave: $0.0 = <0.05$. CPUE total FA = suma de la CPUE de todas las especies que conforman la fauna acompañante por Región; CPUEt = suma de las CPUE de la fauna acompañante y las especies objetivo.	169
Tabla 36.	Análisis de Similitud (ANOSIM) con el objeto de determinar diferencias significativas entre los ensambles identificados a partir de la matriz de similitud de Bray-Curtis. $p = 0,001$. Clave: Los números corresponden a los diferentes ensambles identificados (1 a 5). El grupo “ne” corresponde a aquellos lances que en el dendrograma no constituyeron un grupo.	172
Tabla 37.	Especies con mayor contribución a la similitud de las muestras (lances) en cada grupo.	173
Tabla 38.	Resultados del Análisis de Componentes Principales (ACP).....	175
Tabla 39.	Contribución porcentual de las especies de peces características por ensamble (SIMPER; Análisis de Porcentaje de Similitud), años 2008 y 2009 de 26°S a 37°S.	181
Tabla 40.	Parámetros del modelo de evaluación del stock de camarón nailon.	182
Tabla 41.	Lista de participantes a los Talleres de Difusión de Resultados de los Proyectos FIP N° 2011-01 y FIP N° 2011-02.....	187
Tabla 41.	Especies de mayor importancia relativa de la fauna acompañante respecto a la captura total. IRFA= índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante, IRRO= índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso del recurso objetivo.	199

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.	Distribución latitudinal de los estratos a partir de los resultados del Proyecto FIP N° 2006-11 (Acuña <i>et al.</i> , 2007).....	20
Fig. 3.	Distribución latitudinal de los estratos a partir de los resultados del Proyecto FIP N° 2008-17 (Acuña <i>et al.</i> , 2009).....	21
Fig. 4.	Ejemplo de las “capas temáticas” de la Región de Coquimbo y la información desplegada en forma paralela proporcionada por el SIG.....	37
Fig. 5.	Distribución espacial de la densidad de langostino amarillo en el Foco 14 identificado en el marco del Proyecto FIP 2004-11. Izquierda: mapa de superficie. Derecha: mapa de contornos.....	44
Fig. 6.	Representación de las celdas de evaluación de la presencia/ausencia de camarón nailon en el área de estudio. Izquierda = intentos, Derecha = éxitos. Fuente de datos: FIP N° 2009-15.....	64
Fig. 7.	Representación esquemática de la modelación usando geoestadística basada en verosimilitud, traducido de Roa-Ureta & Niklitscheck (2007).	65
Fig. 8.	Isolíneas de la distribución de utilización para datos simulados usando el método de núcleo fijo. Tomado de Getz <i>et al.</i> (2007).....	70
Fig. 9.	Diagrama de flujo del Procedimiento de Evaluación de estimadores de la situación de los recursos langostino colorado y langostino amarillo (adaptada de Punt 2003).....	87
Fig. 10.	Distribución de frecuencias de tamaño de machos de camarón nailon (<i>H. reedi</i>). Focos 1 a 10.....	108
Fig. 11.	Distribución de frecuencias de tamaño de machos de camarón nailon (<i>H. reedi</i>). Focos 11 a 20.....	109
Fig. 12.	Distribución de frecuencias de tamaño de machos de camarón nailon (<i>H. reedi</i>). Focos 21 a 30.....	110
Fig. 13.	Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de camarón nailon (<i>H. reedi</i>). Focos 1 a 10.....	111
Fig. 14.	Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de camarón nailon (<i>H. reedi</i>). Focos 11 a 20.....	112
Fig. 15.	Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de camarón nailon (<i>H. reedi</i>). Focos 21 a 30.....	113
Fig. 16.	Distribución de frecuencias de tamaño de camarón nailon (<i>H. reedi</i>), sexos combinados por región.	114
Fig. 17.	Distribución de frecuencias de tamaño de machos de camarón nailon (<i>H. reedi</i>), por región.	116
Fig. 18.	Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de camarón nailon (<i>H. reedi</i>), por región.	117
Fig. 19.	Disposición espacial de los lances de pesca de camarón nailon entre la II y VIII regiones, año 2011 en las ZAGs 1 y 2. Puntos rojos = lances positivos para camarón; puntos grises = lances negativos.....	121

Fig. 20.	Disposición espacial de los lances de pesca de camarón nailon entre la II y VIII regiones, año 2011 en la ZAG-3. Puntos rojos = lances positivos para camarón; puntos grises = lances negativos.....	122
Fig. 21.	Disposición espacial de los focos de abundancia de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) en la III Región (Focos 1 a 8, izquierda) y IV Región (Focos 9 a 15, derecha). La línea azul representa el límite del Area de Reserva de la Pesca Artesanal (ARPA).....	124
Fig. 22.	Disposición espacial de los focos de abundancia de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) en la V y VI Región (Focos 15 a 20, izquierda) y VII y VIII Región (Focos 20 a 30, derecha). La línea azul representa el límite del Area de Reserva de la Pesca Artesanal (ARPA).	125
Fig. 23.	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).....	127
Fig. 24.	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>).....	128
Fig. 25.	Curvas de Lorenz para la distribución de la densidad poblacional (ton/Km ²) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) en la macrozona norte (II-IV Regiones, línea azul), macrozona sur (V-VIII Regiones, línea roja) y para toda en área de estudio (línea negra).	130
Fig. 26.	Evolución temporal del índice de Gini (línea roja) entre el año 2000 y 2009, 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 en área de estudio.	130
Fig. 27.	Distribución de frecuencias del logaritmo de la captura por unidad de área (ln[cpua]) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) en la ZAG-1 (arriba izquierda), ZAG-2 (arriba derecha) y ZAG-3 (abajo derecha).	137
Fig. 28.	Representación de las celdas de evaluación de la presencia/ausencia de camarón nailon en el área de estudio. Rojo: celdas positivas para el stock; Blanco; celdas negativas.	142
Fig. 29.	Área efectiva del stock de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) estimado según el enfoque de ámbito de hogar para varios niveles de probabilidad (%).	145
Fig. 30.	Distribución de frecuencia de tamaños de las hembras ovíferas de camarón nailon por estado de desarrollo de los huevos.....	148
Fig. 31.	Proporción sexual de camarón nailon, por región.	152
Fig. 32.	Proporción sexual de camarón nailon, por foco de abundancia.	155
Fig. 33.	Análisis de clasificación de la CPUE de la fauna acompañante presente en las capturas de camarón nailon en las Regiones II a VIII (número de lances: 391).	167
Fig. 34.	Análisis de ordenación (MDS) de la abundancia relativa (CPUE) de la fauna acompañante presente en las capturas de camarón nailon en las Regiones II a VIII. Los símbolos corresponden a los diferentes ensambles identificados (1 a 5). El grupo “ne” corresponde a aquellos lances que en el dendrograma no constituyeron un grupo (número de lances: 391).....	168
Fig. 35.	Análisis de Componentes Principales (ACP) de los ensambles faunísticos presentes en las capturas de camarón nailon, Regiones II a VIII. Los símbolos corresponden a los ensambles identificados (1 a 5). En azul las especies encontradas en dichos ensambles (número de lances: 391).	174

Fig. 36.	Comparación de las curvas de <i>k</i> -dominancia para los ensambles del by-catch presentes en las capturas de camarón nailon, Regiones II a VIII. Los símbolos corresponden a los ensambles identificados (1 a 5). En azul las especies encontradas en dichos ensambles (número de lances: 391).....	176
Fig. 37.	Dendrograma de las celdas latitud/profundidad, años 2008 y 2009, a partir del índice de similitud de Bray-Curtis sobre los datos de CPUE de la ictiofauna demersal (26°S a 37°S).....	178
Fig. 38.	Escalamiento multidimensional (MDS), años 2008 y 2009, a partir del índice de similitud de Bray-Curtis sobre los datos de CPUE de la ictiofauna demersal (26°S a 37°S).	179
Fig. 39.	Comparación de las curvas de <i>k</i> -dominancia para los ensambles de peces en los cruceros de los años 2008 y 2009. Rango latitudinal: 26° S a 37° S.	180
Fig. 40.	Frecuencia de tallas de camarón nailon en los cruceros de evaluación por área barrida (barras) y estimadas con el modelo de evaluación (líneas).	183
Fig. 41.	Camarón nailon, capturas, biomasa, tasa de explotación y reclutamiento en la unidad de pesquería (II-VIII Región), entre 1990 y 2011.	184
Fig. 42.	Biomasa total, explotable, desovante de camarón nailon, y tasa de explotación anual, II-VIII Región.	185
Fig. 43.	Evolución de la tasa de explotación en función de la biomasa explotable de camarón nailon en el periodo 1990-2009, II – VIII Regiones.....	186
Fig. 44.	Invitación a participar en el Taller de Difusión de resultados del proyecto FIP 2009-16 y díptico con las actividades, realizado en Coquimbo, el 9 de abril de 2010.	188
Fig. 45.	Invitación a participar en el Taller de Difusión de resultados del proyecto FIP 2009-16 y díptico con las actividades, realizado en Coquimbo, el 9 de abril de 2010.	190
Fig. 44.	Área efectiva del stock de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) estimada según el enfoque de ámbito de hogar para la probabilidad de 95% (izquierda), 80% (centro) y 60% (derecha).	194
Fig. 45.	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).....	237
Fig. 46.	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).	238
Fig. 47.	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).....	239
Fig. 48.	Distribución espacial de la densidad (tons/km ²) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) entre la II y VIII Regiones (Focos 9 y 10).....	240
Fig. 49.	Distribución espacial de la densidad (tons/km ²) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) entre la II y VIII Regiones (Focos 11 y 12).....	241
Fig. 50.	Distribución espacial de la densidad (tons/km ²) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) entre la II y VIII Regiones (Focos 13 y 14).....	242
Fig. 51.	Distribución espacial de la densidad (tons/km ²) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) entre la II y VIII Regiones (Focos 15 y 16).....	243
Fig. 52.	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).....	244
Fig. 53.	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).....	245
Fig. 54.	Distribución espacial de la densidad (tons/km ²) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) entre la II y VIII Regiones (Foco 20).	246

Fig. 55.	Distribución espacial de la densidad (tons/km ²) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) entre la II y VIII Regiones (Focos 21 a 24).....	247
Fig. 56.	Distribución espacial de la densidad (tons/km ²) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) entre la II y VIII Regiones (Focos 25 a 30).....	248

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Relación profundidad (m) – lapso (mins) en que la red toca fondo para determinar el tiempo de arrastre efectivo.....	215
Anexo 2.	Características técnicas embarcaciones y planos de las redes utilizadas.....	218
Anexo 3.	Fechas y lugares geográficos de los muestreos.	221
Anexo 4.	Registros de posición, distancia lineal recorrida, área barrida, abertura de punta de alas, captura y cpua de camarón nailon.	223
Anexo 5.	Sistema NETMIND para medición de APA.....	234
Anexo 6.	Distribución espacial de la densidad (tons/km ²) de camarón nailon por zona de análisis geoestadístico.....	236
Anexo 7.	Biomasa (tons) y abundancia (miles de ejemplares) de camarón nailon por caladero, sexo, dentro y fuera del ARPA y Región	249

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* 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 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, 2010; Escuela de Ciencias del Mar, 2001, Arana *et al.*, 2003, 2004, 2005, 2006).

Desde el año 1996, el FIP ha financiado anualmente las evaluaciones directas de camarón nailon en las Regiones II a VIII, con la excepción de los años 2007 y 2010, 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).

Código 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)

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 - 2011, fracciones intra-anales y Decretos correspondientes en la Unidad de Pesquería II-VIII Regiones.

CUATRIMESTRE	2004		2005		2006		2007		2008		2009		2010		2011	
	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		4.945		4.945		4.945	
Cuota por flota	3.644	911	3.940	985	3.912	978	3.912	978	3.956	989	3.956	989	3.956	989	3.956	989
Cuota II Región	310	20	170	39	197	20	196	49	105	35	57	35	85	50	85	15
01 Ene. - 31 Mar.	96	6	53	11	89	9	88	22	47	16	25	16	38	22	38	6
01 Abr. - 31 Ago.	102	7	56	11	49	5	49	12	26	9	14	9	21	13	21	4
01 Sept. - 31 Dic.	112	7	61	17	59	6	59	15	32	10	18	10	26	15	26	5
Cuota III Región	1.041	418	602	294	393	265	421	214	536	208	408	122	420	120	260	90
01 Ene. - 31 Mar.	323	130	187	78	177	119	190	96	241	94	184	54	189	54	117	41
01 Abr. - 31 Ago.	343	138	198	83	98	66	105	54	134	52	102	31	105	30	65	23
01 Sept. - 31 Dic.	375	150	217	133	118	80	126	64	161	62	122	37	126	36	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
01 Ene. - 31 Mar.	338	97	427	105	441	161	404	146	660	158	684	182	495	180	347	193
01 Abr. - 31 Ago.	359	103	455	112	245	89	225	81	366	88	380	102	275	100	193	107
01 Sept. - 31 Dic.	392	113	496	178	294	107	269	97	440	104	456	121	330	120	230	130
Cuota V Región	775	134	728	256	289	306	226	361	537	380	549	409	560	400	705	430
01 Ene. - 31 Mar.	240	42	226	68	130	138	102	162	242	171	247	184	252	180	317	193
01 Abr. - 31 Ago.	256	44	240	73	72	77	56	90	134	95	137	102	140	100	176	107
01 Sept. - 31 Dic.	279	48	262	115	87	91	68	109	161	114	165	123	168	120	212	130
Cuota VI Región					368	10	479	10	269	5	307	6	504	6	642	8
01 Ene. - 31 Mar.					166	5	215	5	121	2	138	3	227	3	289	4
01 Abr. - 31 Ago.					92	2	120	2	67	1	77	1	126	1	161	2
01 Sept. - 31 Dic.					110	3	144	3	81	2	92	2	92	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
01 Ene. - 31 Mar.	133	8	155		560	5	546	5	405	2	425	3	424	3	473	4
01 Abr. - 31 Ago.	142	9	166		312	2	303	2	225	1	236	1	237	1	263	2
01 Sept. - 31 Dic.	154	9	741		374	3	364	3	270	2	283	2	283	2	316	2
Cuota VIII Región					439	10	479	10	143	6	171	6	343	7	442	8
01 Ene. - 31 Mar.					197	5	215	5	64	2	77	3	155	3	199	4
01 Abr. - 31 Ago.					110	2	120	2	36	2	43	1	85	2	110	2
01 Sept. - 31 Dic.					132	3	144	3	43	2	51	2	103	2	133	2
Investigación	140		130		160		155		155		155		155		155	
Fauna Acompañante	60	15	60	15	64	16	68	17	80	20	80	20	80	20	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		5.200		5.200		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° 1336 de 08-11-2005		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	

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 2004-2011, 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.

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. 2002 del 15 de julio, lo que implica que no existen perforaciones para el arrastre en la III Región. Sin embargo, mediante 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 tres de estas evaluaciones (cruceros) en los últimos cinco 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. 2002 del 15 de julio, no existe información de ningún tipo en esta región en esos dos años, ya que en la práctica tampoco existe pesquería ni por lo tanto monitoreo de la misma.

3. Metodología de trabajo.

3.1. Generalidades

En atención a las Bases Especiales del Proyecto FIP 2011-02, 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, que es la nave artesanal, y sobre 18 m 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 usaremos 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), quienes aplicaron la prueba t-Student para comparar medias con varianzas desiguales (nivel de probabilidad de 5%). Por lo tanto, insistimos 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 que 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 las 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 de los recursos langostinos (amarillo y colorado) y camarón nailon, así como en cruceros de evaluación directa; lo propio ocurre con el personal técnico para trabajo a bordo y que provienen de la UdeC y UCN. 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 y FIP N° 2009-16 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 alterada 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 y FIP N° 2009-16.

Con el sistema NETMIND se registra continuamente la APA mediante sensores sónicos adosados a la parte anterior 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 al que se conecta en forma serial al hidrófono, y que posee un software *ad hoc* que proporciona el proveedor de NETMIND, obteniéndose archivos con registros a intervalos de tiempo fijados por el usuario, en cada lance.

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 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 6 años en las evaluaciones directas de crustáceos.

El equipo NETMIND, junto con el sensor de APA (wingspread), cuenta con un sensor de contacto (inclinómetro), el que adecuadamente dispuesto en la red (generalmente adosado al borlón) 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 a 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.



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 (Anexo 1). 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 y FIP N° 2009-16).

Se construyó un modelo funcional de la APA para cada una de las embarcaciones participantes en el crucero mediante Modelos Generales Linealizados (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 serán 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 estará 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 calculará la APA en aquellos lances de pesca en que no se cuente con registro directo mediante el equipo NETMIND.

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

3.6.1. Crucero de Evaluación

Pérez (2005) realizó un seguimiento diario de la dinámica espacial y temporal de la CPUE (ton·lance⁻¹) de camarón nailon en la zona Coquimbo, de septiembre de 1997 a agosto de 2000. Con estos datos se 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.

3.6.2. 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 velocidad de arrastre se obtiene de las lecturas del mismo GPS a distintos tiempos de operación de la red, determinándose después el promedio y la varianza. La distancia recorrida por la red entre los tiempos de inicio del arrastre sobre el fondo y el virado se determina con el Teorema de Pitágoras (FAO Doc. Téc. Pesca 306/1, pág. 351, año 1995).

3.6.3. Datos de capturas

3.6.3.1. 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 naílon) 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° 2008-16, FIP N° 2008-17, FIP N° 2009-15 y FIP N° 2009-16.

3.6.3.2. Captura estandarizada por lance

Para cada lance se debe estandarizar 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.

3.6.4. Muestreos de longitud cefalotorácica y biológico-específicos

Los muestreos para determinar la distribución de tamaños (longitud cefalotorácica, LC) del recurso objetivo se realiza obteniendo, en cada lance con pesca, una muestra completamente aleatoria de ejemplares (machos y hembras).

La muestra se obtiene de la captura después que ésta es depositada sobre la cubierta de la embarcación. Si se asume que la distribución de la variable LC es normal (con media poblacional μ y varianza σ^2), entonces, para muestras grandes ($\alpha = 0,05$) se tiene que el tamaño de muestra (n) por lance es cercano a 400 ejemplares (sin diferenciar por sexo). Para muestreos biológico-específicos (por ejemplo, para registrar sexo, peso y tamaño), el tamaño muestral se presenta en el Objetivo Específico 3.

3.7. Diseño de muestreo

3.7.1. Antecedentes

En el presente estudio, el enfoque muestral que se propuso, de acuerdo a las bases del proyecto (TBR) para la evaluación directa de la biomasa del camarón nailon, correspondió a un muestreo estratificado, en que la definición de los estratos se hizo acorde con los focos de abundancia históricos. Para este efecto se utilizaron 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 realizó 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.

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 realiza 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 que 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 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 nos permitan identificar los segmentos de ella que sean internamente homogéneos y que por 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 ha venido utilizando, y que ha consistido 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 presencia 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 zonas de diferentes densidades asociadas con su posición latitudinal y nos 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 esta última 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 nailon, las que, de acuerdo con los resultados observados en proyectos anteriores, particularmente los más recientes, (FIP N° 2006-11, 2008-17 y 2009-16), muestran un claro gradiente latitudinal (Figs. 2 y 3).

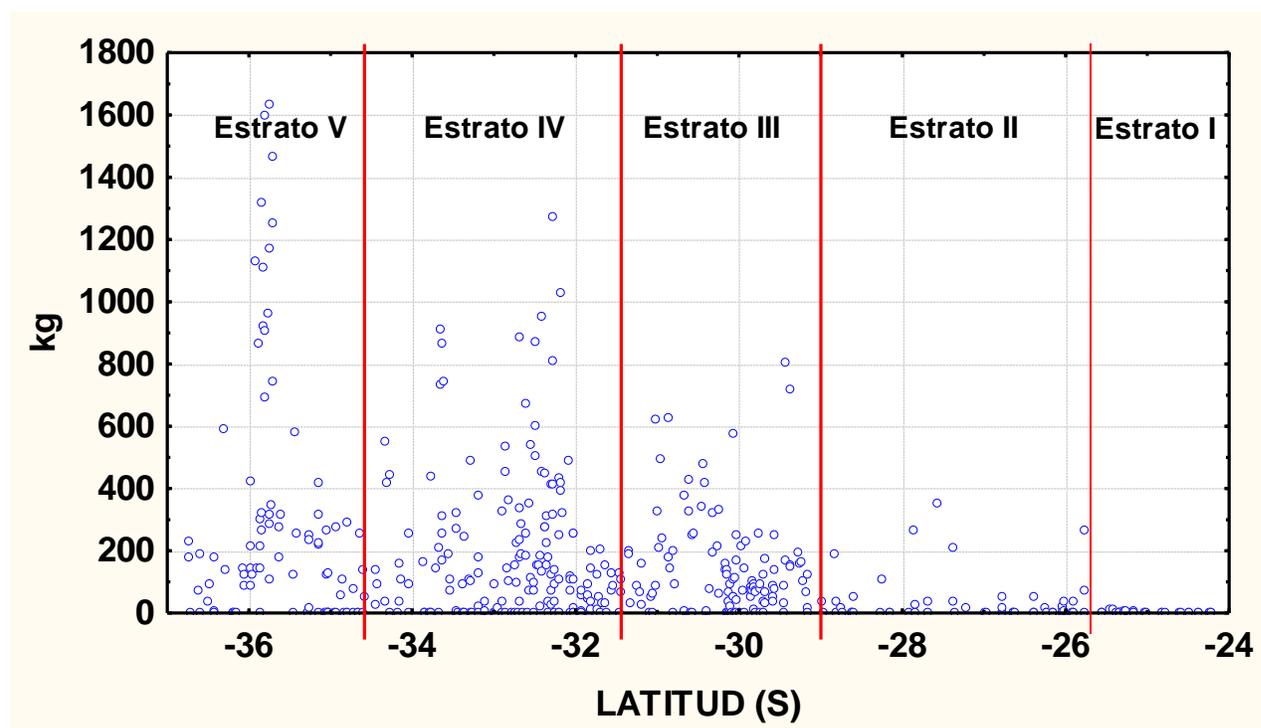


Fig. 2. Distribución latitudinal de los estratos a partir de los resultados del Proyecto FIP N° 2006-11 (Acuña *et al.*, 2007).

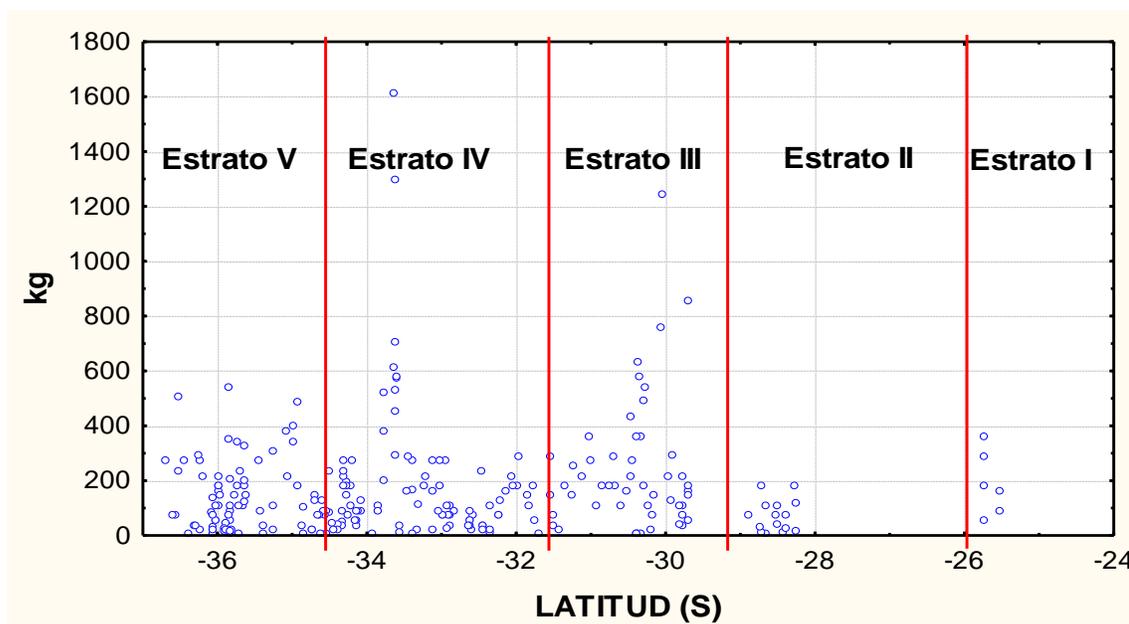


Fig. 3. Distribución latitudinal de los estratos a partir de los resultados del Proyecto FIP N° 2008-17 (Acuña *et al.*, 2009).

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 trata a continuación.

3.7.4.1. Unidad muestral

Sobre el área de abundancia se define una grilla de celdas 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 llamaron *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 realizaron alternadamente 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 serán entonces las de la transecta, lo que entregará como resultado final un promedio ponderado por la longitud de la misma.

3.7.4.2. Estrategia de muestreo (Proceso de Aleatorización)

Las Bases Técnicas del Proyecto FIP N° 2011-02 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, permitirían utilizar un diseño muestral diferente que considere la información histórica disponible, la que, de acuerdo a las Bases, permitiría una intensificación del muestreo en aquellas zonas reconocidamente de mayor abundancia. Por lo tanto, se propuso reemplazar la componente adaptativa de las estrategias de muestreo, lo que permitió, 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 N° 2008-17, realizados por el equipo de trabajo UCN – UdeC. En la Fig. 2 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 debía 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) fueron 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 N° 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

definieron 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 definieron 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 numeraron 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 generaron n_h números aleatorios entre 1 (para la milla náutica ubicada más al Norte en el Estrato) y K_h (para la milla náutica ubicada más al Sur en el Estrato), utilizando para ello los procedimientos de simulación Montecarlo habituales. Las unidades muestrales se seleccionaron de aquellos lugares en los que corresponda según la numeración previamente asignada.

Este procedimiento permitió seleccionar en forma completamente aleatoria los lugares desde donde se seleccionaron las muestras. En cada ubicación seleccionada se realizó una transecta de orientación Este–Oeste, eligiendo 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 definida (dependiendo de la profundidad a la que ésta se ubica). A partir de esa primera celda se realizaron las transectas antes definidas (unidad muestral), hasta cubrir enteramente la zona de abundancia. Esta estrategia permitió muestrear completamente el área de abundancia en sentido longitudinal y definir por tanto los límites longitudinales de las zonas de abundancia. 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.

- 1. 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.
- 2. Nivel de confianza de la estimación.** El tamaño de la muestra varía directamente también con el nivel de confianza, el que está relacionado directamente con los procesos muestrales y nos refiere directamente la certidumbre que tenemos sobre las mediciones realizadas. Regularmente se opta por un nivel de confianza del 95%.
- 3. 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 aquella 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, estableció un número total de lances a realizar 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 Fig. 2 se muestra la distribución latitudinal de las abundancias observadas y reportadas por los proyectos FIP N° 2006-11 y N° 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. 2).

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 3. 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 3. 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.

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

Consecuentemente, sobre la base de los resultados anteriores se propone que el factor de proporcionalidad para la intensidad de muestreo esté 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'.

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 realiza 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 esto accidentes no se realizó transectas.

3.7.5. Estimación del soporte muestral

De acuerdo con las Bases Técnicas del proyecto, se debe 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 y N° 2008-17, 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 respectivas componentes 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,

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

Mediante técnicas de Análisis de Varianza (Tabla 4) se estimaron 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 permitió 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 aumentar 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 permitirá 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 llevar a cabo 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 x1mn). 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 debe realizarse sobre el 90% de lances restantes. No obstante esta restricción pudiera afectar el proceso de aleatorización global, estimamos 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 realiza 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. Análisis del gradiente latitudinal de abundancia

Si bien los criterios de estratificación permiten definir claramente la ubicación y tamaño de los estratos, en base a los antecedentes históricos de captura en los caladeros así definidos, estos criterios, hasta ahora no se ha realizado un análisis de las variaciones latitudinales de la abundancia del recurso camarón nailon. Este análisis se puede realizar de dos formas, a saber:

a) Variaciones latitudinales absolutas de la densidad

En este caso se propone realizar un análisis de las variaciones latitudinales de la densidad, tomando como referencia los resultados estimados en densidad promedio por km², estimados cada 5 mn de latitud. Este análisis entregó la información detallada sobre la distribución latitudinal del recurso referido a la densidad media esperada.

b) Variaciones latitudinales diferenciales de la densidad.

Este análisis no considera los valores absolutos de la densidad media, sino los valores diferenciales de la misma, tomando como referencia la densidad de la unidad de latitud (5 mn) inmediatamente al norte de la que se estudia. Este resultado permite obtener una medida de las variaciones de la densidad media y del grado de autocorrelación espacial de la densidad bajo estudio, permitiendo alcanzar conclusiones del grado de asociación espacial de las densidades estimadas.

Adicionalmente, el análisis se puede extrapolar a evaluaciones anteriores y obtener, además de una medida de la asociación espacial, una de las variaciones temporales de dicha asociación espacial. Este tipo de análisis no se ha realizado anteriormente, por lo que constituye un aporte metodológico innovador y de alto valor para la comprensión de la dinámica espacio-temporal de la abundancia del recurso camarón nailon. En efecto, sólo en la medida que sea posible mantener durante un periodo prolongado estas estaciones de monitoreo será posible construir las series temporales necesarias para establecer las correlaciones seriales que permitan evaluar la asociación entre los patrones de abundancia y biomasa estimados por los métodos antes propuestos y, por ejemplo, variables ambientales oceanográficas correspondientes a las zonas de muestreo. Para este efecto es posible evaluar, en base a la información secuencial recolectada, la

existencia de relaciones de causalidad, según Granger, (Pierce and Haugh, 1977), entre el conjunto de variables ambientales-oceanográficas y la biomasa estimada y eventualmente otros parámetros biológicos de interés.

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 sería conocer la abundancia de camarón en una franja de fondo marino que será 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 podría 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 podría calcular mediante las repeticiones de la observación.

Obviamente, este método directo no es factible de ser implementado pues requeriría de equipamiento de video submarino que no está disponible para los fines de este proyecto. En consecuencia, se asumirá 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 distancia recorrida se calcula mediante las lecturas del GPS a lo largo del recorrido de la red durante cada arrastre. Si la nave describe una trayectoria lineal, entonces basta con medir la distancia con la primera y la última lectura, y utilizar el Teorema de Pitágoras. Si, en cambio, la nave describe una trayectoria no lineal, entonces se utilizará varias lecturas del GPS y varias aplicaciones parciales del Teorema de Pitágoras para aproximarse a la distancia recorrida. Se supone que no hay error en esta medición de distancia. 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 determinará esta variación mediante lecturas secuenciales del APA con el equipamiento electrónico NETMIND, implementado en los barcos que participarán 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 a utilizar en la determinación de la densidad local, es decir para cada lance, será

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

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

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

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 este estudio se deriva de la teoría estadística tradicional y se calculan como:

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

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, entonces es natural también suponer que la variación aleatoria dentro de cada lance debido a la APA tiene distribución normal. Localmente también se determina la densidad en número de la siguiente forma:

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

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, y w es el peso medio de los individuos a través de toda la población.

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 a 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 en un 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, la distribución espacial de los lances de pesca, los 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. 4).

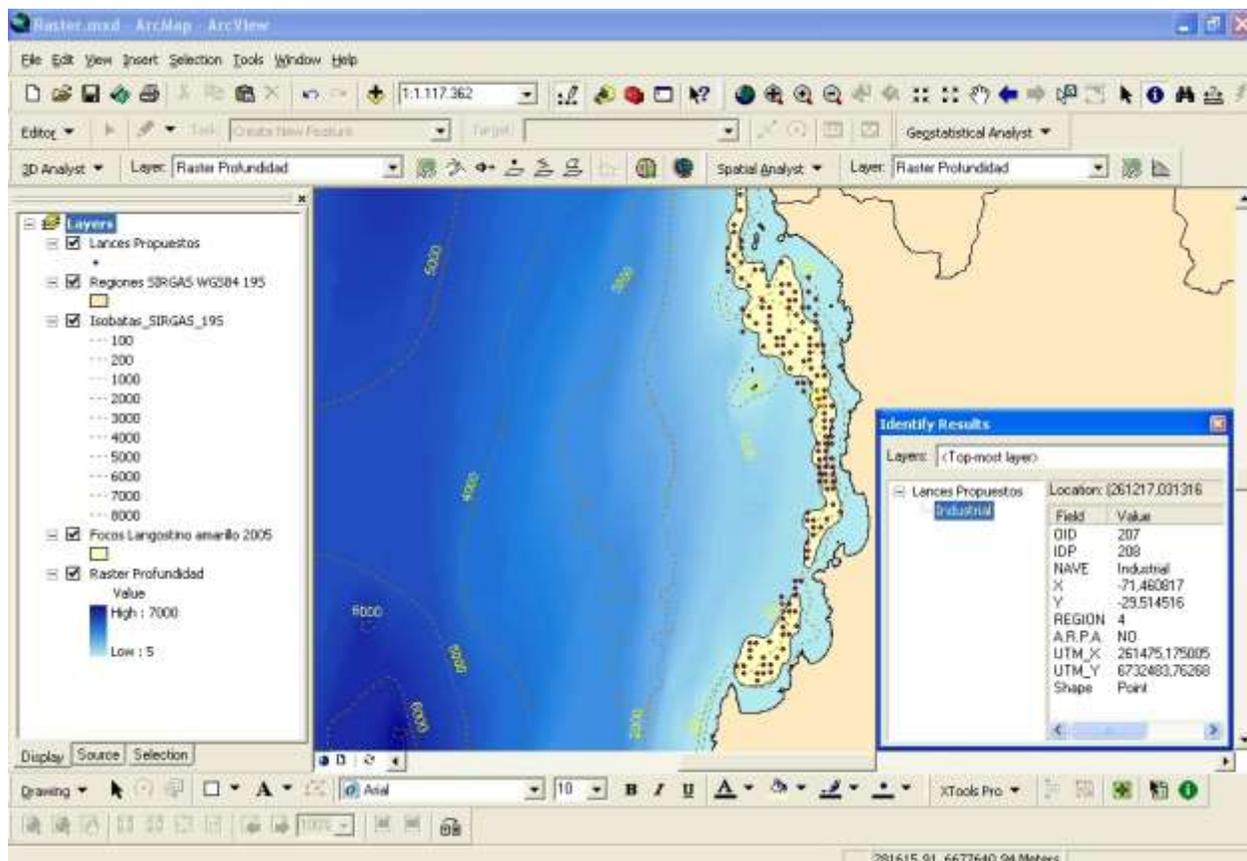


Fig. 4. Ejemplo de las “capas temáticas” de la Región de Coquimbo y la información desplegada en forma paralela proporcionada por el SIG.

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 procesar 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 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 fueron configurados y calibrados con el mismo datum. Adicionalmente, para la localización de los lances de pesca y, posteriormente, los focos de abundancia del recurso objetivo, se dispuso del modelo digital de terreno (DEM) creado en la UCN, 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° 2009-15 y FIP N° 2009-16.

3.7.10.3. Metodología de implementación de bases de datos.

Se diseñó una base de datos relacional que incluye la componente geográfica (ubicación) para vincular las diferentes variables levantadas en terreno y que es compatible con el 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, los que fueron tratadas en unidades UTM. Posteriormente, cuando se construyen 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 de camarón nailon

El análisis de la distribución espacial del recurso camarón nailon se entiende acá en un sentido amplio. La técnica de análisis más apropiada para este efecto es la geoestadística (Petitgas, 1993; Rivoirard *et al.*, 2000), la que ha venido usándose en Chile para estudiar la distribución espacial de recursos de crustáceos desde 1996 y ya constituye una herramienta estándar (Roa & Tapia, 1998; Acuña & Arancibia, 2001; Páramo & Roa, 2003; Acuña *et al.*, 2003; Acuña *et al.*, 2005a, b, Acuña *et al.*, 2007). 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 independientes: 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 misma. Esto es así tanto en el análisis de la distribución espacial (Obj. Espec. 1) como en la estimación de biomasa (Obj. Espec. 2).

Se supuso la existencia de *estacionaridad de segundo orden* de la distribución espacial de la densidad poblacional de camarón nailon, es decir, que la media del proceso aleatorio bajo estudio es constante en el área de prospección y la covarianza entre dos puntos de muestreo depende sólo de sus distancias relativas (Isaaks & 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 & Huijbregts 1978), definido como la esperanza de la variable aleatoria $(Z(x)+Z(x+h))^2$, ó

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

donde 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 & 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 este estudio se utilizó variogramas estandarizados en todos los análisis pues esta opción no afecta la estimación del parámetro relevante del modelo y la hace mucho más eficiente. Se realizó este cálculo en dos direcciones (N-S y E-O) para investigar la existencia de diferencias direccionales en la estructura del proceso (*i.e.* anisotropía). Una vez calculados los variogramas experimentales se ajustaron modelos matemáticos que permiten relacionar la estructura observada con el supuesto proceso generador. Los modelos a considerar para las densidades son:

1. Modelo Matérn (Matérn, 1987)

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

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

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

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

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

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

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

Previo a la estimación de la distribución espacial del recurso se realiza una validación cruzada de los parámetros del variograma teórico ajustado y de los parámetros a utilizar en la interpolación por *kriging* (*i.e.* parámetros del variograma teórico, radio de búsqueda, número máximo de pares a utilizar en la interpolación). El método de validación cruzada (Deutsch & 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).

Se utilizó *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*, sea minimizada.

El mapeo geoestadístico se implementó en ambiente R, con el paquete PBSmapping y geoR, este último 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 paquete se puede incluir la grilla de interpolación previamente definida y construir los mapas de distribución de la densidad deseados.

En tal sentido, el mapeo de la densidad poblacional derivado del análisis geoestadístico (análisis estructural y kriging) permiten la construcción de mapas de contornos o de superficie donde se representa las variaciones espaciales de la variable aleatoria (Fig. 5).

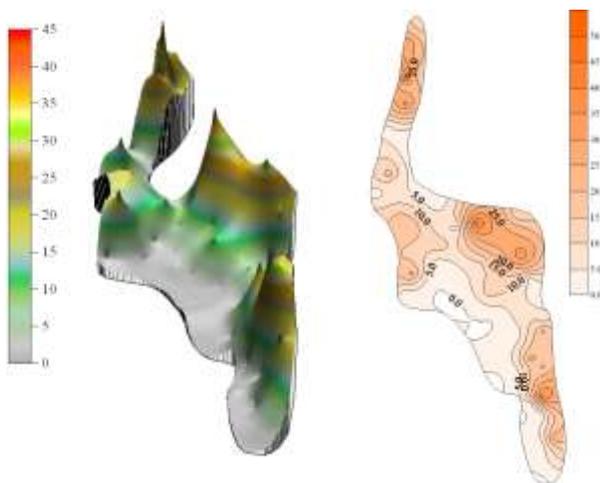


Fig. 5. Distribución espacial de la densidad de langostino amarillo en el Foco 14 identificado en el marco del Proyecto FIP 2004-11. Izquierda: mapa de superficie. Derecha: mapa de contornos.

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

Para este análisis se determinó y analizó la variación espacial, tanto para la unidad de pesquería norte (II a IV Regiones), como de la unidad de pesquería sur (V a VIII Regiones) de:

- (i) la posición y tamaño de los focos de abundancia de camarón nailon
- (ii) 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 $z(x)$.

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

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

- (iv) 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 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:

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

- (v) **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 sí misma, tiene 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 cuán extrema es la observación (Syrjala, 2000). De la misma manera, el estimador de varianza de la media muestral será mucho mayor, indicando una muy poca precisión del estimador de la media.

Simulaciones realizadas con datos del proyecto FIP N° 2006-04, en el marco del proyecto FIP N° 2006-19 denominado “Estandarización de procedimientos metodológicos para la evaluación de crustáceos demersales a través del método de área barrida”, para una grilla regular de muestreo 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.

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

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. 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 reduce el número de estaciones positivas, la media poblacional también se reduce, aunque de manera poco significativa comparado con el estimador Delta Lognormal.

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.

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. No obstante, para el presente estudio se estimará la biomasa vulnerable total (ton) de camarón nailon mediante los siguientes métodos: (i) método geoestadístico intrínseco, (ii) estimador de razón, y (iii) método de las microceldas de estimación geoestadística.

La inclusión del estimador de razón se debe exclusivamente a que todavía es utilizado por algunos grupos de investigación y continúa siendo requerido por la Subsecretaría de Pesca, a pesar de la poca robustez frente a valores extremos o valores atípicos. Adicionalmente, el estimador de razón es considerado espacialmente no-explicito, a diferencia del enfoque geoestadístico intrínseco y de microceldas de estimación.

3.9.2. Método geoestadístico intrínseco

Los métodos presentados para el objetivo específico 1, de distribución espacial de la densidad en peso total (machos y 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 estiman 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. Considerando 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

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

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

El primer término al lado derecho de la fórmula 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. Estimador de razón

Aunque el estimador de razón es considerado poco robusto como estimador de la densidad media, dado que es altamente influenciado por los valores muestrales (especialmente cuando existen valores atípicos), se ha optado por considerarlo aquí como un referente de comparación debido a que es utilizado por otros grupos de investigación en Chile. El estimador de razón corresponde a la razón entre la captura obtenida en una unidad espacial cualquiera y el esfuerzo de pesca (área barrida, AB) correspondiente a esa unidad, lo que puede ser representado como:

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

donde \overline{CPUA}_k es la densidad media (captura por unidad de área, ton/km²) en la k -ésima unidad espacial (foco de abundancia), C_i es la captura (tons) en todos los i lances dentro de la unidad espacial evaluada, AB_i es la unidad de esfuerzo de pesca aplicada.

La varianza del estimador de razón, dado que es no paramétrico, se calcula (para cada una de las unidades espaciales = focos de abundancia) mediante remuestreo aleatorio con reemplazo. Luego, los intervalos de confianza son construidos mediante el método del percentil corregido (Efron, 1982).

El estimador de biomasa para el estimador de razón está dado por el producto entre el estimador de densidad media (\overline{CPUA}_k) del foco de abundancia k y su área respectiva (A_k , km²), esto es,

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

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

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

entonces,

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

3.9.4. Microceldas de estimación geoestadística

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

1. Definición de una grilla de interpolación con tamaño de malla regular de dimensiones conocidas de tamaño menor a la distancia promedio entre estaciones de muestreo, por ejemplo 1 x 1 km², al interior de los focos de abundancia. Luego, el nodo de la grilla se

asume el punto medio (x_0, y_0) de un polígono regular de tamaño (superficie) también conocido o celda de estimación.

2. Aprovechando las propiedades del kriging (y sus parámetros), junto con los parámetros del variograma teórico calculados después de la validación cruzada, se estima la densidad local ($Z(x_0, y_0)$) en los puntos medios de las celdas antes definidas según la expresión:

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

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

El algoritmo de estimación de la densidad local por kriging, implementado en el módulo Spatial Stat del paquete estadístico S-Plus 2000, permite calcular el error de estimación de la 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, entonces 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 corresponde a la sumatoria de los $n(x_0, y_0)$ celdas de estimación calculadas para cada foco de abundancia k , esto es:

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

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

3.9.5. Muestreo Estratificado

El procedimiento de estimación considera la utilización de una estrategia de muestreo estratificado (Thompson, 1992). Los estratos son definidos sobre los caladeros históricos conocidos, incorporando las áreas adyacentes en aquellos casos en que las unidades muestrales quedaran parcialmente fuera de los caladeros. Esta metodología considera expresiones específicas para la estimación de la media, la varianza y el total poblacional.

La unidad muestral se define en base a una grilla de 1mn x 1 mn, de orientación latitudinal longitudinal, de modo que una unidad muestral corresponde a un cuadrado de 1 mn x 1 mn. De este modo, el tamaño de cada estrato queda definido por su número de unidades de superficie (mn^2).

El tamaño de muestra correspondiente a cada estrato se determina en forma proporcional al tamaño de cada estrato, medido éste en unidades muestrales. En la práctica, esto implica el muestreo al interior de los caladeros, donde se realizó, en promedio, un número de lances equivalente aproximadamente al 30% de las unidades muestrales.

3.9.6. Varianza total de estimación de biomasa

El estimador geoestadístico de biomasa (B) presenta cuatro fuentes de incertidumbre que se estimaron, 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 ventaja destacable 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 nos queda considerar la combinación de las varianzas debidas al área, al coeficiente de capturabilidad local, y al promedio de densidad mediante kriging. El método delta (no confundir con la distribución Delta-Lognormal) permite calcular una varianza aproximada de combinaciones algebraicas de fuentes de varianza mediante expansiones de Taylor hasta el segundo orden. Obtengamos primero la varianza del producto $\hat{S} \cdot z_{kg}^2$,

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

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

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

El estimador de biomasa por el método Delta-Lognormal es

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

respectivamente, y las varianzas de estos estimadores son

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

respectivamente, donde \hat{B} y \hat{A} , como valores y como subíndice representan a la biomasa y la abundancia total de alguno de los dos métodos a ser aplicados, el geoestadístico intrínseco o el Delta-Lognormal, cualquiera que tenga menor coeficiente de variación; T representa al total de

categorías de talla; y f representa a la frecuencia numérica medida a través de toda la muestra biológica. Los cálculos descritos en esta sección se aplicaron separadamente a las distintas particiones espaciales del stock, tales como estratos, focos de abundancia, y área de exclusión artesanal y resto del área.

3.9.7. Estimación del área de los focos de abundancia.

La estimación del área de los focos de abundancia de camarón nailon se realizó en base a tres tipos de estimadores, a saber:

- Geoestadística transitiva;
- Geoestadística paramétrica; y,
- Estimadores kernel de ámbito de hogar y distribución de utilización.

3.9.7.1. Área de los focos de abundancia mediante geoestadística transitiva

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, entonces los resultados del análisis de sensibilidad serán conocidos perfectamente antes de hacer el análisis de sensibilidad. Por ejemplo, al hacer variar el área 20% hacia abajo o 20% hacia arriba, la biomasa varía determinísticamente 20% hacia abajo y 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 uso ya consolidado 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 destacados estudios relativamente 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, entonces sólo interesa estimar el área S . Convenientemente, entonces, realizaremos la transformación de los datos de densidad con la función indicadora

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

lo que significa que la grilla regular dentro de cada partición espacial del stock se 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, lo que puede representarse como

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

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

3.9.7.2. Área de los focos de abundancia mediante geoestadística paramétrica

La teoría geoestadística intrínseca es una metodología modelo-basada que tiene la particularidad de no contar con un modelo explícito de probabilidad para los datos y, por lo tanto, no tener la capacidad de definir una función de verosimilitud. Luego, no es posible aplicar las herramientas básicas de la modelación estadística tales como estimadores de máxima verosimilitud, medidas de precisión basadas en la curvatura de la función de verosimilitud alrededor del máximo, y el Índice de Información de Akaike para selección de modelos. Otra particularidad de esta teoría es que el área ocupada por la población se supone conocida, pero muchas veces, y sobre todo en prospecciones pesqueras y marinas, en general, esta área no es conocida y tiene que ser estimada desde los datos.

Diggle *et al.* (1998, 2002, 2003), Ribeiro *et al.* (2003) y Christensen y Ribeiro (2002) desarrollaron una teoría geoestadística basada en la función de verosimilitud o geoestadística paramétrica (Ribeiro & Diggle, 2001). Tal como en la geoestadística intrínseca, acá el modelo de proceso determina a la varianza de la variable observada espacialmente mediante una función de correlación espacial dependiente de la Distancia Euclidiana. Esta metodología se separa de la geoestadística intrínseca en que hay un modelo explícito de probabilidad de los datos, el modelo normal multivariado. De aquí se define una función de verosimilitud de los datos, cuyo argumento contiene a los parámetros de la correlación espacial así como a otros parámetros de interés.

El método geoestadístico paramétrico considera una distribución de probabilidad condicional normal para los datos y una función de verosimilitud normal multivariada para los parámetros, con la transformación Box-Cox para transformar los datos si éstos, en su escala original, no siguen una distribución normal. La densidad media se estima simultáneamente con los parámetros de correlación espacial a partir de los datos de captura no nulos para la especie objetivo, y no resulta del kriging como en el caso de la geoestadística intrínseca. Al respecto, en la geoestadística paramétrica las observaciones nulas (cero) y positivas provienen de un proceso probabilístico diferente (Roa-Ureta & Niklitschek, 2007). No obstante, la proporción de

estaciones positivas respecto del total constituye en sí una variable aleatoria que es tomada en cuenta en las simulaciones como un proceso binomial.

Los datos obtenidos en cada lance de pesca se conciben como realizaciones de una variable aleatoria continua que representa la densidad local $Z(x, y) \in \mathfrak{R}^+$ y que corresponde a una observación incompleta (sólo en localidades específicas) de la verdadera señal espacial de la densidad $Z(x, y)$. A su vez, el análisis geoestadístico se conduce sobre $\tilde{Z}(x, y) \in \mathfrak{R}^+$, una variable aleatoria de distribución normal condicional a $Z(x, y)$ y que corresponde a una transformación Box – Cox de

$$\tilde{Z}(x, y) = f_{\lambda}(Z(x, y)) = \begin{cases} (Z^{\lambda}(x, y) - 1) / \lambda, & \text{si } \lambda \neq 0 \\ \ln(Z(x, y)), & \text{si } \lambda = 0 \end{cases}$$

Dado que con $(E(\tilde{Z}(x, y))) = Z(x, y)$ con $v(\tilde{Z}(x, y)) = \tau^2$, entonces se puede estimar la densidad media original a partir de las realizaciones de $Z(x, y)$ dada la mejor estimación del parámetro lambda de la familia Box- Cox $\tilde{Z}(x, y) = f_{\lambda}(Z_i)$ (Diggle *et al.*, 2003).

En estas circunstancias, asumiendo estacionaridad e isotropía, se puede, entonces, escribir el modelo Gaussiano subyacente a la distribución espacial de la densidad poblacional de la siguiente manera:

$$\tilde{Z}(x, y) = \tilde{Z}(x_i, y_i) + \varepsilon_i, \quad \varepsilon_i, \text{ i.i.d.} \sim N(0, \tau^2)$$

Debido a la función de correlación espacial, la distribución de \tilde{Z} es normal multivariada de la forma:

$$\tilde{Z} \sim NMV(\beta \mathbf{1}, \sigma^2 R + \tau^2 I)$$

donde $\mathbf{1}$ es un vector de tamaño m , R es una matriz cuyo elemento (i, i') es igual a $\rho(h_{i,j} | k, \varphi)$ donde ρ es una función de correlación válida, $h_{i,j}$, es la distancia, k y φ son parámetros del modelo, I es m veces la matriz identidad (Diggle *et al.*, 2003).

La función de verosimilitud en relación a las observaciones originales para el vector de parámetros $\theta' = [\lambda \beta \sigma^2 \tau^2 k \varphi]$ es:

$$l(\theta \setminus z_i) \propto (\lambda - 1) \sum_{i=1}^m \ln(z_i) - 0,5 \ln |\sigma^2 R + \tau^2 I| - 0,5 (f_\lambda(z_i) - \beta 1)' (\sigma^2 R + \tau^2 I)^{-1} (f_\lambda(z_i) - \beta 1)$$

En la función de verosimilitud β es el parámetro de interés, pues una vez retro-transformado corresponde a la densidad media del stock en las áreas habitadas por éste.

La población de interés, en este caso la fracción explotable de camarón nailon se distribuye de manera discontinua en hábitat disponible, formando conglomerados de abundancia que hemos convenido en llamar focos. En el espacio bi-dimensional que constituye el hábitat de camarón nailon existirán algunas regiones que no estarán ocupadas por el stock, o sea, donde la densidad población es cero (Fig.6).

Bajo el supuesto de isotropía subyacente a la distribución espacial de la densidad poblacional de la(s) especie(s) objetivo, el procedimiento general de estimación consiste en la selección de cuadrículas donde se evalúa la presencia/ausencia del stock, dado el número de intentos de observarlo en el área de estudio (Fig. 7). Lo anterior constituye un proceso de tipo binomial vinculado a un proceso Gaussiano a través de una función logit. El análisis de esta modelación se realizó siguiendo a Roa & Niklitschek (2007) bajo el siguiente esquema:

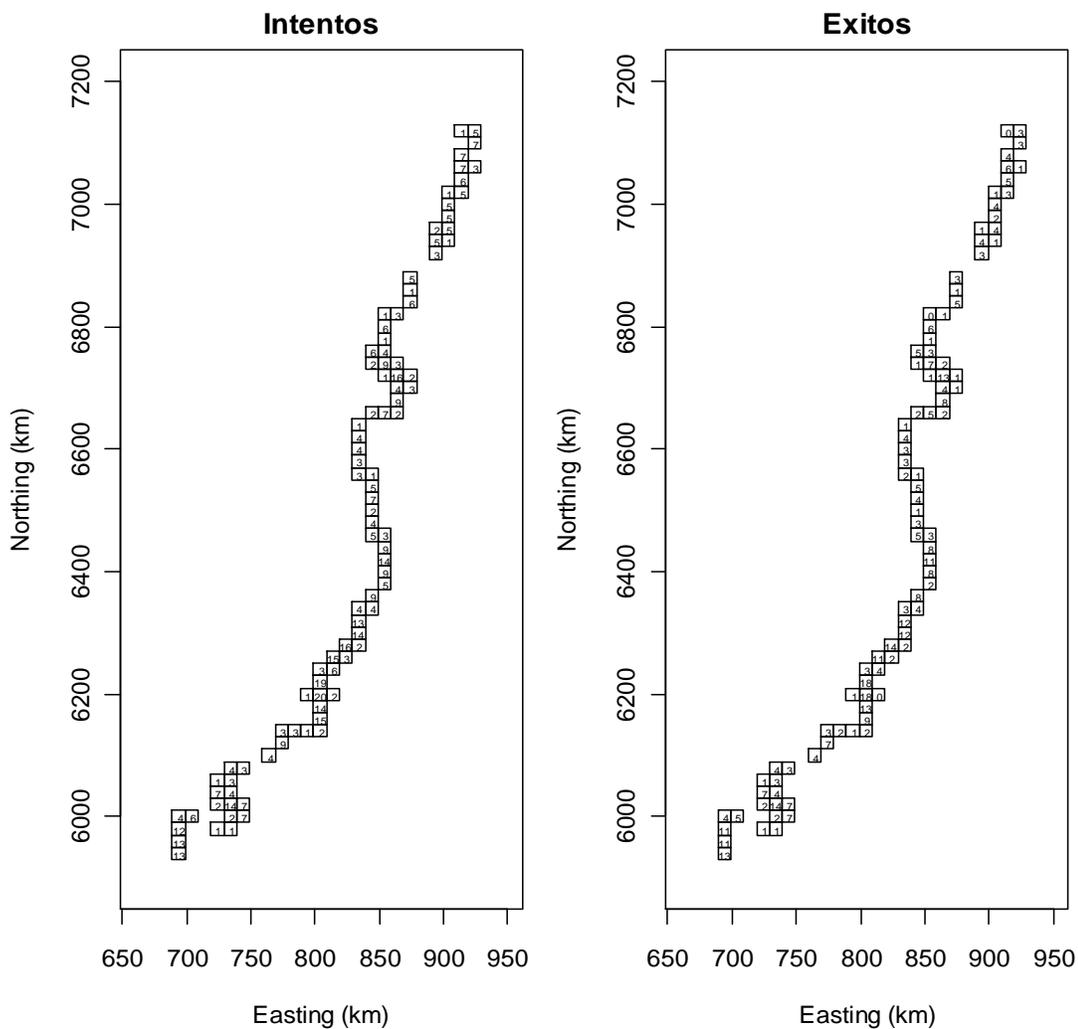


Fig. 6. Representación de las celdas de evaluación de la presencia/ausencia de camarón nailon en el área de estudio. Izquierda = intentos, Derecha = éxitos. Fuente de datos: FIP N° 2009-15.

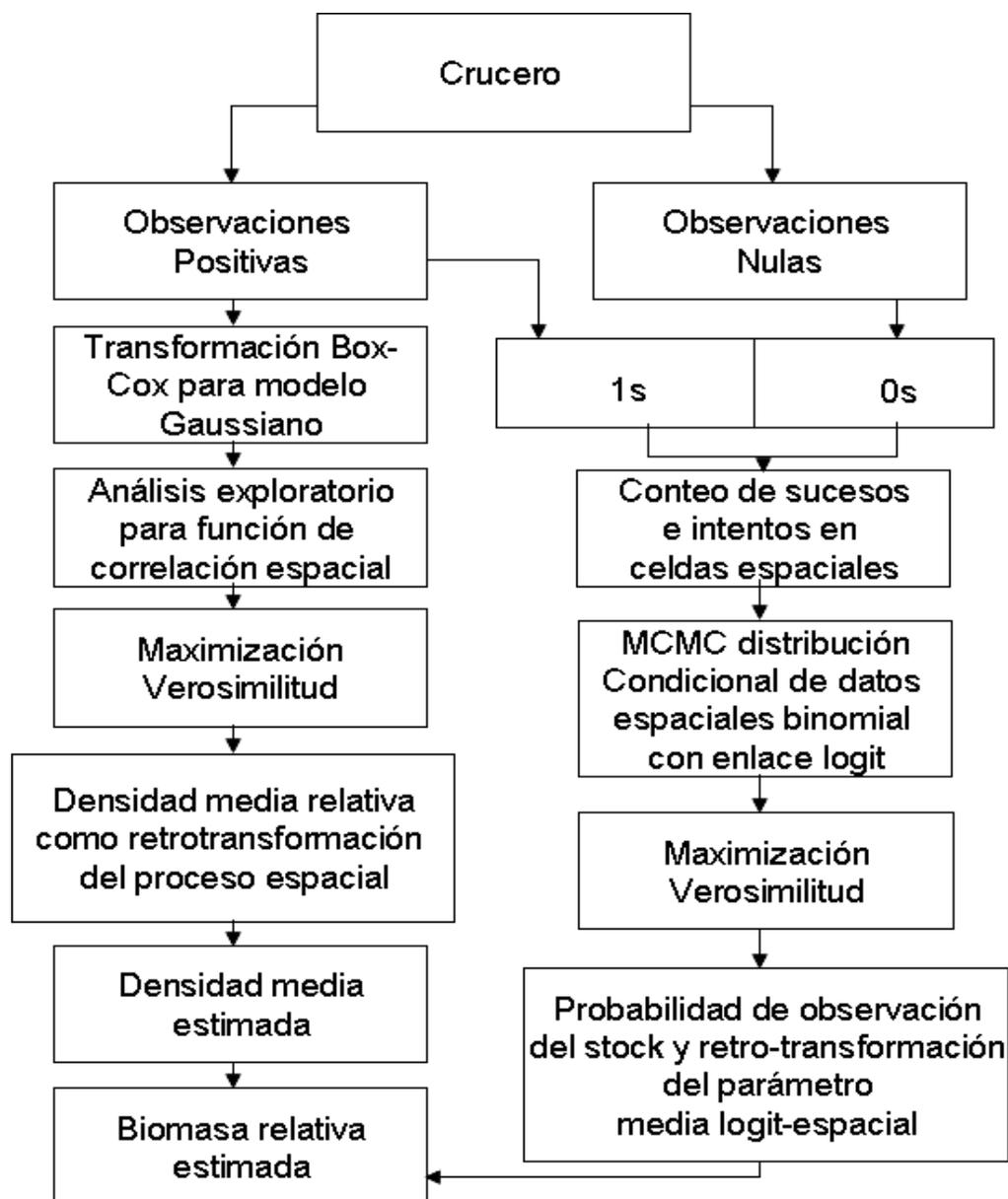


Fig. 7. Representación esquemática de la modelación usando geoestadística basada en verosimilitud, traducido de Roa-Ureta & Niklitscheck (2007).

3.9.7.3. Área del stock mediante estimadores kernel de ámbito de hogar

Una de los requisitos básicos en el estudio de los animales es la comprensión de la relación entre el animal y su entorno debido a que estos ocupan un lugar determinado en dicho entorno. Para algunos puede ser unos cuantos metros, pero, para otros, especialmente aquellos que presentan

migraciones anuales, el área puede ser muy extensa. Esta área forma el ámbito de hogar de un individuo, que Seton (1910) denominó como región de hogar (home región); en cambio, Darling (1937) denominó a esas áreas como territorios. Burt (1943) fue quien dio usos separados para estos términos, distinguiendo los conceptos de ámbito de hogar (home range) y territorialidad.

El ámbito de hogar (home range, HR) es un concepto que intenta describir el contexto espacial de la conducta de un animal. Burt (1943) definió formalmente el ámbito de hogar como “el área ocupada por un individuo durante sus actividades normales de obtención de alimento, apareamiento y cuidado de los juveniles”. Adicionalmente, Burt (1943) señala que un animal posee un ámbito de hogar únicamente cuando se ha establecido y que los movimientos exploratorios de los juveniles deben considerarse aparte. Las salidas ocasionales del área, posiblemente exploraciones, no deben considerarse parte del ámbito de hogar. Además, el ámbito de hogar debe ser un área con una productividad tal que pueda satisfacer los requerimientos energéticos del individuo o grupo que lo ocupa (Jewell, 1966, Gittleman & Harvey, 1982).

Debido a que las “actividades normales” de un animal dependen del estado en que se encuentre dentro de su ciclo de vida, se utiliza un concepto más actualizado de ámbito de hogar como el área ocupada por un animal durante un período determinado de tiempo, por ejemplo, su vida completa, una estación reproductiva, etc. (Hansteen *et al.*, 1997).

Asociado con el concepto de ámbito de hogar está el concepto de distribución de utilización (utilization distribution, UD) (Jennrich & Turner, 1969; Ford & Krumme, 1979) que toma la forma de una función de distribución de probabilidad bidimensional que representa la probabilidad de encontrar un animal en un área definida dentro su ámbito de hogar.

Una variedad de métodos han sido desarrollados para la estimación del ámbito de hogar de un individuo o conjunto de individuos (población) sobre la base de la noción probabilística de la distribución de utilización (Loehle, 1990), incluyendo el método del polígono mínimo convexo (Southwood 1966), método de la normal bivariada (Jennrich & Turner, 1969; Samuel & Garton, 1985), método de la transformación de Fourier (Anderson, 1982), y los más recientes basados en estimadores de densidad kernel (Fieberg, 2007).

La manera más simple de dibujar los límites de un ámbito de hogar a partir de un conjunto de datos de posición de la población observada es la construcción del polígono convexo más pequeño alrededor de los datos. Esta aproximación es referida como polígono mínimo convexo (minimum convex polygon, MCP), método que sigue siendo ampliamente utilizado (Baker, 2001; Creel & Creel, 2002; Meulman & Klomp, 1999; Rurik & Macdonald, 2003), pero tiene muchos inconvenientes, como que a menudo se sobreestima el tamaño del ámbito de hogar (Burgman & Fox, 2003).

Los mejores y más recientes métodos conocidos para la construcción de ámbitos de hogar o distribuciones de utilización son los llamados métodos Gaussianos bivariados o métodos de núcleo de distribución normal (normal distribution kernel methods) (Laver & Kelly, 2008; Silverman, 1986; Worton, 1989; Seaman & Powell, 1996). Estos métodos estadísticos se basan en definir el uso del espacio de una manera probabilística, y se dividen en aquellos que asumen una distribución normal del uso del espacio (ejemplo: Método de la Elipse) y aquellos que no asumen el tipo de distribución de los datos (ejemplo: Método de Kernel).

El método kernel puede ser usado para la estimación de densidad poblacional en cualquier dimensión, aunque es computacionalmente más lento para más de dos dimensiones. Adicionalmente, es considerado una valiosa herramienta para analizar la distribución de la densidad poblacional de un organismo, incluso si ésta es de tipo multimodal o no-normal (Seaman & Powell, 1996).

El método kernel consiste de colocar un núcleo (una probabilidad de densidad) sobre cada una de las observaciones muestrales. Una grilla rectangular se superpone a los datos y se obtiene una estimación de la densidad en cada intersección de la grilla utilizando información de toda la muestra. La densidad estimada en cada intersección es esencialmente el promedio de las densidades de todos los kernels que se superponen en ese punto. Las observaciones que están cerca de un punto de evaluación contribuirán más al valor del estimado que otras que se encuentran más lejos. El estimador kernel de densidad para datos bivariados es matemáticamente definido como:

$$\hat{f}(x) = \frac{1}{(nh^2)} \sum_{i=1}^n K \left\{ \frac{(x - X_i)}{h} \right\}$$

donde n es el número de datos muestrales, h es el ancho de banda, K es la densidad kernel tal y como se describe a continuación, x es un vector de coordenadas x,y que describe la localización donde la función está siendo evaluada, X es una serie de vectores cuyas coordenadas describen la localización de cada i -ésima observación.

Varios tipos de kernels están disponibles, y diferentes formas del kernel proporciona resultados esencialmente equivalentes (Epanechnikov, 1969, Seaman & Powell, 1996). La determinación del ancho del kernel es un elemento importante en la implementación del estimador kernel de densidad (Silverman, 1986). Este ancho es frecuentemente llamado “ancho de banda” o “parámetro de suavizado”. Kernels estrechos permiten que observaciones cercanas tengan mayor influencia sobre el estimador de densidad, mientras que kernels anchos permiten mayor influencia de observaciones distantes. Así, kernels estrechos revelan detalles de pequeña escala de la estructura de los datos y kernels anchos revelan la forma general de la distribución (Seaman & Powell, 1996).

Los métodos kernel liberan al estimador de la distribución de utilización (UD) o ámbito de hogar (HR) de supuestos paramétricos y proporcionan un medio de suavizar los datos de posición para hacer un uso más eficiente de ellos (Rosenblatt, 1956; Parzen, 1962; Cacoullos, 1966; Worton, 1989). Dos son los principales métodos kernel de estimación de densidad, a saber, el método de núcleo fijo (fixed kernel method, FKM) y el método de núcleo adaptativo (adaptive kernel method, AKM), los que se presenta a continuación.

Método de núcleo fijo

Limitándonos al caso bivariado (Fig. 8), supongamos que

$$X_1 = [X_1^{(1)}, X_1^{(2)}]; X_2 = [X_2^{(1)}, X_2^{(2)}]; \dots X_n = [X_n^{(1)}, X_n^{(2)}]$$

es una muestra aleatoria de n puntos independientes desde una distribución de utilización desconocida con función de distribución de probabilidad $f(x)$, que será estimada, entonces el estimador kernel bivariado de $f(x)$ puede ser definido como

$$\hat{f}(x) = \frac{1}{(nh^2)} \sum_{i=1}^n K \left\{ \frac{(x - X_i)}{h} \right\}$$

donde el kernel K es una función de densidad de probabilidad bivariada unimodal simétrica, y h es el parámetro de suavizado que puede ser modificado por el usuario (Silverman, 1986). Como ejemplo, si se utiliza el kernel de densidad normal bivariado, entonces el estimador kernel de densidad es:

$$\hat{f}(x) = \frac{1}{(nh^2)} \sum_{i=1}^n \frac{1}{2\pi} \cdot \exp \left(- \frac{(x - X_i)'(x - X_i)}{2h^2} \right)$$

Método de núcleo adaptativo

Algunas veces es necesaria la utilización de una aproximación más sofisticada llamada método de núcleo adaptativo. Este método varía el parámetro de suavizado de manera que las áreas con baja concentración de puntos tiene mayor valor de h que áreas con mayor concentración. Por lo tanto, el método adaptativo es una mejora respecto del método de núcleo fijo, principalmente en las colas de la distribución de densidad. El estimador es:

$$\hat{f}_h(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{h_i^2} K \left\{ \frac{(x - X_i)}{h_i} \right\}$$

donde el parámetro de suavizado h está basado en algún estimado aproximado de la densidad. Silverman (1986) sugiere que el parámetro de suavizado pueda ser tomado como $h_i = h\lambda_i$, donde h es un parámetro de suavizado global y λ_i es un parámetro de suavizado local dado por

$$\lambda_i = \left\{ \frac{\tilde{f}(X_i)}{g} \right\}^{-1/2} \quad \text{para } i = 1, \dots, n,$$

donde

$$\log(g) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \log(\tilde{f}(X_i))$$

y $\tilde{f}(X_i) > 0$ es algún estimado aproximado de $f(x)$ evaluado en el punto X_i . Adoptando esta aproximación hay un único parámetro de suavizado como en el caso del método de núcleo fijo.

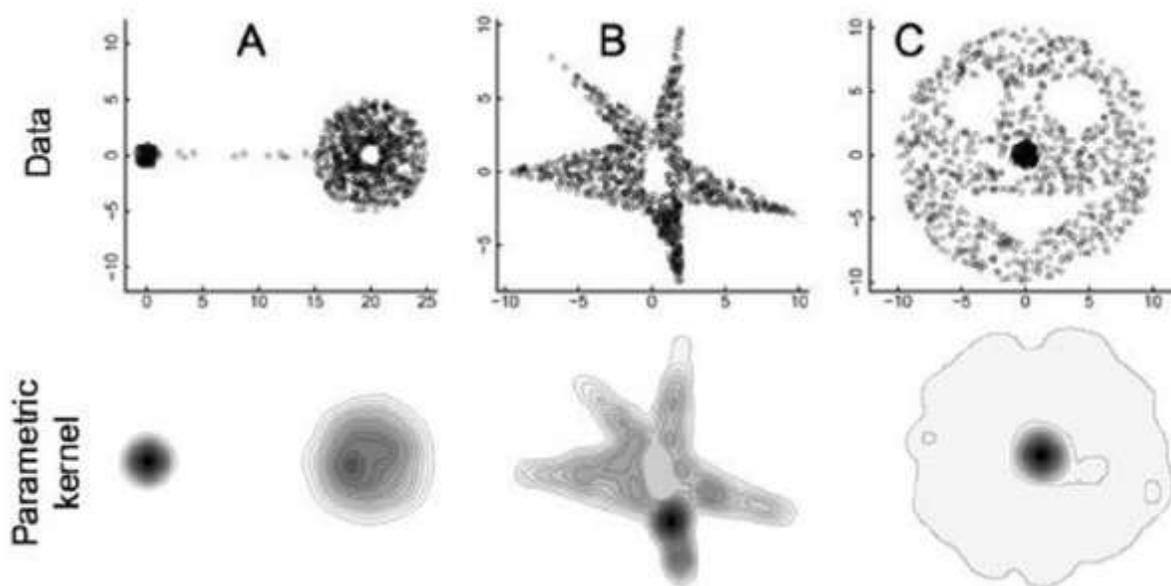


Fig. 8. Isolíneas de la distribución de utilización para datos simulados usando el método de núcleo fijo. Tomado de Getz *et al.* (2007).

Se realizó la estimación del área del stock de camarón nailon mediante este enfoque entre la III y V Regiones debido a que en esta macro-región se reconocen focos de abundancia de la especie que pueden ser considerados más estables en el tiempo, situación que favorece la comparación entre los resultados obtenidos bajo este enfoque y los resultados que se obtengan mediante geostatística transitiva y geostatística paramétrica (presentados anteriormente).

En resumen, se ha incorporado en esta propuesta la estimación adicional del área de distribución del stock de camarón nailon mediante métodos kernel, cuyos resultados serán comparados con las estimaciones obtenidas previamente con geostatística transitiva y geostatística paramétrica. Se

analizaron semejanzas y diferencias entre estos dos tipos de enfoques (métodos geoestadísticos y métodos kernel) para tratar de entender mejor la distribución del stock de camarón nailon.

3.9.8. Relación longitud-peso

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

Algunos de los principales usos de la relación longitud-peso en la investigación pesquera son: (i) permitir la conversión de la longitud de un individuo a peso o viceversa; (ii) estimar el peso medio de los ejemplares de una clase de longitud dada (Beyer, 1987); (iii) convertir la ecuación de crecimiento en longitud en una ecuación de crecimiento en peso; (iv) predecir el peso a la edad, por ejemplo, en modelos de rendimiento por recluta; (v) comparar morfológicamente entre poblaciones de una misma especie; (vi) estimar la biomasa de una población edad o talla-estructurada a partir del número de individuos sobrevivientes (abundancia en número), por nombrar algunos.

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

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

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

El método de estimación a utilizar en la estimación de los parámetros de la relación longitud-peso consiste en Mínimos Cuadrados No Lineales (MCNL), que se basa en minimizar la suma de los

errores cuadráticos ($S(\theta)$). Partiendo de la Ecuación General para Modelos No Lineales, de la forma:

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

Sea

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

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

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

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

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

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, tanto por región como por foco de abundancia. El tamaño de muestra mínimo se indica en el Objetivo Específico 3.

3.9.9. Pesos medios por intervalo de talla

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

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

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

$1_{[k]}$: es el primer elemento del intervalo de longitud j .

$n_{j,k+1[}$: es el número de ejemplares del intervalo de longitud j considerando el último individuo cuya longitud es $k + 1$ mm.

\bar{w}_j : es el peso promedio del j -ésimo intervalo de longitud, y

$s_{w_j}^2$: es la varianza del peso en el j -ésimo intervalo de longitud.

3.9.10. Distribución espacial y batimétrica de la longitud media

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

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

3.10. Objetivo Específico 3

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

3.10.1 Muestreo biológico a bordo de la nave

Después de depositar la captura en la cubierta de la embarcación se procedió a separar la especie objetivo (camarón nailon). En cada lance se pesó 5 de estas bandejas vacías y con contenido, para determinar el peso neto promedio por bandeja. Luego, se cuenta el número total de bandejas con camarón para obtener la captura total en peso de la 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. Posteriormente, las muestras fueron enviadas al laboratorio húmedo del Departamento de Biología Marina de la Universidad Católica del Norte, donde fueron almacenadas (congeladas) y luego analizadas. En el laboratorio los ejemplares fueron sexados, medidos en su longitud cefalotorácica (LC; precisión de 0,1 mm) y pesados (peso total; precisión de 0,01 g).

3.10.2. Tamaño de muestra

En el cálculo de tamaño de muestra para caracterizar la condición reproductiva de camarón nílón en cada fracción del área de estudio se tomó como variable de referencia el peso corporal total (PCT) y se supeditó al muestreo piloto de la estructura de pesos, de la cual se obtuvo el coeficiente de variación ($CV_{(PT)}$). A continuación, se presenta los tamaños muestrales (n) para un nivel de incertidumbre α de 0,05 considerando un error de 10% ($d = 0,1$) y un coeficiente de variación teórico entre 10 % y 30%, calculado 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 utiliza un $CV = 15\%$, entonces el tamaño mínimo de muestra por foco de abundancia sería de 294 ejemplares. En consecuencia, el tamaño de muestra a considerar se asumirá con un error esperado entre 10% y 15%, lo que equivale a 196 y 294 ejemplares por foco de abundancia. Este tamaño de muestra será 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).

3.11. Objetivo específico 4

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

3.11.1. Introducción

En Chile se ha utilizado la fauna acompañante de las capturas de langostino colorado (Acuña *et al.*, 2005; Acuña *et al.*, 2006; Acuña *et al.*, 2008), camarón nailon (Acuña y Arancibia, 1996; Arana *et al.*, 2003; Acuña *et al.*, 2007) y langostino amarillo (Acuña *et al.*, 1995, Acuña *et al.*, 2005; Acuña *et al.*, 2006; Acuña *et al.*, 2008) para caracterizar las comunidades asociadas a tales recursos pesqueros. Los análisis han consistido básicamente en identificar asociaciones específicas 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), ampliamente utilizado para contrastar la estructura de comunidades de peces (Fennessy *et al.*, 1994; Menezes *et al.*, 2009), macroinfauna (Carrasco *et al.*, 1999), meiofauna (Warwick *et al.*, 1997) y macroepifauna (Chapman & Underwood, 1999; Kraufvelin, 1999), y recientemente para camarón nailon, langostino colorado y langostino amarillo (Acuña *et al.*, 2006; Acuña *et al.*, 2007). Su ventaja es que entrega un coeficiente de similitud global para cada par de ensambles específicos.

3.11.2. Metodología

3.5.5.1. Descripción de la abundancia de la fauna acompañante

Se ha listado las especies capturadas como fauna acompañante en este crucero, indicándose su frecuencia de ocurrencia (en número y porcentaje), captura (ton) e importancia relativa (porcentaje en peso), tanto respecto de la captura total como de la captura de los recursos objetivo (langostino colorado y langostino amarillo) por Región. Debido a que la captura puede no ser un buen indicador de la importancia relativa de cada especie en la fauna acompañante, ya que cada

especie responde distintamente al arte de pesca langostinero/camaronero, nosotros utilizamos un listado de la captura por unidad de esfuerzo estándar (CPUE en peso * km⁻²) promedio por especie, ordenándolas de mayor a menor CPUE.

Para los análisis comunitarios se trabaja con aquellas especies que componen la fauna acompañante y cuyo aporte relativo (en peso) es superior a 0,1%. Entonces, se elimina a especies con menor contribución a las capturas pues se asume que no aportan información relevante a los análisis comunitarios y, en conjunto, constituyen una parte marginal de las capturas y de la CPUE.

Para cada especie se describe batimétrica y latitudinalmente la CPUE, frecuencia de ocurrencia en el total de lances (lances positivos) e importancia relativa porcentual tanto respecto a la totalidad de la fauna acompañante como a la especie objetivo. Los estratos batimétricos son cada 100 m de profundidad. De esta forma, cada estrato está representado por un número adecuado de lances por región. Se opta por el rango de estrato de 100 m de profundidad ya uno rango mayor puede enmascarar diferencias en la distribución batimétrica de las especies analizadas y de los ensambles comunitarios.

3.5.5.2. Identificación de asociaciones

En la escala espacial se identifica las asociaciones de la macrofauna con el Método de Clasificación (Análisis de Dendrograma o Cluster) y el Método de Ordenación Multidimensional (MDS), siguiendo a Clifford & Stephenson (1975), para lo cual se utiliza el software PRIMER (Plymouth Marine Laboratory; Clarke & Warwick, 1994). El análisis consiste en comparar pares de 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:

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

donde: p es el número de lances; X_{ij} es la CPUE de la especie i en el lance j ; X_{ik} es la CPUE de la misma especie i en lance k .

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

3.5.5.3. Determinación de diferencias entre asociaciones

En el análisis anterior el nivel de corte del índice de similitud para definir a un conglomerado específico 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 prueba su significancia con un método análogo al MANOVA, denominado ANOSIM (Analysis of Similarities) (Clarke & Green, 1988), el que se describe más adelante.

Después de ser identificadas las asociaciones de especies mediante Análisis de Clasificación aquellas son comparadas con los procedimientos de ANOSIM, los que se encuentran implementados en el software PRIMER 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, cuya expresión es:

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

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 es entre -1 y +1, aunque valores menores a 0 son poco probables, ya que corresponderían a lances en zonas de pesca distintas con valores de similitud mayores a los valores de similitud de puntos geográficos dentro de las zonas de pesca. Un valor igual o aproximado a 0 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.

3.5.5.4. 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 porcentaje de similitud, pareando cada muestra dentro de un mismo grupo y luego calculando el porcentaje de similitud especie por especie con 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 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 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 .

3.5.5.5. Contribución de las especies a la variabilidad entre las asociaciones identificadas

Para determinar la variación entre las diferentes asociaciones identificadas por los métodos de clasificación (Análisis de Cluster) y método de ordenación multidimensional (MDS), se realizó un Análisis de Componentes Principales (PCA; Principal Components Analysis) con el propósito de precisar aquellas especies que identifican dichas asociaciones. El PCA es una técnica multivariada que es utilizada para examinar la relación entre un gran número de variables (en este caso las variables corresponden a las especies). Este tipo de análisis permite reducir el número de dimensiones, intrínsecamente relacionada con la cantidad de variables, sin tener pérdida importante en los datos ingresados (Jackson & Chen, 2003; Chen *et al.*, 2008). PCA se realizó utilizando el software PRIMER (Plymouth Marine Laboratory; Clarke & Warwick, 1994).

3.5.5.6. Variación en la CPUE de las especies que componen las diferentes asociaciones

Se examinó la variación de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE; ton/km^2) de las especies que componen las diferentes asociaciones previamente identificadas utilizando una representación gráfica de la distribución de frecuencias acumuladas de las especies (curvas de k -dominancia, Lamshead *et al.*, 1983; Labropoulou & Papaconstantinou, 2004). Este método

permite revelar si al interior de cada una de las asociaciones identificadas las especies se encuentran bien representadas (diversidad) o si existe dominancia de pocas especies.

3.5.5.7. Tendencia de la ictiofauna asociada a la pesquería de camarón nailon

Se analizó la CPUE solo de las especies principales que componen la ictiofauna asociada a la pesquería del recurso camarón nailon de la II a la VIII Regiones, recurriendo a los mismos análisis utilizados con la fauna acompañante en su totalidad (análisis de cluster, MDS, SIMPER, ANOSIM). Se trata de probar si los grupos de asociaciones (comunidades) identificados con todos los datos de las especies del bycatch se mantienen al usar solamente los datos de las principales especies de peces, dejando completamente fuera del análisis comunitario a todas las invertebrados (crustáceos y otros). La hipótesis que se quiere probar es si el arreglo de las comunidades está dado por los peces más que por el conjunto de las especies de la fauna acompañante. En tal caso, en lo sucesivo bastaría usar como representantes del bycatch a las principales especies de la ictiofauna (en términos de CPUE), simplificando los análisis y maximizando los recursos humanos para el trabajo a bordo, por ejemplo.

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. Antecedentes: Modelo de Evaluación de Stock

Las pesquerías chilenas de crustáceos bentodemersales se sustentan en camarón nailon (*Heterocarpus reedi*), langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) y langostino amarillo (*Cervimunida johni*), los que particularmente son recursos objetivo para la flota industrial de arrastre (Acuña *et al.* 2003). El camarón nailon (*Heterocarpus reedi*, Bahamonde 1955) se distribuye desde Taltal hasta Puerto Saavedra, en un rango batimétrico que fluctúa entre 155 y 420 m (Acuña *et al.* 2003). La pesquería de camarón nailon se inicia en 1957 como una especie alternativa para los arrastreros dedicados a la pesca de langostino amarillo, principalmente entre Coquimbo y San Antonio. Las capturas de camarón nailon han fluctuado entre 3.9 y 4.311 mil ton entre los años 1990 y 2010. La pesquería se mantuvo con libertad de acceso hasta 1994, sin estar sujeta a ningún tipo de regulación. En 1995, la pesquería fue declarada en estado de explotación plena (DS 611, 26-10-95), y a contar de 1996 Subsecretaría de Pesca comenzó a fijar cuotas anuales de captura. En el 2001, se estableció una veda total para las regiones V a VIII, y también entró en vigencia la Ley de Límite Máximo de Captura por Armador (Ley 19.713), con asignación de cuotas globales asignada a los armadores y fraccionada para el sector artesanal e industrial. De esta manera, desde el 2001 la pesquería de camarón nailon se concentra en la zona centro-norte de Chile. Hasta mediados de noviembre de 2010, el sector industrial desembarcó 3.438 ton entre la III y VIII Región; mientras que el sector artesanal desembarcó 872 ton entre la III y la V Región. El desembarque realizado hasta la fecha en la totalidad de la unidad de pesquería para ambos sectores da cuenta de 4.311 ton correspondiente al 78% de la cuota del año 2010, la cual se aumentó a 5.500 toneladas.

Las evaluaciones directas de biomasa de camarón nailon con el método de área barrida han sido fundamentales para establecer el estado de situación del recurso. No obstante, en el pasado el estado de situación se ha complementado con evaluaciones indirectas sobre la base de las siguientes metodologías:

- a) Análisis de Cohortes a la talla (Jones 1984) y sus modificaciones (Zuleta y Moreno 1993), y posterior análisis de puntos biológicos de referencia mediante rendimiento y biomasa por recluta (Pavez *et al.* 1996, Arana 2000, Acuña *et al.* 2000, 2002);
- b) Análisis Secuencial de Cohorte en Talla (ASCT) por Canales *et al.* (1999) para el periodo 1972 – 1997;
- c) Modelo de Biomasa Dinámico, con una función logística para el excedente de producción por Arana *et al.* (2003);
- d) Modelo talla-estructurado (CASA) de Sullivan *et al.* (1990) por el Instituto de Fomento Pesquero (e.g Canales *et al.* 2003, SSP 2002), y,
- e) Modelo talla-estructurado por Acuña *et al.* (2007), con datos compilados hasta el 2006.

Los modelos aplicados en el punto (a) suponen una estructura de tallas estables, asumiendo que el reclutamiento, la mortalidad y el crecimiento se han mantenido sin variaciones durante tantos años como clases anuales estén presentes en los datos de composición por tamaños; una aproximación que solamente es válida ante datos limitados. El ASCT aplicado por Canales *et al.* (1999) fue el primer intento de evaluación que trató de integrar la mayor cantidad de datos disponibles en un largo periodo de tiempo (1972-1997). Sin embargo, los autores evaluaron al stock sin tomar en cuenta las diferencias sexuales en el crecimiento, lo que podría tener implicancias que necesariamente deben ser evaluadas. El modelo de biomasa dinámico que utiliza una función logística para el excedente de producción aplicado por Arana *et al.* (2003), si bien permite el análisis de los cambios dinámicos en el excedente de producción, necesariamente debe ser contrastado con modelos más complejos, particularmente cuando la información estructurada de la población está disponible.

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

separado por macrozona norte (II-IV Región) y sur (V-VIII Región) (Acuña *et al.* 2007, Montenegro *et al.* 2009).

A pesar que los modelos de evaluación talla-estructurados han tenido un desarrollo reciente para poblaciones explotadas, principalmente para invertebrados en los cuales es difícil determinar la edad, con énfasis en crustáceos (Punt y Kennedy 1997, Quinn *et al.* 1998; Fu *et al.* 1999, 2001, Fu y Quinn 2000, Hobday y Punt, 2001, Frøysa *et al.* 2002, Breen *et al.* 2003, Punt, 2003), aún persisten ciertas limitaciones e inconsistencias cuyas consecuencias no han sido notadas. En efecto, Xiao (2006) demuestra que cuando se utiliza una tasa instantánea 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 con las ecuaciones de supervivencia. En efecto, el modelo de evaluación podría estar indicando una población que 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, la hipótesis más parsimoniosa es asumir un valor constante.

Otro error conceptual es asumir que, para stocks 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.

Nosotros deseamos avanzar en esta componente de la oferta técnica mediante una aproximación metodológica consistente en un Procedimiento de Evaluación (PE) de modelos de estimación de la situación del stock, incorporando incertidumbres de procesos, de error de implementación y de acceso a datos. Esta aproximación es similar a la Evaluación de Procedimientos de Manejo, aunque orientada a la evaluación del desempeño del estimador o modelo que sirve de base para el manejo (Punt 2003).

Se utilizó simulación Monte Carlo para evaluar el desempeño de los siguientes modelos en términos de las estimaciones de las variables de interés para el diagnóstico del estado de situación:

- i) Modelo de Producción con relación S-R (MPSR);
- ii) Modelo de Evaluación Estructurado por Talla (MEET); y,
- iii) Modelo de Evaluación Estructurado por Edad (MEE).

Se simuló una serie de escenarios mediante un modelo operativo que permitió generar datos y simular procesos no observados, según la secuencia que se indica en la Fig. 9. En consecuencia, para los fines de esta propuesta el estado de situación de camarón nailon se determinó considerando el mejor desempeño de los modelos de evaluación disponibles que han sido aplicados a dicho recurso pesquero. Este procedimiento ha sido aplicado exitosamente recién por Arancibia *et al.* (2010) en la evaluación de la recuperación del stock de merluza común (*Merluccius gayi*) en Chile central.

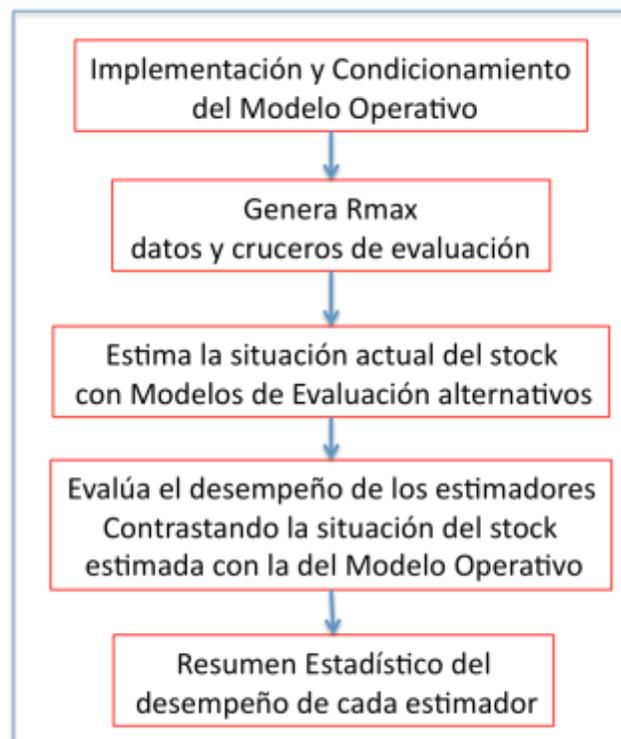


Fig. 9. Diagrama de flujo del Procedimiento de Evaluación de estimadores de la situación de los recursos langostino colorado y langostino amarillo (adaptada de Punt 2003).

3.12.2. El Modelo Operativo (MO)

MO es esencialmente un modelo de dinámica estructurada por edad, el cual debe ser condicionado en sus parámetros, lo que implica estimar los parámetros desconocidos (abundancia de clases anuales, mortalidad por pesca), como también definir:

- i) los procesos biológicos básicos involucrados en la dinámica de la población (crecimiento, madurez, mortalidad natural, razón de sexos, relación stock-recluta); y,
- ii) los procesos involucrados en la pesca (descarte, estacionalidad, selectividad del arte de pesca).

MO comparte esencialmente varias ecuaciones del Modelo de Evaluación con capturas conocidas que se describe más abajo, con la excepción que el supuesto de capturas conocidas se relaja para tomar en cuenta el error de medición en esta variable sujeta a escenarios de descarte/subreportes que fueron discutidos con el equipo de trabajo del proyecto. El condicionamiento y estimación de los parámetros desconocidos se realizó mediante máxima verosimilitud, utilizando AD Model Builder. Los escenarios a considerar son los siguientes:

- correlación serial en el reclutamiento,
- relación stock-recluta (tipo de relación o “escarpamiento”, variabilidad).
- descartes/subreportes (magnitud de capturas no declaradas/descartadas),
- cambios en la capturabilidad y su relación con la biomasa vulnerable evaluada por área barrida (heterogeneidad espacial en la estructura de tallas, cambios en la densidad proporcional al área o abundancia)
- crecimiento corporal (parámetros de crecimiento de von Bertalanffy, relación longitud-peso)
- tasa de mortalidad natural y su relación con predadores naturales (mortalidad edad-dependiente, mortalidad por predación de merluza común).

En cada escenario de simulación puede haber sub-escenarios relacionados, como por ejemplo la relación stock-recluta del tipo rampa, tipo Beverton y Holt o tipo Ricker, descartes según la

magnitud y año dependiendo de valores de uso de la materia prima, etc. Cada uno de estos aspectos fueron sometidos a discusión y definidos con el grupo núcleo de investigadores del presente proyecto, además de consultas con otros investigadores, como por ejemplo con el sectorialista de la SubPesca para la pesquería de camarón nailon.

3.12.3. Los Modelos de Estimación

3.5.5.1. Modelo de Producción

En su versión más simple un modelo de producción puede ser planteado de la siguiente manera:

$$B_t = gB_{t-1} - C_{t-1} + R_t \quad (1)$$

donde:

$$R_t = \frac{B_{t-1}}{\alpha + \beta B_{t-1}} \quad (2)$$

$$\alpha = \frac{B_0}{R_0} \left(1 - \frac{h-0,2}{0,8h} \right) \quad (3)$$

$$\beta = \frac{h-0,2}{0,8hR_0} \quad (4)$$

$$R_0 = B_0(1-g) \quad (5)$$

Parámetro	Definición
B_t	= biomasa explotable en el año t ;
g	= tasa conjunta de supervivencia por causas naturales y coeficiente de crecimiento en peso;
C_t	= captura (ton) en el año t ;
B_0	= biomasa explotable (no explotada) antes del inicio de la explotación;
R_0	= reclutamiento en peso como parte de la biomasa no explotada;
h	= “steepness” (escarpamiento) de la relación stock-recluta, que mide la

- fracción de R_0 cuando la biomasa desovante es 20% de B_0 ;
- α = parámetro de la relación stock-recluta de Beverton y Holt;
- β = parámetro de la relación stock-recluta de Beverton y Holt;

Al asumir que las capturas anuales en peso son conocidas (tal vez modificadas solo por escenarios de descartes y subreportes que pueden ser estimados con el desarrollo del presente proyecto a través de entrevistas a personajes clave de la pesquería de camarón nailon), los datos que permitieron estimar los parámetros de este modelo (g y h) son de dos tipos, a saber:

- i) captura por unidad de esfuerzo estandarizada (CPUE); y,
- ii) biomasa vulnerable evaluada por cruceros de área barrida.

Para cualquiera de los dos índices de abundancia previos se utilizó la siguiente ecuación de error de observación:

$$I_t = q\bar{B}_t \exp(\varepsilon_t) \quad (6)$$

donde:

$$\bar{B}_t = \left(\frac{B_{t+1} + B_t}{2} \right)$$

I_t representa ya sea la captura por unidad de esfuerzo o la biomasa vulnerable; q es el coeficiente de capturabilidad que puede ser estimado analíticamente según:

$$\hat{q} = \exp \left((1/n) \sum_{t=j}^n \ln(I_t / \bar{B}_t) \right) \quad (7)$$

La función de de log-verosimilitud negativa general es:

$$\ell = \sum_{t=1}^n (\varepsilon_t)^2 / 2\sigma^2 + n \ln(\sigma) \quad (8)$$

3.5.5.2. Modelo Estructurado por tallas.

Corresponde a un modelo utilizado por Hobday y Punt (2001) y Punt (2003). La ecuación que especifica el número de animales del sexo s en la clase de longitud l al comienzo del año t toma en cuenta la mortalidad natural, crecimiento y reclutamiento mediante la siguiente expresión:

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

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

Se evaluó un modelo básico en que la proporción sexual del reclutamiento anual se asumió como 1:1, y que el reclutamiento ocurre solamente en la primera clase de tamaño. Para una parametrización simple, y dada la corta serie de tiempo de datos disponibles del recurso camarón nailon, independientemente, el reclutamiento anual se estimó como sigue:

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

donde \bar{R} es el reclutamiento promedio y ε_t representa los residuos del reclutamiento en la escala logarítmica, siendo una variable que se asume con distribución normal con media cero y varianza constante (σ_r^2). El modelo no asume explícitamente una relación entre el reclutamiento y la producción potencial de huevos.

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

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

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

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

donde a^s y b^s representan los parámetros de la relación longitud-peso para los animales de sexo s y longitud L_l , que representa la longitud promedio entre los límites inferior y superior de la clase de tamaños l . La selectividad del arte se asumió que tiene forma logística. El modelo básico consideró selectividad constante y está dada por la siguiente expresión:

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

donde $L_{50,t}^s$ es la longitud al nivel de 50% de selección para los animales de sexo s y D^s es el ancho lineal del patrón de selectividad que representa la diferencia entre el tamaño al nivel de 50% y 95% de selectividad. Se cuenta con información de composición por tamaños en los cruceros de evaluación anuales de camarón nailon, de tal manera que la evaluación considera un modelo logístico similar para los cruceros.

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

$$X_{l,l'}^s = \int_{L_l - \Delta l / 2}^{L_l + \Delta l / 2} f(L_l) dL$$

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

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

y

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

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

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

La probabilidad alrededor del incremento promedio se incorpora para un animal de longitud L_l^s , asumiendo que su longitud, x , en una unidad de tiempo más tarde, puede ser modelada por alguna función de densidad de probabilidad. En estudios previos se ha utilizado la distribución normal para construir la matriz de transición de crecimiento según la siguiente expresión:

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

En este modelo σ es la desviación estándar de la longitud esperada, común para todas las clases de talla. Las condiciones iniciales corresponden a la estructura de tallas de la población en equilibrio con respecto a una tasa de explotación (F_1) inicial a comienzos del primer año de evaluación. En este contexto el estado inicial es la solución de la siguiente ecuación:

$$\tilde{N}_l^s = \sum_{l'} X_{l',l}^s N_{l'}^s \exp(-M)(1 - S_{l'}^s u_1) + 0,5\bar{R}$$

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

$$\tilde{N}_l^s = \begin{cases} 0,5\bar{R} / \{1 - X_{1,1}^s \exp(-M)(1 - S_1^s u_1)\} & \text{si } l = 1 \\ \frac{\sum_{l'=1}^{l-1} \tilde{N}_{l'}^s X_{l',l}^s \exp(-M)(1 - S_{l'}^s u_1)}{1 - X_{l,l}^s \exp(-M)(1 - S_l^s u_1)} & \text{si } l > 1 \end{cases}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$CPUE_t = qB_t^e$$

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

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

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

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

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

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

En el caso de los cruceros de evaluación se considera que:

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

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

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

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

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

donde \tilde{n}_t^s es el número de animales de sexo s que fueron medidos en el año t , y ω es un factor que pondera los datos de frecuencia de longitud respecto de otros datos. Este parámetro es necesario porque la función de verosimilitud está basada en el supuesto que los datos de frecuencia de tallas se obtienen a partir de una sola muestra aleatoria simple de la captura. Sin embargo, existe variación adicional, por lo que al utilizar $\omega = 1$ se otorga demasiado énfasis a los datos de frecuencia de tallas.

La penalización para los residuales del reclutamiento queda definida por la siguiente expresión:

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

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

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

donde las variables han sido definidas previamente.

3.5.5.3. Modelo edad-estructurado con capturas conocidas

La dinámica de la abundancia se evaluó por sexo, aunque las ecuaciones se presentan omitiendo el subíndice que indica este atributo (sexo). La abundancia en el año t y edad a está dada por las siguientes expresiones:

$$N_{a,t} = \begin{cases} R_{a,t} & a=1 \\ N_{a-1,t-1} \exp(-M)(1-u_{a-1,t-1}) & a=2,\dots,A-1 \\ N_{a-1,t-1} \exp(-M)(1-u_{a-1,t-1}) + N_{a,t-1} \exp(-M) & a=A \end{cases}$$

donde $N_{a,t}$ es la abundancia a la edad a en el año t , $R_{a,t}$ es el reclutamiento, M es la tasa instantánea de mortalidad natural, A es el grupo “plus” (la abundancia que sobrevive a la edad $A-1$ se acumula en la edad A), mientras que $u_{a,t}$ representa la tasa de explotación total, que corresponde al producto entre la selectividad edad específica, s_a , y la tasa de explotación de los ejemplares completamente vulnerados en un año dado, i.e.,

$$u_{a,t} = s_a u_t$$

Bajo el supuesto que la captura en peso anual, Y_t , es conocida sin error y que la pesca ocurre instantáneamente a mitad de año, entonces la tasa anual de explotación para las clases de edad completamente vulnerada está dada por:

$$u_t = \frac{Y_t}{\exp(-0,5M) \sum_a s_a N_{a,t} w_a}$$

donde w_a es el peso promedio a la edad a . La expresión es equivalente a la razón de captura total a la biomasa explotable a mediados de año.

Es factible que los datos disponibles no contengan la información suficiente para estimar exactamente una relación stock-recluta (Hilborn and Liermann 1998). Por esta razón el reclutamiento anual se estima mediante la siguiente expresión:

$$R_t = 0,5\bar{R} \times \exp(\varepsilon_t)$$

donde R representa el reclutamiento en número, \bar{R} es el reclutamiento promedio y ε_t representa desviaciones anuales del reclutamiento, las cuales se asumen siguen una distribución normal con media cero y varianza constante (σ_R^2). Se asume que la razón de sexos es 1:1 a la edad de reclutamiento.

Las condiciones iniciales se deben establecer para algún año anterior al desarrollo de la pesquería con el objeto de representar condiciones de equilibrio sin explotación pesquera. Así, la abundancia a la edad en el primer año se asume podría representar condiciones de equilibrio, por lo tanto:

$$N_{a,1} = \begin{cases} \bar{R} & a=1 \\ N_{a-1,1} \exp(-M) & a=2, \dots, A-1 \\ N_{a-1,1} \exp(-M) / (1 - \exp(-M)) & a=A \end{cases}$$

Para ser más flexibles, esta ecuación se modifica al usar variabilidad en el reclutamiento de las clases anuales que llegan a sobrevivir al primer año de la evaluación. Entonces se asume una función de selectividad logística para el crucero, la que está dada por:

$$s_a = 1 / \left[1 + \exp \left\{ -\ln(19) \left\{ (l_a - l_{50}) / (l_{95} - l_{50}) \right\} \right\} \right]$$

donde l_{50} y l_{95} representan la longitud al nivel de 50 y 95% de probabilidad de ser vulnerados, respectivamente. Estos parámetros se estimaron para dar cuenta de los cambios en la estructura de tamaños o bien se asumen conocidos para el caso de los recursos pesqueros en veda donde las remociones por pesca no han sido significativas. En otras palabras, se estimaron los parámetros para el crucero y se asumió la misma curva de selectividad para la pesquería.

Se asume que el crecimiento puede ser descrito a través del modelo de von Bertalanffy, que predice la longitud media a la edad para cada sexo, 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 la edad l_{a+1} a la edad $a+1$ como función del tamaño a la edad previa, l_a , con la inclusión de un término estocástico (Cohen y Fishman, 1980; Deriso y Parma, 1988) es:

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

donde ρ es el coeficiente de Brody ($= \exp(-k)$) y ε_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 y varianza a la edad $a+1$ para un individuo de longitud x a la edad a , considerando que fue reclutado a la edad r , son

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

y

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

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 edad a de pertenecer al intervalo de longitud l ($p_{a,l}$) 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.,

$$p_{a,l}(l_a, \sigma_a) = \frac{\delta}{\sqrt{2\pi}\sigma_a} \exp\left(\frac{-(x_l - l_a)^2}{2\sigma_a^2}\right)$$

donde δ es el tamaño del intervalo de longitud y x_l representa la marca de clase. La matriz generada a través de la modelo anterior puede ser multiplicada por la abundancia por edad, o captura por edad, para obtener la abundancia por talla o captura por talla. Para los efectos de esta presentación del modelo, las proporciones de la longitud a la edad se denotan por $f_{l|a}$.

La biomasa evaluada por área barrida (I_t) se asume proporcional a la biomasa vulnerable en la mitad del año, i.e.,

$$I_t = q \exp(-0,5M) \sum_a v_a N_{a,t} w_a$$

donde q es el coeficiente de capturabilidad, que se asume constante, M es la tasa de mortalidad natural, v_a es la vulnerabilidad por edad de la fracción retenida en la red durante los cruceros de evaluación por área barrida, $N_{a,t}$ es la abundancia, w_a es el peso promedio a la edad.

Los datos de composición por tallas o distribuciones de frecuencia de tallas (proporciones) en los cruceros de evaluación por área barrida son función de la composición por edad de la población, la ojiva de vulnerabilidad edad-específica y las proporciones de longitud a la edad. Los datos observados de composición por talla en los cruceros ($P_{l,t}$) pueden ser predichas desde el modelo por:

$$P_{l,t} = \frac{\sum_a f_{l|a} v_a N_{a,t}}{\sum_a \sum_l f_{l|a} v_a N_{a,t}}$$

donde $f_{l|a}$ viene dado por $p_{a,l}$, que ha sido expresado previamente.

Cuando se considera funciones de verosimilitud para modelar la estructura de error o variabilidad observada en los diferentes tipos de datos, la estimación por máxima verosimilitud es equivalente cuando se minimiza la log-verosimilitud negativa. Para los datos de biomasa por área barrida se considera la función de log-verosimilitud log-normal, i.e.,

$$L_t = -\sum_l \log(\sigma) - \log(\tilde{I}_t / I_t) / 2\sigma^2$$

donde I representa la biomasa vulnerable evaluada por área barrida.

En el caso de los datos de composición por tallas Fournier *et al.* (1990) presentó una distribución normal robusta para datos de proporción por talla. La función de log-verosimilitud negativa viene dada por:

$$L_{TALLA} = -0,5 \sum_{t=1}^{nobs} \sum_{l=1}^{A_l} \log(2\pi(\xi_{l,t} + 0,1 / A_l)) - \sum_{t=1}^{nobs} A_l \log(\tau) + \sum_{t=1}^{nobs} \sum_{l=1}^{A_l} \log \left[\exp \left\{ -\frac{(\tilde{P}_{l,t} - P_{l,t})^2}{2(\xi_{l,t} + 0,1 / A_l)\tau} \right\} + 0,01 \right]$$

donde A_l es el número de clases de talla, $\tilde{P}_{l,t}$ es la proporción observada de peces en la muestra de longitud l , y τ es el inverso del número de peces en la muestra. Fournier *et al.* (1990) basaron la varianza $\xi_{l,t}$ en las proporciones observadas, i.e.,

$$\xi_{l,t} = P_{l,t}(1 - P_{l,t})$$

La función de log-verosimilitud total es la suma de las funciones particulares a las cuales se debe agregar las penalizaciones que permiten incluir la estocasticidad en el reclutamiento y en otros

parámetros de interés. 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

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

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

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

3.12.4. Implementación y proceso de estimación

Todos los modelos de evaluación aquí descritos y sus variantes fueron codificados en AD Model Builder, cuyas ventajas son la 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 gran cantidad de parámetros, provee estimaciones rápidas y precisas de la matriz Hessiana en el máximo (o mínimo), lo que permite contar con las matrices de covarianza y de 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).

4. RESULTADOS

4.1. Aspectos operacionales de los cruceros

Los cruceros de evaluación se realizaron entre el 3 de octubre y el 28 de diciembre de 2011. En la Tabla 6 se resume las actividades de muestreo ejecutadas mediante la programación de las embarcaciones arrastreras participantes en el estudio.

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

VARIABLE OPERATIVA	VALOR	(%)	TOTAL
Período	03/10/2011 - 28/12/2011		
Rango de Latitud	25° 9,54' S - 36° 41,77' S		
Rango de Profundidad (m)	130 – 652		
Lances propuestos OTE	438		
Lances investigación ejecutados	439		500
Lances alternativos	6		
Lances comerciales	55		
Total lances ejecutados	500	100	
Lances con pesca	378	76%	100%
Lances sin pesca	122	24%	
Lances con captura de camarón	311	62%	100%
Lances sin captura de camarón	189	38%	
Lances con medición de APA	197	39,4%	100%
Lances sin medición de APA	303	60,6%	
Tiempo total de arrastre	185,4	100	
Tiempo de arrastre con pesca	159,2	85,9%	
Tiempo de arrastre con captura de camarón	118,5	63,9%	
Tiempo de arrastre sin captura	26,3	14,2%	

En la Tabla 7 se entrega detalles de los lances propuestos entre la II y VIII Regiones (n= 438) y efectivamente efectuados (n= 500) 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	25	0
3	78	84	6
4	120	137	17
5	73	95	22
6	42	46	4
7	57	70	13
8	43	43	0
TOTAL	438	500	62

En la Tabla 8 se detalla los lances donde se capturó efectivamente la especie objetivo, observándose que la mayor fracción de lances positivos para camarón nailon correspondió a la zona de la V a la VII Región, con un máximo de 88,57% en la última, bajando drásticamente en la VIII Región a un 44,19%.

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	25	0	0,00%
3	84	38	45,24%
4	137	80	58,39%
5	95	75	78,95%
6	46	37	80,43%
7	70	62	88,57%
8	43	19	44,19%
TOTAL	500	311	62,20%

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 5). 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, generalized linear model) utilizando el paquete “stats” implementado en el ambiente y lenguaje computacional R (www.R-project.org). Las variables incorporadas en el análisis fueron la APA (m) como variable respuesta, la velocidad de arrastre (*Vel.*, nudos), la longitud del cable de cala (*LCC*, m) y la profundidad de calado (*Prof*, m). El modelo funcional de la APA quedó representado por la expresión (según el lenguaje R):

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

La medida de bondad de ajuste está dada por el parámetro de dispersión de la familia gaussiana (*pdg*) y es equivalente al valor de r^2 utilizado como medida de bondad de ajuste en el caso de la regresión simple o múltiple. Luego, conocidos los ponderadores del modelo funcional (Tabla 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 la L/M Isla Orca y L/M “Don José Miguel”. *pdg* = parámetro de dispersión de la familia gaussiana.

Variable	L/M Isla Orca	L/M Don José Miguel
<i>LCC</i>	0,0102	0,0071
<i>Prof</i>	-0,0254	-0,0017
<i>Vel</i>	-1,4503	-2,1403
Constante	14,9531	12,4377
<i>pdg</i>	0,8699	0,6876

4.2.2. 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 6.912 Kg. La densidad local (por lance de pesca) fluctuó entre cero (cuando no hubo captura) y 86,7 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 6.

4.3. Aspectos biológicos.

4.3.1. Capturas y muestreo biológico.

Durante el período y zona de estudio (II a VIII Regiones) se midió 39.662 ejemplares de camarón nailon en su longitud cefalotorácica (LC, mm) para construir las distribuciones de frecuencia de tallas; además, se pesó 14.325, para estimar la relación longitud-peso. En la Tabla 10 se entrega la información del esfuerzo total de muestreo de frecuencia (ejemplares medidos) y biológico-específicos (ejemplares pesados).

Tabla 10. Esfuerzo total de muestreo de frecuencia (medidos) y biológico específicos (pesados) de la captura de camarón nailon entre la V y VIII Regiones.

SEXO	III	IV	V	VI	VII	VIII	TOTAL
Machos							
Medidos	1.396	5.050	4.340	2.225	3.464	909	17.384
Pesados	560	1.637	1.493	944	1.205	322	6.161
Hembras s/huevos							
Medidos	1.641	5.740	3.061	1.177	2.831	835	15.285
Pesados	686	2.077	1.096	504	999	304	5.666
Hembras c/huevos							
Medidos	183	488	3.141	739	1.851	591	6.993
Pesados	104	175	1.081	285	643	210	2.498
Total Medidos	3.220	11.278	10.542	4.141	8.146	2.335	39.662
Total Pesados	1.350	3.889	3.670	1.733	2.847	836	14.325

4.3.2. Composición de tamaños.

4.3.2.1. 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 2011 entre la II y VIII Regiones (Fig. 10 - 12). Considerando el área de estudio sur (V-VIII Regiones), en los 16 focos detectados el rango de tamaño observado para los machos se extendió entre 9,0 y 39,7 mm LC, encontrándose el macho de menor talla en el foco 21 (VII Región) y el de talla mayor en el foco 24 (VII Región). El rango más amplio de tallas se encontró en el foco 24 y el más estrecho en el foco 9.

4.3.2.2. 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 este año 2011, entre la II a VIII Regiones, mostró distribuciones de frecuencias bimodales en la mayoría de los focos (Fig. 13 - 15). Sin embargo, para algunos focos (5 al 10) las hembras presentaron distribuciones de tipo unimodal, con una clase entre los 28 y 30 mm de LC. Considerando toda el área de estudio, el rango de tamaño observado de hembras se extendió entre 10,0 y 36,5 mm LC, encontrándose la hembra de mayor talla en el foco 15 (V Región) y la de menor talla en el foco 24 (VII Región). El rango más amplio de tallas se encontró en el foco 24 y el más estrecho en el foco 5.

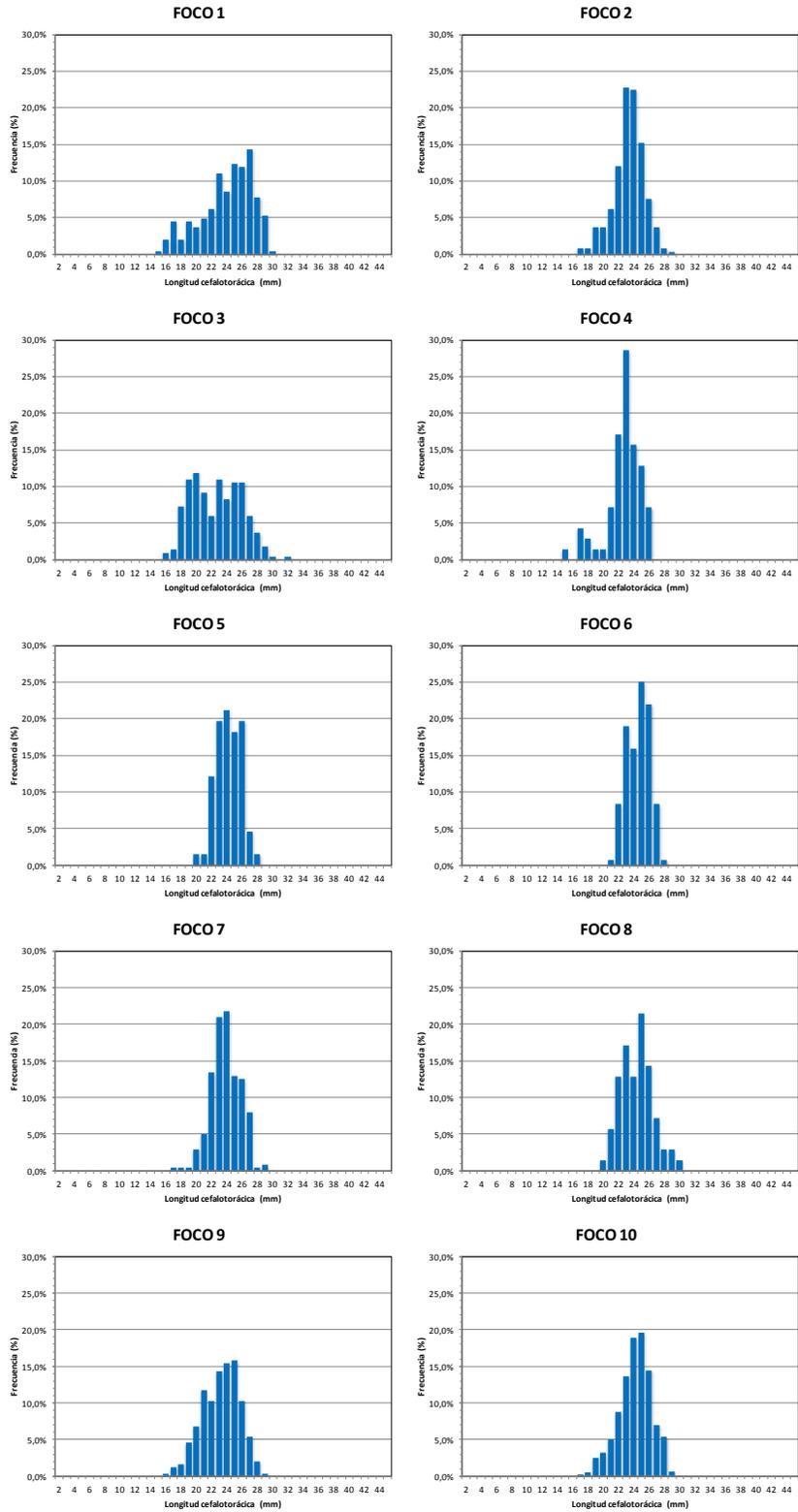


Fig. 10. Distribución de frecuencias de tamaño de machos de camarón nailon (*H. reedi*). Focos 1 a 10.

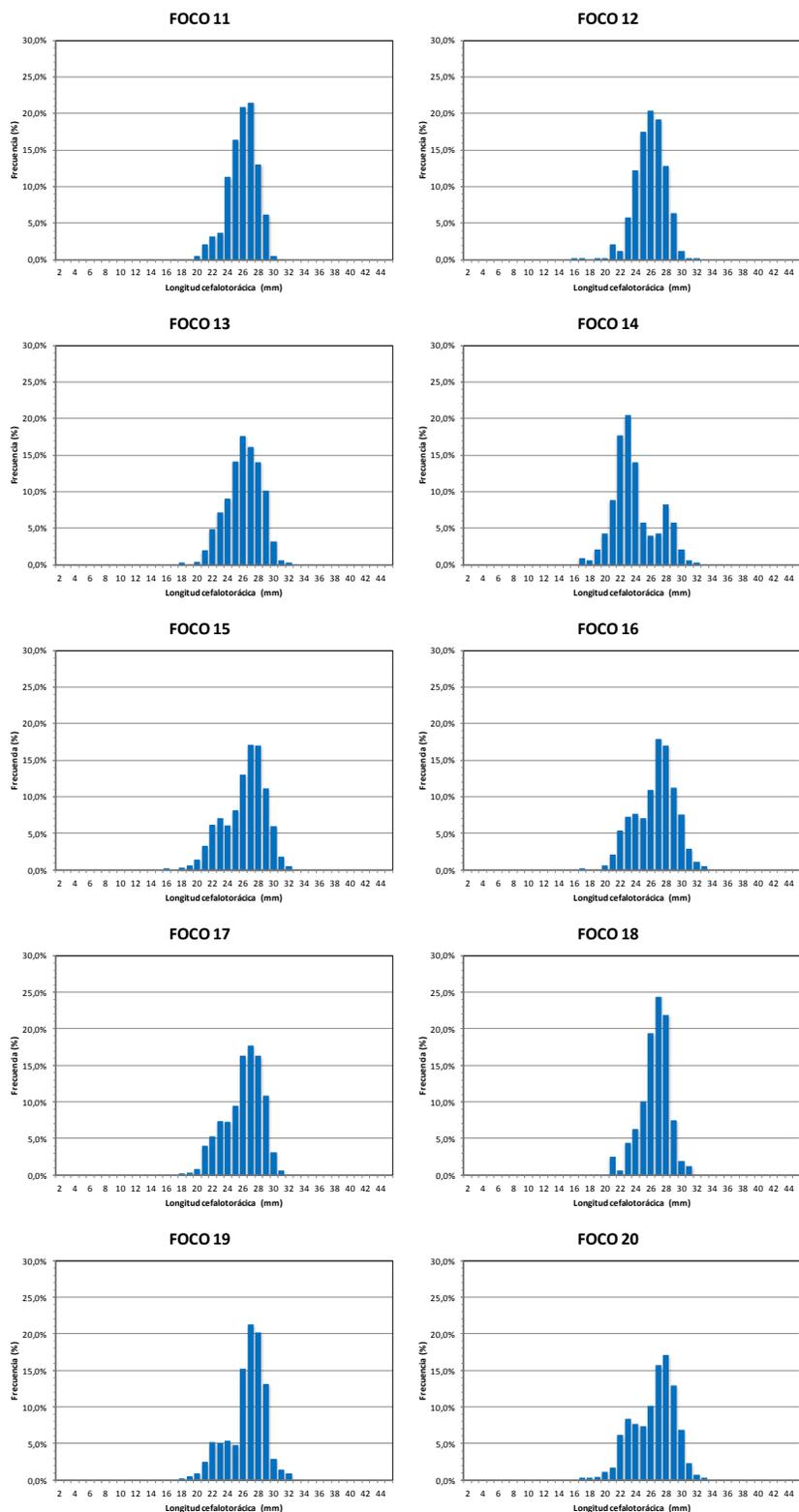


Fig. 11. Distribución de frecuencias de tamaño de machos de camarón nailon (*H. reedi*). Focos 11 a 20.

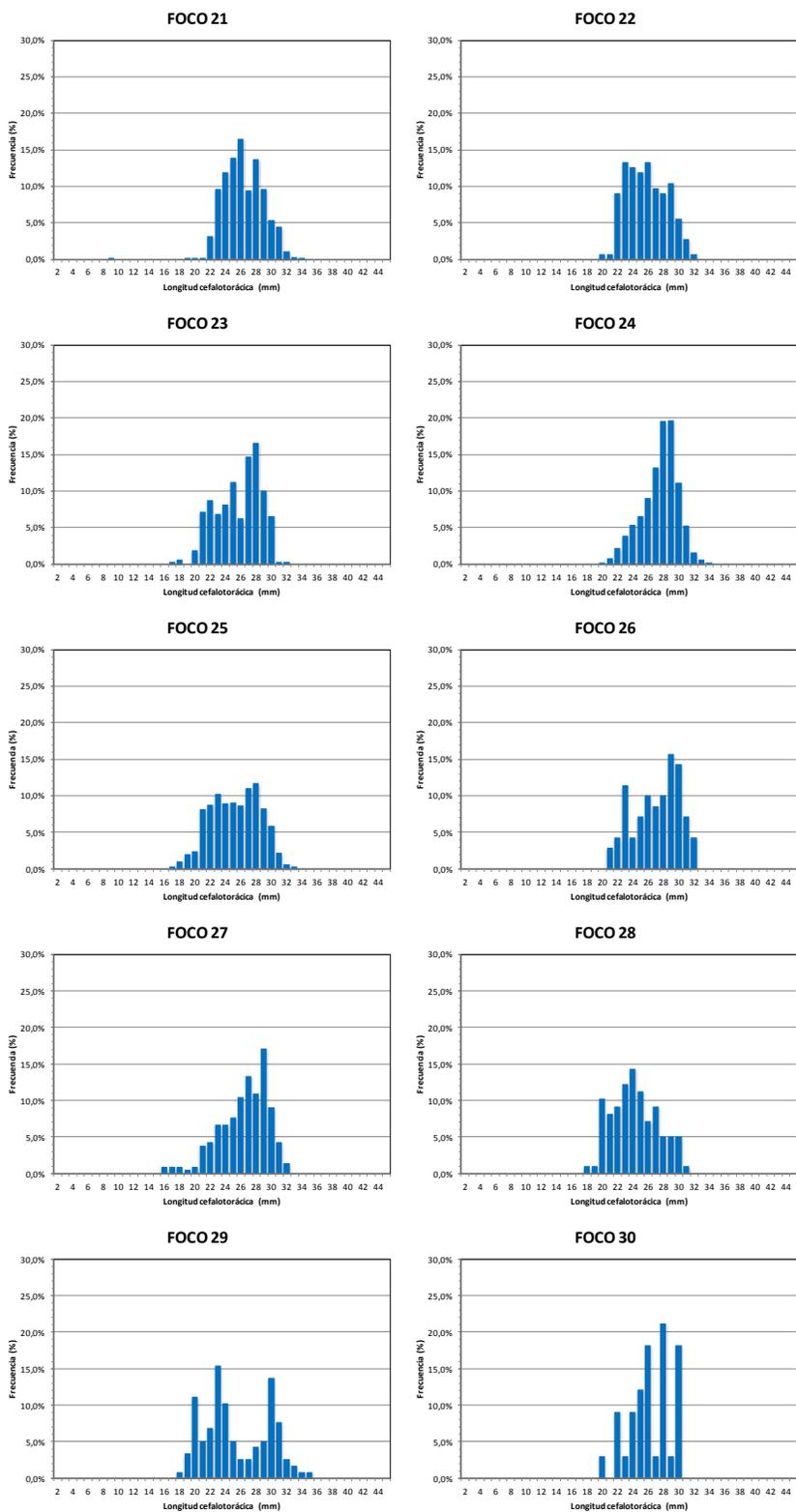


Fig. 12. Distribución de frecuencias de tamaño de machos de camarón nailon (*H. reedi*). Focos 21 a 30.

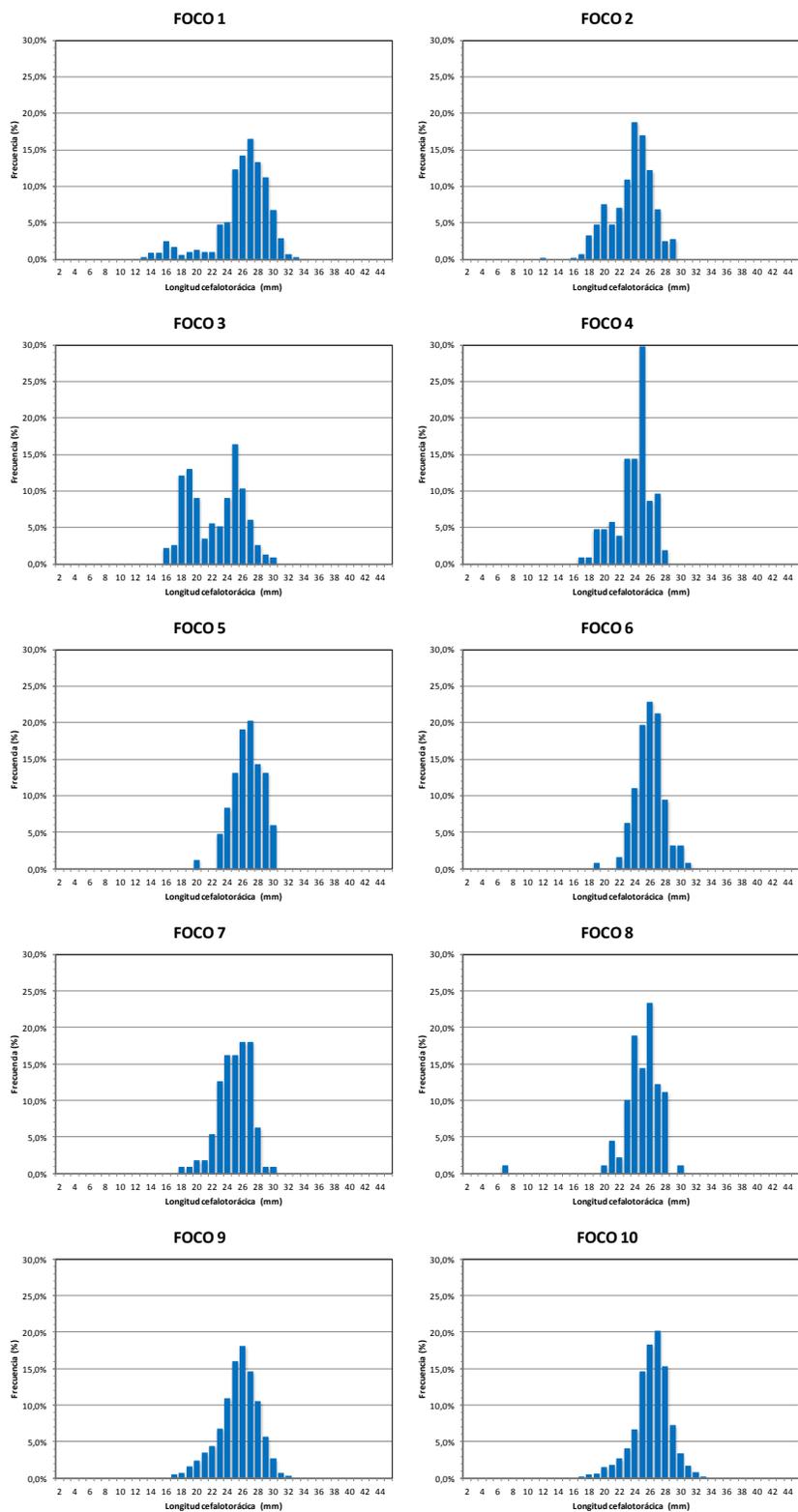


Fig. 13. Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de camarón nailon (*H. reedi*). Focos 1 a 10.

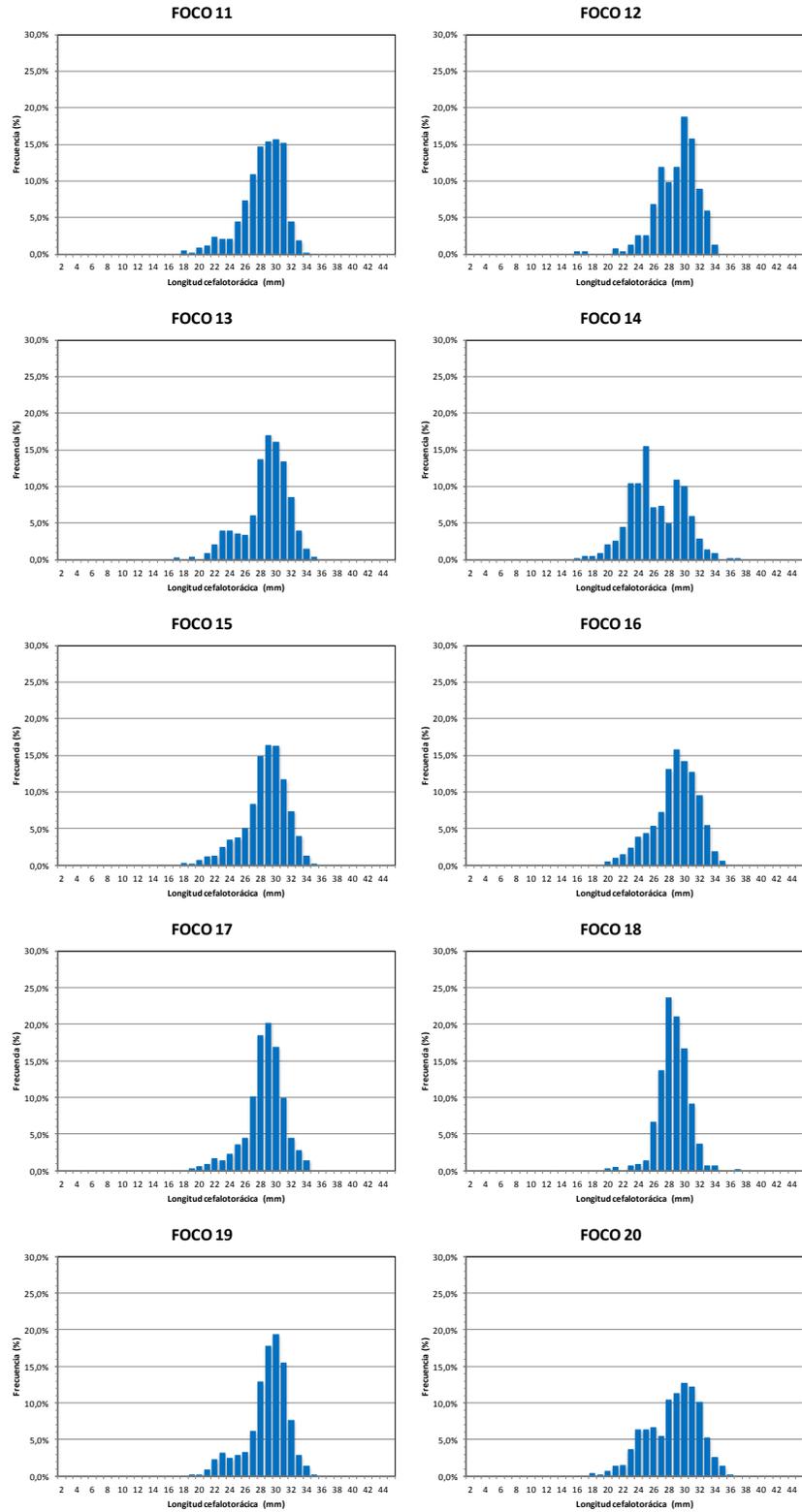


Fig. 14. Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de camarón nailon (*H. reedi*). Focos 11 a 20.

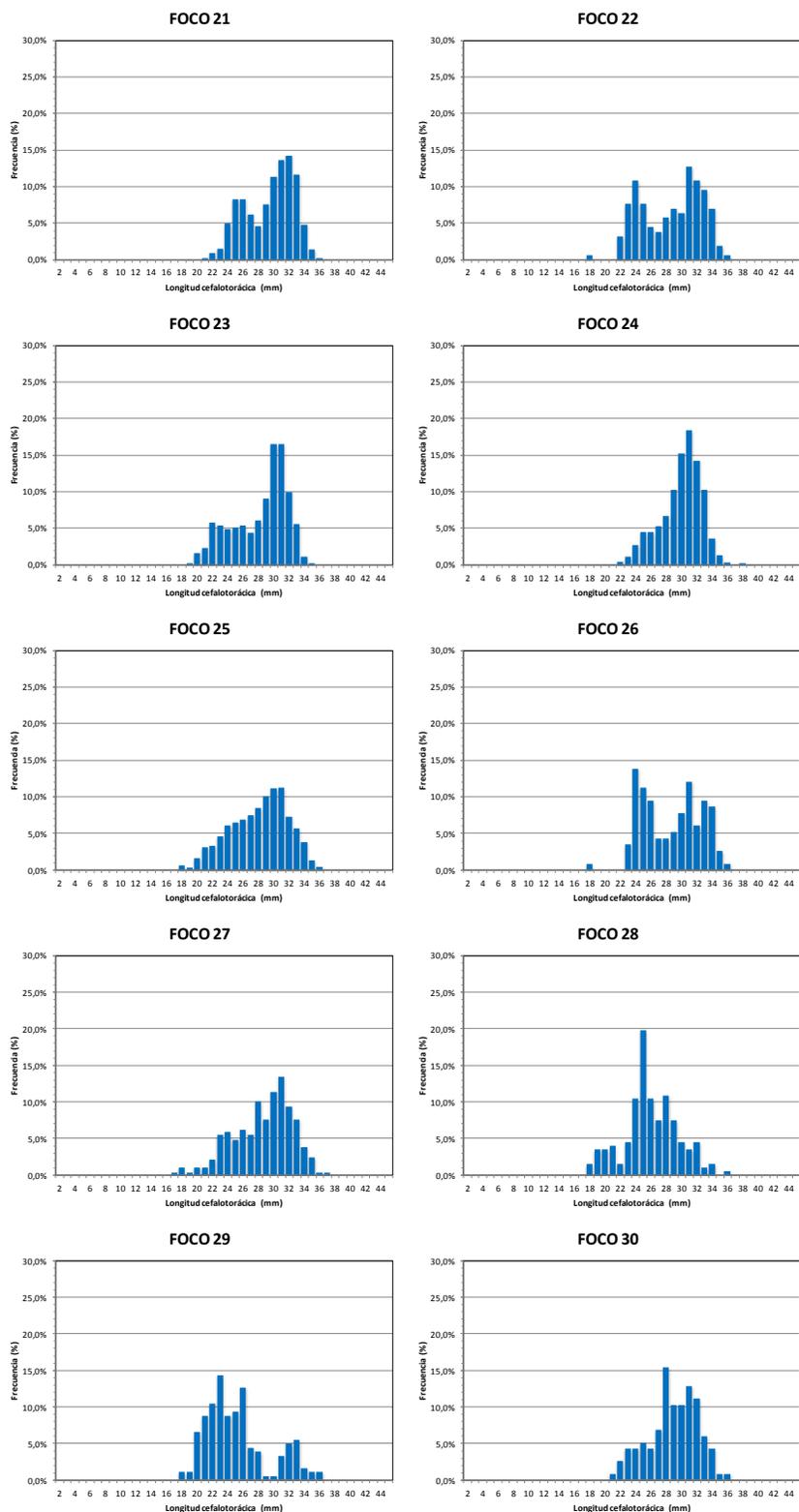


Fig. 15. Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de camarón nailon (*H. reedi*). Focos 21 a 30.

4.3.2.3. Sexos combinados por Región.

El rango de tallas global de camarón nailon (sexos combinados) en toda el área de estudio correspondió a 3,4 - 40,1 mm LC, mientras los rangos observados en las distintas regiones corresponden a 7,4 – 38,1 mm LC en la III Región; 11,8 – 38,3 mm LC en la IV Región; 12,3 – 40,1 mm LC en la V Región; 5,3 – 39,8 mm LC en la VI Región; 3,4 – 39,9 en la VII Región; y 16,3 – 39,9 mm LC en la VIII Región (Fig. 16). En términos globales, se observa una tendencia a encontrar una proporción mayor de tallas mayores de norte a sur.

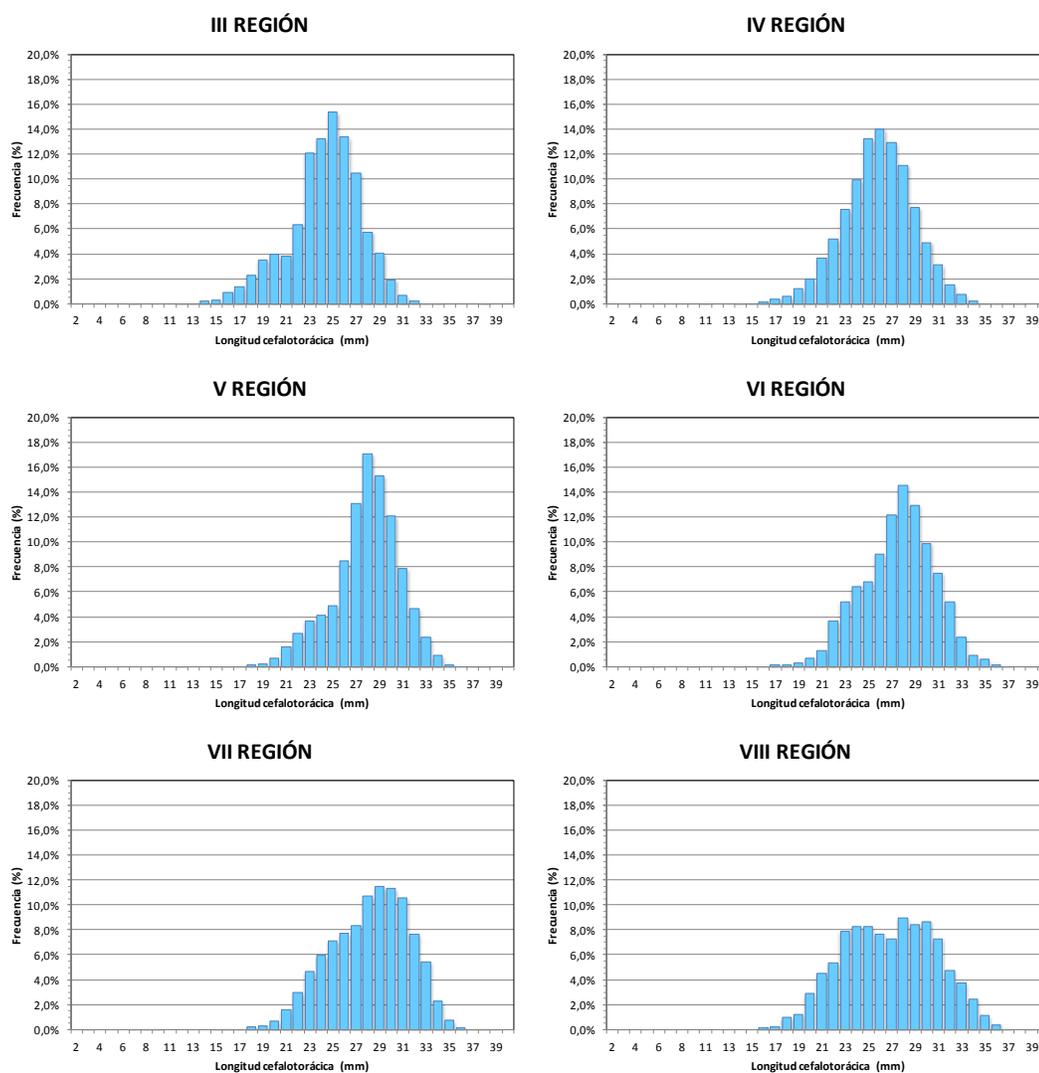


Fig. 16. Distribución de frecuencias de tamaño de camarón nailon (*H. reedi*), sexos combinados por región.

4.3.2.4. Machos por Región

El rango de tallas global de machos de camarón nailon (II-VIII Regiones) correspondió a 7,5 - 39,7 mm LC, mientras los rangos observados en las distintas regiones muestreadas corresponden a 15,7 – 32,8 mm LC en la III Región; 14,4 – 33,0 mm LC en la IV Región; 12,3 – 35,2 mm LC en la V Región; 16,6 – 36,5 mm LC en la VI Región; 7,5 – 39,7 mm en la VII Región; y 16,3 – 35,1 mm LC en la VIII Región. En la zona norte (III-IV Regiones) se observó una distribución de frecuencia bimodal con modas en los 23 y 25-26 mm LC, respectivamente (Fig. 17) y en la zona sur se observan tendencias de distribución bimodal con una moda principal en los 27-28 mm LC y una secundaria ubicada en los 23 mm LC. 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.

4.3.2.5. Hembras por Región.

El rango de tallas global de hembras de camarón nailon (toda el área de estudio) correspondió a 3,4 – 40,1 mm LC, mientras los rangos observados en las distintas regiones muestreadas corresponden a 7,4 – 38,1 mm LC en la III Región; 11,8 – 38,3 mm LC en la IV Región; 15,0 – 40,1 mm LC en la V Región; 5,3 – 39,8 mm LC en la VI Región; 3,4 – 39,9 mm LC en la VII Región; y 16,4 – 39,9 mm LC en la VIII Región. La distribución de frecuencias de la III Región presentó una distribución bimodal con una moda principal en los 25 mm LC y una secundaria en los 20 mm LC; las distribuciones de la IV y V Regiones fueron también bimodales con moda en los 26-27 mm LC y 29 mm LC, respectivamente, en tanto las de la VII y VIII Regiones presentan una tendencia a la bimodalidad con una moda principal en los 31 mm LC y una secundaria en los 25 mm LC (Fig. 17). En términos globales, al igual que los machos, se observa una tendencia a encontrar una alta fracción de tallas mayores de norte a sur.

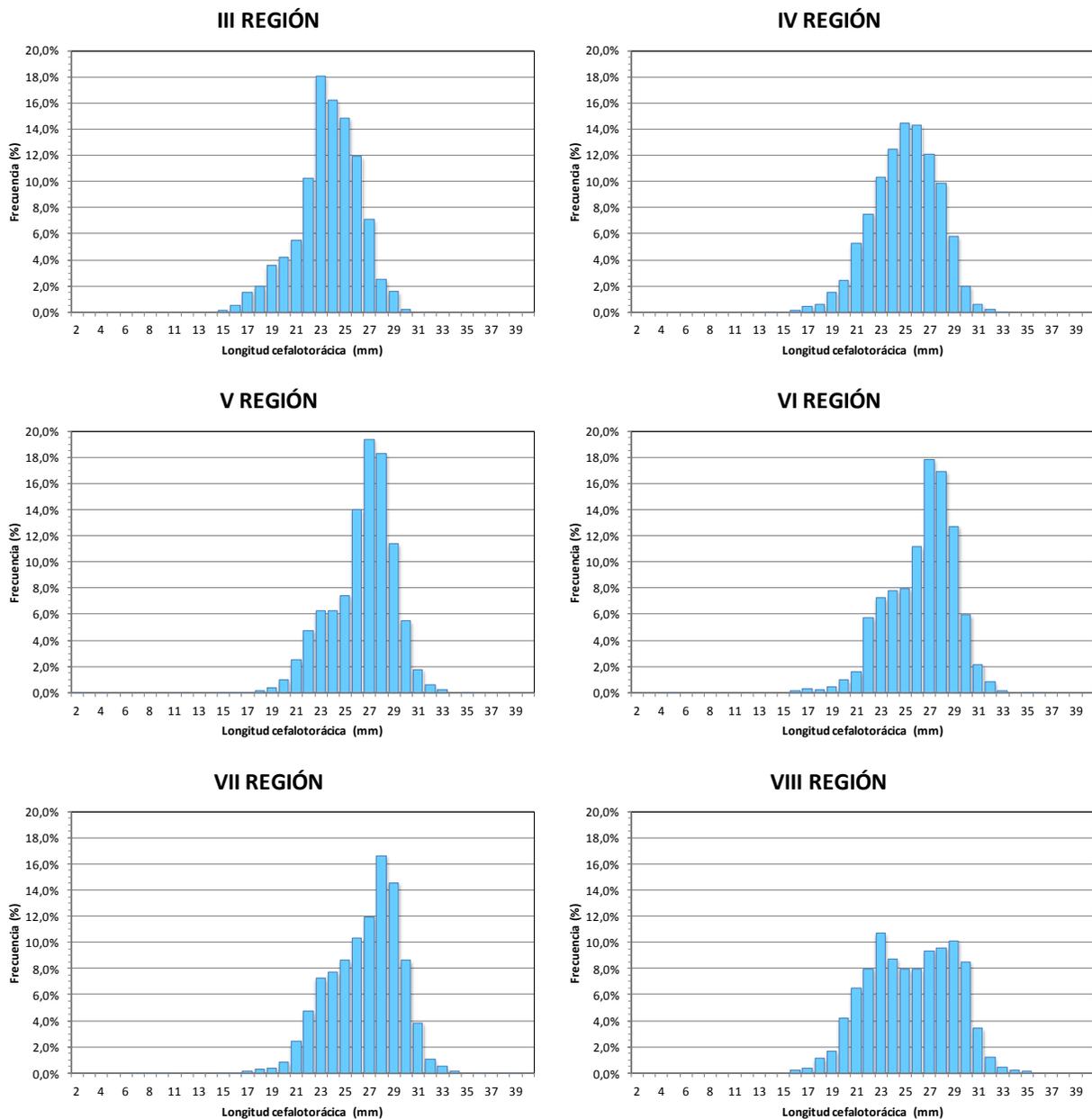


Fig. 17. Distribución de frecuencias de tamaño de machos de camarón nailon (*H. reedi*), por región.

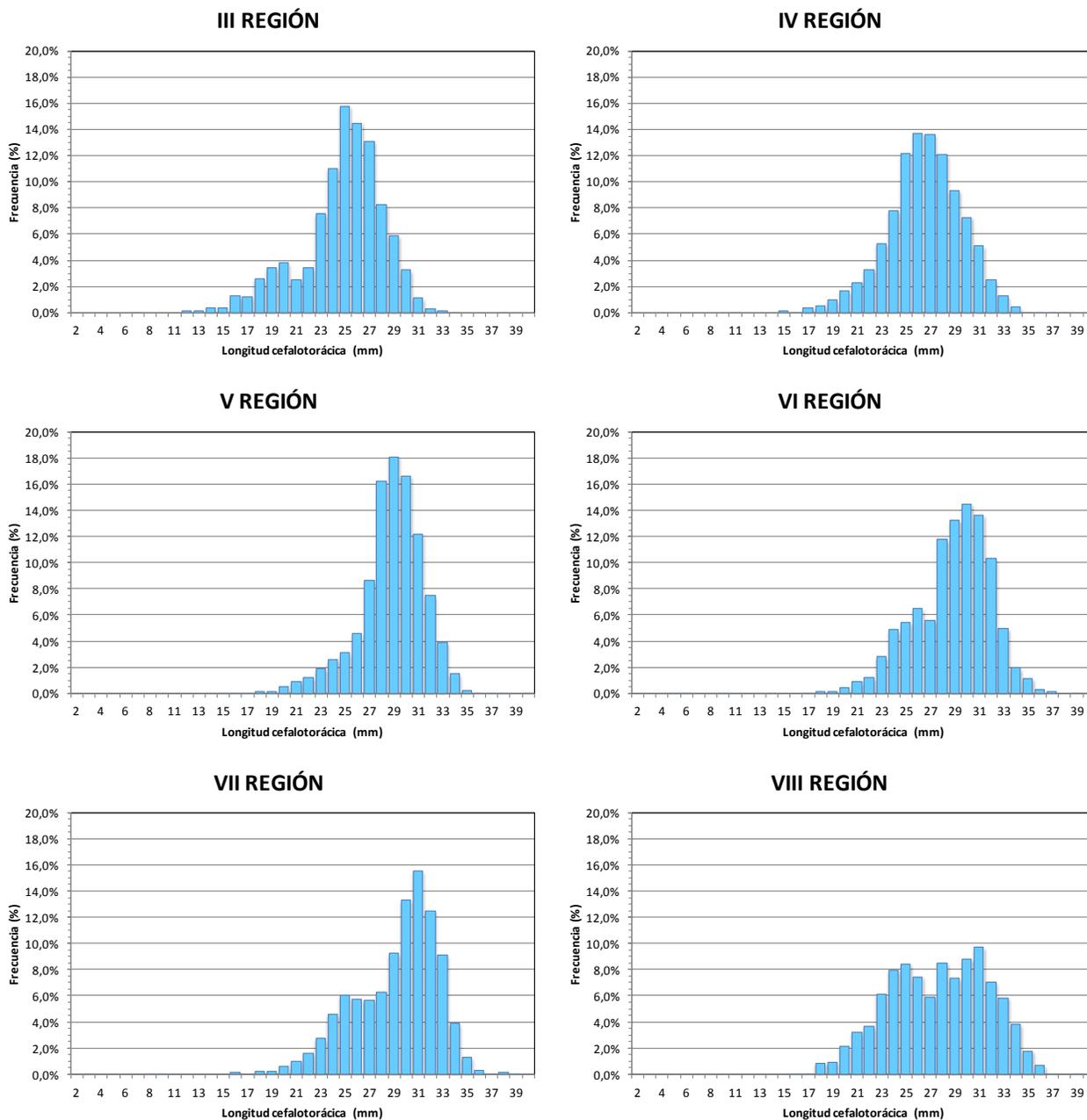


Fig. 18. Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de camarón nailon (*H. reedi*), por región.

4.3.3. 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 11.

Tabla 11. 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	1,419 x 10 ⁻⁴	3,314	175,7	350
2	4,909 x 10 ⁻⁴	2,923	51,7	259
3	1,073 x 10 ⁻³	2,658	31,1	157
4	2,646 x 10 ⁻⁴	3,078	20,4	101
5	1,758 x 10 ⁻⁴	3,187	39,3	150
6	8,131 x 10 ⁻⁵	3,451	44,2	113
7	1,184 x 10 ⁻⁴	3,334	33,2	157
8	1,333 x 10 ⁻⁴	3,306	79,4	165
9	3,646 x 10 ⁻⁴	3,012	344,4	1.060
10	4,833 x 10 ⁻⁴	2,922	279,3	753
11	4,721 x 10 ⁻⁴	2,953	179,5	358
12	2,773 x 10 ⁻⁴	3,106	149,8	269
13	2,719 x 10 ⁻⁴	3,106	277,7	666
14	3,670 x 10 ⁻⁴	3,036	93,5	253
15	2,952 x 10 ⁻⁴	3,100	1760,1	1.647
16	5,333 x 10 ⁻⁴	2,932	1355,4	1.206
17	3,096 x 10 ⁻⁴	3,128	886,2	720
18	1,897 x 10 ⁻⁴	3,248	365,3	321
19	3,664 x 10 ⁻⁴	3,045	535,3	579
20	3,082 x 10 ⁻⁴	3,103	2094,1	1.936
21	2,162 x 10 ⁻⁴	3,197	499,7	450
22	2,076 x 10 ⁻⁴	3,220	82,1	106
23	1,271 x 10 ⁻⁴	3,386	262,5	250
24	2,388 x 10 ⁻⁴	3,182	1923,1	1.421
25	5,050 x 10 ⁻⁴	2,969	459,2	662
26	4,032 x 10 ⁻⁴	3,045	258,0	292
27				
28	3,588 x 10 ⁻⁴	3,073	165,1	250
29				
30				

4.4. Objetivo Específico 1

4.4.1. 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. 19 y 20). Los límites latitudinales de las ZAGs se entregan en la Tabla 12.

En el análisis geoestadístico aplicado para la definición de los focos de abundancia de camarón nailon, se incluyó el 96,5% de los lances de pesca efectivamente realizados entre la II y VIII Regiones (n = 460) (Fig. 19 y 20). 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 30 focos de abundancia o caladeros de camarón nailon entre la III y VIII Regiones (Tabla 13, Fig. 21 y 22). En la II Región, no se detectaron focos de abundancia para el recurso evaluado.

Tabla 12. 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° 06' 37"	30° 16' 18"	135
2	30° 16' 18"	33° 29' 11"	136
3	33° 29' 11"	36° 44' 41"	173
Total			444

Tabla 13. 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° 09' 05,5"	26° 26' 42,7"	74,873
2	26° 32' 28,1"	26° 45' 01,5"	46,871
3	26° 58' 40,9"	27° 09' 48,9"	54,145
4	27° 22' 04,3"	27° 37' 18,3"	32,520
5	27° 44' 40,1"	27° 50' 57,2"	27,505
6	28° 01' 24,7"	28° 16' 12,9"	77,972
7	28° 23' 51,3"	28° 39' 58,2"	54,879
8	28° 45' 18,2"	28° 58' 36,8"	43,805
9	29° 14' 33,8"	29° 50' 09,5"	245,119
10	29° 51' 50,7"	30° 14' 36,2"	199,391
11	30° 20' 32,2"	30° 39' 52,3"	65,674
12	30° 49' 32,6"	31° 01' 08,9"	33,996
13	31° 05' 28,9"	31° 32' 36,7"	118,384
14	31° 39' 06,6"	31° 48' 52,2"	48,583
15	31° 56' 55,2"	32° 39' 38,0"	323,415
16	32° 42' 30,9"	33° 02' 58,3"	160,008
17	33° 06' 55,0"	33° 28' 30,6"	133,633
18	33° 31' 35,3"	33° 38' 35,6"	50,802
19	33° 43' 49,3"	33° 57' 10,2"	81,757
20	34° 02' 28,5"	34° 48' 07,8"	330,381
21	34° 48' 54,4"	35° 05' 32,6"	161,528
22	35° 13' 51,8"	35° 16' 00,3"	13,333
23	35° 20' 57,2"	35° 26' 47,4"	42,141
24	35° 32' 43,4"	35° 51' 04,7"	214,061
25	35° 52' 16,8"	36° 04' 50,2"	129,211
26	36° 02' 46,0"	36° 04' 43,7"	13,415
27	36° 12' 41,0"	36° 24' 05,4"	57,358
28	36° 28' 13,0"	36° 28' 42,6"	1,258
29	36° 30' 13,1"	36° 33' 06,0"	10,881
30	36° 40' 21,3"	36° 43' 13,5"	14,421
Total			2861,318

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 14 se muestra el área de los focos de abundancia dentro y fuera de las 5 mn (ARPA).

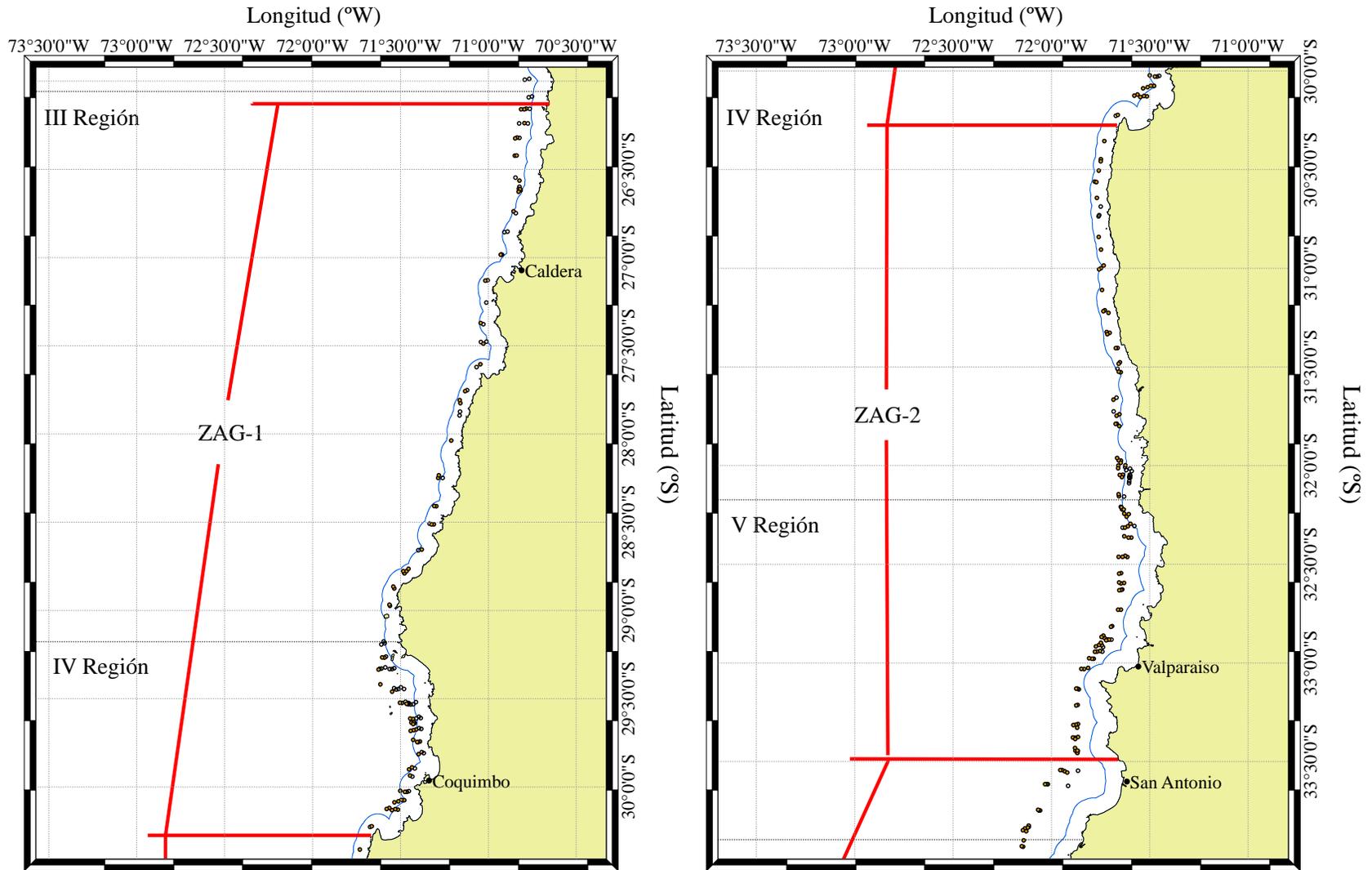


Fig. 19. Disposición espacial de los lances de pesca de camarón nailon entre la II y VIII regiones, año 2011 en las ZAGs 1 y 2. Puntos rojos = lances positivos para camarón; puntos grises = lances negativos.

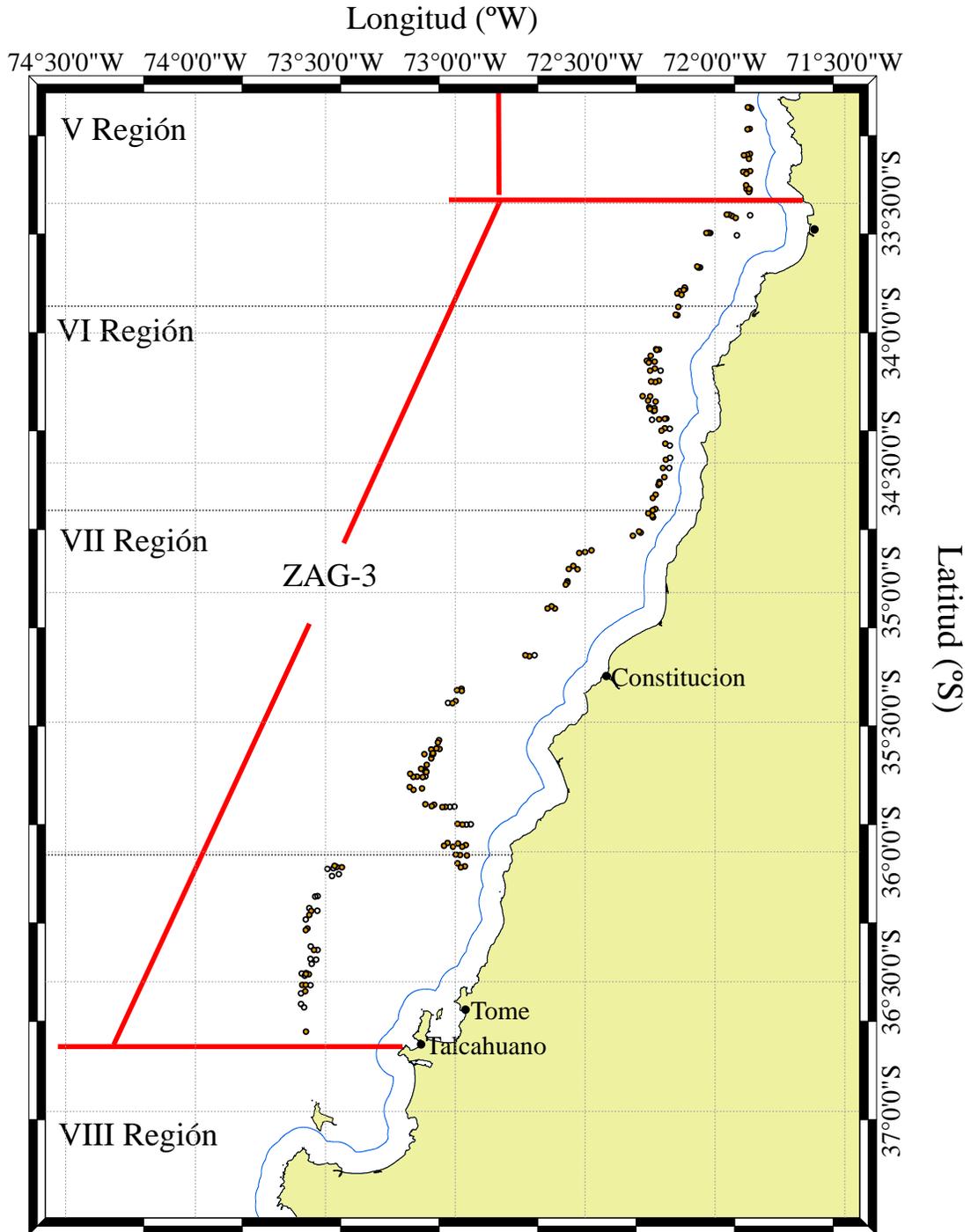


Fig. 20. Disposición espacial de los lances de pesca de camarón nailon entre la II y VIII regiones, año 2011 en la ZAG-3. Puntos rojos = lances positivos para camarón; puntos grises = lances negativos.

Al respecto, cabe hacer notar que entre la II y VIII Regiones, 76,4% 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 III y IV, 53,3% del área de distribución de camarón se encontró dentro del ARPA, mientras que en la macrozona sur, V a VIII Regiones, 98,4% del área de distribución de camarón nailon se encontró fuera del ARPA (Tabla 14).

Tabla 14. 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	74,873	100,0	74,873
2	13,637	29,1	33,234	70,9	46,871
3	48,859	90,2	5,285	9,8	54,145
4	14,170	43,6	18,350	56,4	32,521
5	27,505	100,0		0,0	27,505
6	41,815	53,6	36,157	46,4	77,972
7	54,879	100,0		0,0	54,879
8	43,805	100,0		0,0	43,805
9	51,641	21,1	193,479	78,9	245,119
10	121,172	60,8	78,219	39,2	199,391
11	65,674	100,0		0,0	65,674
12	31,465	92,6	2,531	7,4	33,996
13	117,023	98,8	1,362	1,2	118,385
14	3,268	6,7	45,315	93,3	48,582
15	39,023	12,1	284,392	87,9	323,415
16	1,507	0,9	158,501	99,1	160,008
17		0,0	133,633	100,0	133,633
18		0,0	50,802	100,0	50,802
19		0,0	81,757	100,0	81,757
20		0,0	330,381	100,0	330,381
21		0,0	161,528	100,0	161,528
22		0,0	13,333	100,0	13,333
23		0,0	42,141	100,0	42,141
24		0,0	214,061	100,0	214,061
25		0,0	129,211	100,0	129,211
26		0,0	13,415	100,0	13,415
27		0,0	57,358	100,0	57,358
28		0,0	1,258	100,0	1,258
29		0,0	10,881	100,0	10,881
30		0,0	14,421	100,0	14,421
Total	675,441	23,6	2185,880	76,4	2861,321

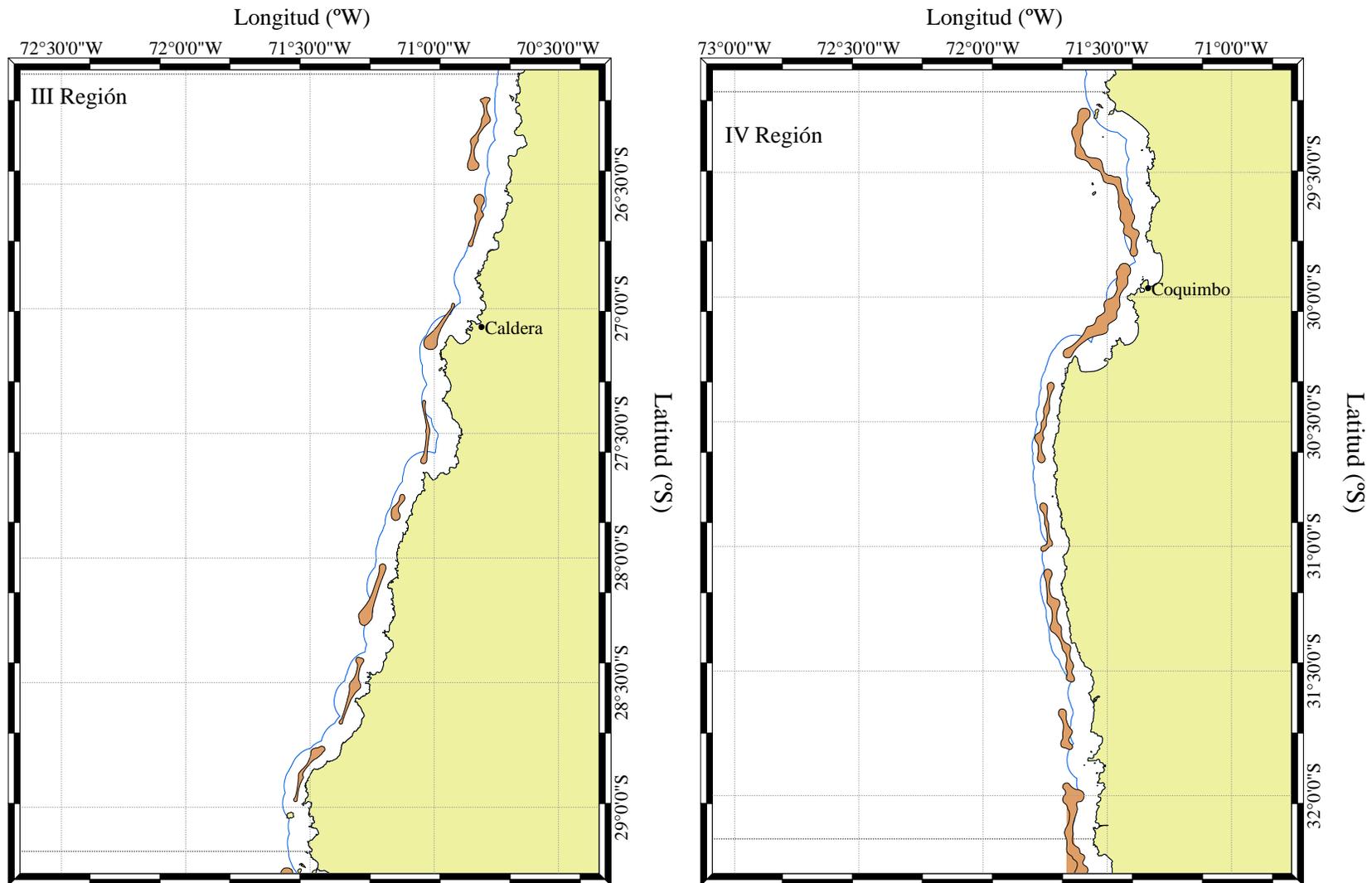


Fig. 21. Disposición espacial de los focos de abundancia de camarón nailon (*H. reedi*) en la III Región (Focos 1 a 8, izquierda) y IV Región (Focos 9 a 15, derecha). La línea azul representa el límite del Area de Reserva de la Pesca Artesanal (ARPA).

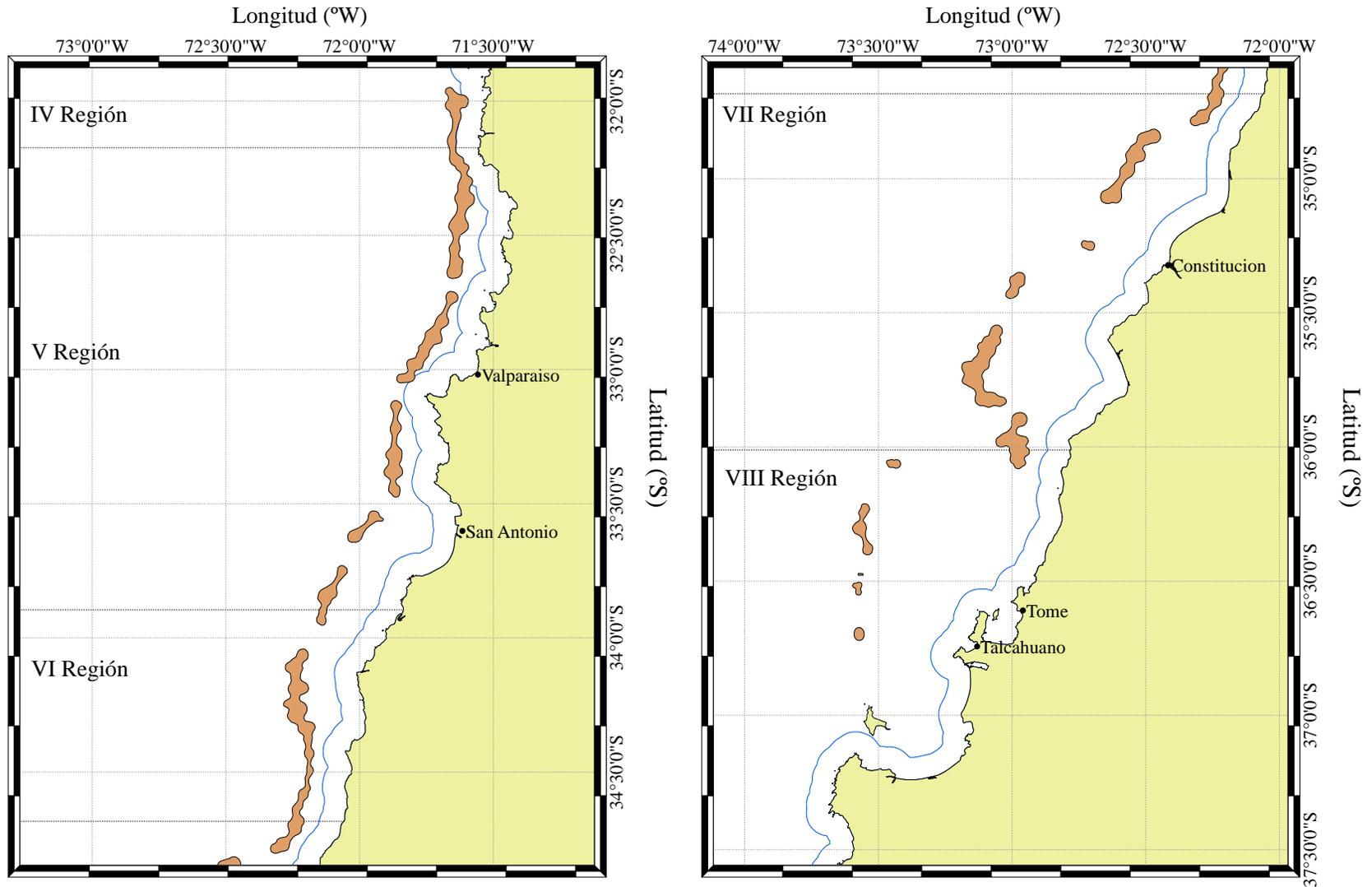


Fig. 22. Disposición espacial de los focos de abundancia de camarón nailon (*H. reedi*) en la V y VI Región (Focos 15 a 20, izquierda) y VII y VIII Región (Focos 20 a 30, derecha). La línea azul representa el límite del Area de Reserva de la Pesca Artesanal (ARPA).

4.4.2. Análisis estructural

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 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 ZAGs (Tabla 15, Fig. 23).

Tabla 15. 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)	15,641	7,174	49,664
Sill	74,031	75,365	174,546
Nugget	87,840	20,400	175,275
VNE (%)	54,265	21,302	50,104

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.

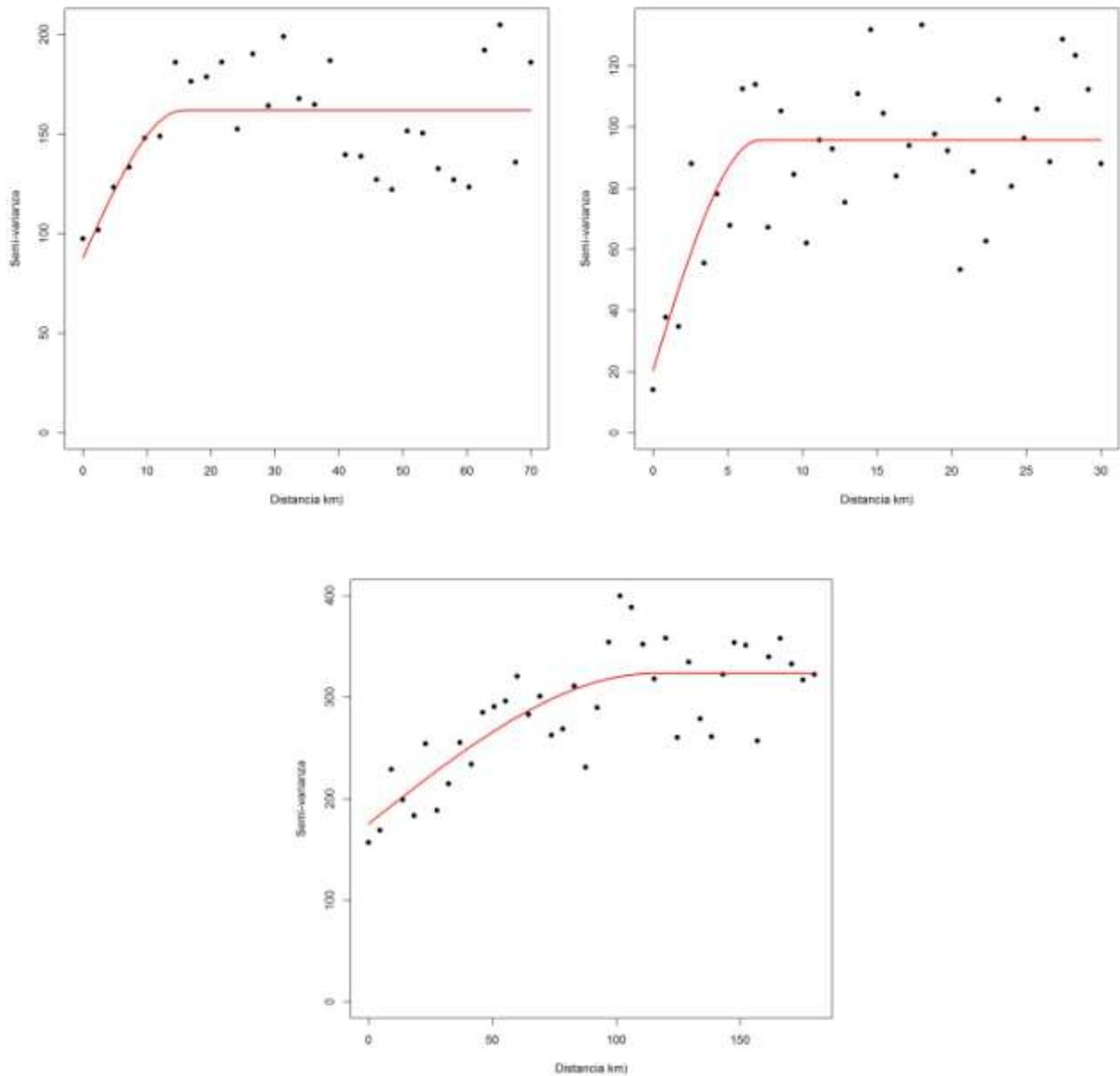


Fig. 23. Variograma experimental (puntos) y variograma teórico (línea continua) de la distribución espacial de camarón nailon (*H. reedi*) en la ZAG-1 (arriba izquierda), ZAG-2 (arriba derecha) y la ZAG-3 (abajo).

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

4.4.3.1. Centro de gravedad e inercia

El centro de gravedad de la densidad poblacional de camarón nailon en el año 2011, para la macrozona norte de la pesquería (II – IV Regiones), se localizó en $29^{\circ}47,2'S$ y $71^{\circ}29,7'W$, con una inercia de $1,725^{\circ}$ en el plano latitudinal y $0,053^{\circ}$ en el plano longitudinal, mientras que en la macrozona sur (V – VIII Regiones), el centro de gravedad de la densidad se encontró en $34^{\circ}23,8'S$, con una inercia de $1,746^{\circ}$ en sentido latitudinal y $72^{\circ}25,4'W$, con una de $0,378^{\circ}$ en el plano longitudinal, respectivamente. El centro de gravedad para toda el área de estudio se encontró en los $33^{\circ}01,0'S$ en el plano latitudinal, con una inercia de $6,2^{\circ}$ (Fig. 24) y $72^{\circ}08,7'W$ en el plano longitudinal, con una inercia de $0,458^{\circ}$.

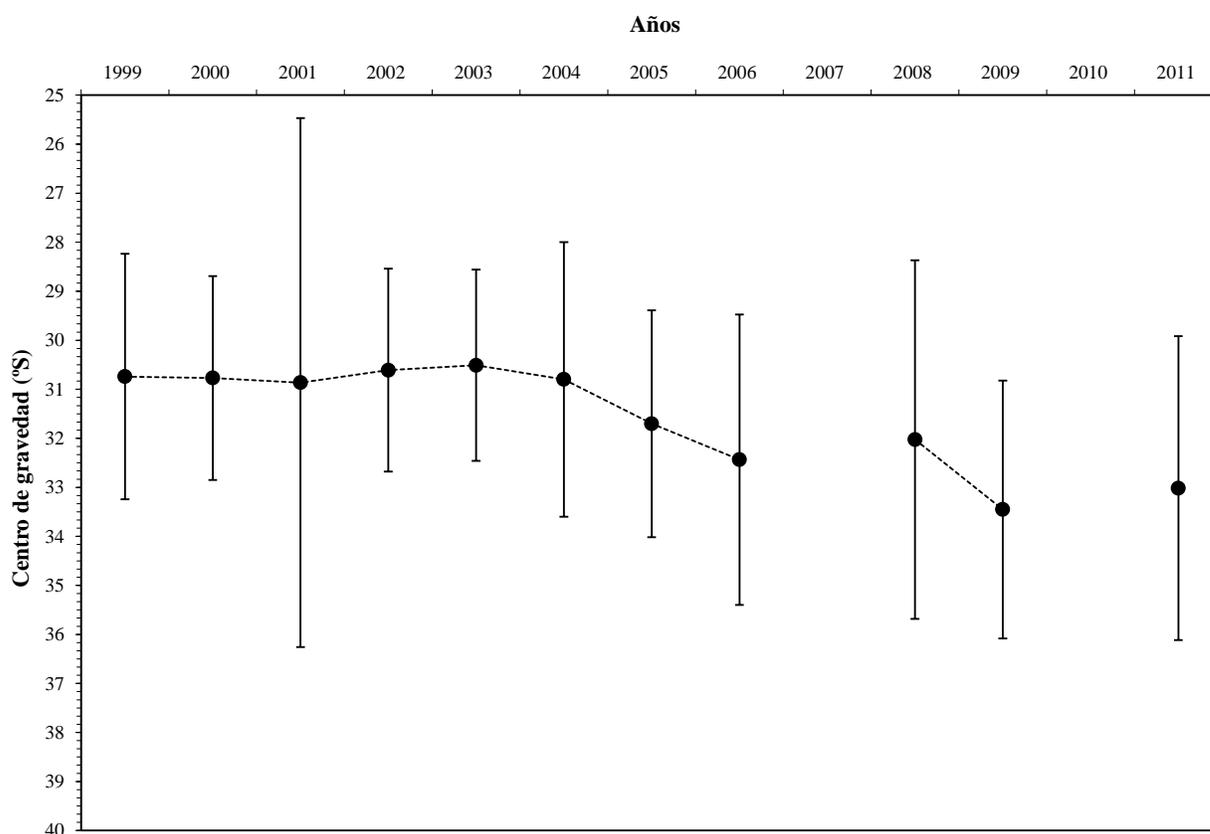


Fig. 24. Centro de gravedad (puntos negros) de la densidad poblacional (ton/Km^2) de camarón nailon (*H. reedi*) en sentido latitudinal entre la II y VIII Regiones. Las barras verticales representan la inercia (*I*).

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. 24).

4.4.3.2. Índice de Gini

El índice de Gini para la macrozona norte (II – IV Regiones) alcanzó a 0,663, mientras que en la macrozona sur (V-VIII Regiones) alcanzó a 0,661. 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 2009, cuando el índice de Gini alcanzó a 0,689 y 0,721 para la macrozona norte y sur, respectivamente, los valores encontrados en ese año fueron mayores, principalmente en la macrozona sur, y menores en la zona norte 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. 25).

Adicionalmente, en el análisis de la evolución temporal del índice de Gini respecto de la biomasa de camarón nailon entre el año 2000 y 2011, exceptuando los años 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. 26). El índice de Gini para el toda el área de estudio en el año 2011 alcanzó a 0,647.

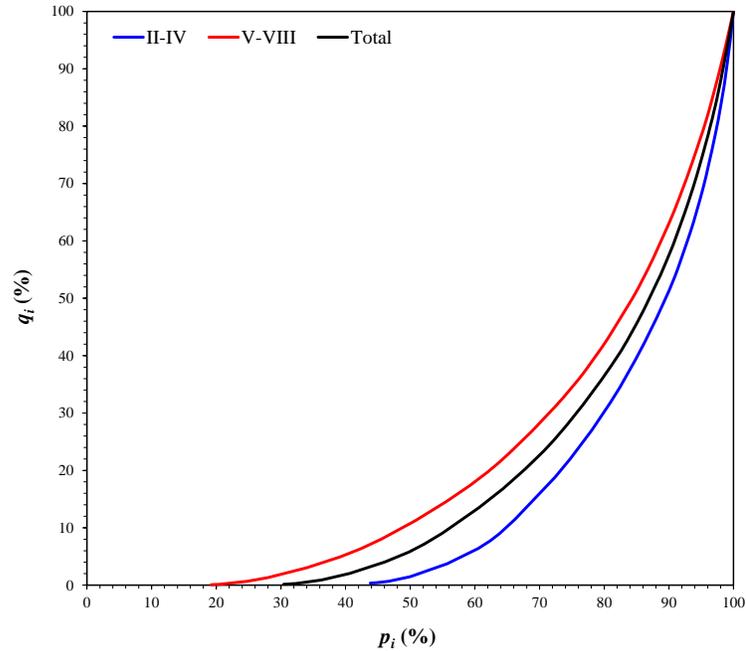


Fig. 25. Curvas de Lorenz para la distribución de la densidad poblacional (ton/Km^2) de camarón nailon (*H. reedi*) en la macrozona norte (II-IV Regiones, línea azul), macrozona sur (V-VIII Regiones, línea roja) y para toda en área de estudio (línea negra).

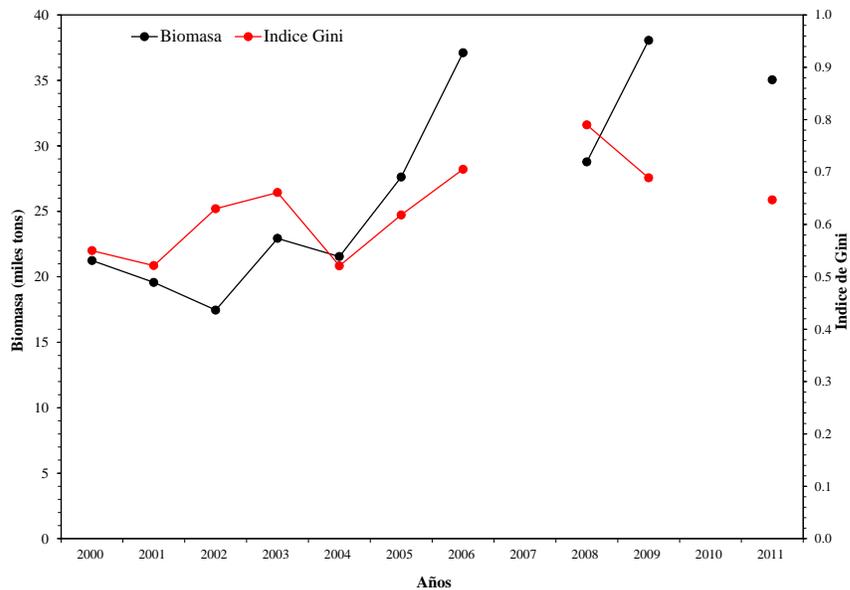


Fig. 26. Evolución temporal del índice de Gini (línea roja) entre el año 2000 y 2009, para la distribución de la densidad poblacional (ton/km^2) de camarón nailon (*H. reedi*), y la biomasa total (tons, línea negra) en toda en área de estudio.

4.4.3.3. Medida de la estructuración espacial

La medida de estructuración espacial de camarón nailon alcanzó en promedio a 0,581, indicando que solo poco más del 50% de la variabilidad de la densidad poblacional es explicada por los modelos de variograma ajustados. Por zona de análisis geoestadístico (ZAG), la estructuración espacial fluctuó entre 0,457 (ZAG-1) y 0,787 (ZAG-2), mientras que la ZAG-3 alcanzó a 0,499.

4.5. 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.

4.5.1. 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 286.195 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 Área de Reserva de 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 7.

La densidad poblacional promedio de camarón nailon en el área de estudio fluctuó entre 2,107 tons/km² en el Foco 28 (VIII Región, fuera del ARPA), y 26,802 tons/km² en la Foco 21, fuera del ARPA frente a la VII Región, seguido del Foco 24 (fuera del ARPA) también en la VII Región, con una densidad promedio de 22,371 ton/km² (Tabla 16).

Tabla 16. 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 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	3,931	0,908	7515	3,911	3,952
2.1	2	5,349	1,467	3164	5,298	5,400
2.2	1	3,614	0,373	1368	3,595	3,634
2.3	2	3,444	0,146	175	3,422	3,465
3.1	2	3,572	0,450	527	3,534	3,610
3.2	1	15,023	4,688	4905	14,892	15,154
4.1	1	2,783	0,073	450	2,776	2,790
4.2	2	2,850	0,600	1838	2,822	2,877
4.3	1	3,389	0,199	975	3,376	3,401
5.1	1	5,785	0,480	2756	5,767	5,803
6.1	1	6,549	0,136	3759	6,545	6,554
6.2	2	6,022	0,390	3624	6,009	6,034
6.3	1	4,988	0,259	435	4,964	5,012
7.1	1	4,620	0,481	5498	4,607	4,633
8.1	1	4,303	0,998	4388	4,274	4,333
9.1	2	14,112	5,749	19261	14,030	14,193
9.2	1	11,032	1,788	5178	10,984	11,081
9.3	2	9,790	0,234	100	9,744	9,835
10.1	2	16,511	1,422	1661	16,443	16,579
10.2	1	12,076	2,115	9261	12,033	12,119
10.3	2	10,340	2,234	6168	10,284	10,395
10.4	1	8,284	0,601	2879	8,262	8,306
11.1	1	14,959	5,077	6575	14,836	15,081
12.1	1	10,784	2,155	3164	10,708	10,859
12.2	2	7,464	0,342	252	7,422	7,506
13.1	1	9,030	1,986	11697	8,994	9,066
13.2	2	6,432	0,880	136	6,284	6,580
14.1	2	7,947	2,520	4540	7,874	8,021
14.2	1	5,227	0,923	217	5,105	5,350
14.3	1	8,117	0,143	113	8,091	8,144
15.1	2	7,520	2,047	7999	7,475	7,565
15.2	1	9,167	5,195	1407	8,896	9,438
15.3	2	18,350	9,337	20472	18,222	18,477
15.4	1	10,334	3,497	2487	10,196	10,471
16.1	2	10,116	4,722	15868	10,043	10,190
16.2	1	8,477	0,231	150	8,440	8,514
17.1	2	10,350	2,674	13364	10,304	10,395
18.1	2	11,758	1,931	5086	11,705	11,811
19.1	2	11,033	0,434	6492	11,023	11,044
19.2	2	9,354	0,254	1679	9,342	9,367
20.1	2	8,384	2,406	26982	8,355	8,413
20.2	2	10,821	1,766	6046	10,777	10,866
21.1	2	26,802	1,930	16114	26,772	26,831
22.1	2	16,781	0,245	1335	16,768	16,795
23.1	2	18,874	0,166	4210	18,869	18,879

Tabla 16. Continuación.

Foco- Sección	ARPA	cpua (ton/km ²)				
		Prom.	D.E.	LI	LS	n
24.1	2	22,371	4,358	21346	22,312	22,429
25.1	2	11,737	0,649	9200	11,724	11,751
25.2	2	9,826	0,394	3684	9,814	9,839
26.1	2	5,332	0,366	1337	5,312	5,351
27.1	2	5,315	0,804	5722	5,294	5,336
28.1	2	2,107	0,008	125	2,106	2,109
29.1	2	2,652	0,198	1084	2,640	2,664
30.1	2	8,809	0,334	1427	8,792	8,826

Por región, la mayor densidad promedio de camarón nailon se encontró en la V Región, con una densidad media de 13,065 tons/km², seguido de la VII Región, que presentó una densidad media de 12,184 tons/km² (Tabla 17)

Tabla 17. 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.	LI	LS	n
2	--	--	--	--	--
3	5,951	3,896	5,913	5,988	41.378
4	11,275	4,501	11,243	11,306	80.614
5	13,030	7,020	12,976	13,085	63.919
6	8,441	2,346	8,414	8,468	28.664
7	20,338	6,556	20,284	20,391	58.251
8	6,685	2,459	6,644	6,727	13.378

Consecuentemente, la biomasa total del stock de camarón nailon (*H. reedi*) en la plataforma y talud continental de las Regiones II a VIII estimada según el enfoque geoestadístico alcanzó a 35.048,2 toneladas (D.E. = 13.794,3 tons). El intervalo de confianza de la biomasa es entre 34.738,8 tons (límite inferior) y 35.357,5 tons (límite superior). En la Tabla 18 se presenta la biomasa del stock de camarón nailon, por caladero, destacando el Foco 24 con 13,7% de la biomasa total, seguido del Foco 15, con 13,5%, y luego del Foco 21, con 12,4% de la biomasa total del recurso objetivo en el área de estudio, respectivamente.

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

Foco	Biomasa (tons)			
	Estimada	E.E.E.	LI	LS
1	294,4	337,5	286,7	302,0
2	223,8	211,3	214,5	233,2
3	752,9	244,0	744,7	761,1
4	97,6	146,6	89,2	106,0
5	159,1	124,0	154,5	163,7
6	484,8	351,4	472,2	497,3
7	253,5	247,3	247,0	260,1
8	188,5	197,4	182,7	194,3
9	3.295,7	1.104,8	3.276,2	3.315,2
10	2.265,7	898,7	2.241,9	2.289,4
11	982,4	170,2	978,3	986,5
12	358,2	88,1	354,5	361,9
13	1.065,5	306,8	1.059,4	1.071,6
14	380,4	125,9	375,7	385,1
15	4.740,3	838,3	4.724,1	4.756,6
16	1.616,2	414,7	1.609,2	1.623,2
17	1.383,1	346,4	1.377,2	1.388,9
18	597,3	346,4	587,8	606,8
19	873,7	557,5	857,4	890,0
20	2.917,2	2.252,8	2.884,9	2.949,6
21	4.329,2	1.101,4	4.312,2	4.346,2
22	223,7	90,9	218,9	228,6
23	795,3	287,4	786,7	804,0
24	4.788,7	1.459,7	4.769,1	4.808,3
25	1.446,0	881,1	1.425,0	1.466,9
26	71,5	91,5	66,6	76,4
27	304,9	391,1	294,7	315,0
28	2,7	8,6	1,1	4,2
29	28,9	74,2	24,4	33,3
30	127,0	98,3	121,9	132,1
Total	35.048,2	13.794,3	34.738,8	35.357,5

En la Tabla 19, se entrega la estimación de biomasa de camarón nailon por región, identificándose la biomasa contenida dentro o fuera del Area de Reserva para la Pesca Artesanal (ARPA). En este sentido, cabe hacer notar que 33,9% 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 IV Región (25,9%). La V Región aportó con 23,7% de la biomasa total de camarón nailon en el área y período de estudio.

Tabla 19. Biomasa estimada (toneladas) de camarón nailon (*H. reedi*) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) por Región, fuera y dentro de la ARPA. ARPA: 1 = 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	1.696,8	1.658,5	1.735,1
3.2	757,8	732,9	782,6
4.1	4.452,6	4.417,4	4.487,8
4.2	4.625,7	4.592,7	4.658,7
5.1	269,6	266,5	272,8
5.2	8.052,6	8.012,8	8.092,4
6.1	0,0	0,0	0,0
6.2	2.421,1	2.393,6	2.448,5
7.1	0,0	0,0	0,0
7.2	11.873,8	11.800,4	11.947,2
8.1	0,0	0,0	0,0
8.2	898,1	863,9	932,3
Total	35.048,2	34.738,8	35.357,5

4.5.2. Método de la Distribución Delta-lognormal

Para la estimación de abundancia de camarón nailon mediante el estimador de la Distribución Delta, se estimó la densidad poblacional promedio para cada una de las ZAGs estudiadas. Al respecto, en las tres ZAGs la distribución de probabilidad del logaritmo natural de la cpua mostró una estructura aproximadamente normal, y más marcada en la ZAG-2. No obstante el sesgo que mostró el logaritmo de la cpue en las ZAGs 1 y 3, de todas maneras se utilizó este método para la estimación de biomasa de camarón nailon en el área de estudio (II – VIII Regiones), principalmente con fines comparativos respecto de estudios anteriores (Fig. 27).

El estimador de densidad media calculado mediante el método de la distribución Delta Lognormal alcanzó a 7,713 ton/km² (D.E.= 1,448 tons/km²), en la ZAG-1, 10,026 ton/km² (D.E.= 0,973 tons/km²), en la ZAG-2, y a 13,422 tons/km² en la ZAG-3 (D.E. = 1,616 tons/km²), respectivamente. En la Tabla 20 se entregan los estimadores de biomasa e intervalos de confianza respectivos, por foco de abundancia. Al respecto, la biomasa total estimada de camarón nailon

alcanzó a 30.509,4 tons (D.E. = 3.011,8 tons) con intervalos de confianza de 26.593,6 tons (límite inferior) y 34.425,2 tons (límite superior).

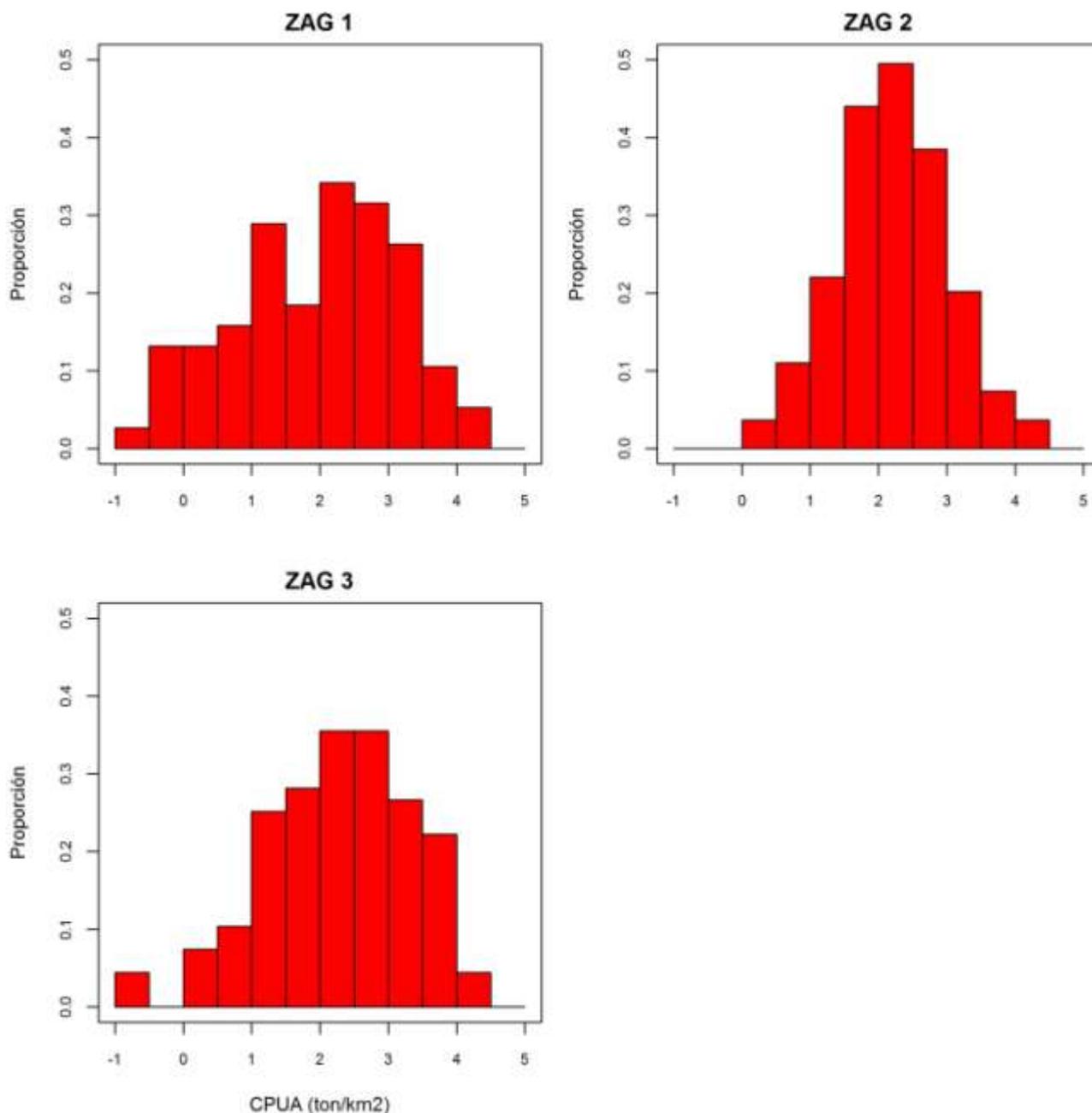


Fig. 27. Distribución de frecuencias del logaritmo de la captura por unidad de área ($\ln[\text{cpua}]$) de camarón nailon (*H. reedi*) en la ZAG-1 (arriba izquierda), ZAG-2 (arriba derecha) y ZAG-3 (abajo derecha).

Tabla 20. Biomasa estimada (toneladas) de camarón nailon (*H. reedi*), error estándar de la estimación (EEE, tons) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) por foco de abundancia entre la II y VIII Región. Distribución Delta.

Foco	Biomasa (tons)			
	Estimada	E.E.E.	LI	LS
1	577,5	108,4	544,2	610,7
2	361,5	67,9	340,7	382,3
3	417,6	78,4	393,5	441,6
4	250,8	47,1	236,4	265,3
5	212,1	39,8	199,9	224,4
6	601,4	112,9	566,7	636,0
7	423,3	79,5	398,9	447,6
8	337,8	63,4	318,4	357,3
9	1.890,5	354,9	1.781,6	1.999,4
10	1.537,8	288,7	1.449,3	1.626,4
11	658,4	63,9	538,4	778,4
12	340,8	33,1	278,7	403,0
13	1.186,9	115,2	970,5	1.403,2
14	487,1	47,3	398,3	575,8
15	3.242,4	314,6	2.651,4	3.833,4
16	1.604,2	155,6	1.311,8	1.896,6
17	1.339,7	130,0	1.095,5	1.583,9
18	681,8	82,1	594,8	768,9
19	1.097,3	132,1	957,2	1.237,4
20	4.434,3	534,0	3.868,1	5.000,5
21	2.168,0	261,1	1.891,2	2.444,8
22	179,0	21,6	156,1	201,8
23	565,6	68,1	493,4	637,8
24	2.873,1	346,0	2.506,2	3.239,9
25	1.734,2	208,8	1.512,8	1.955,7
26	180,1	21,7	157,1	203,0
27	769,8	92,7	671,6	868,1
28	16,9	2,0	14,7	19,0
29	146,0	17,6	127,4	164,7
30	193,6	23,3	168,8	218,3
Total	30.509,4	3.911,8	26.593,6	34.425,2

4.5.3. Estimador de razón

El estimador de la densidad poblacional mediante el estimador de razón, calculado para toda el área de estudio alcanzó a 9,779 ton/km² (D.E.= 13,225 ton/km²), y por ZAG alcanzó a: ZAG-1: 7,018; ZAG-2: 6,355; y ZAG-3: 14,139 (ton/km²), respectivamente. La biomasa de camarón nailon en base a este método alcanzó a 27.473,5 tons, con intervalos de confianza de 22.899,1 tons como límite inferior y límite superior de 33.372,2 tons, respectivamente. La Tabla 21 entrega los estimadores de biomasa e intervalos de confianza por foco de abundancia.

Tabla 21. Biomasa (tons) e intervalos de confianza inferior (LI, tons) y superior (LS, tons) de camarón nailon (*H. reedi*) entre la II y VIII Región, por foco.

Foco	Biomasa (tons)		
	Estimada	LI	LS
1	525,4	410,1	674,2
2	328,9	256,7	422,1
3	380,0	296,5	487,6
4	228,2	178,1	292,8
5	193,0	150,6	247,7
6	547,2	427,0	702,1
7	385,1	300,6	494,2
8	307,4	239,9	394,4
9	1.720,2	1.342,5	2.207,2
10	1.399,3	1.092,0	1.795,4
11	417,4	322,4	539,8
12	216,1	166,9	279,4
13	752,3	581,2	973,0
14	308,7	238,5	399,3
15	2.055,3	1.587,8	2.658,2
16	1.016,9	785,6	1.315,1
17	849,3	656,1	1.098,4
18	718,3	628,7	833,8
19	1.155,9	1.011,7	1.341,9
20	4.671,1	4.088,4	5.422,5
21	2.283,8	1.998,9	2.651,1
22	188,5	165,0	218,8
23	595,8	521,5	691,6
24	3.026,5	2.649,0	3.513,3
25	1.826,8	1.599,0	2.120,7
26	189,7	166,0	220,2
27	811,0	709,8	941,4
28	17,8	15,6	20,6
29	153,8	134,7	178,6
30	203,9	178,5	236,7
Total	27.473,5	22.899,1	33.372,2

4.5.4. Microceldas de estimación geoestadística

El método de las celdas de integración o estimación geoestadística, permitió estimar una biomasa de camarón nailon que alcanzó a 35.040,6 tons, con intervalos de confianza de 34.409,7 tons, como límite inferior, y 35.671,5 tons, como límite superior, respectivamente. La Tabla 22 entrega los estimadores de biomasa e intervalos de confianza por foco de abundancia.

Tabla 22. 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	295,4	278,9	311,9
2	224,7	214,4	235,0
3	755,9	743,4	768,4
4	97,9	90,6	105,3
5	159,4	153,4	165,5
6	486,1	467,8	504,4
7	254,0	241,6	266,4
8	188,8	179,2	198,4
9	3.299,3	3.246,5	3.352,1
10	2.268,9	2.225,4	2.312,3
11	983,5	973,1	993,9
12	360,0	354,7	365,3
13	1.065,1	1.046,5	1.083,7
14	381,3	374,1	388,5
15	4.744,1	4.695,4	4.792,9
16	1.618,1	1.594,6	1.641,5
17	1.383,1	1.362,7	1.403,6
18	598,0	583,8	612,2
19	873,3	850,8	895,9
20	2.916,5	2.826,2	3.006,8
21	4.318,8	4.274,0	4.363,7
22	224,0	220,2	227,8
23	794,6	782,9	806,3
24	4.775,2	4.717,1	4.833,3
25	1.441,9	1.406,7	1.477,2
26	71,3	67,6	75,0
27	304,1	288,4	319,8
28	2,6	2,3	3,0
29	28,7	25,8	31,7
30	125,7	121,5	129,9
Total	35.040,6	34.409,7	35.671,5

4.5.5. Estimación del área efectiva del stock

4.5.5.1. Geoestadística paramétrica.

La estimación del área efectiva del stock basado en geoestadística paramétrica considera una distribución de probabilidad condicional normal para los datos y una función de verosimilitud para los parámetros. En este enfoque, la densidad media se estima simultáneamente con los parámetros de correlación espacial a partir de los datos de captura no nulos para la especie objetivo. Las observaciones nulas (cero) y positivas provienen de un proceso probabilístico diferente, y la proporción de estaciones positivas respecto del total constituye en sí una variable aleatoria que es tomada en cuenta como un proceso binomial (presencia/ausencia).

La población de interés, en este caso la fracción explotable de camarón nailon, se distribuye de manera discontinua en el hábitat disponible formando conglomerados de abundancia que hemos convenido en llamar celdas. En el espacio bi-dimensional que constituye el hábitat de esta especie existen algunas regiones (celdas) que no estarán ocupadas por el stock, o sea, donde la densidad población es cero.

Bajo el supuesto de isotropía subyacente a la distribución espacial de la densidad poblacional de la especie objetivo, el procedimiento general de estimación consistió de la selección de cuadrículas de tamaño conocido (definido) donde se evaluó la presencia/ausencia del stock, dado el número de intentos de observarlo en el área de estudio. Luego, el proceso de estimación se realiza respecto de las celdas positivas/negativas según un proceso de tipo binomial vinculado a un proceso Gaussiano a través de una función logit. En este proceso de estimación se calcula la probabilidad de observar el stock, que multiplicado por el área de evaluación permite conocer el área efectiva del stock (cuadro titulado “*Probabilidad de observación del stock y retro-transformación del parámetro logit-espacial*”, de la Fig. 12).

En el caso de camarón nailon, la probabilidad de encuentro del stock, alcanzó a 0,643. Luego, para un tamaño de celda de 9 km^2 ($3 \times 3 \text{ km}$), el área efectiva del stock alcanza a $1.719,6 \text{ km}^2$, lo que representa 60,1% del área evaluada por el enfoque geoestadístico transitivo (Tabla 13). La

Figura 31 muestra la distribución espacial de las celdas con densidad positiva (rojo) y negativas (blanco) de camarón nailon.

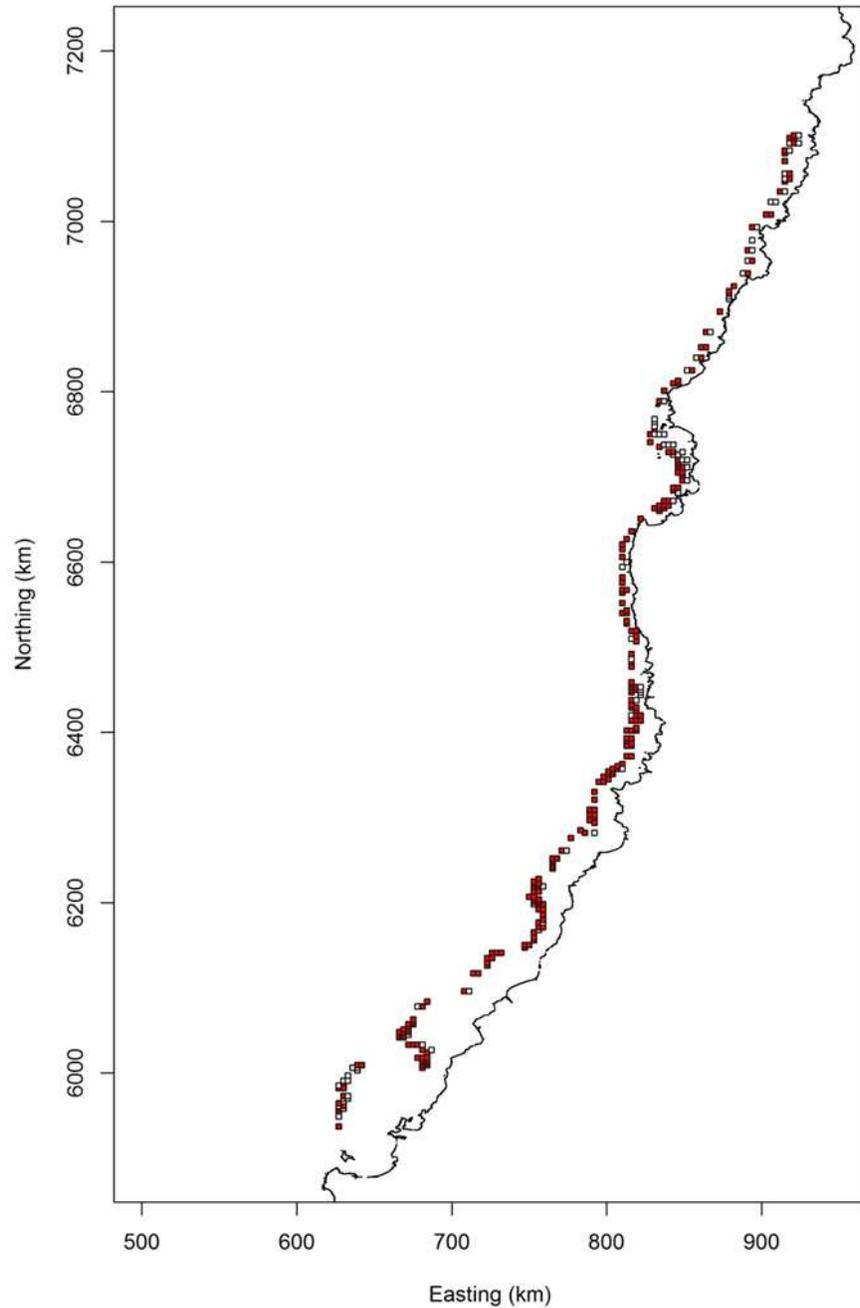


Fig. 28. Representación de las celdas de evaluación de la presencia/ausencia de camarón nailon en el área de estudio. Rojo: celdas positivas para el stock; Blanco; celdas negativas.

4.5.5.2. Concepto de ámbito de hogar

El ámbito de hogar (**home range, HR**) es un concepto que intenta describir el contexto espacial de la conducta de un animal. El concepto de ámbito de hogar se puede definir como “el área ocupada por un individuo durante sus actividades normales de obtención de alimento, apareamiento y cuidado de los juveniles”. Debido a que las “actividades normales” de un animal dependen del estado en que se encuentre dentro de su ciclo de vida, se utiliza un concepto más actualizado de ámbito de hogar como: el área ocupada por un animal durante un período determinado de tiempo, por ejemplo: su vida completa, una estación reproductiva, etc. En este caso, se utilizó el concepto de ámbito de hogar para evaluar el área donde el camarón nailon desarrolla su vida completa.

Asociado con el concepto de ámbito de hogar está el concepto de distribución de utilización (**utilization distribution, UD**) que toma la forma de una función de distribución de probabilidad bidimensional que representa la probabilidad de encontrar un animal en un área definida dentro su ámbito de hogar. Luego, para evaluar el área la distribución de utilización hemos utilizado estimadores de densidad tipo Kernel.

El método kernel consiste de colocar un núcleo (una probabilidad de densidad) sobre cada una de las observaciones muestrales. Una grilla rectangular se superpone a los datos y una estimación de la densidad se obtiene en cada intersección de la grilla utilizando información de toda la muestra. La densidad estimada en cada intersección es esencialmente el promedio de las densidades de todos los kernels que se superponen en ese punto. Las observaciones que están cerca de un punto de evaluación contribuirán más al valor del estimado que otras que se encuentran más lejos. En nuestro caso, hemos optado por utilizar métodos kernel de núcleo fijo basado en una función de densidad de probabilidad bivariada unimodal simétrica. Una de las ventajas del uso de métodos kernel para estimar el área de distribución de utilización es que esta área se puede calcular para distintos niveles de probabilidad.

En el caso de camarón nailon, el área efectiva del stock fluctuó entre 14.880,5 y 28.386,4 km² (Fig. 32, Tabla 23). Los polígonos que determinan el área efectiva del stock claramente

sobrepasan los límites de la costa, por tal razón el área acá presentada corresponde al área del polígono descontada el área sobre el continente.

Tabla 23. Área efectiva del stock (km²) de camarón nailon (*Heterere*) según el enfoque de ámbito de hogar.

Probabilidad (%)	<i>Heterere</i>
50	14.880,5
55	16.412,8
60	17.858,1
65	19.216,7
70	20.505,8
75	21.785,1
80	23.133,5
85	24.623,2
90	26.283,0
95	28.386,4

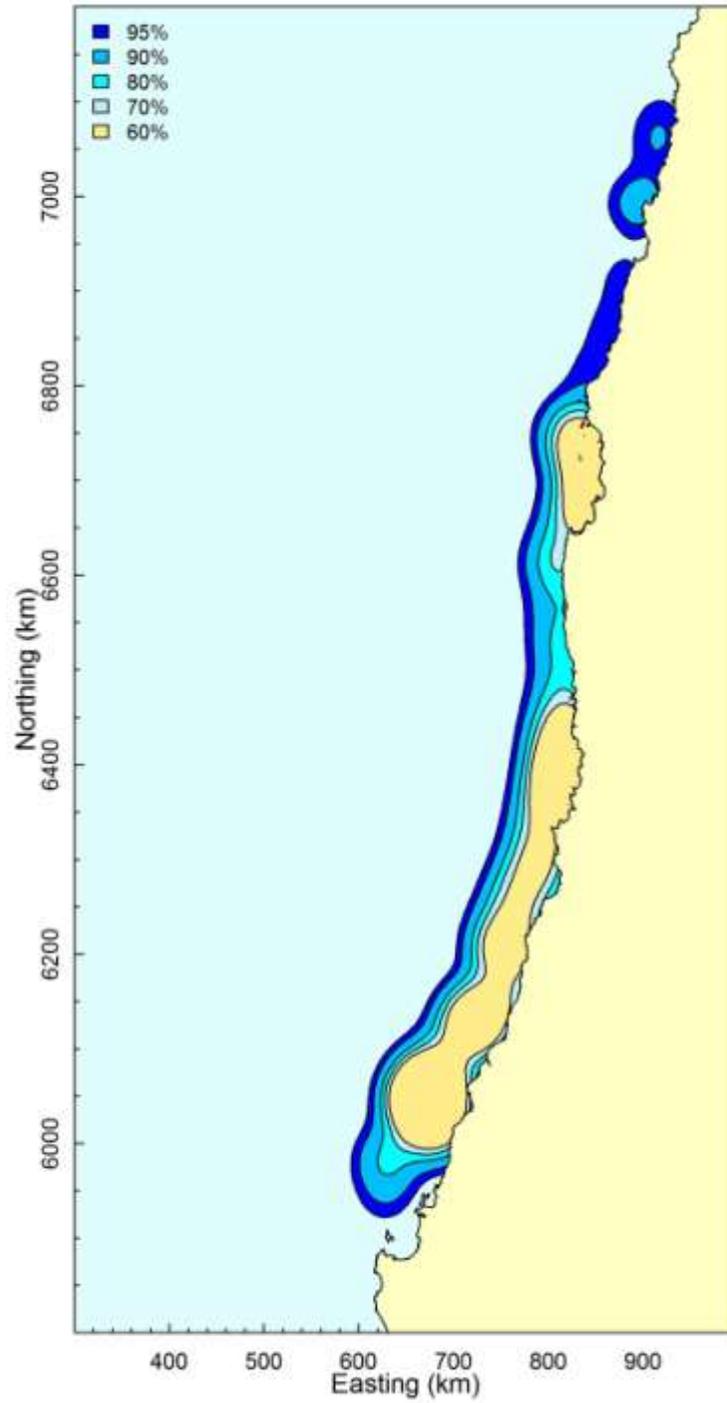


Fig. 29. Área efectiva del stock de camarón nailon (*H. reedi*) estimado según el enfoque de ámbito de hogar para varios niveles de probabilidad (%).

4.6. Objetivo Específico 3.

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

4.6.1. Condición reproductiva del camarón nailon

4.6.1.1. Estados de madurez embrionaria de las hembras ovíferas

Durante el período de estudio se analizaron 6.993 hembras ovíferas de camarón nailon con huevos en distintos estados de desarrollo embrionario, sin embargo el 76,95% de las hembras portadoras se encontraba en la estado 4, con un escaso número de estados tempranos (1) e intermedio (2). Las hembras ovíferas analizadas, procedentes de las distintas zonas de pesca, se distribuyeron en los siguientes estados de desarrollo:

- Estado 1: 5 individuos equivalentes al 0,07% del total.
- Estado 2: 320 individuos equivalentes al 4,58% del total.
- Estado 3: 1.287 individuos equivalentes al 18,40% del total.
- Estado 4: 5.381 individuos equivalentes al 76,95% del total.

4.6.1.2. 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 4. No se observaron hembras portadoras en la II Región y solo se observaron 5 ejemplares en estado 1 (Tabla 23).

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			21	162	183
Pesados			17	87	104
IV					
Medidos	5	28	23	432	488
Pesados	1	13	7	154	175
V					
Medidos		195	693	2.253	3.141
Pesados		87	226	768	1.081
VI					
Medidos		63	211	465	739
Pesados		21	74	190	285
VII					
Medidos		24	238	1.589	1.851
Pesados		14	82	547	643
VIII					
Medidos		10	101	480	591
Pesados		6	56	148	210
Total Medidos	5	320	1.287	5.381	6.993
Total Pesados	1	141	462	1.894	2.498

4.6.1.3. 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 7,4 mm y un máximo de 39,9 mm, determinándose para el total de ejemplares de cada estado de desarrollo, los rangos de talla corporal, talla promedio y su desviación estándar (Tabla 24).

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	5	320	1.287	5.381	6.993
Prom. LC	24,06	29,62	30,15	29,83	29,87
D.E. LC	1,98	2,76	2,56	2,36	2,42
Mín. LC	20,90	20,50	9,70	7,40	7,40
Máx. LC	26,30	37,50	39,90	39,90	39,90

Se determinó que la talla promedio de hembras portadoras correspondió a 29,87 mm de LC (D.E. = 2,42 mm) con un mínimo y máximo de 7,4 y 39,9 mm, respectivamente (Fig. 28). Sin embargo, la moda se ubicó entre los 29-30 mm de LC en todos los estados de desarrollo (Tabla 24).

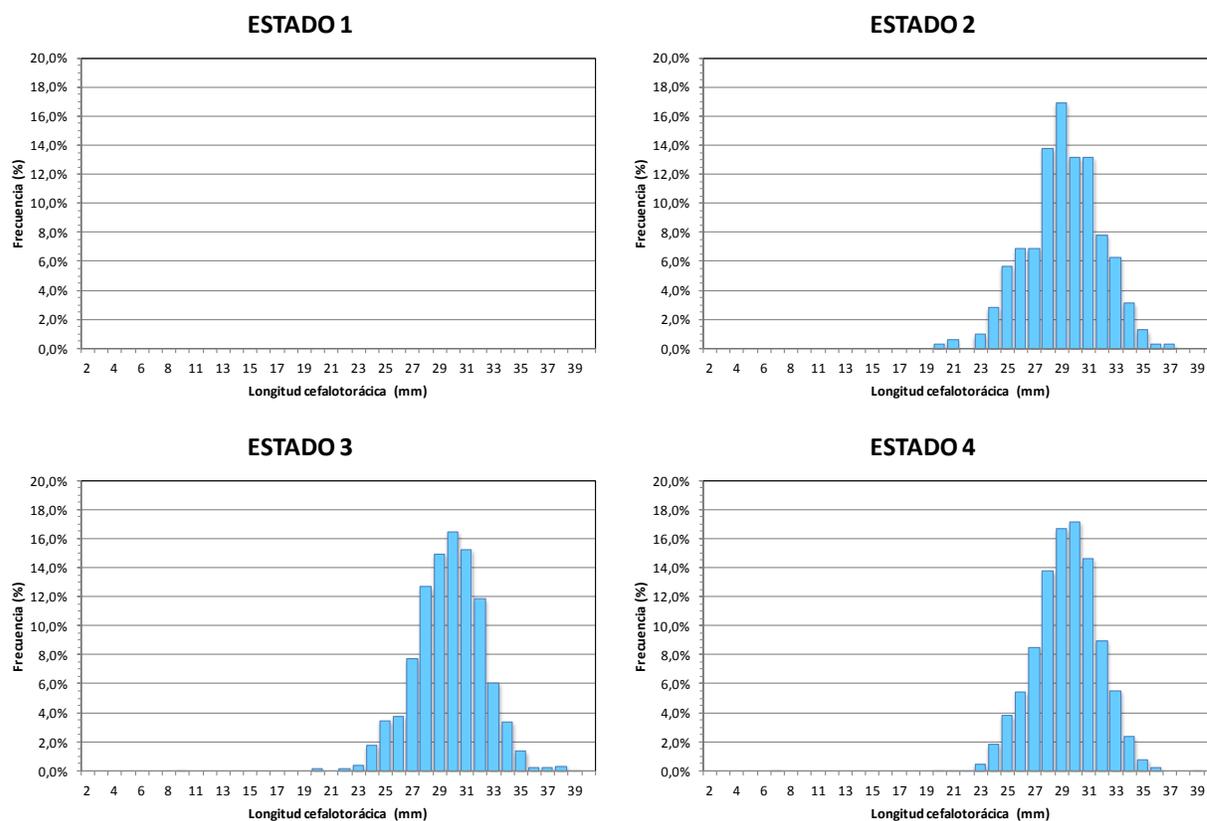


Fig. 30. Distribución de frecuencia de tamaños de las hembras ovíferas de camarón nailon por estado de desarrollo de los huevos.

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

El conjunto de hembras ovíferas analizadas provino de las regiones V-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 V Región (Tabla 24). A continuación, se indica la distribución de las 6.993 hembras analizadas en cada región geográfica:

III Región	:	183 ejemplares con el 2,62% del total.
IV Región	:	488 ejemplares con el 6,98% del total.
V Región	:	3.141 ejemplares con el 44,92% del total.
VI Región	:	739 ejemplares con el 10,57% del total.
VII Región	:	1.851 ejemplares con el 26,47% del total.
VIII Región	:	591 ejemplares con el 8,45% 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 25). Los resultados obtenidos en las distintas regiones indicaron que en todas se encontró la mayor proporción de hembras en Estado 4.

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

REGIÓN	ESTADO				TOTAL
	1	2	3	4	
III					
N			21	162	183
Prom. LC			26,93	26,71	26,73
D.E. LC			2,14	2,37	2,34
Mín. LC			23,50	7,40	7,40
Máx. LC			30,90	32,30	32,30
IV					
N	5	28	23	432	488
Prom. LC	24,06	26,92	28,12	29,01	28,80
D.E. LC	1,98	2,47	2,44	2,31	2,42
Mín. LC	20,90	21,60	23,50	22,00	20,90
Máx. LC	26,30	33,10	31,50	36,40	36,40
V					
N		195	693	2.253	3.141
Prom. LC		29,63	29,66	29,55	29,58
D.E. LC		2,30	1,94	1,93	1,96
Mín. LC		20,50	20,10	20,90	20,10
Máx. LC		35,60	34,80	36,30	36,30
VI					
N		63	211	465	739
Prom. LC		30,60	30,71	30,50	30,57
D.E. LC		2,70	2,60	1,97	2,23
Mín. LC		21,40	9,70	24,60	9,70
Máx. LC		34,50	37,60	39,80	39,80
VII					
N		24	238	1.589	1.851
Prom. LC		30,65	31,65	30,64	30,77
D.E. LC		3,93	2,83	2,42	2,52
Mín. LC		24,70	22,30	22,70	22,30
Máx. LC		37,50	39,90	39,90	39,90
VIII					
N		10	101	480	591
Prom. LC		28,48	29,97	29,58	29,63
D.E. LC		3,64	3,39	2,87	2,98
Mín. LC		25,10	23,60	23,70	23,60
Máx. LC		34,50	37,10	36,80	37,10

4.6.1.5. 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 150 y 650 m de profundidad (Tabla 26). Sin embargo, el mayor porcentaje de las hembras ovíferas (33,45%) se obtuvo en los lances efectuados entre 300 y 350 m, seguido del estrato 250-300 m con un 23,11%, siendo escasos los especímenes capturados en los estratos más someros (150-200 m) y profundos (>400 m) con porcentajes menores al 10%.

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

RANGO (m)	ESTADO				TOTAL
	1	2	3	4	
150					
N		12	39	219	270
%	0,00%	3,75%	3,03%	4,07%	3,86%
200					
N		50	245	1.068	1.363
%	0,00%	15,63%	19,04%	19,85%	19,49%
250					
N		60	377	1.179	1.616
%	0,00%	18,75%	29,29%	21,91%	23,11%
300					
N	1	104	379	1.855	2.339
%	20,00%	32,50%	29,45%	34,47%	33,45%
350					
N		84	226	839	1.149
%	0,00%	26,25%	17,56%	15,59%	16,43%
400					
N		3	19	147	169
%	0,00%	0,94%	1,48%	2,73%	2,42%
450					
N	4	7	2	64	77
%	80,00%	2,19%	0,16%	1,19%	1,10%
650					
N				10	10
%	0,00%	0,00%	0,00%	0,19%	0,14%

4.6.2. Proporción sexual

4.6.2.1. Proporción sexual por Región.

En la Tabla 27 y Fig. 29 se muestra la proporción sexual de los ejemplares por región. Las hembras predominan en toda el área de estudio, solo se exceptúa la VI Región con una mayor proporción de machos. El porcentaje de machos es mayor en la VIII Región (61,1%), siendo de 56,2% para toda el área de estudio.

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

REGIÓN	MACHOS	HEMBRAS
III	43,4%	56,6%
IV	44,8%	55,2%
V	41,2%	58,8%
VI	53,7%	46,3%
VII	42,5%	57,5%
VIII	38,9%	61,1%
TOTAL	43,8%	56,2%

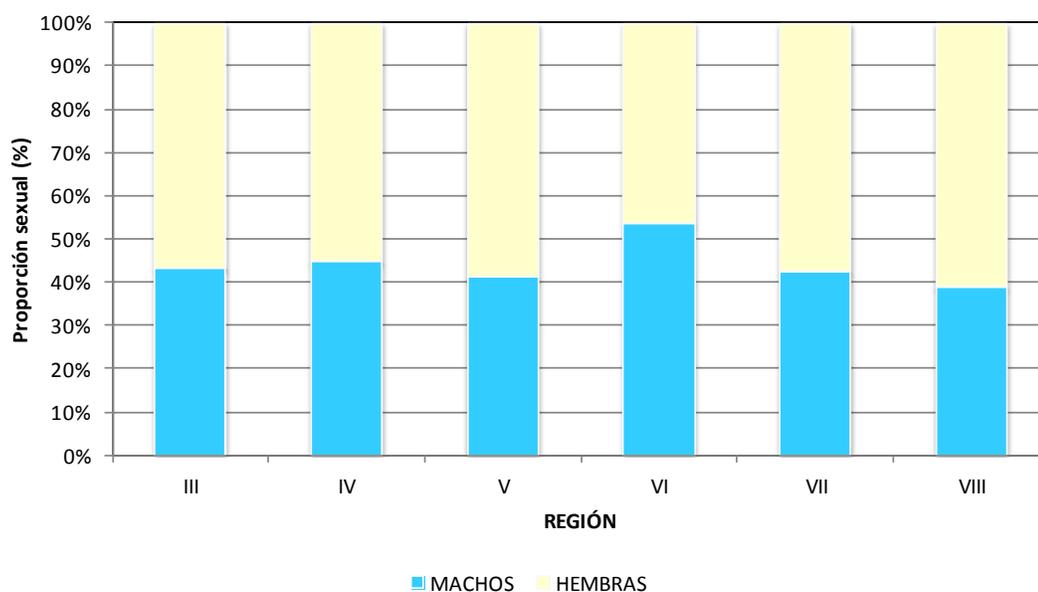


Fig. 31. Proporción sexual de camarón nailon, por región.

4.6.2.2. Proporción sexual a la talla por Región.

La proporción sexual a la talla del camarón nailon en la III Región muestra una marcada dominancia de hembras en los rangos de talla pequeños (< 20 mm LC) y en las tallas grandes (> 25 mm LC). En la IV Región se observa la misma tendencia, predominando en los rangos de talla pequeños (< 18 mm LC) y en las tallas grandes (> 25 mm LC) (Tabla 28).

En la V Región, al igual que en la V Región, se observa un claro predominio de machos en los rangos de tamaño por bajo los 27 mm de LC, incrementando la proporción sexual de hembras a medida que aumenta el rango de tallas, llegando a ser casi de 100% sobre los 34 mm de LC.

En la VI Región se observa la misma situación de la V Región. La proporción sexual muestra un predominio completo de los machos hasta los 29 mm LC, para luego predominar las hembras con proporciones mayores al 80% sobre los 31 mm de LC (Tabla 28).

En la VII Región, al igual que en todas las regiones, la proporción sexual muestra una clara dominancia de machos y hembras. Los machos predominan en los rangos de tallas intermedios (20-29 mm LC). Desde los 30 mm LC hay un claro y creciente predominio de las hembras con proporciones sobre 65% (Tabla 28).

En la VIII Región se observa la misma situación de la V y VI Regiones. La proporción sexual muestra un completo predominio de las machos hasta los 23 mm LC, para luego predominar las hembras con proporciones mayores al 60% sobre los 30 mm de LC (Tabla 28).

Tabla 29. Proporción sexual a la talla en camarón nailon, entre la II y VIII Regiones.

RANGO	III REGIÓN		IV REGIÓN		V REGIÓN		VI REGIÓN		VII REGIÓN		VIII REGIÓN	
	MC	HE	MC	HE	MC	HE	MC	HE	MC	HE	MC	HE
3										100,0%		
5								100,0%				
6								100,0%				
7		100,0%							100,0%			
8									50,0%	50,0%		
9								100,0%	50,0%	50,0%		
11				100,0%								
12		100,0%			100,0%							
13		100,0%										
14		100,0%	100,0%					100,0%				
15	25,0%	75,0%		100,0%	50,0%	50,0%			100,0%			
16	23,3%	76,7%	58,3%	41,7%	80,0%	20,0%	100,0%		16,7%	83,3%	66,7%	33,3%
17	48,8%	51,2%	47,7%	52,3%	80,0%	20,0%	85,7%	14,3%	100,0%		75,0%	25,0%
18	36,5%	63,5%	48,4%	51,6%	50,0%	50,0%	57,1%	42,9%	45,0%	55,0%	45,5%	54,5%
19	44,2%	55,8%	56,9%	43,7%	68,2%	31,8%	81,8%	18,2%	60,0%	50,0%	53,6%	46,4%
20	45,7%	54,3%	54,5%	45,5%	56,9%	43,6%	72,4%	27,6%	51,9%	48,1%	55,9%	44,1%
21	62,6%	37,4%	64,8%	35,3%	65,5%	34,5%	67,4%	32,7%	64,8%	35,2%	56,2%	43,9%
22	69,8%	32,4%	64,7%	35,3%	73,5%	27,0%	84,8%	15,2%	68,3%	31,8%	58,6%	41,9%
23	64,6%	35,4%	61,2%	38,8%	69,7%	33,3%	74,9%	25,1%	66,2%	33,8%	52,7%	47,3%
24	52,9%	47,7%	56,5%	43,6%	62,5%	37,5%	65,2%	34,8%	55,4%	44,7%	41,1%	58,9%
25	41,9%	59,0%	49,6%	59,4%	62,7%	37,3%	63,0%	37,2%	51,5%	48,5%	37,5%	62,5%
26	38,6%	61,4%	45,8%	54,2%	68,2%	31,8%	66,7%	33,3%	57,3%	43,0%	44,5%	59,6%
27	29,3%	77,2%	41,9%	58,6%	61,2%	39,0%	78,7%	21,3%	69,5%	39,5%	53,0%	49,7%
28	18,9%	81,8%	39,9%	61,3%	44,2%	55,8%	62,6%	37,4%	66,3%	33,8%	41,8%	58,2%
29	17,5%	82,9%	33,4%	66,6%	35,5%	69,5%	52,8%	47,2%	53,9%	47,0%	46,9%	53,6%
30	48,4%	95,2%	18,6%	81,9%	18,8%	81,2%	32,3%	67,7%	32,4%	67,7%	38,1%	61,9%
31		100,0%	89,8%	91,9%	91,5%	98,5%	15,5%	84,5%	15,5%	84,5%	18,3%	81,7%
32	16,7%	83,3%	71,6%	92,9%	53,3%	94,7%	83,3%	91,7%	59,5%	94,5%	100,0%	100,0%
33		100,0%	12,2%	98,8%	35,9%	96,4%	36,1%	96,9%	38,3%	96,2%	46,0%	95,4%
34		100,0%		100,0%		100,0%		100,0%	26,9%	97,3%	35,7%	96,4%
35				100,0%	62,5%	93,8%	43,5%	95,7%		100,0%	38,5%	96,2%
36				100,0%		100,0%	16,7%	83,3%	76,9%	92,4%		100,0%
37				100,0%		100,0%		100,0%		100,0%		100,0%
38		100,0%		100,0%		100,0%				100,0%		
39								100,0%	25,0%	75,0%		100,0%
40						100,0%						

4.6.2.3. Proporción sexual por foco de abundancia.

En la proporción sexual de camarón nailon estimada por foco de abundancia se aprecia un claro predominio de las hembras en la mayoría de los focos de abundancia en el área de estudio.

Con la excepción del foco 7 y 11-13, en que se observa una proporción de machos mayor o igual al 60%, las hembras predominan desde el foco 14 al sur, encontrando la mayor fracción en los focos 18 y 30 con una proporción de 78% (Fig. 30).

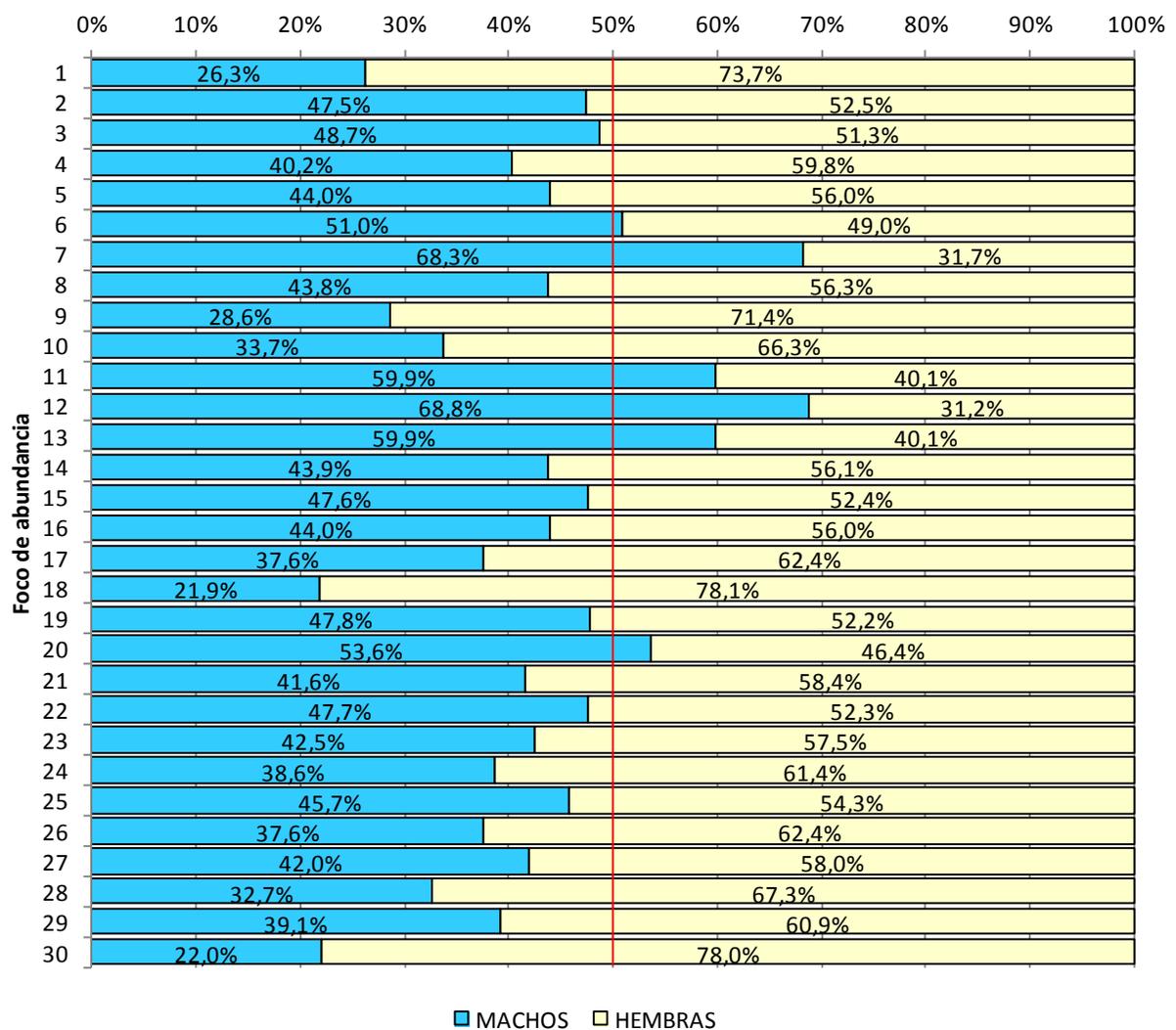


Fig. 32. Proporción sexual de camarón nailon, por foco de abundancia.

4.7. Objetivo Específico 4.

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

4.7.1. Descripción de la abundancia de la fauna acompañante.

4.7.1.1. Composición específica general de la fauna acompañante

La fauna acompañante contribuyó al 62% del peso de la captura total (considerando camarón nailon), mientras que si se considera también a *P. monodon* y *C. johni* como especies objetivo, entonces la contribución de la fauna acompañante disminuye a 25% de la captura total (en peso).

La fauna acompañante estuvo compuesta por 41 taxa, de los cuales 17 fueron peces óseos, 9 peces cartilaginosos, 9 crustáceos, 4 moluscos (cefalópodos) y 2 mixinoídeos (Tabla 30). El 98% de la captura total en peso de la fauna acompañante estuvo compuesta sólo por 9 especies, destacando langostino amarillo (*C. johni*), langostino colorado (*P. monodon*), merluza común (*Merluccius gayi*), pejerrata (*Coelorinchus aconcagua*) y lenguado de ojos grandes (*Hippoglossina macrops*), las mismas 9 especies aportan conjuntamente con el 61% respecto a la captura total (en peso).

Tabla 30. Listado de las especies que conforman la fauna acompañante en las capturas camarón nailon en este proyecto. Captura en peso (kg), porcentaje en la captura (%) respecto de la fauna acompañante, 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 del recurso objetivo y fauna acompañante. Clave: ---- = <0,05% (respecto de la captura) y 0,0 = <0,05 ton/km² (respecto de la CPUE)

Nombre científico	Acrónimo	Nombre vernacular	Captura (kg)	% en la captura	CPUE total (ton*km ⁻²)	IRRO (%)	IRFA (%)	Lances positivos (%)
<i>Pleuroncodes monodon</i>	<i>Pleumon</i>	langostino colorado	53.458,1	40,577	2340,1	20,1	32,4	28,0
<i>Cervimunida johni</i>	<i>Cervjoh</i>	Langostino amarillo	34.267,0	26,010	1986,4	17,0	27,5	19,4
<i>Merluccius gayi</i>	<i>Merlgay</i>	Merluza común	17.392,4	13,202	1013,1	8,7	14,0	77,6
<i>Coelorinchus aconcagua</i>	<i>Coelaco</i>	Pejerrata	11.829,5	8,979	823,9	7,1	11,4	41,1
<i>Hippoglossina macrops</i>	<i>Hippmac</i>	Lenguado ojos grandes	5.717,8	4,340	361,3	3,1	5,0	58,7
<i>Nezumia pulchella</i>	<i>Nezupul</i>	Pejerrata	3.876,8	2,943	326,3	2,8	4,5	30,5
<i>Aculeola nigra</i>	<i>Aculnig</i>	Tiburón gato	1.646,0	1,249	140,2	1,2	1,9	23,2
<i>Epigonus crassicaudus</i>	<i>Epigcra</i>	Besugo	667,5	0,507	57,2	0,5	0,8	7,1
<i>Trachyrinchus villegai</i>	<i>Tracvil</i>	Pejerrata	595,6	0,452	56,8	0,5	0,8	15,1
<i>Centroscyllium nigrum</i>	<i>Centnig</i>	Tollo de profundidad	216,7	0,164	25,7	0,2	0,4	13,4
<i>Mursia gaudichaudii</i>	<i>Mursgau</i>	Jaiba paco	685,2	0,520	17,6	0,2	0,2	7,8
<i>Coelorinchus chilensis</i>	<i>Coelchi</i>	Pejerrata	205,3	0,156	12,0	0,1	0,2	1,8
<i>Dipturus chilensis</i>	<i>Diptchi</i>	Raya volantín	172,7	0,131	11,4	0,1	0,2	7,1
<i>Dosidicus gigas</i>	<i>Dosigig</i>	Jibia	174,0	0,132	11,4	0,1	0,2	1,8
<i>Apristurus nasutus</i>	<i>Aprinas</i>	Tiburón	119,3	0,091	10,7	0,1	0,1	6,5
<i>Bathyraja multispinis</i>	<i>Bathmul</i>	Raya chica	204,9	0,156	10,5	0,1	0,1	11,6
<i>Discopyge tschudii</i>	<i>Disctsc</i>	Torpedo	50,0	0,038	6,1	0,1	0,1	1,3
<i>Cancer porteri</i>	<i>Cancpor</i>	Jaiba limón	180,4	0,137	3,7	0,0	0,1	2,0
<i>Centroscymnus crepidater</i>	<i>Centcre</i>	Tiburón	40,0	0,030	3,4	0,0	0,0	0,3
<i>Macruronus magellanicus</i>	<i>Macrmag</i>	Merluza de cola	31,5	0,024	2,8	0,0	0,0	1,5
<i>Xenomystax atrarius</i>	<i>Xenoatr</i>		22,7	0,017	2,1	0,0	0,0	2,5
<i>Lophorochinia parabranchia</i>	<i>Lophpar</i>	Jaiba mochilera	20,4	0,015	2,0	0,0	0,0	2,5
<i>Haliporoides diomedea</i>	<i>Halidio</i>	Gamba	15,6	0,012	1,4	0,0	0,0	1,3
<i>Dipturus trachyderma</i>	<i>Dipttra</i>	Raya volantín	26,9	0,020	1,0	0,0	0,0	1,8

Tabla 30. Continuación.

Nombre científico	Acrónimo	Nombre vernacular	Captura (kg)	% en la captura	CPUE total (ton*km ⁻²)	IRRO (%)	IRFA (%)	Lances positivos (%)
<i>Genypterus chilensis</i>	<i>Genychi</i>	Congrio colorado	13,0	0,010	0,8	0,0	0,0	0,5
<i>Psammobatis scobina</i>	<i>Psamsco</i>	Raya chica	8,0	---	0,7	0,0	0,0	2,0
<i>Opisthoteuthis</i> sp.	<i>Opisthoteut</i>	Pulpo	7,2	----	0,7	0,0	0,0	3,8
<i>Hepatus chiliensis</i>	<i>Hepachi</i>	Jaiba puñete	60,5	0,046	0,5	0,0	0,0	0,5
<i>Sebastes oculatus</i>	<i>Sebaocu</i>	Cabrilla	4,5	----	0,4	0,0	0,0	1,3
<i>Cataetyx rubrirostris</i>	<i>Catarub</i>	Brotula	4,4	----	0,4	0,0	0,0	1,0
<i>Pterygosquilla armata</i>	<i>Stomatop</i>	zapateador	5,0	----	0,4	0,0	0,0	0,3
<i>Octopodo</i>	<i>Octopod</i>	Pulpo	15,4	0,012	0,3	0,0	0,0	0,8
<i>Eptatretus polytrema</i>	<i>Eptapol</i>	Anguila babosa	4,1	----	0,2	0,0	0,0	0,8
<i>Pachycara suspectum</i>	<i>Pachsus</i>		2,2	----	0,2	0,0	0,0	1,8
<i>Trachyrincus helolepis</i>	<i>Trachel</i>	Pejerrata	1,8	----	0,2	0,0	0,0	0,5
<i>Ophichthus remiger</i>	<i>Ophipac</i>	Anguila	1,1	----	0,1	0,0	0,0	1,3
<i>Benthoctopus</i> sp,	<i>Benthoctop</i>	Pulpo	0,6	----	0,1	0,0	0,0	0,5
<i>Glyphocrangon alata</i>	<i>Glypala</i>	Camarón acorazado	0,4	----	0,0	0,0	0,0	0,3
<i>Eptatretus nanni</i>	<i>Eptnan</i>	Lamprea bicolor	0,2	----	0,0	0,0	0,0	0,3
<i>Scomberesox saurus</i>	<i>Scomsau</i>	Agujilla	0,1	----	0,0	0,0	0,0	0,3
Myctophidae	<i>Myctoph</i>	Pez linterna	0,0	----	0,0	0,0	0,0	0,3

4.7.1.2. Distribución de la fauna acompañante en sentido latitudinal

Regionalmente la fauna acompañante exhibe un patrón en el que 3 a 8 especies constituyen 98% a 99% del peso total en la captura. Las especies que conforman esta fracción de la fauna acompañante son las mismas en todas las Regiones y corresponden a los peces *H. macrops*, *M. gayi*, *Aculeola nigra* y pejerratas (*N. pulchella*, *C. aconcagua*, *C. chilensis* y *Trachyrinchus villegai*), y los crustáceos *P. monodon* y *C. johni*. 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 del recurso objetivo y fauna acompañante. Clave: 0.0 = <0.05. CPUE total FA = suma de la CPUE de todas las especies que conforman la fauna acompañante por Región; CPUEt = suma de las CPUE de la fauna acompañante y las especies objetivo.

Región	Acrónimo	Total lances	Lances positivos (%)	CPUE total por especie (ton*km ⁻²)	IRFA (%)	CPUE total FA (ton*km ⁻²)	IRRO (%)	CPUEt (ton*km ⁻²)
III	<i>Pleumon</i>	56	23,2	177,5	40,4	439,2	27,2	652,7
	<i>Ceryjoh</i>		26,8	159,8	36,4		24,5	
	<i>Merlgay</i>		51,8	28,4	6,5		4,4	
	<i>Nezupul</i>		75,0	21,3	4,9		3,3	
	<i>Hippmac</i>		42,9	8,0	1,8		1,2	
	<i>Dosigig</i>		5,4	7,8	1,8		1,2	
	<i>Aculnig</i>		17,9	7,3	1,7		1,1	
	<i>Aprinas</i>		35,7	6,7	1,5		1,0	
	<i>Centnig</i>		35,7	6,7	1,5		1,0	
	<i>Tracvil</i>		58,9	6,0	1,4		0,9	
	<i>Epigcra</i>		8,9	3,2	0,7		0,5	
	<i>Xenoatr</i>		17,9	2,1	0,5		0,3	
	<i>Lophpar</i>		16,1	2,0	0,5		0,3	
	<i>Opisthoteut</i>		25,0	0,7	0,2		0,1	
	<i>Catarub</i>		7,1	0,4	0,1		0,1	
	<i>Diptchi</i>		1,8	0,2	0,0		0,0	
	<i>Eptapol</i>		3,6	0,2	0,0		0,0	

Región	Acrónimo	Total lances	Lances positivos (%)	CPUE total por especie (ton*km ⁻²)	IRFA (%)	CPUE total FA (ton*km ⁻²)	IRRO (%)	CPUEt (ton*km ⁻²)
	<i>Mursgau</i>		8,9	0,2	0,0		0,0	
	<i>Halidio</i>		5,4	0,1	0,0		0,0	
	<i>Trachel</i>		1,8	0,1	0,0		0,0	
	<i>Benthoctop</i>		3,6	0,1	0,0		0,0	
	<i>Cancpor</i>		1,8	0,0	0,0		0,0	
	<i>Coelaco</i>		1,8	0,0	0,0		0,0	
	<i>Octopod</i>		3,6	0,0	0,0		0,0	
	<i>Glypala</i>		1,8	0,0	0,0		0,0	
	<i>Bathmul</i>		1,8	0,0	0,0		0,0	
	<i>Pachsus</i>		1,8	0,0	0,0		0,0	
IV	<i>Cervjoh</i>	120	31,7	1451,0	52,8	2746,0	36,3	3995,9
	<i>Pleumon</i>		20,0	563,8	20,5		14,1	
	<i>Merlgay</i>		86,7	252,5	9,2		6,3	
	<i>Hippmac</i>		66,7	165,0	6,0		4,1	
	<i>Nezupul</i>		37,5	146,4	5,3		3,7	
	<i>Aculnig</i>		22,5	67,6	2,5		1,7	
	<i>Coelaco</i>		10,0	35,2	1,3		0,9	
	<i>Epigcra</i>		7,5	23,2	0,8		0,6	
	<i>Coelchi</i>		5,0	10,8	0,4		0,3	
	<i>Mursgau</i>		11,7	9,3	0,3		0,2	
	<i>Tracvil</i>		5,8	8,2	0,3		0,2	
	<i>Centcre</i>		0,8	3,4	0,1		0,1	
	<i>Dosigig</i>		1,7	3,0	0,1		0,1	
	<i>Disctsc</i>		0,8	2,6	0,1		0,1	
	<i>Centnig</i>		5,8	1,3	0,0		0,0	
	<i>Bathmul</i>		5,0	0,7	0,0		0,0	
	<i>Diptchi</i>		3,3	0,5	0,0		0,0	
	<i>Hepachi</i>		0,8	0,4	0,0		0,0	
	<i>Halidio</i>		0,8	0,4	0,0		0,0	
	<i>Psamsco</i>		4,2	0,4	0,0		0,0	
	<i>Pachsus</i>		5,0	0,2	0,0		0,0	
	<i>Cancpor</i>		0,8	0,2	0,0		0,0	
	<i>Aprinas</i>		1,7	0,1	0,0		0,0	
	<i>Ohipac</i>		2,5	0,1	0,0		0,0	
	<i>Opisthoteut</i>		0,8	0,0	0,0		0,0	
	<i>Eptman</i>		0,8	0,0	0,0		0,0	
	<i>Lophpar</i>		0,8	0,0	0,0		0,0	
	<i>Scomsau</i>		0,8	0,0	0,0		0,0	
V	<i>Pleumon</i>	88	29,5	644,8	42,8	1505,1	25,0	2575,6
	<i>Cervjoh</i>		18,2	299,2	19,9		11,6	
	<i>Merlgay</i>		77,3	180,0	12,0		7,0	
	<i>Coelaco</i>		50,0	147,2	9,8		5,7	
	<i>Nezupul</i>		31,8	96,3	6,4		3,7	
	<i>Hippmac</i>		54,5	59,0	3,9		2,3	
	<i>Tracvil</i>		13,6	21,9	1,5		0,8	
	<i>Aculnig</i>		27,3	17,1	1,1		0,7	

Región	Acrónimo	Total lances	Lances positivos (%)	CPUE total por especie (ton*km ⁻²)	IRFA (%)	CPUE total FA (ton*km ⁻²)	IRRO (%)	CPUEt (ton*km ⁻²)
	<i>Centnig</i>		19,3	15,5	1,0		0,6	
	<i>Epigcra</i>		8,0	10,5	0,7		0,4	
	<i>Mursgau</i>		11,4	7,3	0,5		0,3	
	<i>Cancpor</i>		4,5	1,9	0,1		0,1	
	<i>Disctsc</i>		1,1	1,3	0,1		0,0	
	<i>Dipttra</i>		5,7	0,9	0,1		0,0	
	<i>Diptchi</i>		9,1	0,7	0,0		0,0	
	<i>Macrmag</i>		3,4	0,5	0,0		0,0	
	<i>Stomatop</i>		1,1	0,4	0,0		0,0	
	<i>Bathmul</i>		6,8	0,4	0,0		0,0	
	<i>Aprinas</i>		2,3	0,3	0,0		0,0	
	<i>Psamsco</i>		2,3	0,1	0,0		0,0	
	<i>Hepachi</i>		1,1	0,0	0,0		0,0	
	<i>Ophirem</i>		2,3	0,0	0,0		0,0	
	<i>Eptapol</i>		1,1	0,0	0,0		0,0	
VI	<i>Pleumon</i>	44	59,1	565,8	61,7	916,3	44,6	1269,4
	<i>Merlgay</i>		79,5	181,3	19,8		14,3	
	<i>Coelaco</i>		79,5	74,8	8,2		5,9	
	<i>Hippmac</i>		63,6	32,0	3,5		2,5	
	<i>Aculnig</i>		31,8	19,9	2,2		1,6	
	<i>Cervjoh</i>		9,1	18,6	2,0		1,5	
	<i>Tracvil</i>		15,9	12,8	1,4		1,0	
	<i>Aprinas</i>		2,3	3,6	0,4		0,3	
	<i>Diptchi</i>		6,8	2,6	0,3		0,2	
	<i>Centnig</i>		11,4	2,1	0,2		0,2	
	<i>Bathmul</i>		18,2	1,6	0,2		0,1	
	<i>Macrmag</i>		2,3	1,4	0,1		0,1	
	<i>Myctoph</i>		2,3	0,0	0,0		0,0	
	<i>Dosigig</i>		2,3	0,0	0,0		0,0	
VII	<i>Coelaco</i>	60	81,7	357,4	36,3	985,0	15,1	2360,5
	<i>Merlgay</i>		80,0	248,4	25,2		10,5	
	<i>Pleumon</i>		26,7	231,6	23,5		9,8	
	<i>Hippmac</i>		71,7	84,1	8,5		3,6	
	<i>Epigcra</i>		11,7	20,3	2,1		0,9	
	<i>Nezupul</i>		3,3	19,0	1,9		0,8	
	<i>Aculnig</i>		15,0	15,0	1,5		0,6	
	<i>Bathmul</i>		35,0	2,5	0,2		0,1	
	<i>Coelchi</i>		1,7	1,2	0,1		0,1	
	<i>Disctsc</i>		1,7	1,0	0,1		0,0	
	<i>Macrmag</i>		3,3	1,0	0,1		0,0	
	<i>Cancpor</i>		1,7	0,9	0,1		0,0	
	<i>Mursgau</i>		3,3	0,8	0,1		0,0	
	<i>Dosigig</i>		1,7	0,6	0,1		0,0	
	<i>Sebaocu</i>		8,3	0,4	0,0		0,0	
	<i>Diptchi</i>		6,7	0,3	0,0		0,0	
	<i>Octopod</i>		1,7	0,3	0,0		0,0	

Región	Acrónimo	Total lances	Lances positivos (%)	CPUE total por especie (ton*km-2)	IRFA (%)	CPUE total FA (ton*km-2)	IRRO (%)	CPUEt (ton*km-2)
	<i>Dipttra</i>		3,3	0,1	0,0		0,0	
	<i>Trachel</i>		1,7	0,0	0,0		0,0	
	<i>Centnig</i>		1,7	0,0	0,0		0,0	
	<i>Aprinas</i>		1,7	0,0	0,0		0,0	
VIII	<i>Coelaco</i>	29	75,9	209,3	32,7	640,3	25,9	809,3
	<i>Pleumon</i>		20,7	156,5	24,4		19,3	
	<i>Merlgay</i>		82,8	122,6	19,1		15,1	
	<i>Cervjoh</i>		13,8	57,7	9,0		7,1	
	<i>Nezupul</i>		13,8	43,2	6,7		5,3	
	<i>Aculnig</i>		27,6	13,3	2,1		1,6	
	<i>Hippmac</i>		34,5	13,1	2,1		1,6	
	<i>Tracvil</i>		3,4	7,9	1,2		1,0	
	<i>Diptchi</i>		27,6	7,2	1,1		0,9	
	<i>Bathmul</i>		13,8	5,5	0,9		0,7	
	<i>Disctsc</i>		6,9	1,2	0,2		0,1	
	<i>Halidio</i>		3,4	0,9	0,1		0,1	
	<i>Genychi</i>		6,9	0,8	0,1		0,1	
	<i>Cancpor</i>		3,4	0,8	0,1		0,1	
	<i>Psamsco</i>		3,4	0,3	0,0		0,0	
	<i>Centnig</i>		10,3	0,1	0,0		0,0	

4.7.1.3. Distribución de la fauna acompañante en sentido batimétrico.

Batimétricamente se observa también el patrón general de distribución de la fauna acompañante (en peso), la que está compuesta principalmente por 6 a 9 especies que aportan entre 97% y 99% del peso total cuando no se considera la especie objetivo en este recuento. Además, *M. gayi*, *P. monodon* y *C. johni* son las especies más importantes de la fauna acompañante entre 100 y 350 m de profundidad, acompañadas por *C. aconcagua* y *H. macrops*. Bajo los 400 m de profundidad las especies más importantes son pejerratas (*N. pulchella*, *C. aconcagua* y *T villegai*) y *M. gayi*. La particularidad en cada estrato batimétrico está dada por el orden de importancia en peso de estas especies (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 camarón nailon); IRRO= índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso del recurso objetivo y fauna acompañante (se incluye camarón nailon). Clave: 0.0 = <0.05. CPUE total FA = suma de la CPUE de todas las especies que conforman la fauna acompañante por Región; CPUEt = suma de las CPUE de la fauna acompañante y las especies objetivo.

Profundidad (m)	Acrónimo	Total lances	Lances positivos (%)	CPUE total por especie (ton*km ⁻²)	IRFA (%)	CPUE Total FA (ton*km ⁻²)	IRRO (%)	CPUEt (ton*km ⁻²)	
100 - 199	<i>Pleumon</i>	32	56,3	491,2	56,0	877,0	47,2	1041,4	
	<i>Cervjoh</i>		53,1	272,0	31,0		26,1		
	<i>Merlgay</i>		78,1	64,7	7,4		6,2		
	<i>Hippmac</i>		59,4	16,3	1,9		1,6		
	<i>Nezupul</i>		9,4	11,7	1,3		1,1		
	<i>Coelaco</i>		6,3	10,7	1,2		1,0		
	<i>Mursgau</i>		37,5	7,5	0,8		0,7		
	<i>Cancpor</i>		12,5	1,2	0,1		0,1		
	<i>Disctsc</i>		3,1	0,6	0,1		0,1		
	<i>Hepachi</i>		3,1	0,4	0,1		0,0		
	<i>Dosigig</i>		3,1	0,4	0,0		0,0		
	<i>Genychi</i>		3,1	0,3	0,0		0,0		
	<i>Lophpar</i>		3,1	0,2	0,0		0,0		
	<i>Psamsco</i>		3,1	0,1	0,0		0,0		
<i>Tracvil</i>	3,1	0,0	0,0	0,0					
200 - 299	<i>Pleumon</i>	176	42,0	1738,4	45,5	3823,6	28,9	6019,4	
	<i>Cervjoh</i>		23,9	727,0	19,0		12,1		
	<i>Merlgay</i>		84,1	619,1	16,2		10,3		
	<i>Coelaco</i>		49,4	373,7	9,8		6,2		
	<i>Hippmac</i>		77,8	231,2	6,0		3,8		
	<i>Nezupul</i>		19,9	78,7	2,1		1,3		
	<i>Aculnig</i>		12,5	26,3	0,7		0,4		
	<i>Epigcra</i>		5,1	7,7	0,2		0,1		
	<i>Aprinas</i>		4,0	3,3	0,1		0,1		
	<i>Mursgau</i>		5,7	2,9	0,1		0,0		
	<i>Bathmul</i>		11,9	2,6	0,1		98,5		0,0
	<i>Cancpor</i>		2,3	2,5	0,1		0,0		
	<i>Diptchi</i>		5,7	2,1	0,1		0,0		
	<i>Centnig</i>		4,0	1,7	0,0		0,0		
	<i>Lophpar</i>		2,8	1,4	0,0		0,0		
	<i>Coelchi</i>		1,1	1,2	0,0		0,0		
	<i>Tracvil</i>		4,5	1,1	0,0		0,0		
	<i>Disctsc</i>		0,6	0,6	0,0		0,0		
	<i>Dosigig</i>		0,6	0,6	0,0		0,0		
	<i>Genychi</i>		0,6	0,5	0,0		0,0		
<i>Octopod</i>	0,6	0,3	0,0	0,0					

Profundidad (m)	Acrónimo	Total lances	Lances positivos (%)	CPUE total por especie (ton*km ⁻²)	IRFA (%)	CPUE total FA (ton*km ⁻²)	IRRO (%)	CPUEt (ton*km ⁻²)
	<i>Psamsco</i>		0,6	0,3	0,0		0,0	
	<i>Sebaocu</i>		1,1	0,1	0,0		0,0	
	<i>Ophipac</i>		1,7	0,1	0,0		0,0	
	<i>Benthocrop</i>		1,1	0,1	0,0		0,0	
	<i>Hepachi</i>		0,6	0,0	0,0		0,0	
	<i>Dipttra</i>		0,6	0,0	0,0		0,0	
	<i>Glypala</i>		0,6	0,0	0,0		0,0	
	<i>Pachsus</i>		0,6	0,0	0,0		0,0	
	<i>Eptapol</i>		0,6	0,0	0,0		0,0	
	<i>Xenoatr</i>		0,6	0,0	0,0		0,0	
	<i>Eptnan</i>		0,6	0,0	0,0		0,0	
300-399	<i>Cervjoh</i>	167	10,8	987,4	42,7	2310,5	23,8	4146,0
	<i>Coelaco</i>		39,5	414,8	18,0		10,0	
	<i>Merlgay</i>		72,5	293,7	12,7		7,1	
	<i>Nezupul</i>		40,7	189,5	8,2		4,6	
	<i>Hippmac</i>		45,5	112,0	4,8		2,7	
	<i>Pleumon</i>		10,8	109,3	4,7		2,6	
	<i>Aculnig</i>		32,9	69,2	3,0		1,7	
	<i>Epigcra</i>		10,2	33,3	1,4		0,8	
	<i>Tracvil</i>		23,4	31,8	1,4		0,8	
	<i>Centnig</i>		25,1	11,4	0,5		0,3	
	<i>Dosigig</i>		3,0	10,4	0,5		0,3	
	<i>Diptchi</i>		9,6	9,0	0,4		0,2	
	<i>Bathmul</i>		12,6	7,8	0,3		0,2	
	<i>Aprinas</i>		10,2	7,1	0,3		0,2	
	<i>Mursgau</i>		4,8	6,6	0,3		0,2	
	<i>Centcre</i>		0,6	3,4	0,1		0,1	
	<i>Macrmag</i>		2,4	2,5	0,1		0,1	
	<i>Disctsc</i>		1,2	2,3	0,1		0,1	
	<i>Coelchi</i>		1,2	2,2	0,1		0,1	
	<i>Xenoatr</i>		4,2	1,8	0,1		0,0	
	<i>Halidio</i>		2,4	1,0	0,0		0,0	
	<i>Dipttra</i>		3,6	0,9	0,0		0,0	
	<i>Opisthoteut</i>		8,4	0,6	0,0		0,0	
	<i>Catarub</i>		2,4	0,4	0,0		0,0	
	<i>Stomatop</i>		0,6	0,4	0,0		0,0	
	<i>Lophpar</i>		1,8	0,4	0,0		0,0	
	<i>Psamsco</i>		3,0	0,4	0,0		0,0	
	<i>Sebaocu</i>		1,8	0,3	0,0		0,0	
	<i>Eptapol</i>		1,2	0,2	0,0		0,0	
	<i>Trachel</i>		1,2	0,2	0,0		0,0	
	<i>Pachsus</i>		1,8	0,1	0,0		0,0	
	<i>Octopod</i>		1,2	0,0	0,0		0,0	
	<i>Ophirem</i>		1,2	0,0	0,0		0,0	
	<i>Scomsau</i>		0,6	0,0	0,0		0,0	
	<i>Myctoph</i>		0,6	0,0	0,0		0,0	

Profundidad (m)	Acrónimo	Total lances	Lances positivos (%)	CPUE total por especie (ton*km ⁻²)	IRFA (%)	CPUE total FA (ton*km ⁻²)	IRRO (%)	CPUEt (ton*km ⁻²)
> 400	<i>Nezupul</i>	22	68,2	46,5	21,0	220,8	10,2	456,6
	<i>Aculnig</i>		68,2	44,7	20,2		9,8	
	<i>Merlgay</i>		63,6	35,7	16,2		7,8	
	<i>Coelaco</i>		36,4	24,6	11,2		5,4	
	<i>Tracvil</i>		54,5	23,8	10,8		5,2	
	<i>Epigcra</i>		9,1	16,2	7,3		3,5	
	<i>Centnig</i>		18,2	12,6	5,7		2,8	
	<i>Coelchi</i>		13,6	8,6	3,9		1,9	
	<i>Disctsc</i>		4,5	2,6	1,2		0,6	
	<i>Hippmac</i>		4,5	1,8	0,8		0,4	
	<i>Pleumon</i>		4,5	1,2	0,6		0,3	
	<i>Mursgau</i>		4,5	0,6	0,3		0,1	
	<i>Halidio</i>		4,5	0,4	0,2		0,1	
	<i>Xenoatr</i>		9,1	0,3	0,1		0,1	
	<i>Macrmag</i>		9,1	0,3	0,1		0,1	
	<i>Diptchi</i>		9,1	0,3	0,1		0,1	
	<i>Aprinas</i>		9,1	0,2	0,1		0,1	
	<i>Bathmul</i>		18,2	0,2	0,1		0,0	
	<i>Pachsus</i>		13,6	0,1	0,0		0,0	
	<i>Opisthoteut</i>		4,5	0,0	0,0		0,0	
	<i>Lophpar</i>		4,5	0,0	0,0		0,0	
	<i>Psamsco</i>		4,5	0,0	0,0		0,0	

4.7.1. Identificación de asociaciones específicas

Solo 18 especies mostraron aporte relativo (en peso) superior a 0,1% (Tabla 33). De acuerdo con la matriz de similitud de Bray-Curtis, el análisis de dendrograma permite distinguir cinco asociaciones de estaciones de muestreo (lances), las cuales presentaron una estructura de CPUE de especies con similitud mayor o igual a 30% (Fig. 33). No se consideró en análisis posteriores aquellos grupos que, al nivel de corte de 30% de similitud, no estén presentes en al menos 10 lances.

Tabla 33. Especies con aportes mayores a 0,1% respecto a la captura total de la fauna acompañante utilizados en los análisis multivariados (número de lances: 391). IRFA= importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante.

Nombre científico	Acrónimo	IRFA (%)
<i>Pleuroncodes monodon</i>	<i>Pleumon</i>	32,4
<i>Cervimunida johni</i>	<i>Cervjoh</i>	27,5
<i>Merluccius gayi</i>	<i>Merlgay</i>	14,0
<i>Coelorinchus aconcagua</i>	<i>Coelaco</i>	11,4
<i>Hippoglossina macrops</i>	<i>Hippmac</i>	5,0
<i>Nezumia pulchella</i>	<i>Nezupul</i>	4,5
<i>Aculeola nigra</i>	<i>Aculnig</i>	1,9
<i>Epigonus crassicaudus</i>	<i>Epigcra</i>	0,8
<i>Trachyrinchus villegai</i>	<i>Tracvil</i>	0,8
<i>Centroscyllium nigrum</i>	<i>Centnig</i>	0,4
<i>Mursia gaudichaudii</i>	<i>Mursgau</i>	0,2
<i>Coelorinchus chilensis</i>	<i>Coelchi</i>	0,2
<i>Dipturus chilensis</i>	<i>Diptchi</i>	0,2
<i>Dosidicus gigas</i>	<i>Dosigig</i>	0,2
<i>Apristurus nasutus</i>	<i>Aprinas</i>	0,1
<i>Bathyraja multispinis</i>	<i>Bathmul</i>	0,1
<i>Discopyge tschudii</i>	<i>Disctsc</i>	0,1
<i>Cancer porteri</i>	<i>Cancpor</i>	0,1

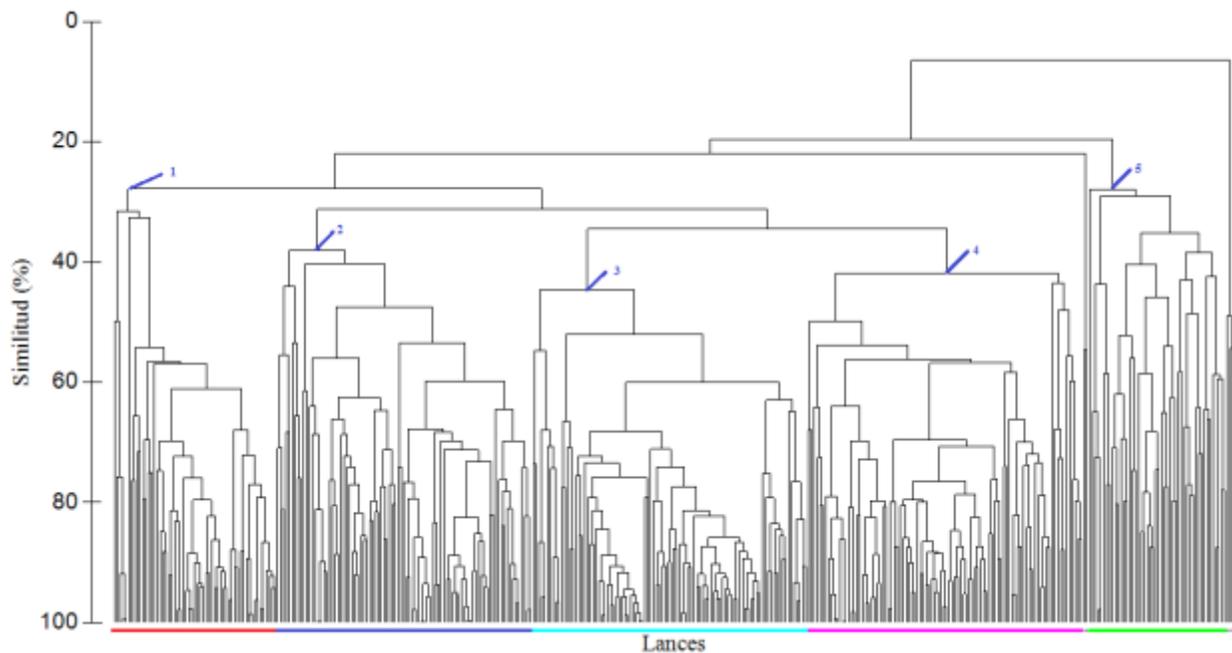


Fig. 33. Análisis de clasificación de la CPUE de la fauna acompañante presente en las capturas de camarón nailon en las Regiones II a VIII (número de lances: 391).

El análisis de ordenación distinguió, con un nivel de significancia moderadamente alto ($\text{Stress} = p = 0,18$), los mismos cuatro grupos de estaciones (lances) que el análisis de clasificación (Fig. 34). Esto valida el criterio de clasificación de 30% de similitud, lo que permite definir a los cuatro ensambles. El grupo señalado “ne” corresponde a aquellas estaciones (lances) cuya composición específica no logró constituir un ensamble por sí solo.

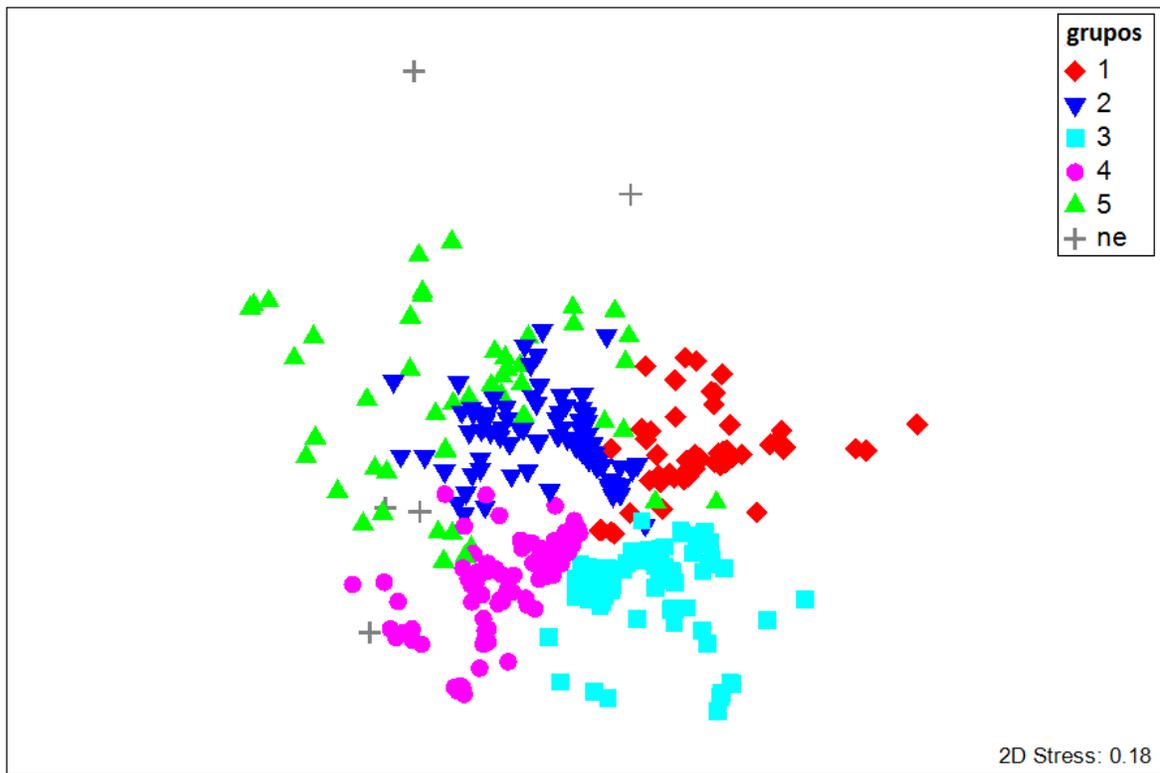


Fig. 34. Análisis de ordenación (MDS) de la abundancia relativa (CPUE) de la fauna acompañante presente en las capturas de camarón nailon en las Regiones II a VIII. Los símbolos corresponden a los diferentes ensambles identificados (1 a 5). El grupo “ne” corresponde a aquellos lances que en el dendrograma no constituyeron un grupo (número de lances: 391).

Latitudinalmente todos los ensambles se encuentran distribuidos en toda la zona de estudio (25°S a 37°S). La excepción la constituyen el grupo 4, que ocurre desde la IV a la VIII Regiones (30°S a 37°S). Batimétricamente los ensambles específicos se distribuyen en diferentes estratos. El grupo 1 se ubica entre 100 y 300 m de profundidad; el grupo 2 se ubica entre 200 y 450 m de profundidad; el grupo 3 se ubica entre 100 y 350 m de profundidad; el grupo 4 se ubica entre 200 y 400 m de profundidad; y, el grupo 5 se ubica entre 250 y 450 m de profundidad (Tabla 34).

Las especies que están presentes en las cinco asociaciones específicas se presentan en la Tabla 35. En los ensambles específicos identificados también fueron pocas las especies (3 a 8) que contribuyeron entre 88% y 98% del peso total de cada grupo. En el grupo 1 *C. johni* es la especie

de mayor importancia respecto al peso total de la fauna acompañante; en el grupo 2, *N. pulchella* es la especie más importante, seguida por *M. gayi*. En el grupo 3 las especies más importantes son *P. monodon* y *M. gayi*. En el grupo 4 las especies más importantes de la fauna acompañante son *C. aconcagua* y *M. gayi*. En el grupo 5 las especies más importante son pejerratas (*T. villegai* y *N. pulchella*) y *M. gayi*.

Tabla 34. Distribución latitudinal y batimétrica de los grupos identificados de la fauna acompañante.

Ensamble	Latitud (°)	Profundidad (m)
1	25°S – 37°S	100 - 300
2	25°S – 37°S	200 - 450
3	25°S – 37°S	100 - 350
4	30°S – 37°S	200 - 400
5	25°S – 37°S	250 - 450

Tabla 35. Fauna acompañante en las capturas de camarón nailon ordenada por ensambles identificados mediante métodos de clasificación y ordenación. IRFA= índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante. Clave: 0.0 = <0.05. CPUE total FA = suma de la CPUE de todas las especies que conforman la fauna acompañante por Región; CPUEt = suma de las CPUE de la fauna acompañante y las especies objetivo.

Ensamble	Acrónimo	Total lances	Lances Positivos (%)	CPUE total por especie (ton*km ⁻²)	IRFA (%)	CPUE Total FA (ton*km ⁻²)	IRRO (%)	CPUEt (ton*km ⁻²)
1	<i>Cervjoh</i>	57	91,2	1777,6	89,1	1995,4	72,2	2461,9
	<i>Hippmac</i>		87,7	104,6	5,2		4,2	
	<i>Merlgay</i>		66,7	76,9	3,9		3,1	
	<i>Coelaco</i>		8,8	22,6	1,1		0,9	
	<i>Nezupul</i>		17,5	5,5	0,3		0,2	
	<i>Mursgau</i>		12,3	3,6	0,2		0,1	
	<i>Aprinas</i>		5,3	2,6	0,1		0,1	
	<i>Pleumon</i>		3,5	1,3	0,1		0,1	
	<i>Canapor</i>		3,5	0,4	0,0		0,0	
	<i>Centnig</i>		3,5	0,2	0,0		0,0	
	<i>Aculnig</i>		1,8	0,2	0,0		0,0	
	<i>Tracvil</i>		1,8	0,0	0,0		0,0	
	2		<i>Nezupul</i>	89	76,4		262,9	
<i>Merlgay</i>		97,8	219,9		30,9	11,9		

	<i>Aculnig</i>		34,8	75,1	10,6		4,1	
	<i>Hippmac</i>		58,4	64,0	9,0		3,5	
	<i>Epigcra</i>		16,9	31,4	4,4		1,7	
	<i>Tracvil</i>		12,4	14,3	2,0		0,8	
	<i>Coelchi</i>		7,9	12,0	1,7		0,6	
	<i>Coelaco</i>		5,6	8,5	1,2		0,5	
	<i>Pleumon</i>		4,5	7,6	1,1		0,4	
	<i>Mursgau</i>		9,0	6,2	0,9		0,3	
	<i>Dosigig</i>		1,1	2,6	0,4		0,1	
	<i>Disctsc</i>		1,1	2,6	0,4		0,1	
	<i>Centnig</i>		10,1	1,6	0,2		0,1	
	<i>Bathmul</i>		9,0	0,7	0,1		0,0	
	<i>Cervjoh</i>		1,1	0,5	0,1		0,0	
	<i>Diptchi</i>		4,5	0,4	0,1		0,0	
	<i>Aprinas</i>		4,5	0,3	0,0		0,0	
3	<i>Pleumon</i>	96	100,0	2314,7	72,9	3175,1	58,2	3976,0
	<i>Merlgay</i>		87,5	380,2	12,0		9,6	
	<i>Cervjoh</i>		19,8	203,6	6,4		5,1	
	<i>Coelaco</i>		45,8	131,7	4,1		3,3	
	<i>Hippmac</i>		76,0	123,6	3,9		3,1	
	<i>Aculnig</i>		15,6	6,5	0,2		0,2	
	<i>Mursgau</i>		9,4	5,5	0,2		0,1	
	<i>Cancpor</i>		4,2	2,5	0,1		0,1	
	<i>Nezupul</i>		4,2	2,2	0,1		0,1	
	<i>Tracvil</i>		3,1	1,9	0,1		0,0	
	<i>Bathmul</i>		6,3	1,3	0,0		0,0	
	<i>Dosigig</i>		2,1	0,9	0,0		0,0	
	<i>Diptchi</i>		4,2	0,2	0,0		0,0	
	<i>Aprinas</i>		1,0	0,2	0,0		0,0	
	<i>Centnig</i>		1,0	0,0	0,0		0,0	
4	<i>Coelaco</i>	96	100,0	630,8	56,2	1122,2	24,6	2561,9
	<i>Merlgay</i>		80,2	316,8	28,2		12,4	
	<i>Hippmac</i>		49,0	65,4	5,8		2,6	
	<i>Aculnig</i>		30,2	44,0	3,9		1,7	
	<i>Nezupul</i>		5,2	22,9	2,0		0,9	
	<i>Epigcra</i>		6,3	13,8	1,2		0,5	
	<i>Diptchi</i>		18,8	10,5	0,9		0,4	
	<i>Bathmul</i>		30,2	8,2	0,7		0,3	
	<i>Centnig</i>		14,6	3,2	0,3		0,1	
	<i>Disctsc</i>		3,1	2,9	0,3		0,1	
	<i>Pleumon</i>		1,0	1,9	0,2		0,1	
	<i>Mursgau</i>		3,1	0,8	0,1		0,0	
	<i>Cancpor</i>		1,0	0,8	0,1		0,0	
	<i>Tracvil</i>		1,0	0,2	0,0		0,0	
	<i>Aprinas</i>		2,1	0,1	0,0		0,0	
	<i>Dosigig</i>		1,0	0,0	0,0		0,0	
5	<i>Tracvil</i>	48	91,7	40,3	27,7	145,7	9,2	437,4

<i>Merlgay</i>	45,8	19,3	13,2	4,4
<i>Nezupul</i>	66,7	14,8	10,2	3,4
<i>Pleumon</i>	16,7	14,6	10,0	3,3
<i>Coelaco</i>	20,8	11,7	8,0	2,7
<i>Aculnig</i>	31,3	10,5	7,2	2,4
<i>Centnig</i>	54,2	10,1	6,9	2,3
<i>Dosigig</i>	6,3	7,8	5,3	1,8
<i>Aprinas</i>	33,3	7,5	5,2	1,7
<i>Hippmac</i>	22,9	3,6	2,5	0,8
<i>Epigcra</i>	8,3	3,0	2,1	0,7
<i>Cervjoh</i>	8,3	1,8	1,3	0,4
<i>Diptchi</i>	4,2	0,3	0,2	0,1
<i>Bathmul</i>	6,3	0,2	0,2	0,1
<i>Mursgau</i>	6,3	0,1	0,1	0,0
<i>Canapor</i>	2,1	0,0	0,0	0,0

4.7.1. Detección de diferencias entre asociaciones

4.7.3.1. 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 del 30% son estadísticamente distintos entre sí. Esto queda demostrado al observar los valores de contraste entre los ensambles (Tabla 36) todos mayores a 0,6; desde el punto de vista comunitario muestra la existencia de diferencias entre los grupos aunque se encuentren en una misma área geográfica. Estas diferencias están dadas por la variación en los valores de CPUE de las principales especies (*P. monodon*, *C. johni*, *M. gayi*, *H. macrops* y *N. pulchella*).

Tabla 36. Análisis de Similitud (ANOSIM) con el objeto de determinar diferencias significativas entre los ensambles identificados a partir de la matriz de similitud de Bray-Curtis. $p = 0,001$. Clave: Los números corresponden a los diferentes ensambles identificados (1 a 5). El grupo “ne” corresponde a aquellos lances que en el dendrograma no constituyeron un grupo.

Contraste ensambles	R	R global
1-2	0,64	0,74
1-3	0,78	
1-4	0,80	
1-5	0,81	
2-3	0,74	
2-4	0,65	
2-5	0,60	
3-4	0,64	
3-5	0,88	
4-5	0,82	

4.7.3.2. Contribución de cada especie a la similitud en los ensambles mediante análisis de clasificación (SIMPER)

La especie que es responsable de la mayor similitud interna en el grupo 1 es *C. johni*, mientras que en el grupo 2 la especie responsable es *M. gayi*. En el grupo 3 la especie más importante es *P. monodon*. En el grupo 4 las especies que contribuyen mayormente a la similitud interna son *C. aconcagua* y *M. gayi*, en tanto en el grupo 5 lo son los pejerratas (*T. villegai* y *N. pulchella*) (Tabla 37).

Tabla 37. Especies con mayor contribución a la similitud de las muestras (lances) en cada grupo.

Ensamble	Acrónimo	Similitud promedio (%)	d.e.	Contribución (%)
1	<i>Cervjoh</i>	31,14	1,66	53,47
	<i>Hippmac</i>	17,68	1,41	30,36
	<i>Merlgay</i>	8,69	0,83	14,93
2	<i>Merlgay</i>	26,81	2,56	50,83
	<i>Nezupul</i>	15	1,06	28,44
	<i>Hippmac</i>	7,45	0,65	14,13
3	<i>Pleumon</i>	33,38	3,22	52,46
	<i>Merlgay</i>	15,7	1,67	24,67
	<i>Hippmac</i>	9,35	1,08	14,69
4	<i>Coelaco</i>	33,8	2,91	58,74
	<i>Merlgay</i>	16,04	1,23	27,87
	<i>Hippmac</i>	4,66	0,54	8,09
5	<i>Tracvil</i>	16,23	1,42	42,74
	<i>Nezupul</i>	7	0,8	18,43
	<i>Centnig</i>	4,92	0,59	12,94
	<i>Merlgay</i>	3,88	0,47	10,22
	<i>Aculnig</i>	1,77	0,3	4,67
	<i>Aprinas</i>	1,75	0,32	4,61

4.7.3.3. Contribución de las especies a la variabilidad entre las asociaciones identificadas

La varianza explicada por las tres primeras componentes principales fue 90,9% (Tabla 38^a, Fig. 35). La primera componente principal (PC1) presenta correlación positiva con las especies de la fauna acompañante que se localizan mayormente sobre la plataforma continental, como es el caso de *P. monodon* y *C. johni*, además de especies con amplio rango batimétrico, como *C. porteri*, *M. gaudichaudii*, *M. gayi* y *H. macrops*. La segunda componente principal (PC2) presenta correlación positiva con aquellas especies que se localizan en la plataforma continental y el quiebre del talud continental (entre 250 y 450 m de profundidad), como pejerratas (*C. aconcagua*, *N. pulchella* y *T. villegai*), rayas (*B. multispinis* y *D. chilensis*) y tiburones demersales (*A. nasutus*), además de especies que presentan amplio rango batimétrico, como en el caso de *M. gayi* y *H. macrops* (Tabla 38b).

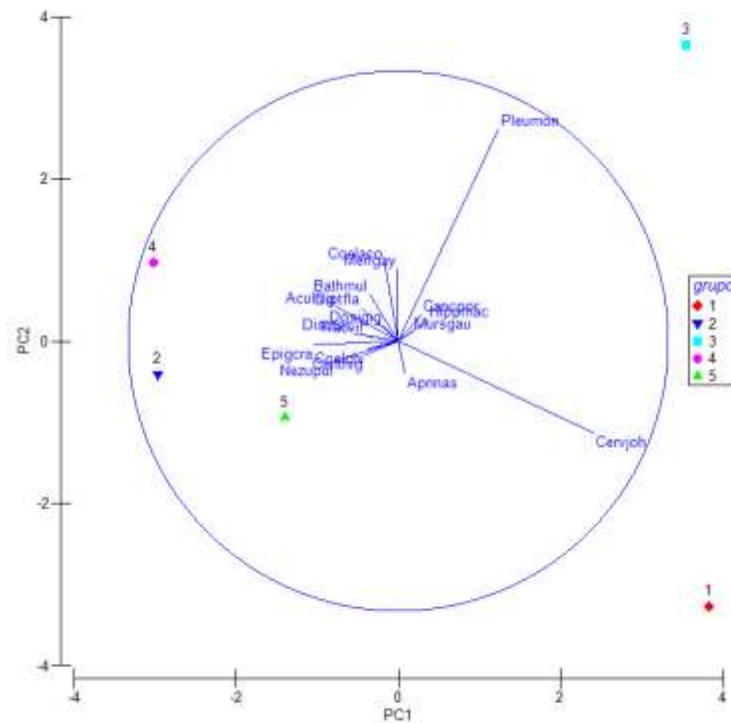


Fig. 35. Análisis de Componentes Principales (ACP) de los ensambles faunísticos presentes en las capturas de camarón nailon, Regiones II a VIII. Los símbolos corresponden a los ensambles identificados (1 a 5). En azul las especies encontradas en dichos ensambles (número de lances: 391).

Tabla 38. Resultados del Análisis de Componentes Principales (ACP)

(9a)

PC	Valores Propios	Varianza (%)	Varianza Acumulada (%)
1	11,8	48,7	48,7
2	6,51	26,9	75,6
3	3,7	15,3	90,9
4	2,21	9,1	100
5	0	0	100

(9b)

Clave Especie	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
<i>Cervjoh</i>	0,726	-0,342	-0,074	-0,224	0,115
<i>Pleumon</i>	0,372	0,786	0,357	-0,042	0,146
<i>Aculnig</i>	-0,231	0,128	0,018	-0,178	0,012
<i>Aprinas</i>	0,026	-0,121	0,142	0,163	0,11
<i>Bathmul</i>	-0,106	0,174	-0,11	0,029	-0,007
<i>Coelaco</i>	-0,051	0,294	-0,578	0,213	0,11
<i>Coelchi</i>	-0,117	-0,029	0,152	-0,445	-0,317
<i>Canapor</i>	0,085	0,097	-0,122	0,115	0,045
<i>Centnig</i>	-0,122	-0,051	0,058	0,19	0,09
<i>Diptchi</i>	-0,137	0,123	-0,149	0,083	0,332
<i>Disctsc</i>	-0,164	0,029	-0,143	-0,215	-0,086
<i>Dosigig</i>	-0,056	0,057	0,371	0,049	-0,046
<i>Epigcra</i>	-0,312	-0,013	0,014	-0,141	0,14
<i>Hippmac</i>	0,11	0,077	-0,212	-0,343	-0,163
<i>Merlgay</i>	-0,001	0,268	-0,234	-0,346	-0,367
<i>Mursgau</i>	0,05	0,032	-0,012	-0,262	0,481
<i>Nezupul</i>	-0,235	-0,075	0,13	-0,451	0,512
<i>Tracvil</i>	-0,12	0,02	0,403	0,106	-0,19

4.7.3.4. Variación en la CPUE de las especies que componen las diferentes asociaciones

Todos los ensambles faunísticos del by-catch están compuestos a lo menos por 11 especies, siendo la diferencia más importante el aporte relativo que ellas tienen (en peso) en el total de la CPUE. Otra diferencia está dada por la representatividad de las especies dentro de cada uno de los ensambles. En efecto, en el ensamble 1, localizado entre 100 y 300 m de profundidad, sólo 3 especies (*C. johni*, *H. macrops* y *M. gayi*) aportan con 60% de la dominancia. Por el contrario, el ensamble con mayor cantidad de especies presentes fue el 2, localizado entre 200 y 450 m de profundidad, donde 8 especies aportan también con 60% de la dominancia (Fig. 36).

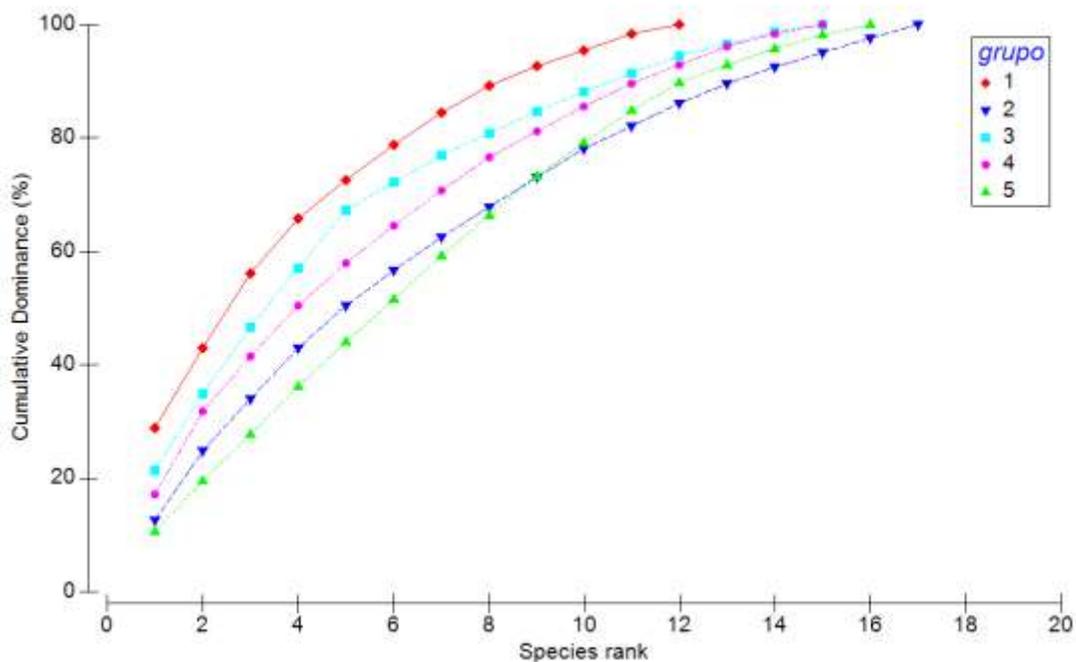


Fig. 36. Comparación de las curvas de k -dominancia para los ensambles del by-catch presentes en las capturas de camarón nailon, Regiones II a VIII. Los símbolos corresponden a los ensambles identificados (1 a 5). En azul las especies encontradas en dichos ensambles (número de lances: 391).

4.7.3.5. Tendencia de la ictiofauna asociada a la pesquería de camarón nailon.

En los años 2008 y 2009 se registraron 15 especies de peces (7 elasmobranquios y 8 teleósteos) con aportes de CPUE mayor a 0,1%, siendo la profundidad el principal factor que induce cambios en la CPUE de las principales especies de la ictiofauna. Los teleósteos presentan CPUE's mayores sobre la plataforma continental, disminuyendo en el talud (> 200 m de profundidad). Lo contrario ocurre con los elasmobranquios que están asociados al talud continental (>250 m de profundidad). *M. gayi*, pejerratas (*C. chilensis*, *N. pulchella*) y el tiburón *A. nigra* presentan rangos batimétricos amplios.

El análisis de clasificación y el análisis de ordenación de los lances muestran la existencia de dos grupos de peces asociados a la plataforma continental y talud, respectivamente (Fig. 37). El Grupo I consiste completamente de lances efectuados sobre la plataforma continental (≤ 250 m), mientras que el Grupo II está compuesto por lances efectuados sobre la plataforma y el talud continental (≥ 250 m). El análisis de clasificación indica alto grado de similitud entre los lances en cada grupo (similitud >65% en ambos casos), sugiriendo una diferencia espacial bien definida dada por la composición de especies y aporte en CPUE de éstas. Los valores de stress en el escalamiento multidimensional (MDS) son $\leq 0,1$; verificándose que los dendrogramas representan adecuadamente la segregación de los lances entre los Grupos I y II (Fig. 38).

El Análisis de Similitud (ANOSIM) reveló que el ensamble de la ictiofauna demersal de la plataforma continental difiere en estructura con respecto al ensamble situado en el talud (en ambos casos $R > 0,80$, $p < 0,001$). Sin embargo, no se observó diferencias significativas en la estructura de los ensambles demersales al compararlo entre cruceros. Esto sugiere que los patrones de distribución y asociación de las especies se mantienen de manera similar durante el periodo 2008 - 2011 en el área comprendida entre los 26° y 37°S.

Las curvas de k -dominancia revelan que el ensamble sobre la plataforma continental (Grupo I) es menos diverso que el Grupo II, pues se encuentra dominado por muy pocas especies (principalmente *M. gayi* y *H. macrops*), las que aportan más del 90% a las capturas totales. El ensamble de la ictiofauna demersal sobre el talud (Grupo II) es menos uniforme que el Grupo I, con la incorporación de especies como raya (*Dipturus chilensis*) y los pejerratas (*C. aconcagua* y *N. pulchella*) (Fig. 39).

En la Tabla 10 se muestra la contribución relativa de las especies de peces que caracterizan a los Grupos I y II; *M. gayi* y *H. macrops* son las más importantes sobre la plataforma continental y el talud superior, mientras que en todo el talud las especies más características son pejerratas (*C. aconcagua* y *N. pulchella*). No se observó diferencias significativas en la estructura de los ensambles demersales al compararlo entre cruceros (en ambos casos $R > 0.70$, $p < 0.001$).

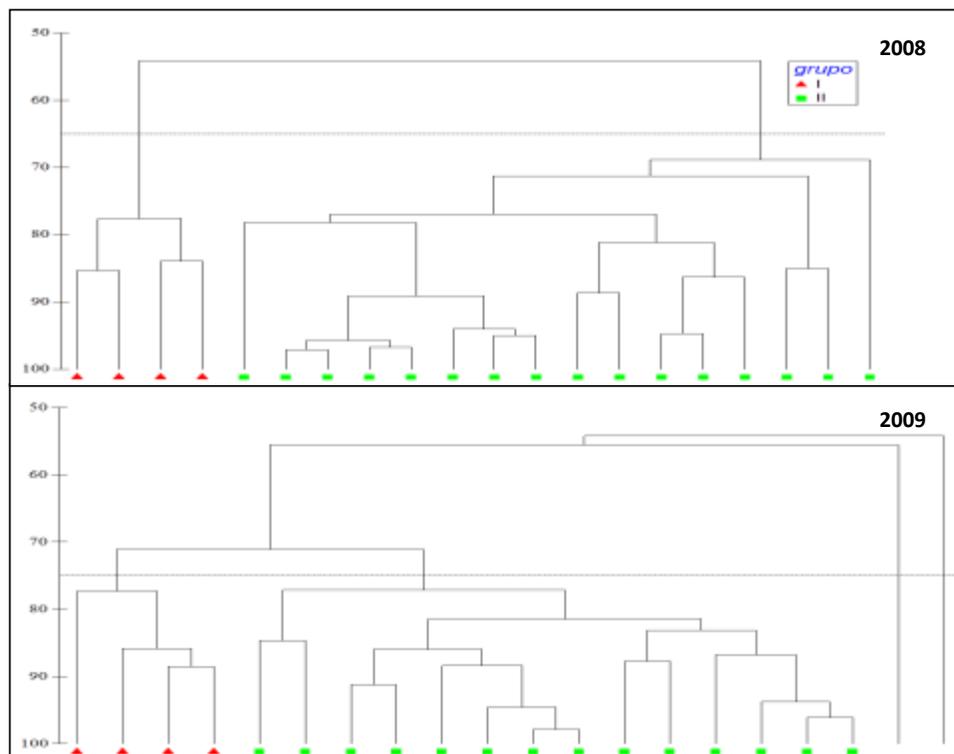


Fig. 37. Dendrograma de las celdas latitud/profundidad, años 2008 y 2009, a partir del índice de similitud de Bray-Curtis sobre los datos de CPUE de la ictiofauna demersal (26°S a 37°S).

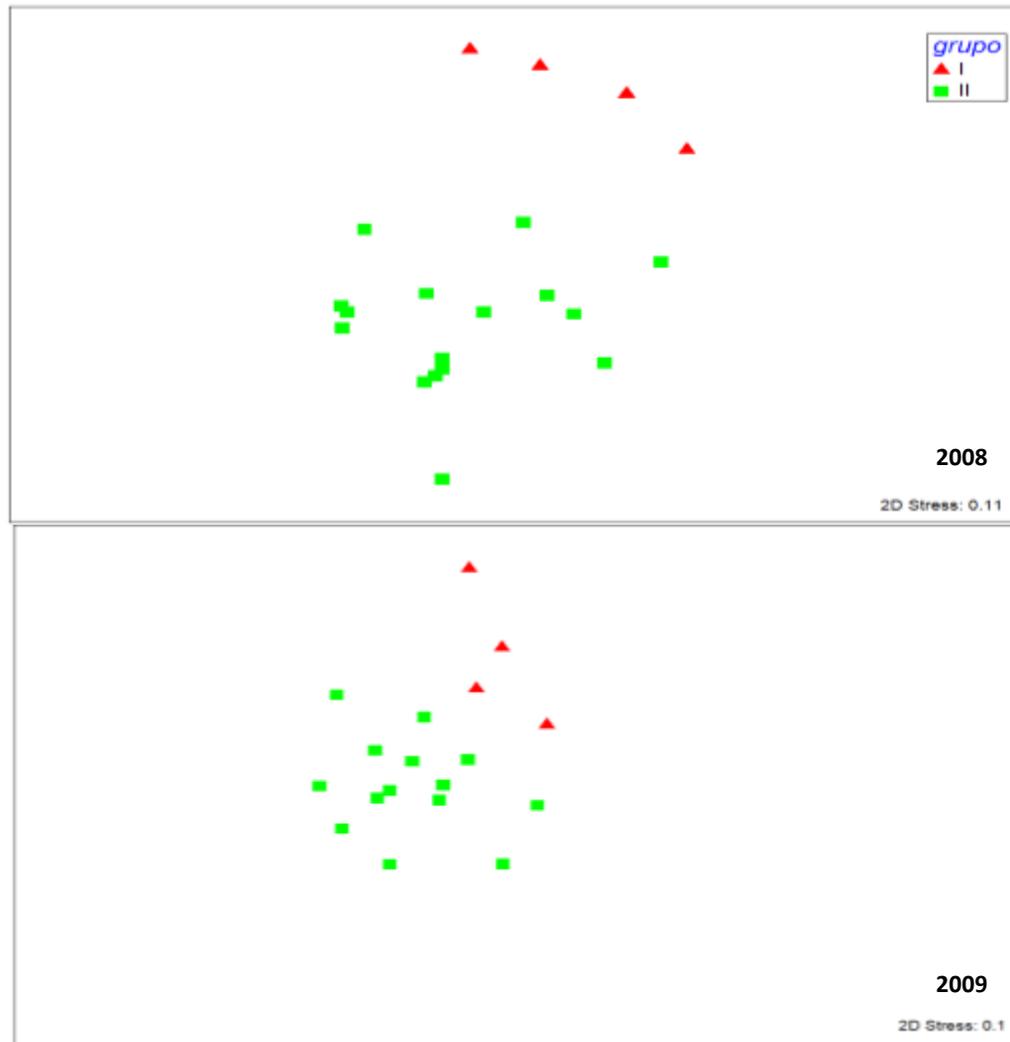


Fig. 38. Escalamiento multidimensional (MDS), años 2008 y 2009, a partir del índice de similitud de Bray-Curtis sobre los datos de CPUE de la ictiofauna demersal (26°S a 37°S).

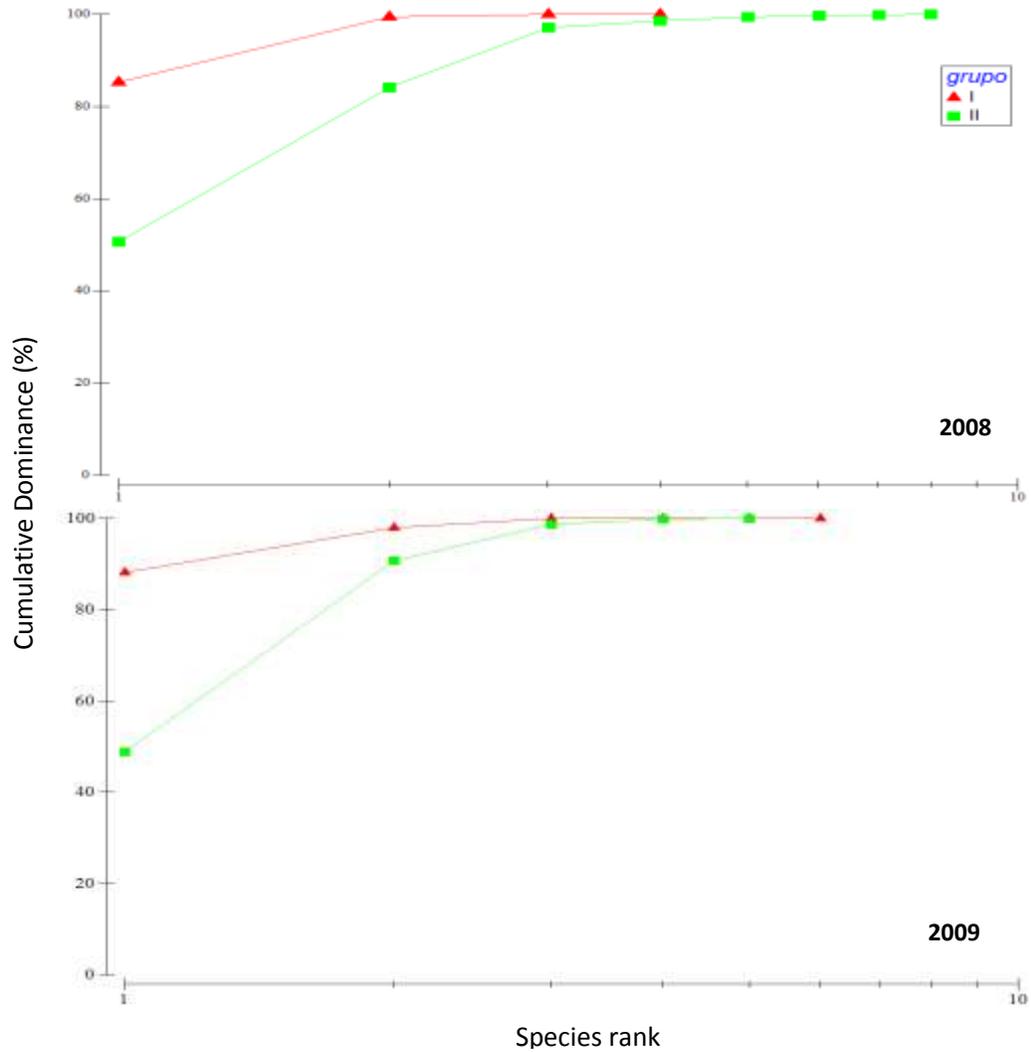


Fig. 39. Comparación de las curvas de k -dominancia para los ensambles de peces en los cruceros de los años 2008 y 2009. Rango latitudinal: 26° S a 37° S.

Tabla 39. Contribución porcentual de las especies de peces características por ensamble (SIMPER; Análisis de Porcentaje de Similitud), años 2008 y 2009 de 26°S a 37°S.

Ensamble	Año 2008		2009	
	Especie	%	Especie	%
I	<i>Merluccius gayi</i>	46,3	<i>Merluccius gayi</i>	56,9
	<i>Hippoglossina macrops</i>	44,4	<i>Hippoglossina macrops</i>	34,1
II	<i>Pejerratas</i> spp.	25,9	<i>Merluccius gayi</i>	39,5
	<i>Rayas</i> spp,	19,6	<i>Pejerratas</i> spp.	30,7
	<i>Tiburones</i>	13,0	<i>Hippoglossina macrops</i>	27,8
	<i>Epigonus crassicaudus</i>	11,8		
	<i>Genypterus</i> sp.	11,7		
	<i>Prolatilus jugularis</i>	10,7		

4.8. 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 los parámetros del modelo se resume en la Tabla 38. Se observa que el crecimiento presenta diferencias entre machos y hembras, alcanzando las hembras una longitud asintótica mayor que los machos. A su vez, la curva de selectividad a la talla indica que más del 50% del camarón nailon comienza a ser vulnerado a los 19,3 mm LC, y que más del 95% de los ejemplares son vulnerados después de 28,3 mm LC (Tabla 38).

Tabla 40. Parámetros del modelo de evaluación del stock de camarón nailon.

Parámetros, símbolo y unidad	Valor	Error Estándar
Longitud asintótica machos, L_{∞} (mm, LC)	31,5	1,980
Coefficiente de crecimiento machos, K (año ⁻¹)	0,170	0,055
Longitud asintótica machos, L_{∞} (mm, LC)	32,7	0,436
Coefficiente de crecimiento hembras, K (año ⁻¹)	0,300	$3,68 \times 10^{-5}$
Longitud de reclutamiento machos, L_r (mm, LC)	21,9	0,193
Longitud de reclutamiento hembras, L_r (mm, LC)	22,3	0,223
Desv, Estándar Lr machos, σ_r (mm, LC)	2,582	0,104
Desv, Estándar Lr hembras, σ_r (mm, LC)	2,915	0,138
Varianza a la talla machos, σ^2	0,474	0,372
Varianza a la talla hembras, σ^2	1,760	0,301
Log Selectividad a la talla, $\log L_{50}$ (mm, LC)	2,961	0,125
Log Selectividad a la talla, $\log L_{95}$ (mm, LC)	3,342	0,168
Log reclutamiento promedio, $\log R$	14,361	0,131
Coef, Variación de reclutamiento, σ_R	0,469	0,039
Coefficiente de capturabilidad cruceros, q	1	-
Tasa de mortalidad natural, M (año ⁻¹)	0,4	-

En general, el modelo explicó satisfactoriamente los cambios en la composición por tallas observada en los cruceros de evaluación por área barrida (Fig. 35), como también los cambios en la biomasa vulnerable observada en los cruceros de evolución (Fig. 36). Las capturas de camarón nailon, en el periodo 1990-2011, se muestran en la Figura 36. Se observa capturas altas, por sobre 7 mil toneladas entre 1991 y 1999, y con la captura más altas por sobre 10 mil toneladas entre 1995 y 1997. Después de 1999, las capturas disminuyen gradualmente hasta ubicarse en niveles cercanos a las 4 mil toneladas por año. El 2011, el desembarque de camarón nailon fue de 4475 t (Fig. 36).

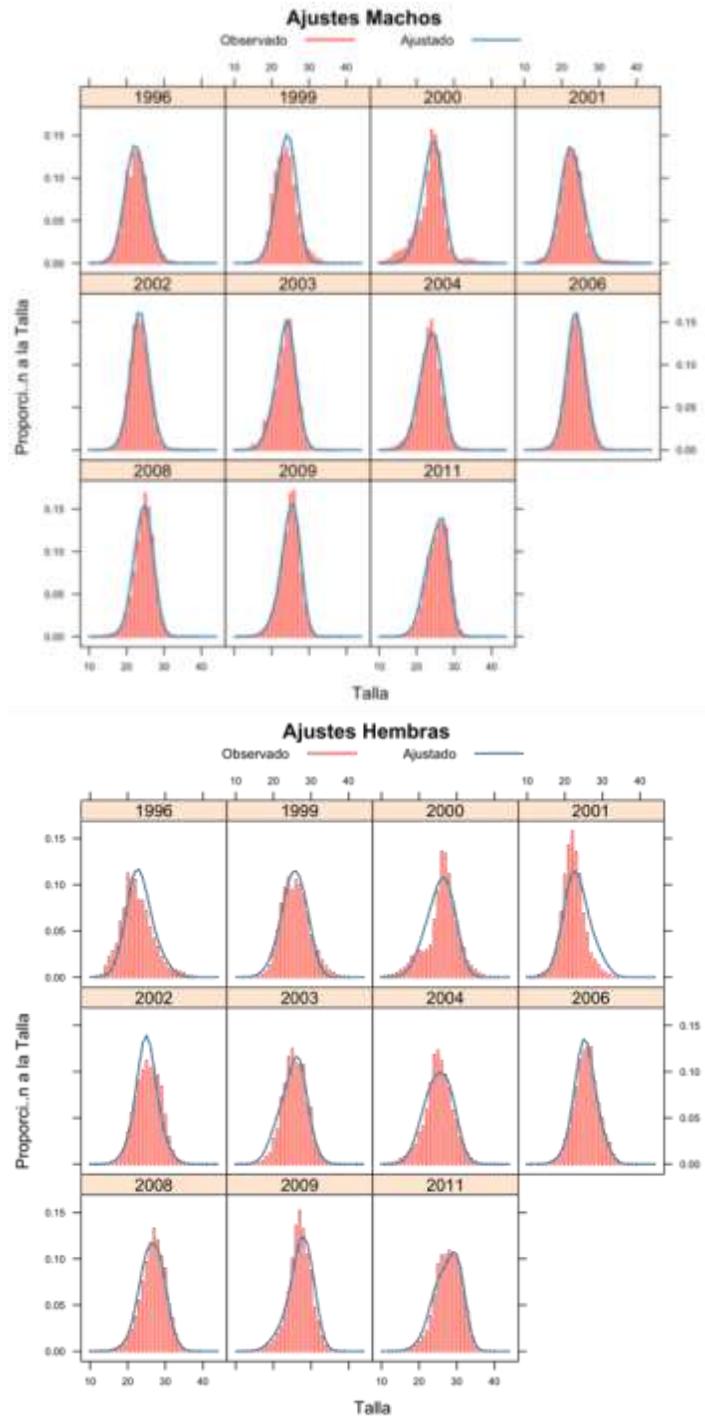


Fig. 40. Frecuencia de tallas de camarón nailon en los cruceros de evaluación por área barrida (barras) y estimadas con el modelo de evaluación (líneas).

La tasa de explotación fue alta entre 1994 y 2000, por sobre 30% y alcanzó un valor máximo en 1995 con cerca de 60% (Fig. 36). La tasa de explotación disminuyó el 2001, y desde el 2005 al 2008 se mantuvo cerca del 10%. Sin embargo, a contar de 2009 se observó un aumento en la tasa de explotación alcanzando a 18.4% en el 2011. El reclutamiento exhibe variabilidad, con niveles altos en determinados años (Fig. 37). El reclutamiento alto en 2001 y las bajas tasas de explotación permitieron la acumulación de biomasa en el stock explotable. Aunque en los últimos dos años se observa una tendencia decreciente, tal tendencia es natural ya que el reclutamiento ha disminuido a niveles medios desde 2008 al 2010.

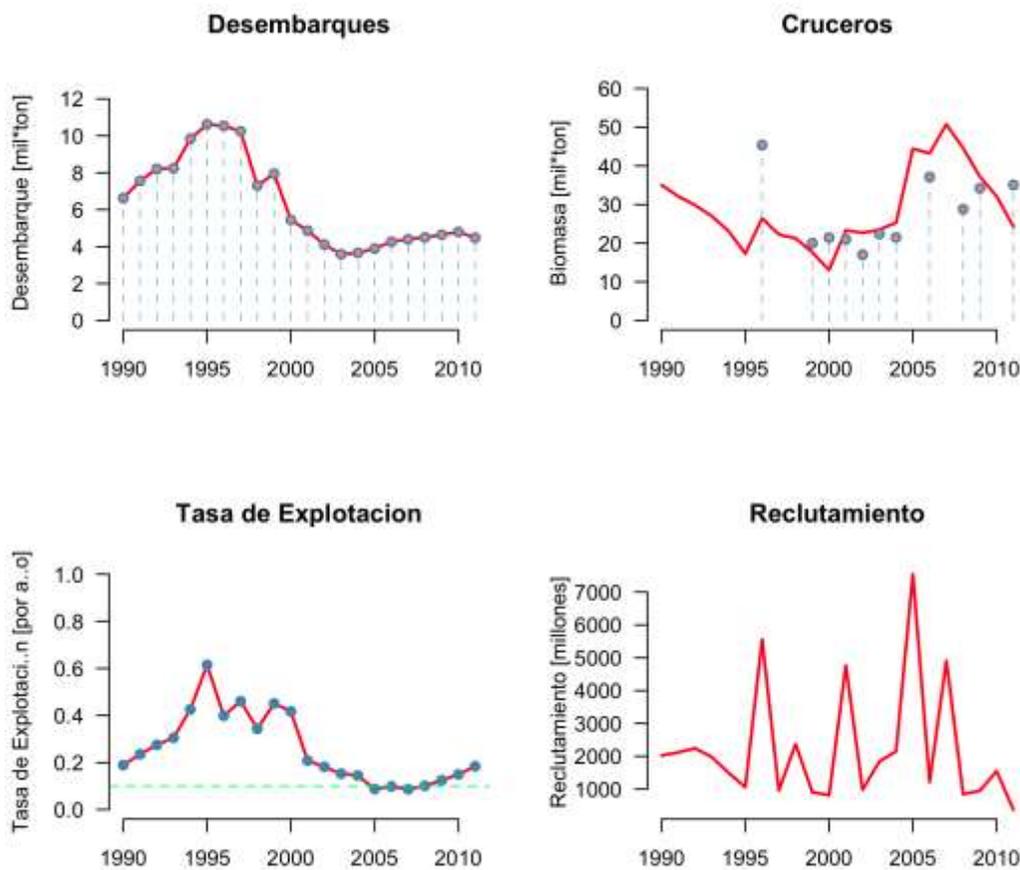


Fig. 41. Camarón nailon, capturas, biomasa, tasa de explotación y reclutamiento en la unidad de pesquería (II-VIII Región), entre 1990 y 2011.

Los cambios en la biomasa total, estimados por el modelo, fluctuaron entre 19 y 74 mil t en el periodo 1990-2011. Desde 2000 se observó un aumento de biomasa de camarón, asociado a capturas más bajas y tasas de explotación bajas. Los aumentos bruscos de biomasa en 1996, 2001, 2005 y 2007 se deben a buenos reclutamientos que ocurrieron en esos años (Fig. 36 y 37).

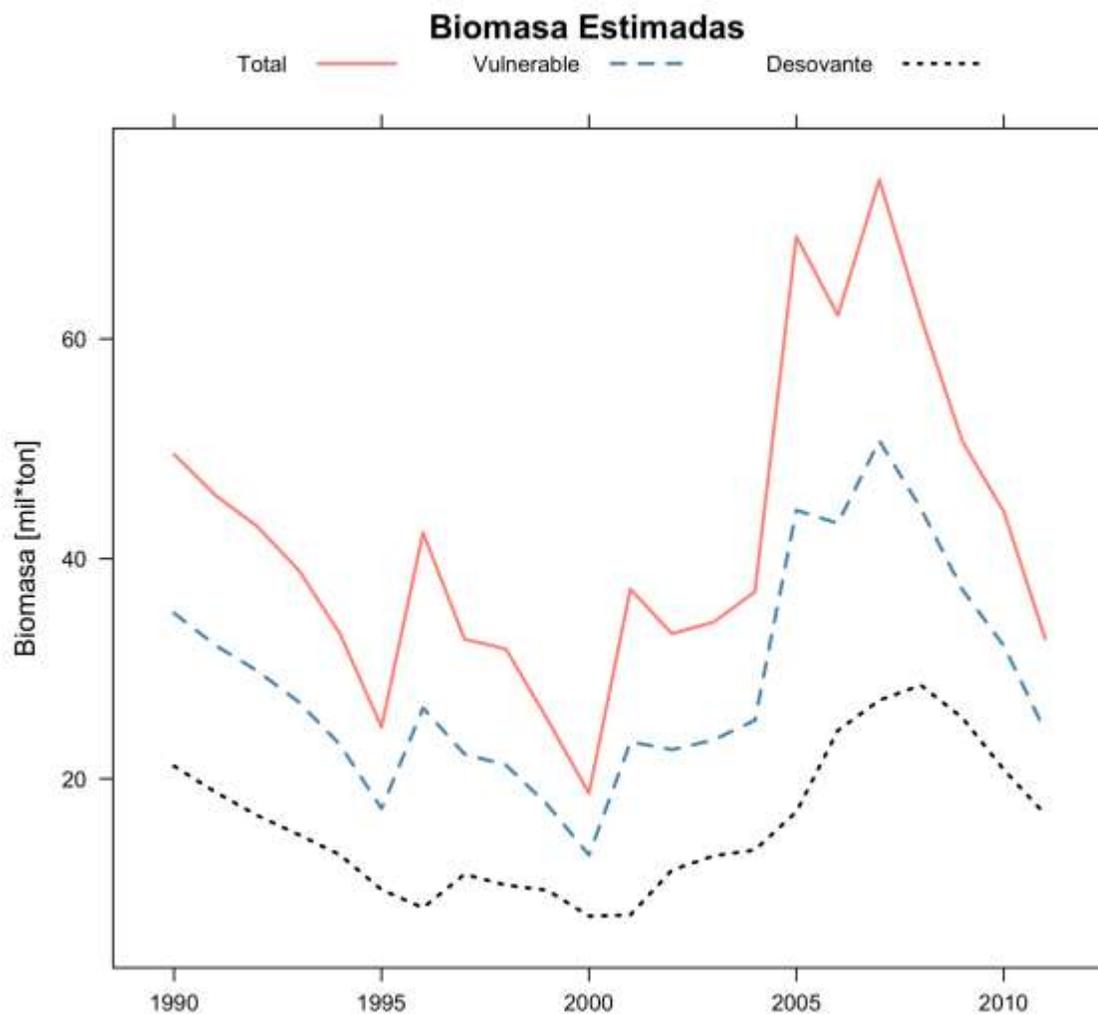


Fig. 42. Biomasa total, explotable, desovante de camarón nailon, y tasa de explotación anual, II-VIII Región.

4.8.1. Situación actual y lineamientos de manejo

La relación entre la tasa de explotación y la biomasa de hembras maduras al 2011 de camarón nailon se muestra en la Figura 38. Se observa un 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. A su vez, la tasa de explotación fluctúa entre 11 y 30%, lo que denota cierto grado de sobrepesca. Se destaca que la biomasa de hembras maduras se ubica por sobre el nivel de referencia de 10 mil t. Si bien es cierto es un nivel arbitrario, es consistente desde el punto de vista histórico.

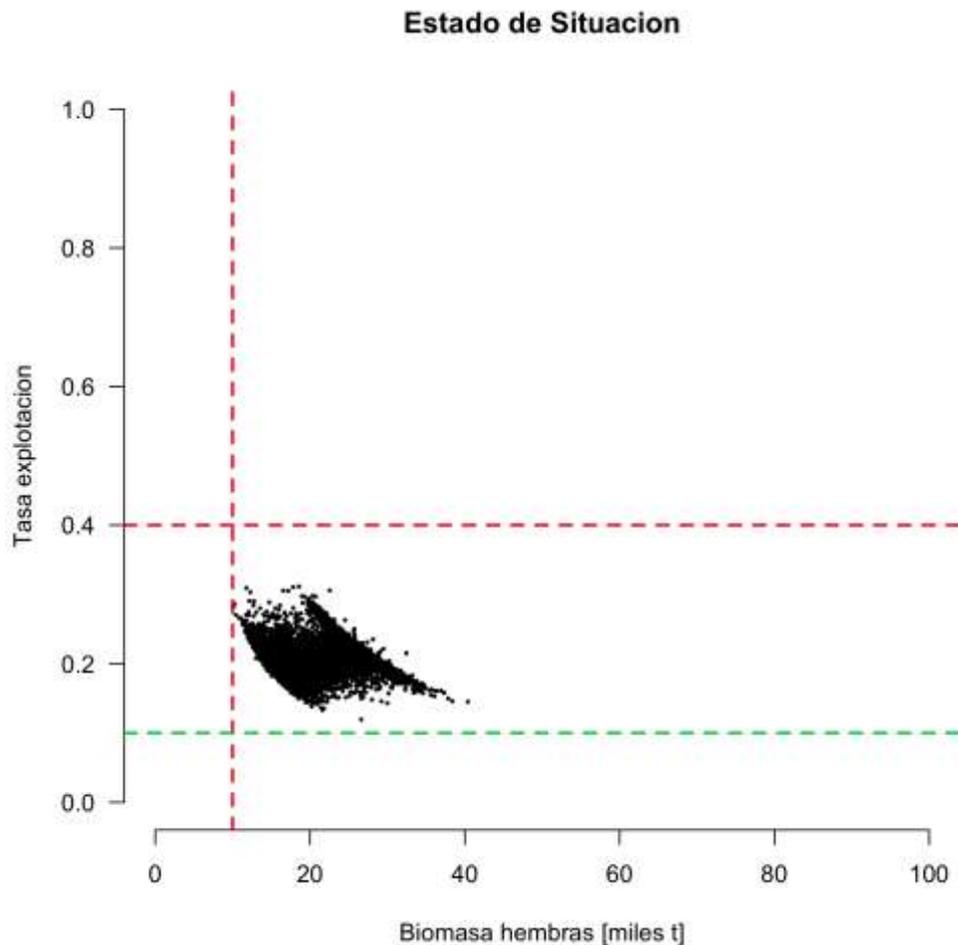


Fig. 43. Evolución de la tasa de explotación en función de la biomasa explotable de camarón nailon en el periodo 1990-2009, II – VIII Regiones.

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 del 23/07/2012, realizar en forma conjunta los talleres de difusión de los proyectos FIP N° 2011-01 y FIP N° 2011-02. En este evento se contó con la presencia de representantes de las instituciones participantes y representantes del sector pesquero artesanal de la IV Región, cuya lista de participantes se presenta en la Tabla 41.

Al estar aprobado el Informe de Avance, se programó la realización de un Taller de Difusión de los resultados obtenidos entre la II-VIII Regiones, contenido fundamental de dicho documento. En la Fig. 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 41. Lista de participantes a los Talleres de Difusión de Resultados de los Proyectos FIP N° 2011-01 y FIP N° 2011-02.

NOMBRE	INSTITUCIÓN	EMAIL
Enzo Acuña	UCN	eacuna@ucn.cl
Alex Cortés	UCN	acortesh@ucn.cl
Hugo Arancibia	UdeC	harancib@udec.cl
Héctor Tellez	Antartic Seafood	htellez@antarticseafood.cl
Carmen Alvarez	UCN	calvarezr@ucn.cl
Juan Tapia	IFOP	juantapia1974@gmail.com
Omar Yañez	IFOP	omar.yañez@ifop.cl
Yerko Peña	IFOP	yerko.pena@ifop.cl
Flor Vejar	Sernapesca	fvejar@sernapesca.cl
Cristian López	Sernapesca	clopez@sernapesca.cl
Matt Ovando	Gobernación Marítima Coquimbo	movandot@dgtm.cl
Claudio Velasquez	Bracpesca	cvelasquez
Manuel Andrade	Subpesca	mandrade@subpesca.cl
Juan Diego Valdez	Antartic Seafood	jdvaldes@antarticseafood.cl
Cristian Lopez	Sernapesca	clopez@sernapesca.cl



Universidad Católica del Norte

ver más allá



ENZO ACUÑA SOTO, Director de Departamento de Biología Marina, Universidad Católica del Norte y **MAXIMILIANO ALARMA CARRASCO**, Secretario Ejecutivo (S) del Fondo de Investigación Pesquera, le saludan muy cordialmente y tienen el especial agrado de invitarle a participar del Taller de Difusión de Resultados de los Proyectos FIP N° 2011-01 *“Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2011”* y FIP N° 2011-02 *“Evaluación directa de camarón naílon entre la II y VIII Regiones, año 2011”*, 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 24 de agosto de 2012, 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) 209814 o a los e-mail eauna@ucn.cl y/o acortesh@ucn.cl

COQUIMBO, 20 de agosto de 2012.



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° 2011-01: Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2011



AREA DE PESQUERIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA MARINA
UNIVERSIDAD CATOLICA DEL NORTE / COQUIMBO

DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA
UNIVERSIDAD DE CONCEPCION

24 de agosto de 2012

Universidad Católica del Norte
COQUIMBO

Fig. 44. Invitación a participar en el Taller de Difusión de resultados del proyecto FIP 2009-16 y díptico con las actividades, realizado en Coquimbo, el 9 de abril de 2010.

Listado de presentaciones.

Para iniciar la sesión de charlas, el Jefe del Proyecto FIP N° 2011-02, 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° 2011-02: Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2011” (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. Enzo Acuña, a solicitud del 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 de estos recursos durante los cruceros de evaluación”.
4. El Sr. Hugo Arancibia, a solicitud del 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. Invitación a participar en el Taller de Difusión de resultados del proyecto FIP 2009-16 y díptico con las actividades, realizado en Coquimbo, el 9 de abril de 2010.

6. Análisis y discusión de resultados.

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

En el caso de la distribución espacial de la densidad poblacional de camarón nailon, de manera similar a lo observado entre el año 2006 y 2009 (FIP N° 2006-11, Acuña *et al.*, 2007), (FIP N° 2008-17, Acuña *et al.*, 2009) y (FIP 2009-16, (Acuña *et al.*, 2010), ésta se presentó a la forma de conglomerados de abundancia relativamente continuos entre la IV y VI Regiones, en la forma de una cinta delgada, tal y como han señalado anteriormente diferentes autores. En las regiones II y III, sin embargo, la distribución de la abundancia de camarón nailon se mostró 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 nailon 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 nailon alcanzó a casi 2.861,3 km², lo que resulta ser solo 0,92% menor que el área estimada por Acuña *et al.* (2010) en el año 2009 (=2.888 km²), pero 25,6% mayor que el área de distribución estimada por Acuña *et al.* (2008), quienes calcularon 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 30% inferior. Sin embargo, se considera que el área de distribución del recurso estimada por estos últimos autores, está 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 en la VII y V Regiones, y en tercer lugar en la IV Región. En este estudio, en tanto, de manera similar al 2009, las mayores densidades se encontraron en la VII y secundariamente en la IV Región.

El centro de gravedad de la densidad poblacional de camarón nailon (ton/km^2) en el año 2009, se encontró en los $33^{\circ}27,1'S$ (inercia: $I = 5,259^{\circ}S$) y $72^{\circ}12,3'W$ ($I = 0,438^{\circ}W$), 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 2009. Esta condición se ve reafirmada con los resultados de este estudio dado que el centro de gravedad de la densidad poblacional se encontró en los $33^{\circ}01,0'S$, similar a lo observado en el año 2009 ($CG = 33^{\circ} 24'S$).

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 0,647, siendo inferior al valor observado en el año 2008 ($= 0,790$; Acuña *et al.*, 2009) y más cercano a los valores observados en los años 2005 y 2006 cuando alcanzó a 0,618 y 0,705, respectivamente. 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 el año 2001 y 2007, 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 aquella de las biomásas. 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.

El área de los focos de abundancia de camarón nailon se ha estimado en los recientes estudios según el método geoestadístico transitivo. Este método ha permitido calcular el área de

distribución del stock por foco de abundancia, alcanzando en el presente estudio a 2.861,3 km². En este estudio se propuso estimar el área de distribución del stock según dos enfoques, a saber, (1) un enfoque geoestadístico paramétrico y (2) un enfoque basado en el concepto de ámbito de hogar.

En el caso del enfoque geoestadístico paramétrico, el área del stock se estimó en 1.719,6 km², lo que representa 60,1% del área evaluada por el enfoque geoestadístico transitivo. En este enfoque, para estimar el área del stock se debe definir previamente el tamaño de las celdas que cuantifican la presencia/ausencia del stock (3 x 3 km = 9 km²), y luego, la probabilidad de encuentro de éste, que en este caso alcanzó a 0,643.

Alternativamente se probó un tamaño de celda mayor, 5 x 5 km (25 km²), con lo que se obtuvo un área efectiva del stock equivalente a 3.474,0 km², que corresponde a 1,2 veces el área estimada por el enfoque geoestadístico transitivo. De acuerdo a lo anterior, encontramos que el enfoque geoestadístico paramétrico es una herramienta altamente sensible al tamaño de la celda que se utiliza para determinar la presencia/ausencia del stock, luego dada su falta de robustez recomendamos no utilizar para evaluar el área efectiva del stock en evaluaciones directas de camarón nílón. Adicionalmente, el estimador de área del stock por el enfoque geoestadístico paramétrico es un estimador global, que no permite discernir focos de abundancia.

En el caso del estimador de área del stock basado en enfoque de ámbito de hogar, cabe señalar que no obstante este enfoque recoge la estructura espacial del recurso y puede discernir focos de abundancia, tiene a producir una sobrestimación severa del área (hasta 9,9 veces en el caso de la probabilidad de 95%, Tabla 23), a pesar de que se descartó la fracción de área que se encuentra sobre el continente. Otra característica poco deseable de este enfoque es que en la medida que se baja la probabilidad de encuentro del stock, se pierden la capacidad de identificar focos con bajos niveles de abundancia (Fig. 33), que si son identificados por el enfoque geoestadístico transitivo.

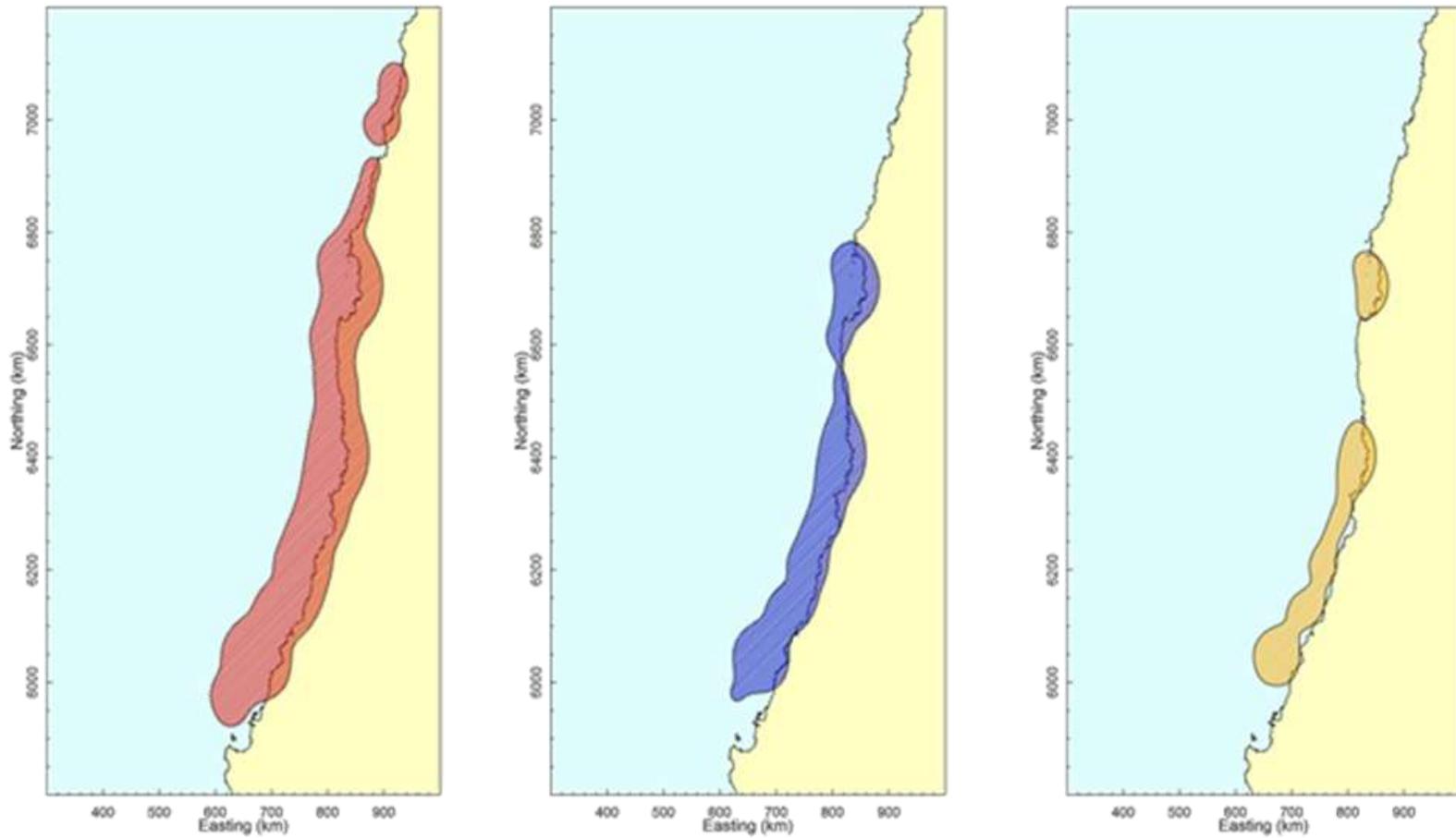


Fig. 46. Área efectiva del stock de camarón nailon (*H. reedi*) estimada según el enfoque de ámbito de hogar para la probabilidad de 95% (izquierda), 80% (centro) y 60% (derecha).

El análisis de similitud faunística basada en la CPUE de las principales especies de la fauna acompañante permite determinar que ésta fue 30% entre los 5 ensambles. El número de especies con aporte mayor a 0,1% de las capturas totales fue 18, aunque sólo cuatro son las más importantes en términos de CPUE, a saber, *P. monodon*, *C. johni*, *M. gayi* y *C. aconcagua*.

Los cinco ensambles que mostraron marcada discontinuidad batimétrica, preferentemente entre 250 y 350 m de profundidad, lo que coincide con estudios en el Mar Mediterráneo (Biagi *et al.*, 2002; Colloca *et al.*, 2003) y en la costa norte de Chile (Sielfeld, 1996). 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*, *M. gaudichaudii*, *H. macrops* y *C. aconcagua*, coincidiendo con lo reportado por Arancibia (1992) y Menares y Sepúlveda (2005).

Las especies de la fauna acompañante con mayor aporte a la varianza de la estructura comunitaria son *P. monodon*, *C. johni*, *M. gayi*, *C. aconcagua* y *D. chilensis* y están presentes en todo el rango latitudinal y batimétrico. En consecuencia, los ensambles presentan rango de distribución similar formando conglomerados que se superponen parcialmente. El número de especies que definen las similitudes entre grupos es reducido y coinciden con lo reportado por Arancibia (1992) y Jung & Houde (2003). En efecto las especies más relevantes en cuanto al aporte a la similitud entre grupos son siempre *P. monodon*, *C. johni*, *M. gayi* y *C. aconcagua*, y en menor medida *H. macrops* y otros pejeratas (*T. villegai* y *N. pulchella*).

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 Atlántico Norte, Beentjes (2002) en Nueva Zelanda y Moranta *et al.* (2008) para el Mar Mediterráneo, quienes señalan que los cambios en la composición específica entre diferentes ensambles se debería 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 2000 al 2011, con aumentos importantes de biomasa en 2001, 2005 y 2007 debido al ingreso de buenos reclutamientos. Al 2011, la biomasa explotable es cerca de 24 mil toneladas y la tasa de explotación es cercana al 18%. Las tasas de explotación fueron bajas en el periodo 2005-2008, pero a contar de 2009 comenzaron a incrementarse mientras la magnitud de las capturas se ha mantenido en promedio. En consecuencia, el aumento de la tasa de explotación se debe a la disminución de la biomasa explotable debido a la disminución en el reclutamiento desde 2008 al 2010. Los indicadores de biomasa y de explotación permiten afirmar que si bien el recurso camarón se encuentra alejado de una situación de sobrepesca, aunque la incertidumbre en la magnitud del reclutamiento reciente podría indicar una tasa de explotación entre 11 y 30% durante el 2011.

7. Conclusiones

- En las regiones III y VIII, la distribución de la abundancia de camarón nailon se mostró como focos o conglomerados de abundancia discontinuos. Entre la IV y VII Región, la distribución de la abundancia de camarón nailon se mostró aproximadamente continua, conformando focos de abundancia con niveles de densidad variable.
- No se observaron focos de abundancia de camarón nailon en la II Región.
- El área de distribución de la densidad local de camarón nailon calculada en este estudio alcanzó a 2.861,3 km², lo que resulta ser solo 0,92% menos del área de distribución indicada por Acuña *et al.* (2010), que alcanzó a 2.887,6 km².
- El centro de gravedad de la densidad poblacional de camarón nailon (ton/Km²) se encontró en los 33°01,0'S (inercia: I = 6,2°) y 72°08,7'W (I = 0,458°), desplazado hacia el sur respecto de la posición observada en el año 2008 (CG = 32°01'26,7"S, I = 7,314°S), y más aún de lo observado entre los años 1999 y 2004, donde el centro de gravedad promedio se encontró en los 30°41'S. Además del desplazamiento del centro de gravedad de la densidad poblacional se observó un aumento en el grado de concentración de la densidad poblacional, medida a través del índice de Gini.
- El análisis de la evolución temporal del índice de Gini respecto de la biomasa de camarón nailon entre el año 2000 y 2011, exceptuando los años 2007 y 2010 cuando no se realizó cruceros de evaluación directas, mostró una tendencia creciente, similar a la tendencia de las biomásas.
- La biomasa de camarón nailon estimada en el presente estudio mediante el enfoque geoestadístico alcanzó a 35.048,2 tons, valor que resulta 8,6% menor que el estimador de biomasa del año 2009 (Acuña *et al.*, 2010). Esta disminución de la biomasa de camarón nailon se atribuye al efecto combinado del descenso del área de evaluación y de la densidad poblacional promedio, principalmente en la macrozona sur (V-VIII Regiones).

- Se estimó el área de los focos de abundancia de camarón nailon mediante dos enfoques alternativos, un enfoque geoestadístico paramétrico y un enfoque basado en el concepto de ámbito de hogar. En el primer caso, se obtuvo un área de 1.719,6 km², equivalente a 60,1% del área estimada según geoestadística transitiva.
- El estimador del área del stock basado en el concepto de ámbito de hogar no obstante recoge la estructuración espacial de la densidad poblacional, produce severas sobrestimaciones del área.
- Se recomienda no utilizar el enfoque geoestadístico paramétrico para estimar el área del stock en las evaluaciones de camarón nailon dado que este enfoque no es robusto, ya que el área calculada es altamente sensible al tamaño de la celda que se define para cuantificar la presencia/ausencia del stock.
- Las especies de la fauna acompañante de camarón nailon con mayor importancia relativa son langostino colorado (*P. monodon*), langostino amarillo (*C. johni*), lenguado de ojos grandes (*H. macrops*), merluza común (*M. gayi*) y los pejerratas (*C. aconcagua* y *N. pulchella*), tanto respecto a la captura total en el crucero como respecto a la captura total de la fauna acompañante (Tabla 41).
- Latitudinalmente, las especies más importantes son las mismas señaladas anteriormente, las que presentan alternancia en el gradiente latitudinal.
- Batimétricamente *P. monodon* y *C. johni* se encontraron entre 100 y 350 m de profundidad, mientras que entre 300 y 500 m de profundidad las especies más importantes fueron merluza común (*M. gayi*), lenguado de ojos grandes (*H. macrops*) y los pejerratas (*C. aconcagua* y *N. pulchella*).

- Los ensambles de peces se mantienen consistentemente en el tiempo, aunque se reconoce que la extensión disponible de la serie de datos de CPUE por especie es corta (3 cruceros de 2008 a 2011).

Tabla 42. Especies de mayor importancia relativa de la fauna acompañante respecto a la captura total. IRFA= índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante, IRRO= índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso del recurso objetivo.

Nombre vernacular	Nombre científico	Acrónimo	CPUE Total (ton/km ²)	IRRO (%)	IRFA (%)	Lances Positivos (%)
langostino colorado	<i>Pleuroncodes monodon</i>	<i>Pleumon</i>	2340,1	20,1	32,4	28,0
Langostino amarillo	<i>Cervimunida johni</i>	<i>Cervjoh</i>	1986,4	17,0	27,5	19,4
Merluza común	<i>Merluccius gayi</i>	<i>Merlgay</i>	1013,1	8,7	14,0	77,6
Pejerrata	<i>Coelorinchus aconcagua</i>	<i>Coelaco</i>	823,9	7,1	11,4	41,1
Lenguado ojos grandes	<i>Hippoglossina macrops</i>	<i>Hippmac</i>	361,3	3,1	5,0	58,7
Pejerrata	<i>Nezumia pulchella</i>	<i>Nezupul</i>	326,3	2,8	4,5	30,5

- En el periodo 2001-2011, el camarón nailon mostró una recuperación importante de la biomasa explotable desde cerca de 14 mil ton en el 2001 a un máximo de 50 mil t en el 2007, y posteriormente una disminución a cerca de 24 mil ton en el 2011. A su vez, la tasa de explotación comenzó a incrementarse desde 10% en el 2008 hasta cerca de 18% en el 2011.
- La recuperación de la biomasa se debe a clases anuales abundantes que reclutaron en 2001, 2005 y 2007, y a las regulaciones implementadas en términos de cuotas globales de captura que se han mantenido en torno de las 4,5 mil ton entre el 2001 y 2011.
- Si bien el recurso se encuentra alejado de una condición de sobrepesca, la incertidumbre en la magnitud del reclutamiento reciente indica una tasa de explotación que podría fluctuar entre 11 y 30% durante el 2011.

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. 1999. 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.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., y H. Arancibia, 2001. Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones. Informes Técnicos FIP, FIP/IT N° 2001-05.
- Acuña, E., H. Arancibia y 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 y 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., González, M.T., González, M. 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 y 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 y 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. 2007. 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 y 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 y 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.
- Anderson, C. N. K. Hsieh, C., Stuart A., Sandin, S., Hewitt, R., Hollowed, A., Beddington, J., May, R. & G. Sugihara. 2008. Why fishing magnifies fluctuations in fish abundance? *Nature* 452, 835–839.
- Anderson, D.J. 1982. The home range: a new nonparametric estimation technique. *Ecology* 63: 103-112.
- 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. y M. Tiffou. 1970. Madurez sexual, sexualidad y fecundidad del camarón nailon (*Heterocarpus reedi*). *Inv. Mar.* 1(11): 261-284.
- Arana, P. y A. Nakanishi. 1971. La pesquería del camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) frente a la costa de Valparaíso. *Inv. Mar.* 2(4): 61-92.
- Arana, P., T. Melo, L. Noziglia, J.L. Sepúlveda, N. Silva, G. Yany y E. Yáñez. 1975. Los recursos demersales de la Región de Valparaíso. *Rev. Com. Perm. Pacífico Sur*, 3: 39-61.

- Arana, P. 2000. Evaluación directa de camarón nailon, langostino amarillo y langostino colorado, año 2000. Informes Técnicos FIP, FIP – IT /2000-05, 315 p.
- Arana, P., M. Ahumada & 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 y B. Leiva. 2004. Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2004 (Proyecto FIP N° 2004-10). Informe Final. Estud. Doc., Pont. Univ. Católica de Valparaíso, 18/2005: 263 pp.
- 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.
- Arancibia, H. y S. Mora. 1992. Cuantificación de la abundancia de merluza común (*Merluccius gayi*) por el método de área barrida. Informe Final Proyecto 1 del "Programa básico de investigación del recurso merluza común". Instituto de Investigación Pesquera/Instituto de Fomento Pesquero/Empresa Pesquera El Golfo/Empresa Pesquera Biobío, 21 p. + 3 figs.
- Arancibia, H. 1993. Evaluación directa del stock de merluza común en la zona centro-sur. Sección Fauna Acompañante, 27 p. + 60 figs.
- Arancibia, H., R. Roa, S. Neira, E. Niklitschek y M. Barros. 2010. Evaluación de estrategias de recuperación en la pesquería de merluza común. Informes Técnicos FIP. FIP/IT Proyecto N° 2009-22, 302 p. + Anexos.
- Arredondo, M. 1996. Evaluación directa del stock del camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) entre las regiones de Antofagasta y del Bío-Bío. En: Pavez, P. Evaluación directa del stock de camarón nailon en la zona centro-norte. Informes FIP, FIP/IT 96-09: 295-338.
- Bahamonde, N. 1955. Hallazgo de una especie nueva de *Heterocarpus* en aguas chilenas: *H. reedi* n. sp. Inv. Zool. Chil., 2: 105-114.
- Bahamonde, N. y G. Henríquez. 1970. Sinopsis de datos biológicos sobre el camarón nailon *Heterocarpus reedi*, Bahamonde 1955. En: Mistakidis, M. N. (Ed.). Proceedings of the world scientific conference on the biology and culture of shrimps and prawns, Mexico City, Mexico, 12-21 June 1967. FAO Fish Rep. 57(4): 1607-1627.

- Baker, J. 2001. Population density and home range estimates for the Eastern Bristlebird at Jervis Bay, south-eastern Australia. *Corella* 25:62-67.
- 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.
- Björnsson, H., y Th. Sigurdsson. 2003. Assessment of golden redfish (*Sebastes marinus* L.) in Iceland waters. *Scientia Marina* 67(Suppl. 1):301-314.
- Bray, J. R. & J. T. Curtis. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, 27: 325-349.
- Breen, P.A., Kim, S.W., y 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.
- Burgman, M.A. & J.C. Fox. 2003. Bias in species range estimates from minimum convex polygons: implications for conservation and options for improved planning. *Animal Conservation* 6:19-28.
- Burt, W.H. 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of Mammalogy*, 24, 346-352.
- Cacoullos, T. 1966. Estimation of a multivariate density. *Annals of the Institute of Statistical Mathematics* 18: 179-189.
- Caddy, J.F. & R. Mahon. 1995. Puntos de referencia para la ordenación pesquera. FAO Documento Técnico de Pesca. 347. Roma, FAO.109 p.
- 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.
- Canales, C., J.C. Quiroz, y C. Montenegro. 2003. Investigación y evaluación captura total permisible camarón nailon, 2003. Informe Final, Subsecretaría de Pesca, Instituto de Fomento Pesquero, 25 p. + anexos.
- Canales, C. y 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.

- Carrasco, F. D., V. A. Gallardo & M. Baltazar., 1999. The structure of the benthic macrofauna collected across a transect at the central Chile shelf and relationships with giant sulfur bacteria *Thioploca* spp. mats. *Cah. Biol. Mar.*, 40: 195-202.
- 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.
- Chapman, M. G., A. J. Underwood, 1999. Ecological patterns in multivariate assemblages: information and interpretation of negative values in ANOSIM tests. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 180:257-265.
- Chen, Y., Breen, P.A., Andrew, N.L. 2000. Impacts of outliers and mis-specification of priors on Bayesian fisheries-stock assessment. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 57:2293-2305.
- Chen, Y., X. Chen & L. Xu. 2008. Developing a size indicator for fish population. *Scientia Marina*, 72: 221-229.
- Christensen, O. F., Ribeiro, P. J. 2002. *geoRglm: a package for generalized linear spatial models.* *R-NEWS*, 2: 26–28.
- 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., 1993. Non-parametric multivariate analyses of change in community structure. *Aust. J. Ecol.*, 18: 117-143.
- 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., y 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.
- Creel, S. & N.M. Creel. 2002. *The African Wild Dog: Behavior, Ecology, and Conservation.* Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 341 p.
- Cressie, N.A.C. (1993) *Statistics for spatial data.* Wiley, New York.
- Darling, F.F. 1937. A Herd of Red Deer. *J Mammal* 23: 321-328.
- 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. y 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.
- Diggle, P.J., J.A. Tawn & R.A. Moyeed. 1998. Model-based geostatistics. *Applied Statistics*, 47: 299–350.
- Diggle, P.J., R.A. Moyeed, B. Rowlingson & M. Thomson, M. 2002. Childhood malaria in Gambia: a case-study in model-based geostatistics. *Applied Statistics*, 51: 493–506.
- Diggle, P. J., Ribeiro, P. J., y Christensen, O. F. 2003. An introduction to model-based Geo statistics. In *Spatial Statistics and Computational Methods*, pp. 43–86. Ed. J. Møller. *Lecture Notes in Statistics*, 173. Springer, New York. 216 pp.
- Efron, B. 1982. The jackknife, the bootstrap and other resampling plans. *SIAM Monograph N° 38*.
- Efron B. & R. Tibshirani, 1993. An introduction to the bootstrap. *Monographs on Statistics and Applied probability 57*, Chapman & Hall, 436 pp.
- Epanechnikov, V.A. 1969. Nonparametric estimation of a multidimensional probability density. *Theoretical Probability Applications* 14: 153-158.
- 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 prawn trawl catches on the Tugela bank of Natal, South Africa. *Fisheries Research*, 20:263-282.
- Fieberg, J. 2007. Kernel density estimators of home range: Smoothing and the autocorrelation red herring. *Ecology* 88(4):1059–1066
- Finney, D.J. 1941. On the distribution of a variate whose logarithm is normally distributed. *Journal of the Royal Statistical Society, Supplement*, 7: 155–161.

- Folmer O. y M. Pennington, 2000. A statistical evaluation of the design and precision of the shrimp trawl survey off West Greenland. *Fisheries Research* 49, 165-178.
- Ford, R.G. & D.W. Krumme. 1979. The analysis of space use patterns. *J. Theoretical Biology* 76:125-157.
- Fournier, D.A., J.R. Sibert, J. Majkowski y 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.
- Frøysa, K.G., B. Bogstad, D.W. Skagen. 2002. Fleksibet – an age length structured fish stock assessment model. *Fisheries Research* 55:87-101.
- Fu, C., T.J. Quinn II, y M. Adkison. 1999. Retrospective projection using Monte Carlo simulation: an application of a length-based model to Kachemak Bay pink shrimp. *Ecosystem Approaches for Fisheries Management, University of Alaska Sea Grant College Program, AK-SG-99-01, Fairbanks, pp. 59-77.*
- Fu, C., Quinn II, T.J. 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., Quinn II, T.J., Shirley, T.C. 2001. The role of sex change, growth, and mortality in *Pandalus* population dynamics and management. *ICES Journal of Marine Science* 58(3):607-621.
- Gelman, A., J.B. Carlin, H.S. Stern, y D.B. Rubin. 1995. Bayesian data analysis. Chapman and Hall, New York.
- Getz, W.M., S. Fortmann-Roe, P.C. Cross, A.J. Lyons, S.J. Ryan, C.C. Wilmers. 2007. LoCoH: Nonparametric Kernel methods for constructing home ranges and utilization distributions. *PLoS ONE* 2(2): e207.
- Gittleman, J.L. & P.H. Harvey. 1982. Carnivore home-range size, Metabolic needs and ecology. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 10:57-63.
- 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.*
- Hansteen, T.L, H.P. Andreasen & A. Rolf. 1997. Effects of spatiotemporal scale on autocorrelation and home range estimators. *Journal of Wildlife Management*, 61(2): 280-290.
- Hilborn, R. y M. Liermann. 1988. Standing on the shoulders of giants: learning from experience in fisheries. *Rev. Fish Biol. Fisheries* 8: 1-11.

- Hobday, D., A.E. Punt. 2001. Size-structured population modelling, and risk assessment of the Victorian southern rock lobster, *Jasus edwardsi*, 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., Gentleman, R. 1996. R: A language for data analysis and graphics. *Journal of Computational and Graphical Statistics* 5: 299-314
- Isaaks, E. H., Srivastava, R.M. 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.
- Jackson, D. & Y. Chen. 2003. Robust principal component analysis of ecological data. *Environmetrics*, 14: 1-11.
- Jaksic, F. & M. Delibes, 1987. A comparative analysis of food-niche relationships and trophic guild structure in tow assemblages of vertebrate predator differing in species richness: causes, correlations and consequences. *Oecología* 71: 461-472.
- Jennrich, R.I. & F.B. Turner. 1969. Measurement of non-circular home range. *J. Theoretical Biology* 22:227-237.
- Jewell, P.A. 1966. The concept of home range in mammals. *Symp. Zool. Lond.* 18:85-109.
- Jones, R. 1984. Assessing the effects of changes in exploitation pattern using length composition data (with notes on VPA and cohort analysis). *FAO Fish. Techn. Pap.* 256, 118 p.
- Journel, A.G. & C.J. Huijbregts, 1978. *Mining geostatistics*. Academic Press, London.
- Journel, A.G., 1983. Non-parametric estimation of spatial distribution. *Mathematical Geology*, 15:445-468.
- 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.
- Kingsley, M.C.S., P. Kanneworf and D.M. Carlsson. 2004. Buffered random sampling: A sequential inhibited spatial point process applied to sampling in trawl survey for northern shrimp *Pandalus Borealis* in West Greenland waters. *ICES Journal of Marine Sciences*, 61: 12-24.
- Kostylev, V.E., R.C. Courtney, G. Robert and B.J. Todd. 2003. Stock evaluation of giant scallop (*Placopecten magellanicus*) using high-resolution acoustics for seabed mapping. *Fisheries Research* 60: 479–492.

- Kraufvelin, P, 1999. Baltic hard bottom mesocosms unplugged: replicability, repeatability and ecological realism examined by non-parametric multivariate techniques. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 240: 229-258.
- Kulka, D.W., L. Hendrickson, N. Bez, R. Schlitzer, G.A.P. Black & M.R. Simpson. 2005. Workshop on mapping and geostatistical methods for fisheries stock assessment. *NAFO Sci. Coun. Studies*, 39: 1-43.
- Labropoulou, M. & C. Papaconstantinou. 2004. Community structure and diversity of demersal fish assemblages: the role of fishery. *Scientia Marina*, 68 (S1): 215-226.
- Lambhead, P., H. Platt & K. Shaw. 1983. The detection of difference among assemblages of marine benthic species based on an assessment of dominance and diversity. *Journal of Natural History*, 17: 859-874.
- Land, C.E. 1975. Tables of confidence limits for linear functions of the normal mean and variance. *Sel. Tables Math. Stat.* 3:385-419.
- Laver, P.N. & M.J. Kelly. 2008. A critical review of home range studies. *Journal of Wildlife Management*, 72(1):290–298.
- Loehle, C. 1990. Home range: A fractal approach. *Landscape Ecology*, 5(1): 39-52.
- Luenberger, D. 1969. Optimization by vector space method. Wile, New York, 269p.
- 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.
- McConnaughey, R.A. & P.A. Conquest. 1993. Trawl survey estimation using a comparative approach based on lognormal theory. *Fish. Bull. (U.S.)* 91:107-118.
- 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.
- Menge B.A., J. Lubchenco y L.R. Ashkenas. 1985. Diversity, heterogeneity and consumer pressure in a tropical rocky intertidal community. *Oecología*, 65: 394-405.
- Menge, B.A., E.L. Berlow, C.A. Blanchette, S.A. Navarrete y S.B. Yamada. 1994. The keystone species concept: variation in interaction strength in a rocky intertidal habitat. *Ecol. Monogr.*, 64: 249-286.
- Menge, B.A. 1995. Indirect effects in a marine rocky intertidal interaction webs: patterns and importance. *Ecol. Monogr.*, 65: 21-74.

- Meulman, E.P. & N.I. Klomp. 1999. Is the home range of the heath mouse *Pseudomys shortridgei* an anomaly in the *Pseudomys* genus?. Victorian Naturalist. 116:196-201.
- Montenegro, C., D. Bucarey, M. Zilleruelo y D. Párraga 2009. Investigación del Status y Evaluación de estrategias de explotación sustentables en Langostino Amarillo 2010, Pre-Informe Final Proyecto. 69 pp.
- Myers, R.A. & P. Pepin. 1990. The robustness of lognormal-based estimators of abundance. Biometrics, 46: 1185–1192.
- 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.
- Otter Research Ltd. 1999. AD Model Builder documentation on line. <http://otter-rsch.com/admodel.htm>
- Owen, S.J. 1993. Subsurface characterization with three-dimensional natural neighbor interpolation. Department of Civil and Environmental Engineering, Brigham Young University, UTA. Unpublished papers (www.andrew.cmu.edu/user/sowen/natneigh/).
- Palma, S. 1997. Desarrollo embrionario y fecundidad del camarón nailo, *Heterocarpus reedi*, capturado en la zona centro-norte de Chile. Mayo-Agosto 1996. En: Evaluación directa del stock de camarón nailon en la zona centro-norte de Chile. Estad. Doc., Univ. Católica de Valparaíso, 12/97: 87-117.
- Páramo, J. & R. Roa, 2003. Acoustic-geostatistical assessment and habitat–abundante relations of small pelagic fish from the Colombian Caribbean. Fisheries Research, 60: 309–319.
- Parzen, E. 1962. On estimation of a probability density function and mode. The Annals of Mathematical Statistics 33:1065-1076.
- Pauly, D., y J.L. Munro. 1984. Once more on the comparison of growth in fish and invertebrates. Fishbyte 2(3):21.
- Pavez, P., C. Falcón, V. Espejo, y C. González. 1996. Evaluación directa del stock de camarón nailon en la zona centro-norte de Chile. Crecimiento, mortalidad, selectividad y análisis del stock de camarón nailon (*Heterocarpus 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, y 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. 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.
- 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.
- 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. & 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., 1993. Geostatistics for fish stock assessments: a review and an acoustic application. *ICES Journal Marine Science*, 50: 258-298.
- Pianka, E., 1977. The structure of lizard communities. *An. Rev. Ecol. Sys.* 4: 53-74.
- Pierce, D. A. and L. Haugh, 1977: Causality in temporal systems: Characterization and a survey. *J. Econometrics*, 5, 265-293.
- Punt, A.E., R. Hilborn. 1997. Fisheries stock assessment and decision analysis: the Bayesian approach. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 7, 35-63.
- Punt, A.E., R.B. Kennedy, y S. Frusher. 1997. Estimating the size-transition matrix for Tasmanian rock lobster, *Jasus edwardsi*. *Marine and Freshwater Research* 48:981-992.
- Punt, A.E., y R.B. Kennedy. 1997. Population modelling of Tasmanian rock lobster, *Jasus edwardsi*, resources. *Marine and Freshwater Research* 48:967-980.
- Punt, A. 2003. The performance of a size-structured stock assessment method in the face of spatial heterogeneity in growth. *Fisheries Research* 65:391-409.
- Quinn II, T.J., C.T. Turnbull y C. Fu. 1998. A length-based population model for hard-to-age invertebrate populations. In: F. Funk, T.J. Quinn II, J.N. Ianelli, J.E. Powers, J.F. Schweigert, P.J. Sullivan, y C.-I. Zhang (eds.), *Fishery stock assessment models*. University of Alaska Sea Grant, AK-SG-98-01, Fairbanks, pp. 531-556.

- Quinn II, T.J., y R.B. Deriso. 1999. Quantitative fish dynamics. Oxford University Press, New York.
- Ribeiro, Jr., P.J. & P.J. Diggle, 2001. geoR: A package for geostatistical análisis. R-NEWS, Vol. 1, N° 2, 15-18.
- Ribeiro, P. J., Christensen, O. F., and Diggle, P. J. 2003. geoR and geoRglm: software for model-based geostatistics. In Proceedings of the 3rd International Workshop on Distributed Statistical Computing, Vienna. Ed. by K. Hornik, F. Leisch, and A. Zeileis. Technische Universität Wien, Vienna. 16 pp.
- Ribeiro, P. J., Diggle, P. J. 2001. geoR: a package for geostatistical analysis. R-NEWS, 1: 15–18.
- Rivoirard, J., Simmonds, J., Foote, K., Fernandes, P., and 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., Gallardo, V.A., Ernst, B., Baltazar, M., Cañete, J.I., Enríquez-Brionnes, 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., 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., 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.
- Roa, R. and 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., F. Tapia, L. Cid, M.I. Lépéz, C. Díaz y 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. y E. Niklitschek. 2007. Biomass estimation from surveys with likelihood-based geostatistics. ICES Journal of Marine Science 64: 1723-1734.
- Rosenblatt, M. 1956. Remarks on some nonparametric estimates of a density function. The Annals of Mathematical Statistics 27:832-837.
- Rurik, L. & D.W. Macdonald. 2003. Home range and habitat use of the kit fox (*Vulpes macrotis*) in a prairie dog (*Cynomys ludovicianus*) complex. J. Zoology, 259:1-5.

- Samuel, M.D. & E.O. Garton. 1985. Home range: a weighted normal estimate and tests of underlying assumptions. *Journal of Wildlife Management*, 49: 513-519.
- Seaman, D.E. & R.A. Powell. 1996. An evaluation of the accuracy of kernel density estimators for home range analysis. *Ecology* 77:2075–2085.
- Seber, G.A.F. y C.J. Wild. 1989. *Nonlinear Regression*. John Wiley & Sons.
- Seton, E.H. 1910. *Life Histories of Northern Animals*, 2 vols. Constable, London
- Sibson, R. 1981. A brief description of natural neighbor interpolation, *Interpreting Multivariate Data*, pp. 21-36.
- Silverman, B.W. 1986. *Density estimation for statistics and data analysis*. Chapman and Hall, London, UK
- Smith, S.J. 1988. Evaluating the efficiency of the Δ -distribution mean estimator. *Biometrics*, 44: 485–493.
- Southwood, T.R.E. 1966. *Ecological methods*. Methuen, London. United Kingdom.
- SSP, 2001. Cuota global anual de captura 2002, pesquería de camarón nailon. Informe Técnico (R. Pesq.) N° 101, 30 p. + anexos
- SSP, 2002. Cuota global anual de captura 2003 para la pesquería del camarón nailon. Informe Técnico (R. Pesq.) N° 94, 16 p. + anexos
- SSP, 2007. Cuota global anual de captura de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) entre la II y VIII Región, año 2008. Informe Técnico (R. Pesq.) N° 087, 18 p. + anexos.
- Stenseth, N. C., & T. Rouyer. 2008. Destabilized fish stocks. *Nature* 452, 825-826.
- Sukumar, N. 1997. A note on natural neighbour interpolation and the Natural Element Method (NEM). *Geophysical Journal International*, 128: 1-8.
- Sullivan, P. J., H. L. Lai, and V. F. Gallucci. 1990. A catch-at-length analysis that incorporates a stochastic model of growth. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47:184-198.
- Syrjala, S. E. 2000. Critique on the use of the delta distribution for the analysis of trawl survey data. *ICES Journal of Marine Science*, 57: 831–842.
- Thompson, S.K. 1992. *Sampling*. John Wiley and Sons, New York. 343 pp.
- Trenkel, V.M., & M.J. Rochet. 2003. Performance of indicators derived from abundance estimates for detecting the impact of fishing on community. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 60:67-85.

- Troynikov, V.S. 1998. Probability density functions useful for parametrization of heterogeneity in growth and allometry data. *Bulletin of Mathematical Biology* 60:1099-1122.
- 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.
- Velasco, A.; Wolff, M. (2000) Ictiofauna juvenil de fondos blandos durante las transición de "secas" a lluvias en la costa Pacífica de Colombia. *Rev. Biol. Trop* 48(1): 213-228 pp.
- Voronoi, G.M. 1908. Nouvelles applications des paramètres continus a la théorie des formes quadratiques. Deuxième Mémoire. Recherches sur les paralleloedres primitifs. *J. Reine Angew. Math.* 134: 198-287.
- Warwick, R. M., A. J. McEvoy, S. F. Thrush, 1997. The influence of *Atrina zelandica* Gray on meiobenthic nematode diversity and community structure. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 214: 231-247.
- Wilkinson, L. 1988. SYSTAT: The system for statistic. SYSTAT Inc., Evanston, IL.
- 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.
- Worton, B.J. 1989. Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. *Ecology* 70:164–168.
- Xiao, Y., 2006. Several traps in size-dependent population models published in fisheries journals. *Fish. Res.* 77, 265-270.
- Ziller, S. 1993. Crecimiento, mortalidad y talla de primera captura del camarón nylon (*Heterocarpus reedi*) en la zona de Valparaíso. Tesis Escuela de Ciencias del Mar, UCV, 132 p.
- Zuleta, A., y C. Moreno. 1993. Investigación modelo de manejo pesquería recurso loco Fase II. Informe Final Proyecto BIP 20-025-259, Universidad Austral de Chile, 1993, 41 p.

9. Anexos

ANEXOS

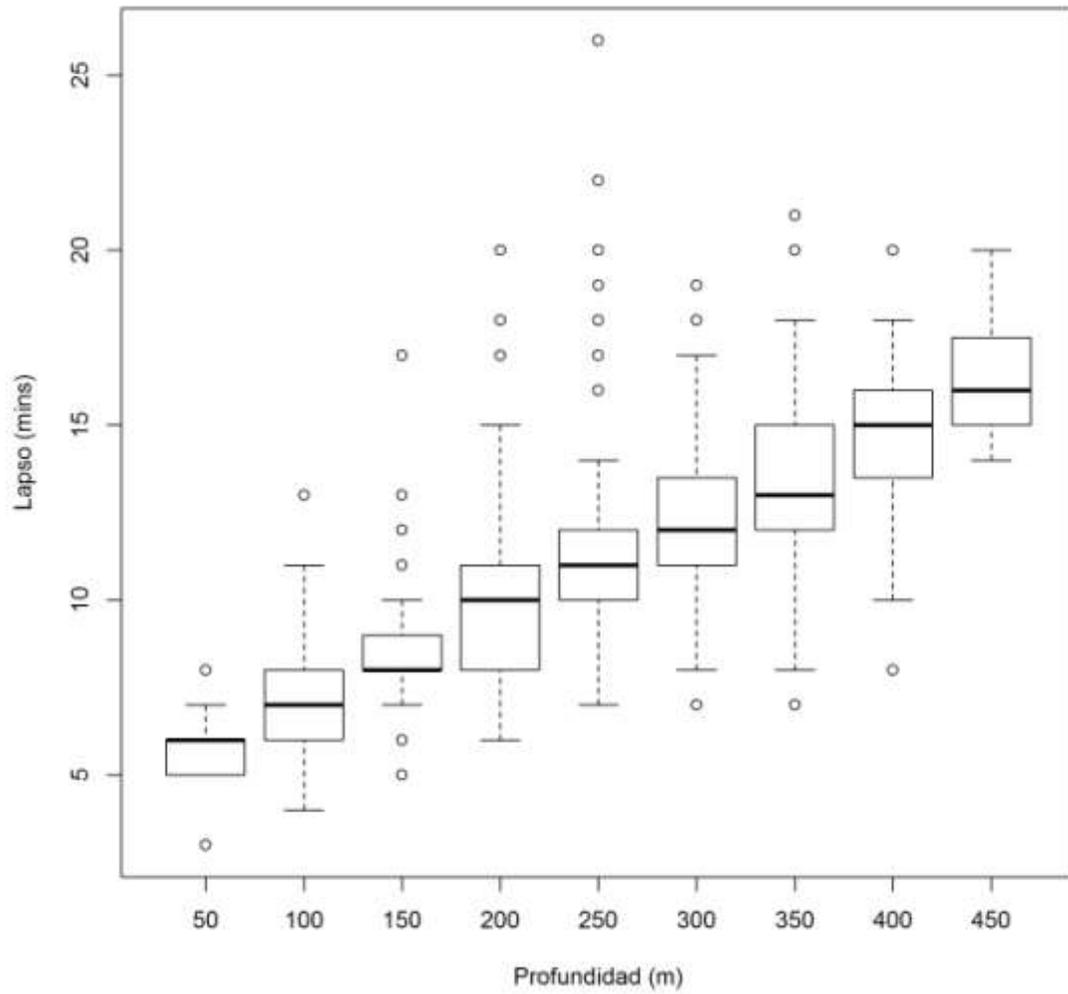
ANEXO 1

RELACION PROFUNDIDAD (m) – LAPSO (mins) PARA DETERMINAR TIEMPO DE ARRASTRE EFECTIVO

Para determinar el lapso de tiempo en que la red llega a fondo, momento que se considera como de inicio del lance, 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.

Anexo 1.1. 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.	Máx.	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



Relación entre el lapso de tiempo en que la red toca fondo (minutos) y la profundidad (m).

ANEXO 2

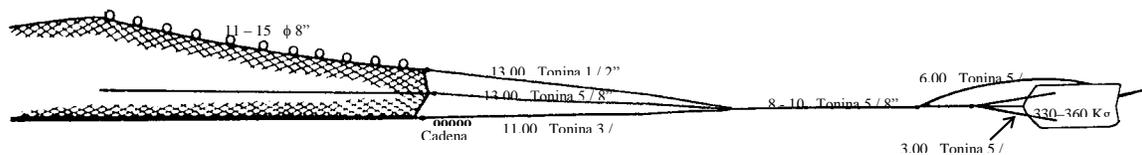
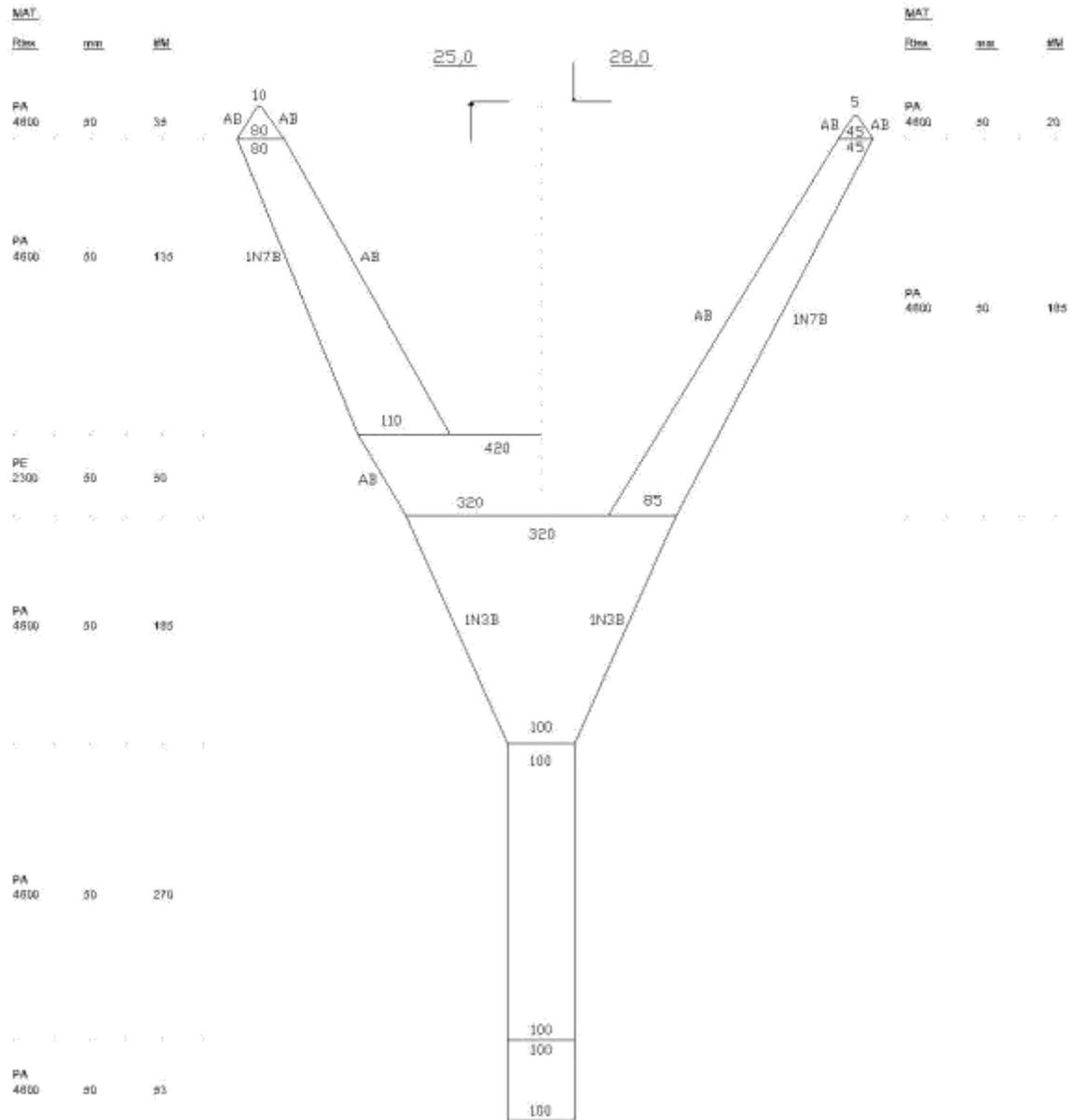
**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS
EMBARCACIONES Y PLANOS DE
LAS REDES UTILIZADAS.**

RED DE ARRASTE
Conarón-langostino
Chile

BARCO
PAM "Lonquimay"
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

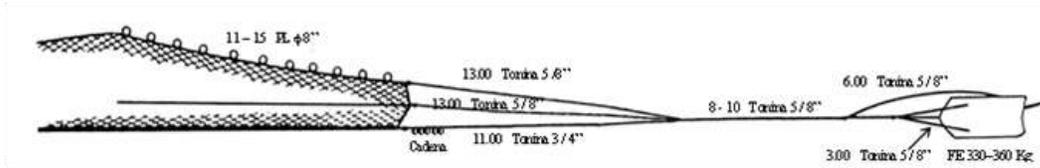
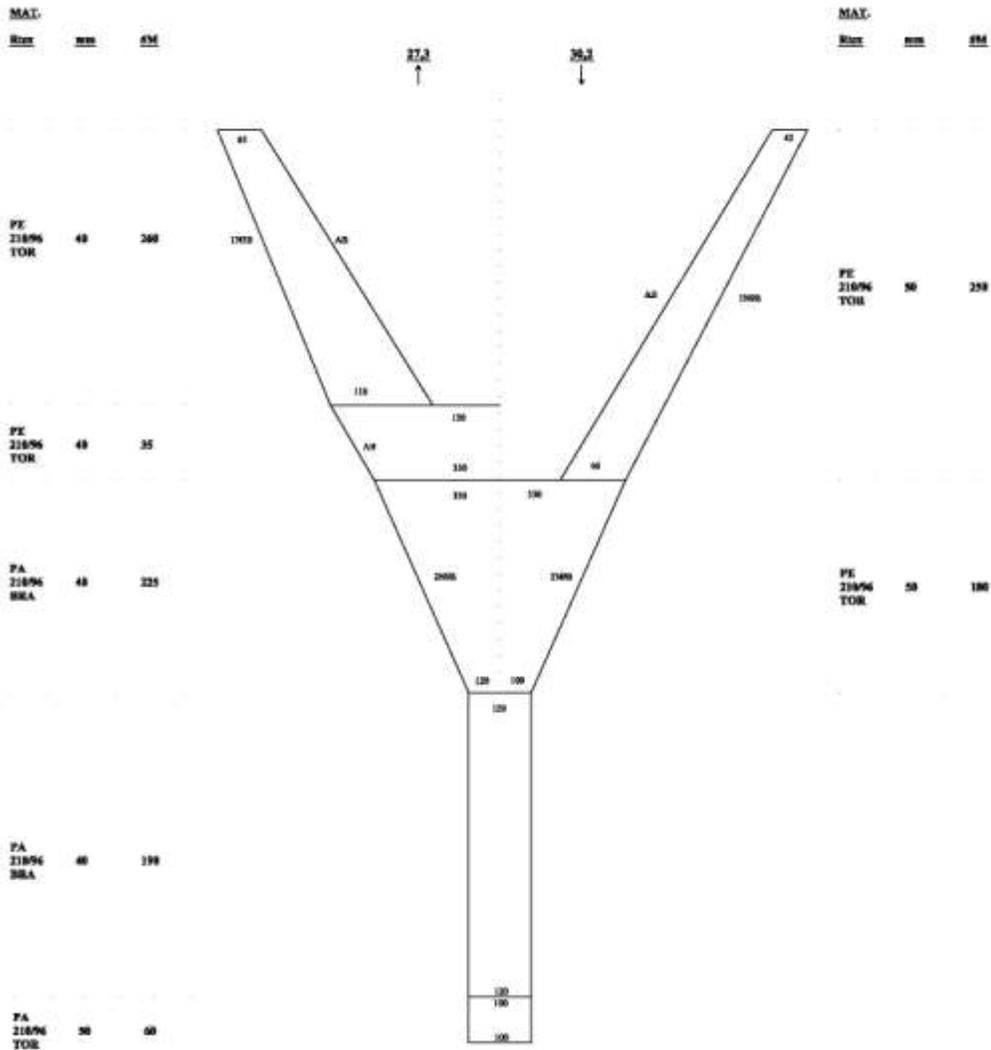


RED DE ARRASTE
Canarón-langostina
Chile

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 3. Fechas y lugares geográficos de los muestreos.

FECHA	REGIÓN							TOTAL
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
03/10/11	15							15
04/10/11	10	3						13
05/10/11		9						9
06/10/11		12						12
07/10/11		9						9
11/10/11		12						12
12/10/11		6						6
17/10/11		7	1	1				9
18/10/11		3		11				14
19/10/11		6						6
20/10/11				10				10
21/10/11		9		1				10
22/10/11		8		4				12
25/10/11				8				8
26/10/11				2	10			12
27/10/11					7			7
29/10/11					9			9
30/10/11					6			6
31/10/11				3	1			4
01/11/11				2				2
04/11/11					8			8
05/11/11					4			4
08/11/11					1	8		9
09/11/11						10		10
11/11/11						12		12
12/11/11						6	6	12
13/11/11						11		11
15/11/11							12	12
16/11/11							10	10
17/11/11							15	15
18/11/11						1		1
21/11/11						5		5
22/11/11						2		2
24/11/11						4		4
25/11/11						11		11

Anexo 3. Continuación.

FECHA	REGIÓN							TOTAL
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
28/11/11				9				9
29/11/11				12				12
30/11/11				4				4
02/12/11				2				2
03/12/11				7				7
04/12/11				8				8
06/12/11				10				10
07/12/11			9					9
08/12/11			3					3
10/12/11			3	1				4
11/12/11			3					3
12/12/11			5					5
13/12/11			9					9
15/12/11			14					14
16/12/11			13					13
17/12/11			12					12
18/12/11			11					11
20/12/11			13					13
21/12/11			13					13
22/12/11			10					10
27/12/11			12					12
28/12/11			6					6
TOTAL	25	84	137	95	46	70	43	500

Anexo 4. Registros de posición, distancia lineal recorrida, área barrida, abertura de punta de alas, captura y cpua de camarón nailon.

IDP	Lat.	Long.	Prof (m)	APA Obs (m)	APA Est (m)	AB (km ²)	Capt. (kg)	cpua (ton/km ²)
1	-25,15903	-70,56212	363	12,77		0,0106	0,000	0,000
5	-25,24728	-70,55941	441	13,31		0,0111	0,000	0,000
9	-25,34490	-70,56406	286	12,63		0,0105	0,000	0,000
10	-25,34138	-70,59099	361	12,40		0,0103	0,000	0,000
13	-25,53255	-70,72557	463	13,60		0,0113	0,000	0,000
16	-25,74323	-70,76972	319	12,52		0,0104	0,000	0,000
17	-25,74015	-70,79126	333	13,40		0,0112	0,000	0,000
18	-25,73745	-70,80721	395	12,56		0,007	0,000	0,000
20	-25,87633	-70,78933	315	12,09		0,0101	0,000	0,000
21	-25,87608	-70,81912	433	12,39		0,0103	0,000	0,000
23	-25,99068	-70,76358	289	11,60		0,0097	0,000	0,000
24	-25,99487	-70,78903	381	12,73		0,0106	0,000	0,000
26	-26,09072	-70,74745	228	12,14		0,0101	0,000	0,000
27	-26,09463	-70,76643	345	12,29		0,0102	0,000	0,000
29	-26,16013	-70,76131	240	10,93		0,0091	0,000	0,000
30	-26,15938	-70,78069	312	12,57		0,0105	20,250	1,933
31	-26,16252	-70,79221	333	12,18		0,0102	33,750	3,325
32	-26,16334	-70,81013	343	11,96		0,01	6,750	0,677
35	-26,24144	-70,79093	300	12,32		0,0103	82,350	8,020
36	-26,24334	-70,82078	436	13,80		0,0115	0,000	0,000
37	-26,24272	-70,77157	211	11,55		0,0096	0,000	0,000
38	-26,32516	-70,81913	280	10,68		0,0089	0,000	0,000
39	-26,32263	-70,83200	335	12,71		0,0057	15,593	2,760
40	-26,32738	-70,84398	386	13,70		0,0114	27,000	2,365
42	-26,42560	-70,84569	334	12,55		0,0105	94,500	9,035
43	-26,42434	-70,83558	411	13,62		0,0114	4,455	0,392
45	-26,56663	-70,81928	338	12,37		0,0103	175,500	17,024
46	-26,55016	-70,84161	380	12,62		0,0105	0,000	0,000
48	-26,61343	-70,82260	388	12,48		0,0104	0,000	0,000
49	-26,62232	-70,81258	335	12,28		0,0102	60,750	5,936
50	-26,60219	-70,81946	331	12,08		0,0101	0,000	0,000
51	-26,61483	-70,81571	346	12,84		0,0107	23,625	2,208
52	-26,62958	-70,82385	388	13,71		0,0114	33,750	2,954
54	-26,75153	-70,84013	256	11,55		0,0096	0,000	0,000
55	-26,74110	-70,85333	343	12,73		0,0106	13,500	1,272
57	-26,85923	-70,90489	228	10,82		0,009	0,000	0,000
58	-26,85651	-70,88678	205	10,89		0,0091	0,000	0,000
59	-26,98668	-70,91832	313		12,31	0,0103	0,000	0,000

60	-26,98613	-70,92278	332		12,27	0,0102	34,568	3,379
62	-27,13167	-71,00019	181		9,70	0,0081	0,000	0,000
63	-27,13411	-71,01371	340		12,26	0,0102	580,635	56,821
65	-27,25837	-71,00727	245		11,36	0,0095	0,000	0,000
67	-27,38023	-71,02416	192		10,74	0,009	0,000	0,000
68	-27,37396	-71,04000	331		12,28	0,0102	10,125	0,990
70	-27,47981	-71,00669	172		11,13	0,0093	0,000	0,000
71	-27,49043	-71,02481	278		10,95	0,0091	9,314	1,021
72	-27,48153	-71,03865	416		13,55	0,0113	0,000	0,000
73	-27,60770	-71,04117	253		10,99	0,0092	14,195	1,550
74	-27,62324	-71,06363	419		12,48	0,0104	0,000	0,000
76	-27,75492	-71,11670	191	10,77		0,009	0,000	0,000
77	-27,76000	-71,12839	280	12,25		0,0102	68,175	6,678
79	-28,04033	-71,20750	291	11,04		0,0092	66,513	7,229
81	-28,25198	-71,25655	284	11,57		0,0096	0,000	0,000
82	-28,25165	-71,28198	370	12,39		0,0103	40,500	3,922
84	-28,41223	-71,29226	258	11,93		0,0099	34,425	3,462
85	-28,41114	-71,30439	336	12,49		0,0104	40,905	3,930
87	-28,51484	-71,30577	135	10,03		0,0084	6,959	0,833
88	-28,51487	-71,31938	173	10,74		0,009	92,445	10,328
89	-28,51088	-71,33033	354	12,63		0,0105	0,000	0,000
91	-28,65753	-71,37482	249	10,96		0,0091	6,750	0,739
92	-28,66164	-71,39447	392	13,14		0,011	0,000	0,000
93	-28,79083	-71,47517	286	11,32		0,0094	32,014	3,393
94	-28,79241	-71,47317	276	12,13		0,0101	23,331	2,308
95	-28,77998	-71,47999	310	10,98		0,0092	110,700	12,097
96	-28,77986	-71,46183	243	11,46		0,0096	27,519	2,881
97	-28,76667	-71,45000	242	11,38		0,0095	25,107	2,647
98	-28,87847	-71,53121	247	10,91		0,0091	6,885	0,757
99	-28,86758	-71,53674	355	13,80		0,0115	13,635	1,186
101	-28,97691	-71,55613	267	11,69		0,0097	0,000	0,000
102	-28,97073	-71,55853	420	13,93		0,0116	20,250	1,744
104	-29,18910	-71,58583	250	12,33		0,0114	0,000	0,000
105	-29,17813	-71,59167	304	12,20		0,0105	0,000	0,000
106	-29,19549	-71,60513	421	11,54		0,0107	0,000	0,000
107	-29,26400	-71,57861	221	13,15		0,0122	0,000	0,000
108	-29,26978	-71,58669	344	12,92		0,012	359,812	30,075
109	-29,26877	-71,60023	454	10,97		0,0102	324,000	31,895
110	-29,32980	-71,53123	131	14,08		0,0044	0,000	0,000
111	-29,33480	-71,54388	158	13,07		0,0121	0,000	0,000
112	-29,33523	-71,55762	199	12,93		0,012	0,000	0,000
113	-29,32555	-71,58221	141	12,29		0,0114	0,000	0,000
114	-29,33220	-71,60349	253	12,19		0,0113	0,000	0,000

115	-29,33325	-71,61385	328	13,18		0,0122	0,000	0,000
116	-29,33753	-71,62047	395	11,97		0,0111	580,500	52,372
117	-29,44778	-71,47545	230	12,27		0,0129	0,000	0,000
118	-29,43856	-71,49373	266	12,21		0,0113	0,000	0,000
119	-29,44756	-71,50711	282	12,95		0,012	0,000	0,000
120	-29,45054	-71,51992	326	12,39		0,0115	0,000	0,000
121	-29,44349	-71,53184	342	12,12		0,0112	0,000	0,000
122	-29,46338	-71,54335	363	12,81		0,0119	817,813	68,943
124	-29,42169	-71,61068	284	12,96		0,012	467,775	38,978
125	-29,52255	-71,40790	226	13,12		0,0122	0,000	0,000
126	-29,53423	-71,42363	273	12,28		0,0114	0,000	0,000
127	-29,53554	-71,43807	296	12,80		0,0119	0,000	0,000
128	-29,52778	-71,44949	302	12,66		0,0117	0,000	0,000
129	-29,53143	-71,46151	329	12,88		0,0119	234,444	19,657
130	-29,52733	-71,48709	352	11,86		0,011	81,000	7,375
131	-29,52580	-71,49967	368	11,55		0,0107	216,000	20,196
132	-29,61263	-71,38098	141	13,24		0,0123	0,000	0,000
133	-29,60484	-71,39054	210	12,85		0,0119	0,000	0,000
134	-29,61440	-71,40727	261	12,29		0,0114	0,000	0,000
135	-29,61706	-71,42473	300	12,34		0,0114	108,000	9,451
136	-29,61539	-71,44118	334	13,17		0,0122	162,000	13,284
137	-29,64092	-71,41464	292	12,69		0,0118	33,434	2,845
138	-29,64390	-71,42214	316	11,70		0,0108	79,404	7,329
139	-29,63783	-71,43458	341	11,53		0,0114	229,500	20,152
140	-29,63761	-71,42143	315	12,96		0,012	117,637	9,802
141	-29,64658	-71,42428	317	12,93		0,012	149,928	12,522
142	-29,67439	-71,37751	261	12,30		0,0114	0,000	0,000
143	-29,67021	-71,39008	293	12,54		0,0116	0,000	0,000
144	-29,67807	-71,40663	339	12,08		0,0112	271,042	24,230
145	-29,68170	-71,42224	405	11,81		0,0109	135,000	12,344
146	-29,68496	-71,43848	445	11,59		0,0107	81,000	7,547
147	-29,74567	-71,38494	311	12,90		0,012	193,166	16,171
148	-29,74974	-71,39575	352	13,17		0,0122	152,782	12,528
149	-29,74863	-71,40103	389	11,91		0,011	270,000	24,482
150	-29,73653	-71,42426	418	11,51		0,0107	108,000	10,133
151	-29,81142	-71,36350	162	13,35		0,0124	0,000	0,000
152	-29,80540	-71,37473	263	12,28		0,0114	0,000	0,000
153	-29,81732	-71,39273	392	12,00		0,0111	175,500	15,794
154	-29,89854	-71,41487	241		12,92	0,012	0,000	0,000
155	-29,89248	-71,43078	323		12,29	0,0114	403,740	35,490
156	-29,90349	-71,44775	397		11,81	0,0109	243,000	22,223
157	-29,94385	-71,42818	262		12,50	0,0116	0,000	0,000
158	-29,93891	-71,44154	336		13,04	0,0121	402,347	33,319

159	-30,02746	-71,44854	131		13,11	0,0121	0,000	0,000
160	-30,03138	-71,45949	252		12,70	0,0118	0,000	0,000
161	-30,03095	-71,47073	328		12,18	0,0113	323,269	28,652
162	-30,02522	-71,49696	412		12,01	0,0111	162,000	14,562
163	-30,07794	-71,47445	262		12,50	0,0579	440,650	7,614
164	-30,07712	-71,49094	362		12,01	0,0111	243,000	21,857
165	-30,08494	-71,50744	420		11,85	0,011	175,500	15,990
166	-30,09066	-71,53054	456		11,13	0,0103	81,000	7,863
168	-30,13141	-71,51073	289		12,46	0,0115	110,326	9,560
169	-30,12931	-71,52597	336		12,53	0,0116	162,000	13,960
170	-30,13449	-71,54481	372		11,80	0,0109	162,000	14,821
171	-30,12199	-71,55927	401		11,73	0,0109	40,500	3,729
172	-30,12784	-71,57492	421		11,83	0,011	54,000	4,928
173	-30,22588	-71,65947	240		12,44	0,0115	235,094	20,417
174	-30,22962	-71,66917	360		12,05	0,0037	0,000	0,000
175	-30,35767	-71,72700	354		12,17	0,0113	162,000	14,378
176	-30,44943	-71,74500	358		12,09	0,0112	108,000	9,649
177	-30,46053	-71,74593	407		9,06	0,0084	94,500	11,263
178	-30,50813	-71,75564	305		12,14	0,0112	94,500	8,406
179	-30,56371	-71,77661	652		6,15	0,0057	243,000	42,688
180	-30,64631	-71,76544	324		12,77	0,0118	310,500	26,250
181	-30,68948	-71,74580	281		12,62	0,0039	0,000	0,000
183	-30,73344	-71,75313	263		12,48	0,0116	0,000	0,000
184	-30,73921	-71,75656	333		12,59	0,0023	0,000	0,000
185	-30,84359	-71,75574	329		12,16	0,0165	256,500	15,526
186	-30,90769	-71,74407	348		12,29	0,0114	108,000	9,491
187	-30,98891	-71,73089	280		12,64	0,0117	121,500	10,376
188	-31,00213	-71,74381	368		11,89	0,0066	27,000	4,089
189	-31,00812	-71,75433	383		12,09	0,0112	81,000	7,235
190	-31,11236	-71,73899	241		12,92	0,012	133,877	11,187
191	-31,22859	-71,70660	257		12,60	0,0117	145,227	12,446
192	-31,21543	-71,72483	349		12,27	0,0114	27,000	2,377
193	-31,22023	-71,73204	401		11,73	0,0109	54,000	4,973
194	-31,33025	-71,70056	288		12,48	0,0146	216,000	14,752
195	-31,32551	-71,71577	344		12,37	0,0115	81,000	7,071
196	-31,40672	-71,65998	241		12,41	0,0115	113,598	9,881
197	-31,40721	-71,66960	260		12,54	0,0116	94,500	8,138
198	-31,47865	-71,64819	257		12,09	0,0112	81,000	7,234
199	-31,48616	-71,65491	283		12,08	0,0112	81,000	7,244
200	-31,52940	-71,64385	211		13,02	0,0121	79,001	6,552
201	-31,52696	-71,65398	242		12,39	0,0115	65,332	5,692
202	-31,51185	-71,66125	359	12,48		0,0116	0,000	0,000
203	-31,65816	-71,66577	154	13,56		0,0126	0,000	0,000

204	-31,66860	-71,68098	252	13,50		0,0125	133,251	10,659
205	-31,74237	-71,65050	193	13,42		0,0124	25,917	2,086
206	-31,75025	-71,66482	277	12,34		0,0114	94,500	8,270
207	-31,72832	-71,68018	321	14,23		0,0132	0,000	0,000
208	-31,80264	-71,65123	269	12,76		0,0118	81,000	6,855
209	-31,79073	-71,66404	322	12,30		0,0122	94,500	7,778
210	-31,79163	-71,67000	412	11,13		0,0034	54,000	15,718
211	-31,97779	-71,64339	227	13,39		0,0132	31,021	2,346
212	-31,97616	-71,65531	276	13,01		0,0121	108,000	8,965
213	-31,96359	-71,66233	310	13,87		0,0128	81,000	6,307
214	-32,01043	-71,62247	213		14,00	0,013	0,000	0,000
215	-31,98884	-71,64398	248		13,29	0,0123	55,071	4,474
216	-32,00290	-71,65642	347	12,94		0,012	40,500	3,380
217	-32,01602	-71,65721	356	12,57		0,0116	162,000	13,918
218	-32,04922	-71,63291	262		13,01	0,0121	45,323	3,762
219	-32,06084	-71,63786	321		11,82	0,0109	81,000	7,403
220	-32,04958	-71,64866	348		12,80	0,0119	40,500	3,417
221	-32,15921	-71,62740	226		12,72	0,0118	0,000	0,000
222	-32,15790	-71,65289	320		12,85	0,0119	75,527	6,345
223	-32,14719	-71,65531	339		12,47	0,0116	81,000	7,014
224	-32,00072	-71,62021	215		13,45	0,0125	357,210	28,683
225	-32,22407	-71,63542	331		12,63	0,0117	94,500	8,078
226.1	-32,22301	-71,63803	319			0,0119	229,500	19,250
226.2	-32,21128	-71,64370	319			0,0119	108,000	9,059
227	-32,21402	-71,64038	289		12,97	0,012	243,000	20,229
228	-32,22547	-71,62873	297		12,81	0,0119	189,000	15,933
229	-32,26151	-71,61475	321		12,33	0,0114	27,000	2,366
230	-32,24631	-71,62643	360		12,05	0,0112	81,000	7,261
231	-32,24857	-71,60374	386		12,54	0,0139	67,500	4,844
233	-32,30817	-71,57463	158		13,07	0,0121	0,000	0,000
234	-32,29763	-71,59481	254		13,17	0,0122	257,045	21,077
235	-32,31000	-71,60767	342		12,41	0,0115	364,500	31,718
236	-32,31715	-71,62267	405		12,16	0,0113	67,500	5,997
237	-32,31708	-71,63507	462		11,51	0,0107	0,000	0,000
238	-32,36763	-71,59041	252		12,70	0,0118	418,500	35,582
239	-32,36761	-71,60453	311		12,53	0,0116	364,500	31,421
240	-32,36078	-71,62648	382		12,11	0,0112	189,000	16,852
241	-32,46587	-71,61044	253		12,17	0,0113	167,031	14,819
242	-32,45981	-71,62128	301		12,22	0,0113	256,500	22,666
243	-32,46523	-71,63503	351		12,23	0,0113	202,500	17,883
244	-32,46543	-71,65529	393		11,89	0,011	67,500	6,131
245	-32,54749	-71,64214	306		12,12	0,0112	162,000	14,435
246	-32,55040	-71,65233	353		12,19	0,0113	67,500	5,981

247	-32,59701	-71,62678	199		12,25	0,0113	661,500	58,337
248	-32,59961	-71,64286	285		12,54	0,0116	594,000	51,138
249	-32,59461	-71,65259	344		12,37	0,0115	40,500	3,536
250	-32,62978	-71,63619	197		12,29	0,0114	634,500	55,772
251	-32,63244	-71,64119	226		12,21	0,0166	378,084	22,802
252	-32,63405	-71,65188	313		12,49	0,0116	486,000	42,030
253	-32,73302	-71,64344	217		12,39	0,0115	34,123	2,974
254	-32,73289	-71,65733	317		12,41	0,0115	216,000	18,802
255	-32,81659	-71,68798	204		12,65	0,0117	229,500	19,587
256	-32,82008	-71,69406	240		12,94	0,012	364,500	30,410
257	-32,87487	-71,72695	256		12,62	0,0125	243,000	19,493
258	-32,86456	-71,73245	315		11,94	0,0111	162,000	14,655
259	-32,87090	-71,74173	385		12,05	0,0112	54,000	4,839
260	-32,91288	-71,74040	211		13,02	0,0121	101,925	8,453
261	-32,91136	-71,75410	305		12,14	0,0112	81,000	7,205
262	-32,91943	-71,77014	396		12,34	0,0114	40,500	3,545
263	-32,94207	-71,74928	194	12,52		0,0116	15,429	1,331
264	-32,94515	-71,76415	262	12,26		0,0114	148,500	13,080
265	-32,94559	-71,77513	339	12,84		0,0119	13,500	1,135
266	-32,98124	-71,78091	256	12,31		0,0114	94,500	8,290
267	-32,98113	-71,78935	306	12,40		0,0115	27,000	2,351
268	-32,97867	-71,80520	400	11,87		0,011	108,000	9,826
269	-33,02749	-71,81003	331	12,66		0,0117	94,500	8,061
270	-33,03318	-71,82982	376	12,54		0,0116	54,000	4,650
271	-33,03313	-71,84432	421	12,12		0,0112	81,000	7,217
272	-33,13617	-71,85700	257	12,28		0,0114	135,000	11,872
273	-33,13289	-71,86353	306	12,06		0,0112	270,000	24,177
274	-33,13288	-71,87017	357	11,91		0,011	20,250	1,836
275	-33,21588	-71,86264	204	12,32		0,0114	126,417	11,081
276	-33,21774	-71,87052	265	12,90		0,012	47,250	3,956
277	-33,31242	-71,86123	203	12,32		0,0114	98,623	8,645
278	-33,31583	-71,87164	280	12,91		0,012	67,500	5,646
279	-33,31743	-71,88479	391	12,14		0,0112	94,500	8,406
280	-33,37838	-71,86096	205	12,26		0,0114	253,752	22,351
281	-33,38122	-71,87687	310	12,52		0,0116	94,500	8,151
282	-33,38092	-71,88718	389	12,40		0,0115	189,000	16,460
283	-33,44877	-71,86237	210		12,53	0,0116	0,000	0,000
284	-33,44702	-71,87468	308		12,59	0,0117	162,000	13,898
285	-33,55112	-71,92985	341		11,41	0,0106	27,000	2,555
286	-33,54590	-71,94193	344		12,37	0,0115	108,000	9,429
287	-33,54605	-71,95128	402		12,22	0,0038	27,000	7,160
288	-33,61740	-72,01465	266		12,42	0,0115	621,810	54,071
289	-33,61603	-72,02075	310		12,55	0,0116	190,796	16,421

290	-33,61718	-72,02928	394		11,87	0,011	40,500	3,685
291	-33,75041	-72,05374	202		12,69	0,0118	0,000	0,000
292	-33,74989	-72,06033	279		12,67	0,0117	83,059	7,082
293	-33,74664	-72,06461	383		11,58	0,0107	81,000	7,552
294	-33,83251	-72,11145	238		12,48	0,0116	317,498	27,484
295	-33,84118	-72,13098	354		12,17	0,0113	248,590	22,063
296	-33,85033	-72,14147	403		12,20	0,0113	53,715	4,756
297	-33,93384	-72,14086	224		12,25	0,0113	111,115	9,796
298	-33,93169	-72,14733	320		11,84	0,011	67,500	6,158
299	-34,06598	-72,21196	241		12,41	0,0115	166,894	14,517
300	-34,06506	-72,22291	303		12,18	0,0113	67,500	5,985
301	-34,11316	-72,22849	259		12,56	0,0116	45,258	3,891
302	-34,11191	-72,25017	344		12,37	0,0115	40,500	3,536
303	-34,10966	-72,25878	411		12,03	0,0045	67,500	15,143
304	-34,14809	-72,20583	201		12,71	0,0118	0,000	0,000
305	-34,13916	-72,22750	249		12,25	0,0114	13,500	1,190
306	-34,14778	-72,24546	282		12,60	0,0117	40,500	3,470
307	-34,18704	-72,21230	212		13,00	0,012	196,774	16,345
308	-34,19144	-72,22617	240		12,44	0,0115	40,500	3,517
309	-34,18938	-72,24206	269		12,36	0,0114	351,000	30,672
310	-34,26743	-72,22480	231		12,62	0,0117	472,500	40,443
311	-34,24712	-72,24603	262		12,50	0,0116	424,431	36,669
312	-34,26377	-72,25410	302		12,20	0,0113	20,068	1,776
313	-34,24628	-72,27523	372		11,80	0,0109	27,000	2,470
314	-34,29218	-72,22923	270		12,85	0,0119	132,938	11,175
315	-34,30326	-72,23177	273		13,80	0,0128	166,372	13,015
316	-34,28904	-72,24963	338		11,98	0,0111	113,400	10,220
317	-34,29548	-72,24697	359		12,07	0,0112	81,000	7,249
318	-34,30130	-72,22832	364		11,97	0,0111	94,500	8,529
319	-34,33273	-72,18431	224		13,27	0,0123	48,600	3,956
320	-34,33308	-72,18964	234		13,57	0,0126	162,000	12,888
321	-34,33556	-72,21091	295		12,34	0,0114	187,134	16,374
322	-34,37215	-72,17028	211	13,41		0,0124	0,000	0,000
323	-34,37032	-72,18919	260	12,76		0,0118	50,506	4,274
324	-34,37928	-72,20187	334	13,01		0,0121	24,750	2,054
325	-34,43673	-72,16998	212	13,46		0,0125	0,000	0,000
326	-34,42949	-72,18788	272	12,49		0,0116	115,092	9,951
327	-34,48364	-72,16982	204	14,14		0,0131	0,000	0,000
328	-34,49054	-72,18560	273	12,73		0,0118	50,201	4,259
329	-34,52322	-72,17187	202	13,35		0,0124	0,000	0,000
330	-34,52250	-72,19681	305	12,28		0,0114	6,196	0,545
331	-34,55806	-72,19159	295	12,07		0,0112	15,901	1,423
332	-34,57675	-72,21051	376	12,80		0,0119	0,000	0,000

333	-34,58822	-72,21373	363	13,50		0,0125	0,000	0,000
334	-34,58300	-72,20956	328		13,20	0,0122	108,000	8,834
335	-34,62545	-72,22464	313		12,49	0,0116	56,523	4,888
336	-34,63873	-72,23563	381		12,64	0,0117	67,500	5,767
337	-34,68163	-72,22586	263		12,48	0,0116	114,545	9,912
338	-34,68549	-72,23616	336		12,53	0,0116	162,000	13,960
339	-34,71280	-72,23464	249		12,25	0,0114	115,875	10,212
340	-34,70718	-72,23792	296		12,83	0,0119	14,319	1,205
341	-34,69761	-72,25326	386		12,03	0,0111	81,000	7,271
342	-34,77217	-72,28233	223		12,78	0,0118	51,676	4,367
343	-34,76735	-72,28823	286		12,52	0,0116	139,586	12,036
344	-34,78425	-72,31237	344		11,35	0,0105	67,500	6,421
345	-34,84018	-72,47178	264		11,95	0,0111	464,369	41,964
346	-34,84653	-72,49653	271		12,32	0,0114	445,500	39,057
347	-34,85029	-72,51891	331		12,63	0,0117	67,500	5,770
348	-34,91310	-72,52495	236		12,52	0,0116	375,123	32,367
349	-34,90043	-72,54175	269		12,36	0,0114	467,720	40,871
350	-34,91227	-72,55855	341		12,43	0,0115	108,000	9,383
351	-34,95952	-72,56434	360		12,05	0,0112	162,000	14,522
352	-34,96663	-72,56520	301		12,22	0,0113	580,500	51,297
353	-34,97263	-72,57087	244		12,35	0,0114	418,500	36,582
354	-35,06437	-72,61266	231		12,62	0,0117	378,000	32,354
355	-35,05655	-72,62566	260		12,54	0,0116	526,500	45,341
356	-35,06478	-72,64054	310		12,55	0,0116	418,500	36,018
357	-35,24430	-72,69137	205	13,16		0,0122	0,000	0,000
358	-35,24871	-72,71095	278	13,28		0,0123	135,000	10,978
359	-35,24515	-72,72678	356	11,83		0,011	94,500	8,627
360	-35,37364	-72,97223	302	12,71		0,0118	310,500	26,382
361	-35,38186	-72,97158	339	12,99		0,012	229,500	19,079
362	-35,37922	-72,98947	381	11,83		0,011	162,000	14,788
363	-35,42157	-72,99548	305	11,74		0,0109	243,000	22,353
364	-35,42963	-73,00654	352	12,04		0,0112	148,500	13,320
365	-35,42823	-73,02388	402	11,86		0,0029	0,000	0,000
366	-35,60601	-73,05656	223	12,52		0,0193	58,093	3,007
367	-35,60478	-73,06910	248	12,99		0,012	850,500	70,706
368	-35,60793	-73,08911	300	12,80		0,0119	162,000	13,668
369	-35,64230	-73,08854	251	12,83		0,0119	769,500	64,769
371	-35,62628	-73,11525	338	12,34		0,0076	40,500	5,316
372	-35,71215	-73,11168	217	13,32		0,0123	0,000	0,000
373	-35,71471	-73,12183	252	12,61		0,0117	81,000	6,937
374	-35,71303	-73,14383	286	12,59		0,0117	310,500	26,633
375	-35,71388	-73,15755	321	12,60		0,0117	270,000	23,141
376	-35,70130	-73,16979	350	11,88		0,011	337,500	30,679

377	-35,76345	-73,15751	274	10,56		0,0098	40,500	4,142
378	-35,75259	-73,17203	308	11,74		0,0109	54,000	4,967
379	-35,82816	-73,00005	196	12,39		0,0115	0,000	0,000
380	-35,82898	-73,01655	205	12,35		0,0114	0,000	0,000
381	-35,82899	-73,03396	216	12,33		0,0114	16,428	1,439
382	-35,82988	-73,04568	226	12,47		0,0116	117,213	10,151
383	-35,82076	-73,07750	239	13,04		0,0121	432,000	35,776
384	-35,82659	-73,08725	254	11,87		0,011	432,000	39,303
385	-35,81930	-73,11150	264	12,46		0,0115	513,000	44,462
386	-35,89659	-72,93690	178	12,62		0,0117	0,000	0,000
387	-35,89783	-72,95298	190	12,75		0,0118	0,000	0,000
388	-35,89771	-72,96863	201	12,75		0,0118	337,500	28,586
389	-35,89436	-72,98820	220	12,74		0,0118	38,230	3,241
390	-35,97687	-72,95579	229	13,22		0,0122	105,761	8,639
391	-35,98280	-72,97001	262	12,39		0,0115	256,500	22,357
392	-35,97042	-72,98618	285	12,79		0,0118	148,500	12,539
393	-35,98262	-73,00482	319	12,82		0,0119	162,000	13,646
394	-35,96813	-73,02588	335	12,33		0,0114	202,500	17,736
395	-35,97947	-73,03948	366	13,02		0,0121	243,000	20,155
396	-36,01694	-72,95105	229	13,03		0,0121	90,723	7,519
397	-36,01489	-72,97785	251	13,25		0,0123	54,000	4,401
398	-36,01280	-72,99453	317	12,03		0,0111	81,000	7,271
399	-36,05903	-72,95945	211	13,15		0,0122	40,500	3,326
400	-36,06229	-72,97538	261	12,13		0,0112	108,000	9,615
401	-36,04633	-72,98817	296	12,17		0,0113	135,000	11,979
402	-36,06266	-73,43303	202		12,18	0,0113	86,625	7,677
403	-36,06140	-73,45314	246		12,31	0,0114	81,000	7,104
404	-36,05693	-73,46142	282		12,60	0,0117	20,250	1,735
405	-36,06626	-73,46559	363		11,99	0,0111	0,000	0,000
406	-36,06832	-73,48862	411		12,03	0,0111	0,000	0,000
407	-36,08871	-73,44433	287		12,50	0,0116	0,000	0,000
408	-36,09625	-73,47118	351		12,23	0,0113	0,000	0,000
410	-36,17518	-73,53556	331		12,12	0,0112	0,000	0,000
411	-36,17344	-73,52678	280		12,64	0,0117	0,000	0,000
412	-36,22962	-73,52732	194		12,35	0,0114	0,000	0,000
413	-36,23094	-73,55095	247		12,29	0,0114	156,718	13,767
414	-36,21955	-73,55865	322		12,31	0,0114	0,000	0,000
415	-36,24588	-73,55845	280		12,64	0,0133	81,000	6,104
416	-36,26383	-73,57216	324		12,27	0,0114	0,000	0,000
417	-36,29773	-73,56617	244		12,35	0,0114	162,000	14,161
418	-36,30393	-73,57226	321		12,33	0,0114	283,500	24,839
419	-36,38093	-73,52693	184		12,55	0,0116	0,000	0,000
420	-36,38093	-73,54057	252		12,19	0,0113	191,548	16,966

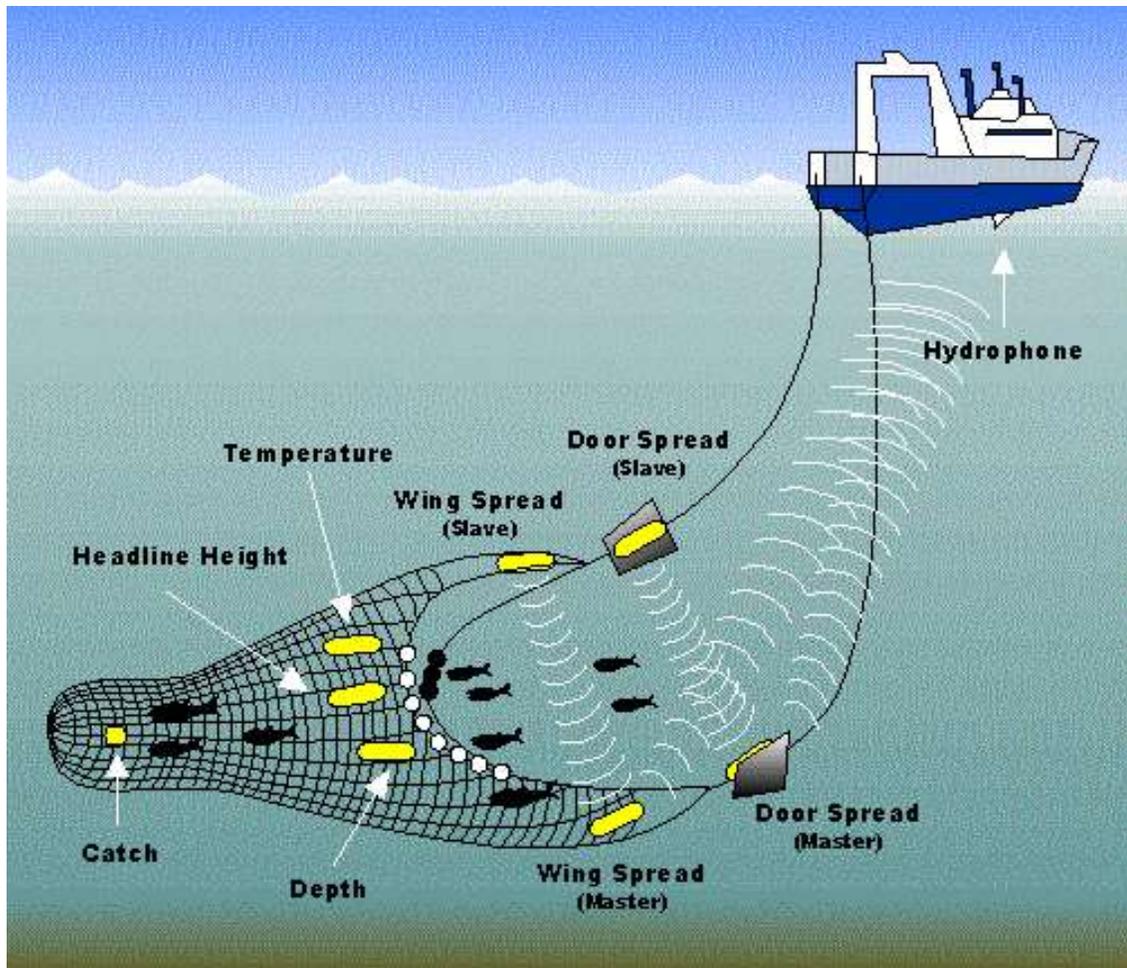
421	-36,36713	-73,55268	324		12,27	0,0114	0,000	0,000
422	-36,41827	-73,53191	191		12,92	0,012	0,000	0,000
423	-36,43436	-73,54958	256		12,62	0,0117	0,000	0,000
424	-36,41582	-73,55443	298		12,28	0,0114	0,000	0,000
425	-36,47459	-73,56049	256		12,62	0,0117	6,750	0,578
426	-36,47408	-73,57110	301		12,22	0,0113	13,500	1,193
427	-36,47172	-73,58762	375		12,25	0,0114	0,000	0,000
428	-36,47972	-73,57542	311		12,53	0,0116	0,000	0,000
429	-36,47005	-73,57062	291		12,93	0,012	0,000	0,000
430	-36,51633	-73,55418	164		12,95	0,012	0,000	0,000
431	-36,51567	-73,58621	202		12,69	0,0118	27,000	2,297
432	-36,51567	-73,57212	259		12,56	0,0116	40,500	3,482
433	-36,54058	-73,57386	216		11,90	0,0184	54,000	2,940
434	-36,54840	-73,59026	373		12,29	0,0114	0,000	0,000
435	-36,60231	-73,57818	328		13,20	0,0122	0,000	0,000
436	-36,58958	-73,59039	421		11,83	0,011	0,000	0,000
438	-36,69623	-73,57121	192		12,90	0,0119	262,805	22,008
1001	-33,33108	-71,86543	224		12,76	0,0583	717,267	12,307
1002	-33,38836	-71,87540	314		12,47	0,0724	621,000	8,584
1003	-34,33758	-72,23850	460		11,55	0,0835	0,000	0,000
1004	-34,11675	-72,25141	325		13,26	0,0508	162,000	3,191
1005	-34,06774	-72,22011	273		13,30	0,0435	200,724	4,614
1006	-34,09047	-72,24384	378		12,70	0,091	162,000	1,781
1007	-33,85569	-72,12507	272		14,33	0,1212	1.161,000	9,577
1008	-33,82716	-72,11255	330		12,14	0,099	991,328	10,018
1009	-33,83673	-72,11659	322		12,31	0,1443	1.147,500	7,950
1010	-33,90194	-72,13778	295		12,85	0,1722	958,500	5,568
1011	-33,55838	-71,91614	298		13,81	0,0409	16,200	0,396
1012	-33,43355	-71,87624	349		12,78	0,0939	378,000	4,027
1013	-35,62734	-73,08553	254		12,66	0,0797	6.912,000	86,698
1014	-35,66710	-73,10602	260		12,54	0,0341	1.674,000	49,146
1015	-35,62631	-73,08167	256		12,62	0,0522	2.711,797	51,949
1016	-35,62287	-73,08288	264		12,46	0,0538	1.052,579	19,550
1017	-35,57235	-73,05902	258		12,58	0,0396	1.063,321	26,846
1018	-35,58155	-73,06289	261		12,52	0,0433	435,227	10,056
1019	-35,68523	-73,11743	264		12,46	0,0831	1.174,500	14,139
1020	-35,69117	-73,11315	250		12,74	0,0732	2.241,000	30,634
1021	-35,75805	-73,12408	248		12,27	0,0841	1.255,500	14,928
1022	-35,69172	-73,10898	248		9,68	0,0842	1.998,000	23,719
1023	-35,69518	-73,10833	243		12,37	0,1253	2.403,000	19,181
1024	-35,68248	-73,12767	250		12,23	0,105	1.633,500	15,561
1025	-32,90081	-71,74482	287		12,50	0,1235	1.687,500	13,664
1026	-33,62583	-71,91165	134		12,54	0,031	0,000	0,000

1027	-33,45720	-71,86480	249		12,76	0,0276	186,300	6,756
1028	-33,54878	-71,86114	245		12,84	0,0412	0,000	0,000
1029	-33,45858	-71,86504	251		12,72	0,0259	175,500	6,772
1030	-33,44700	-71,86478	250		12,74	0,07	466,740	6,667
1031	-33,44895	-71,87164	234		13,07	0,0702	0,000	0,000
1032	-32,88493	-71,69076	181		12,61	0,0467	0,000	0,000
1033	-32,92255	-71,73415	177		12,69	0,0854	0,000	0,000
1034	-32,94498	-71,73758	163		12,97	0,0144	0,000	0,000
1035	-32,88433	-71,70310	187		12,49	0,0501	164,700	3,287
1036	-32,88458	-71,71583	174		12,75	0,063	0,000	0,000
1037	-32,88788	-71,71835	189		12,45	0,0615	637,936	10,377
1038	-32,88373	-71,71025	190		12,43	0,0483	0,000	0,000
1039	-32,02564	-71,61631	203		13,18	0,0871	0,000	0,000
1040	-32,05344	-71,59623	185		13,55	0,0443	0,000	0,000
1041	-32,06398	-71,59978	181		12,10	0,0844	0,000	0,000
1042	-32,05988	-71,60116	181		12,10	0,0949	0,000	0,000
1043	-32,09217	-71,60215	174		12,24	0,0763	0,000	0,000
1044	-32,06273	-71,59790	178		12,16	0,0728	0,000	0,000
1045	-32,04878	-71,59818	172		12,28	0,1357	0,000	0,000
1046	-32,01808	-71,59648	170		12,32	0,1172	0,000	0,000
1047	-32,03082	-71,58835	159		12,64	0,0952	0,000	0,000
1048	-32,06612	-71,59777	170		12,32	0,1293	0,000	0,000
1049	-32,08153	-71,60063	171		12,30	0,0813	0,000	0,000
1050	-31,33641	-71,71240	353		12,19	0,0429	121,500	2,833
1051	-30,56571	-71,76748	308		13,10	0,0534	621,000	11,637
1052	-29,52792	-71,45182	307		12,61	0,0195	0,000	0,000
1053	-29,53131	-71,45488	317		12,41	0,0337	0,000	0,000
1054	-29,53488	-71,45077	317		12,41	0,0115	0,000	0,000
1055	-29,52054	-71,46754	318		12,39	0,0268	0,000	0,000
5001	-26,98736	-70,92570	327		12,28	0,0102	15,399	1,504
5002	-27,82843	-71,15524	350		12,60	0,0105	108,000	10,286
5003	-27,81119	-71,15948	355		12,24	0,0102	54,000	5,295
5004	-27,87633	-71,15719	249		11,00	0,0092	0,000	0,000
5005	-27,89818	-71,16065	249		11,00	0,0092	0,000	0,000
5006	-28,23699	-71,27813	357		12,23	0,0102	108,000	10,593

Anexo 5. Sistema NETMIND para medición de APA.

ANEXO 5

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 6

**DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA
DENSIDAD (Tons/Km²) DE CAMARÓN
NAILON ENTRE LA V Y VIII
REGIONES**

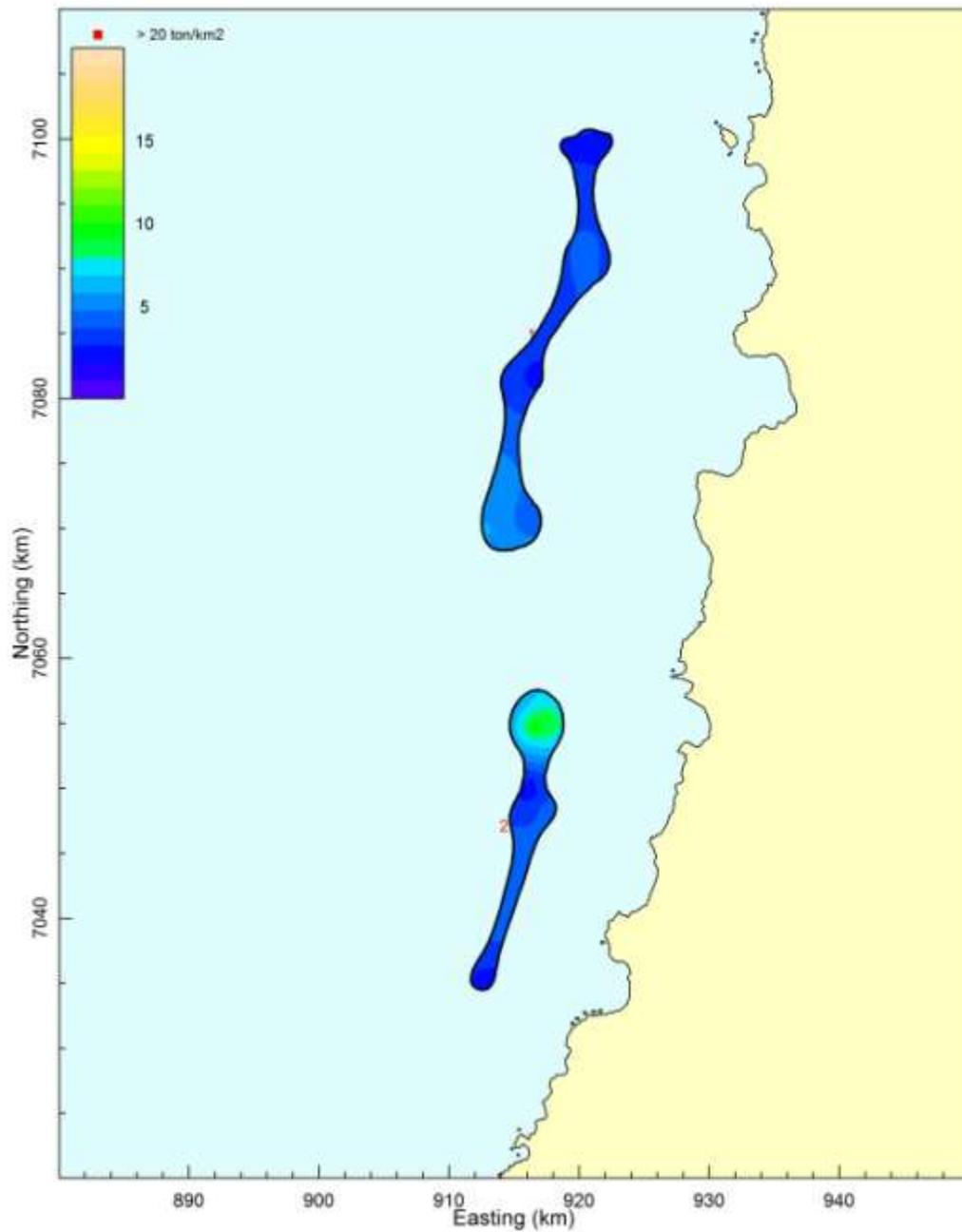


Fig. 47. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de camarón nailon (*H. reedi*) entre la II y VIII Regiones (Focos 1 y 2).

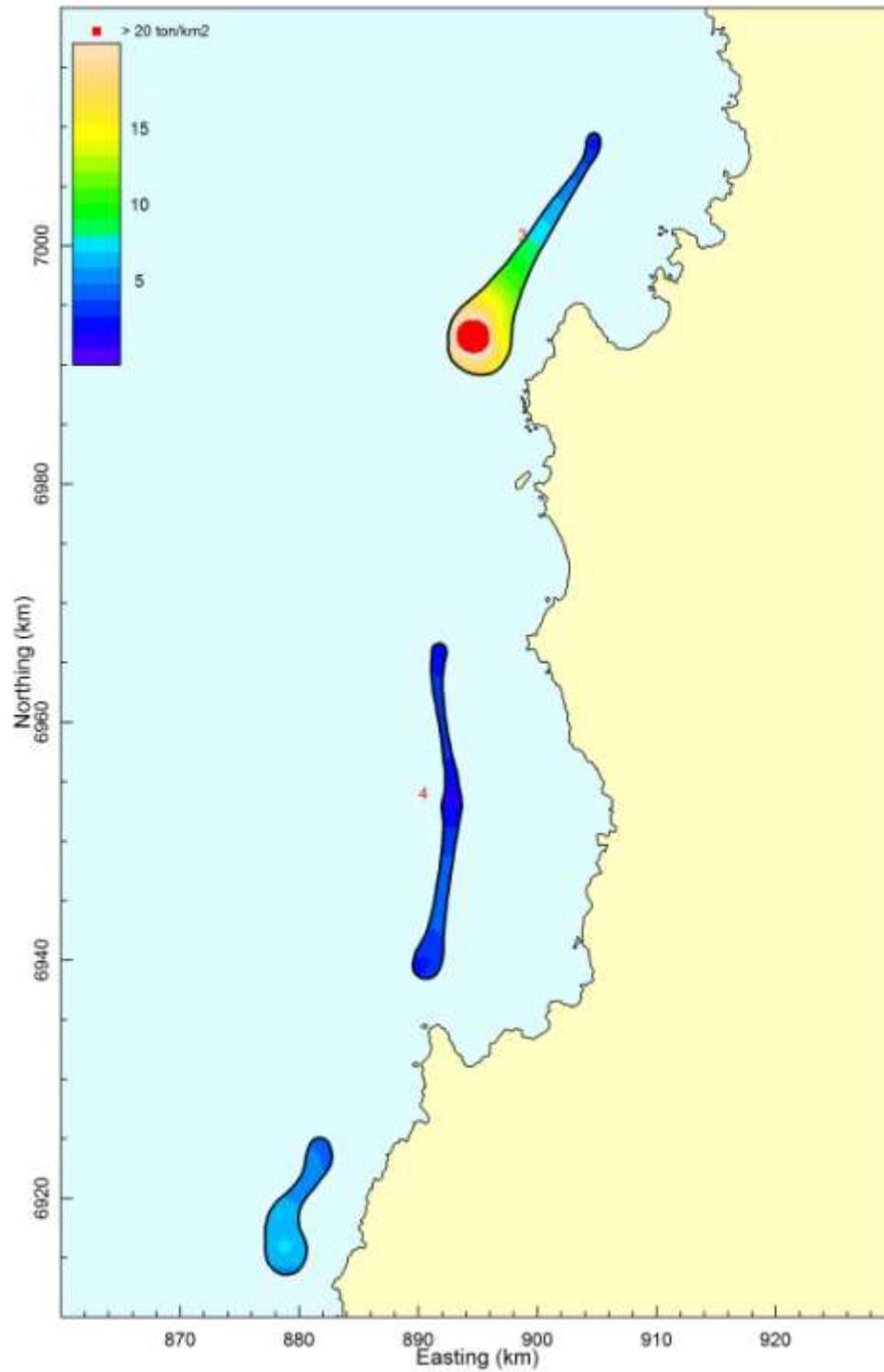


Fig. 48. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de camarón nilon (*H. reedi*) entre la II y VIII Regiones (Focos 3 a 5).

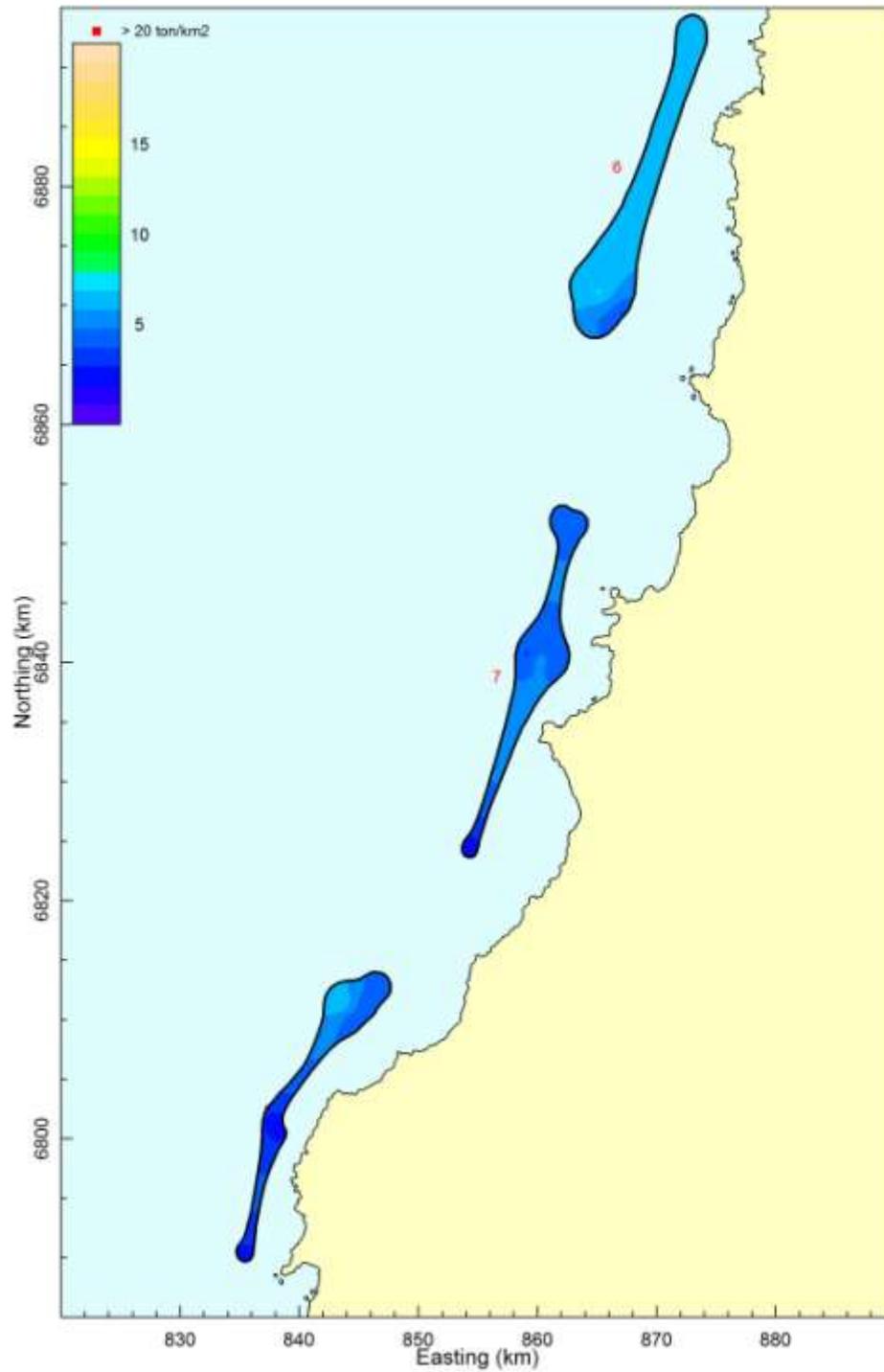


Fig. 49. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de camarón nailon (*H. reedi*) entre la II y VIII Regiones (Focos 6 a 8).

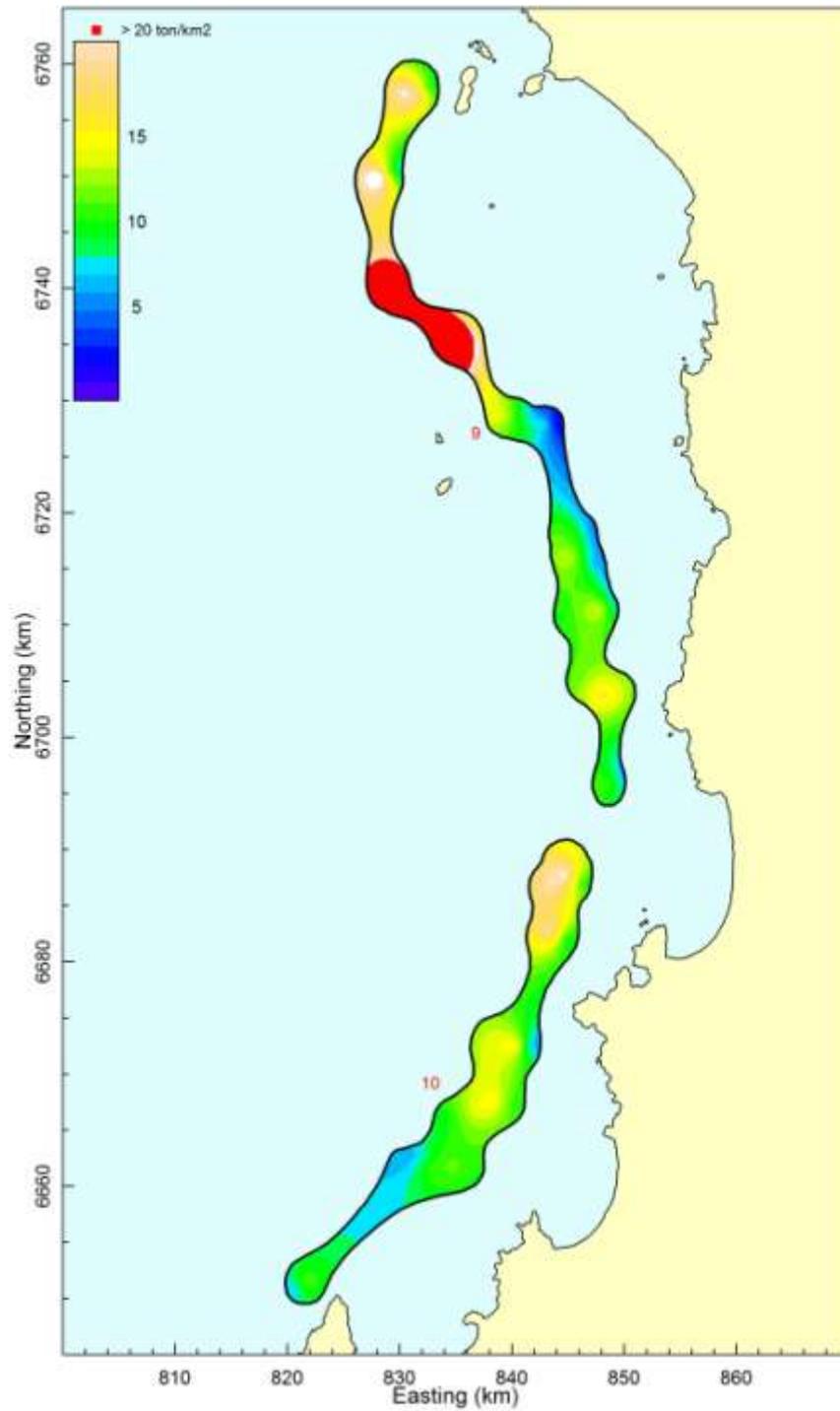


Fig. 50. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de camarón nailon (*H. reedi*) entre la II y VIII Regiones (Focos 9 y 10).

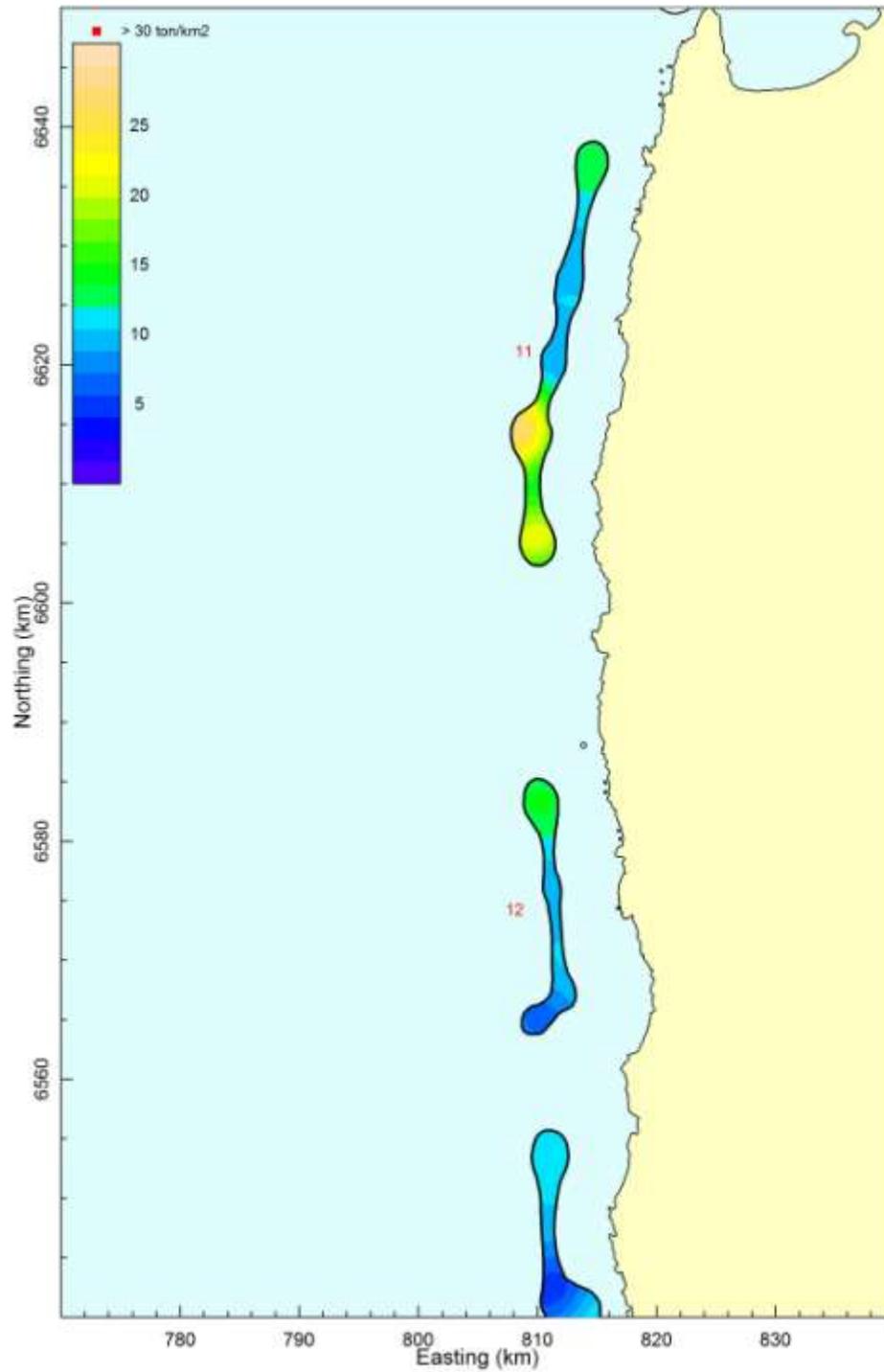


Fig. 51. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de camarón nailon (*H. reedi*) entre la II y VIII Regiones (Focos 11 y 12).

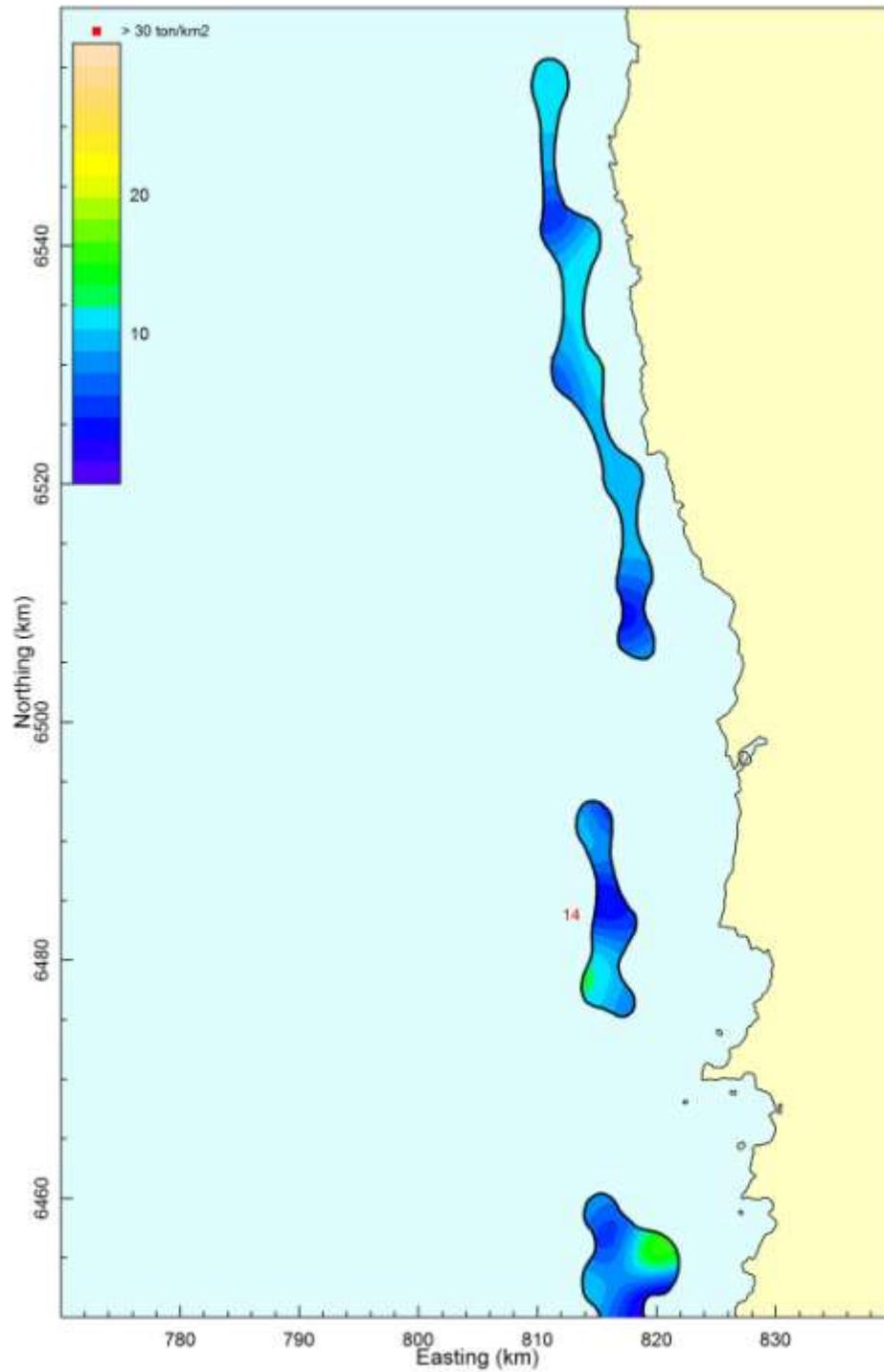


Fig. 52. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de camarón nailon (*H. reedi*) entre la II y VIII Regiones (Focos 13 y 14).

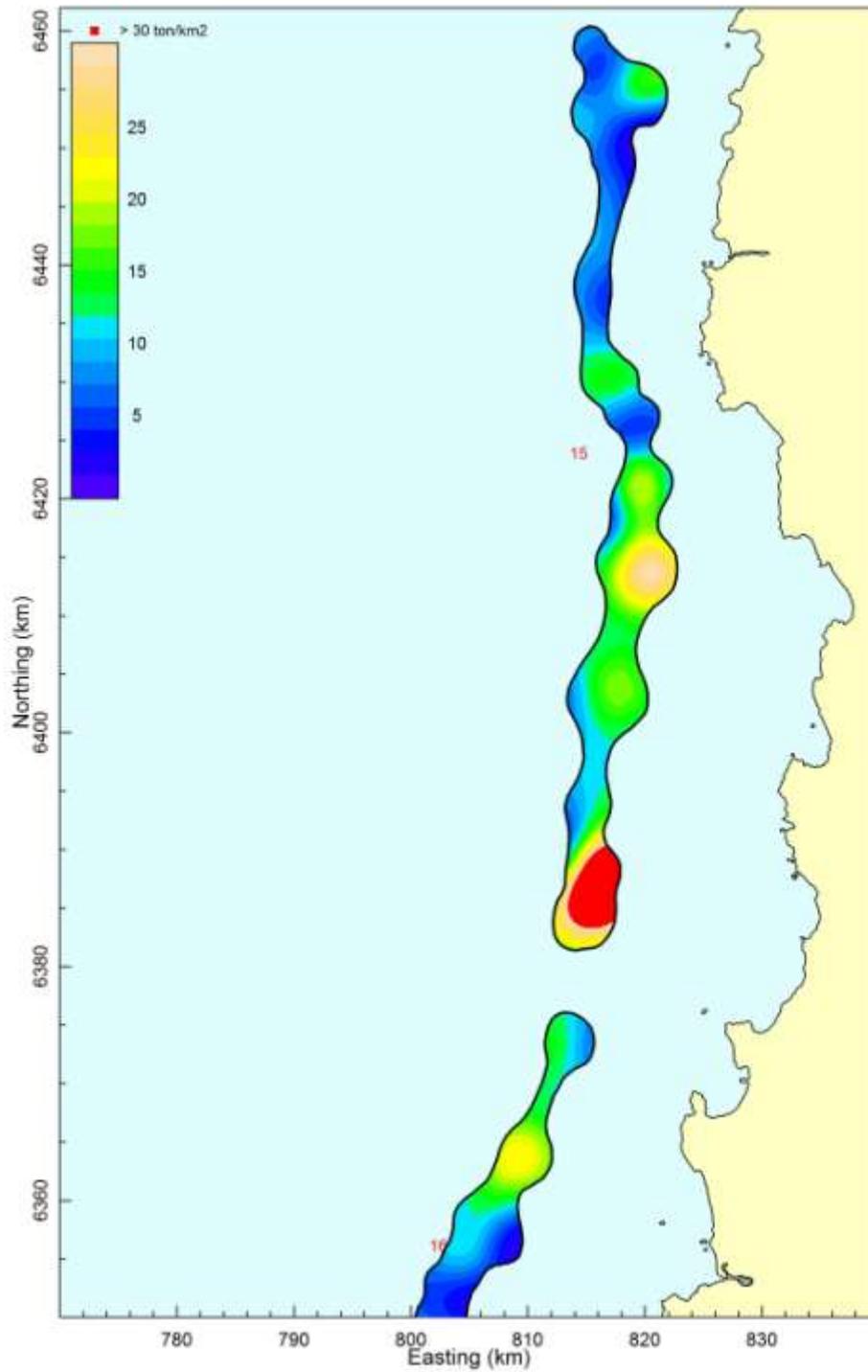


Fig. 53. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de camarón nailon (*H. reedi*) entre la II y VIII Regiones (Focos 15 y 16).

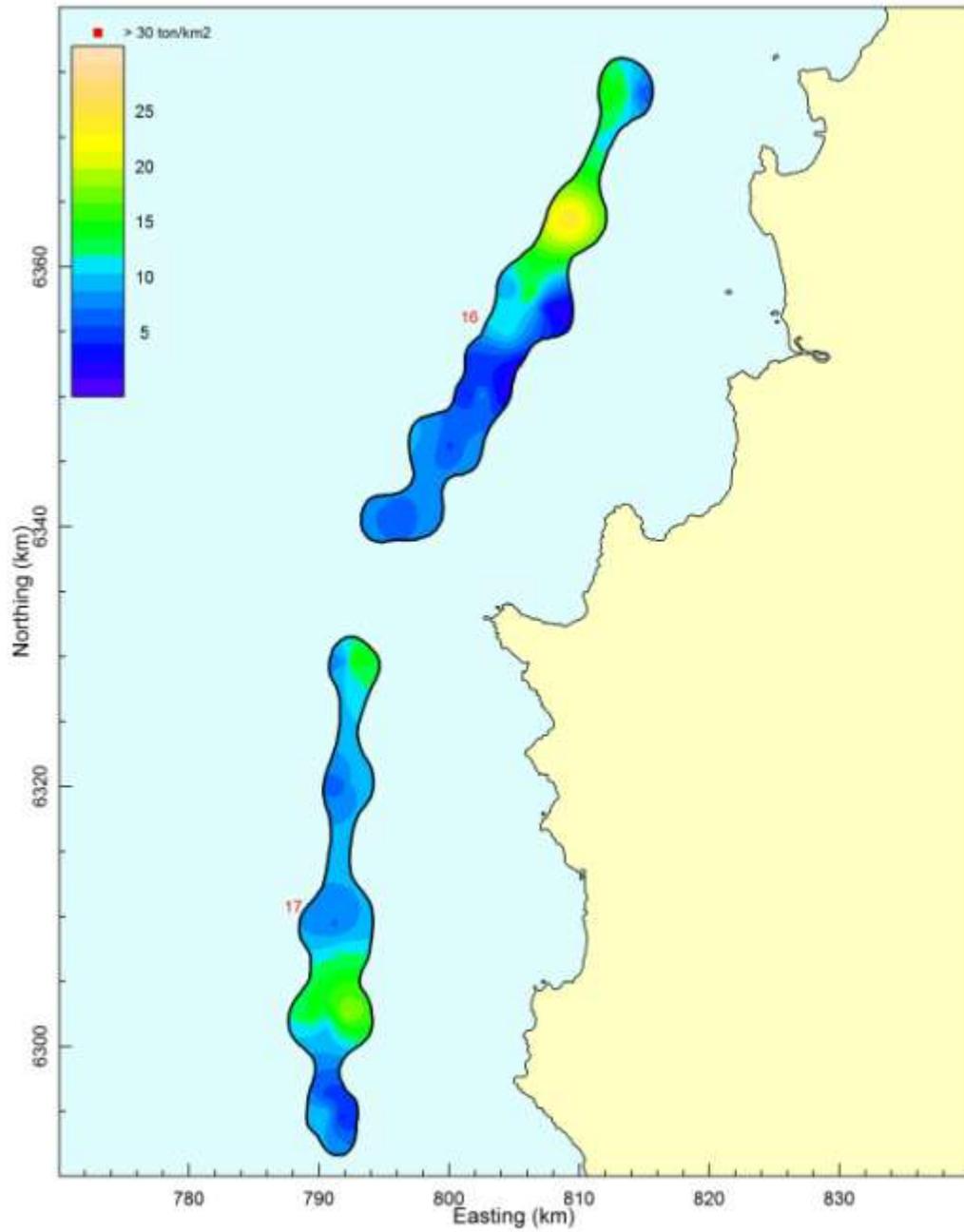


Fig. 54. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de camarón nailon (*H. reedi*) entre la II y VIII Regiones (Focos 16 y 17).

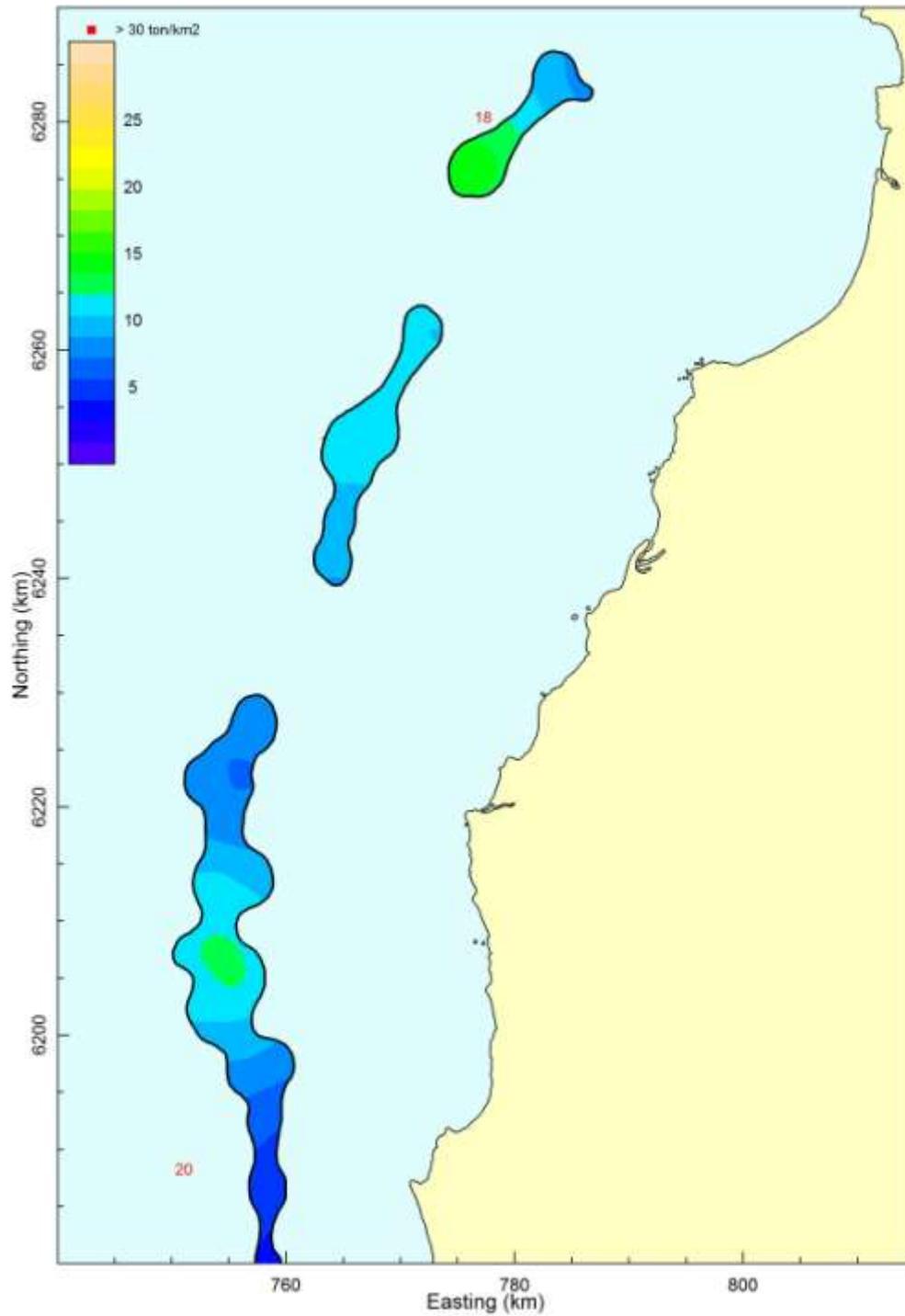


Fig. 55. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de camarón nailon (*H. reedi*) entre la II y VIII Regiones (Focos 18 a 20).

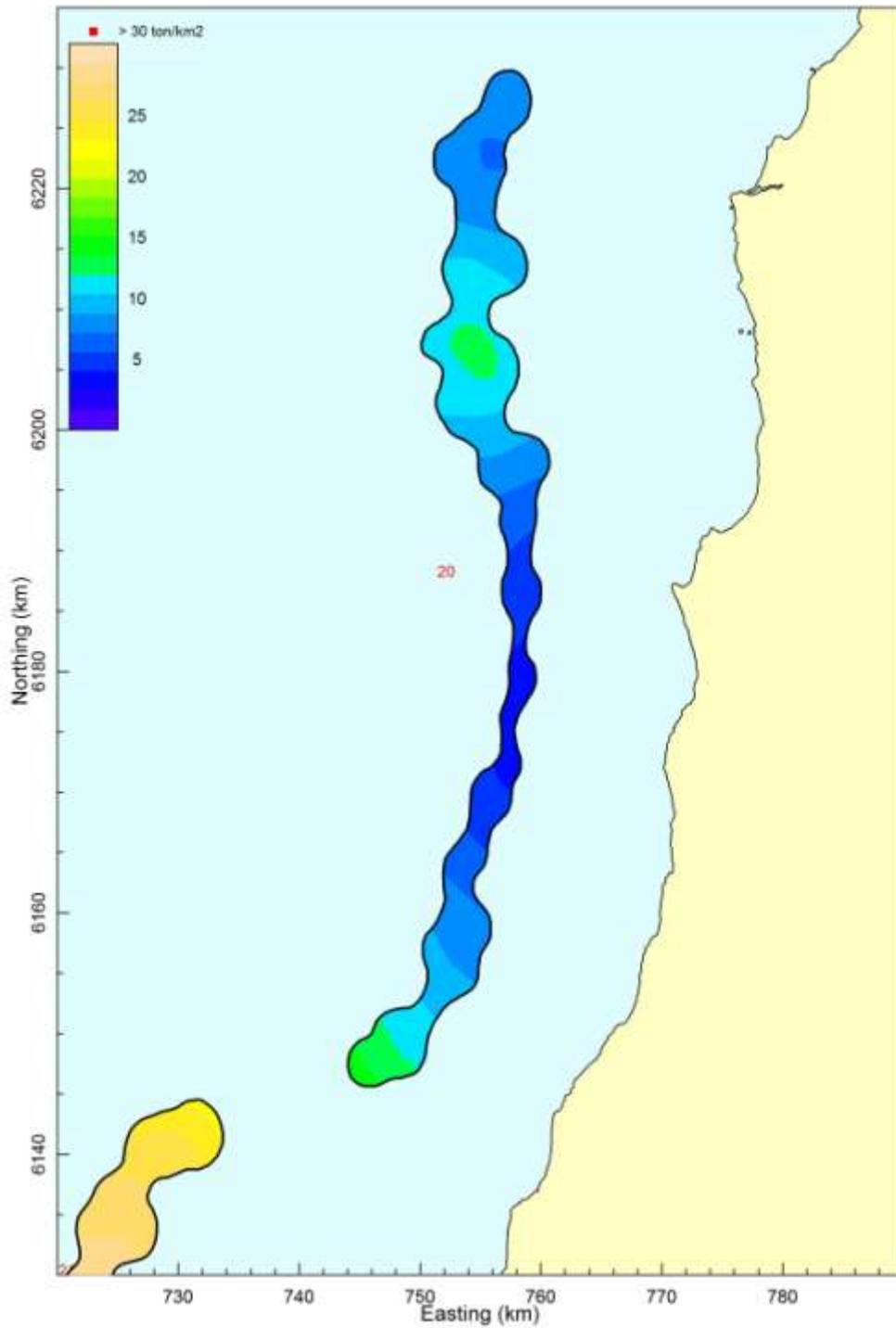


Fig. 56. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de camarón nailon (*H. reedi*) entre la II y VIII Regiones (Foco 20).

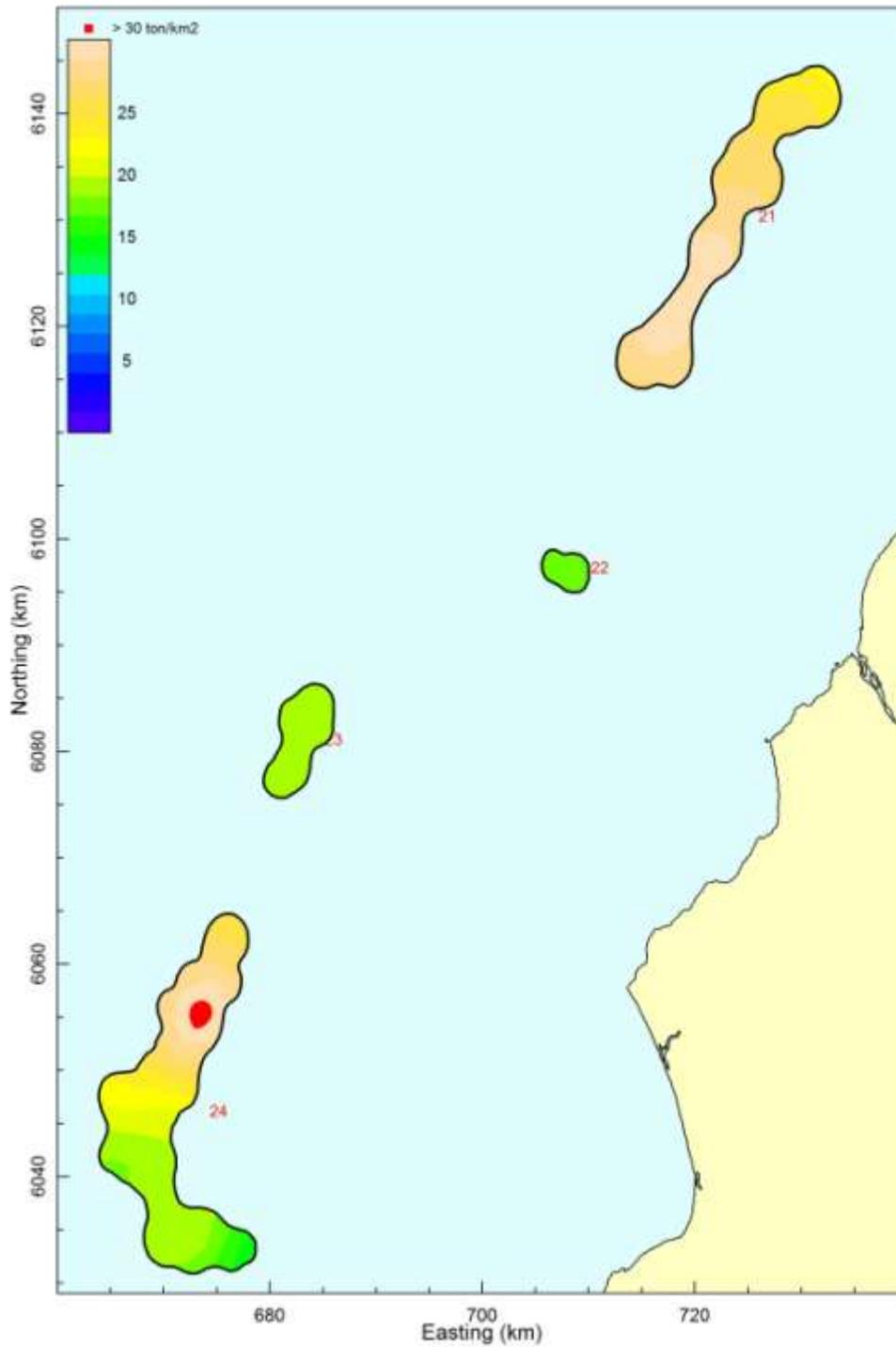


Fig. 57. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de camarón nailon (*H. reedi*) entre la II y VIII Regiones (Focos 21 a 24).

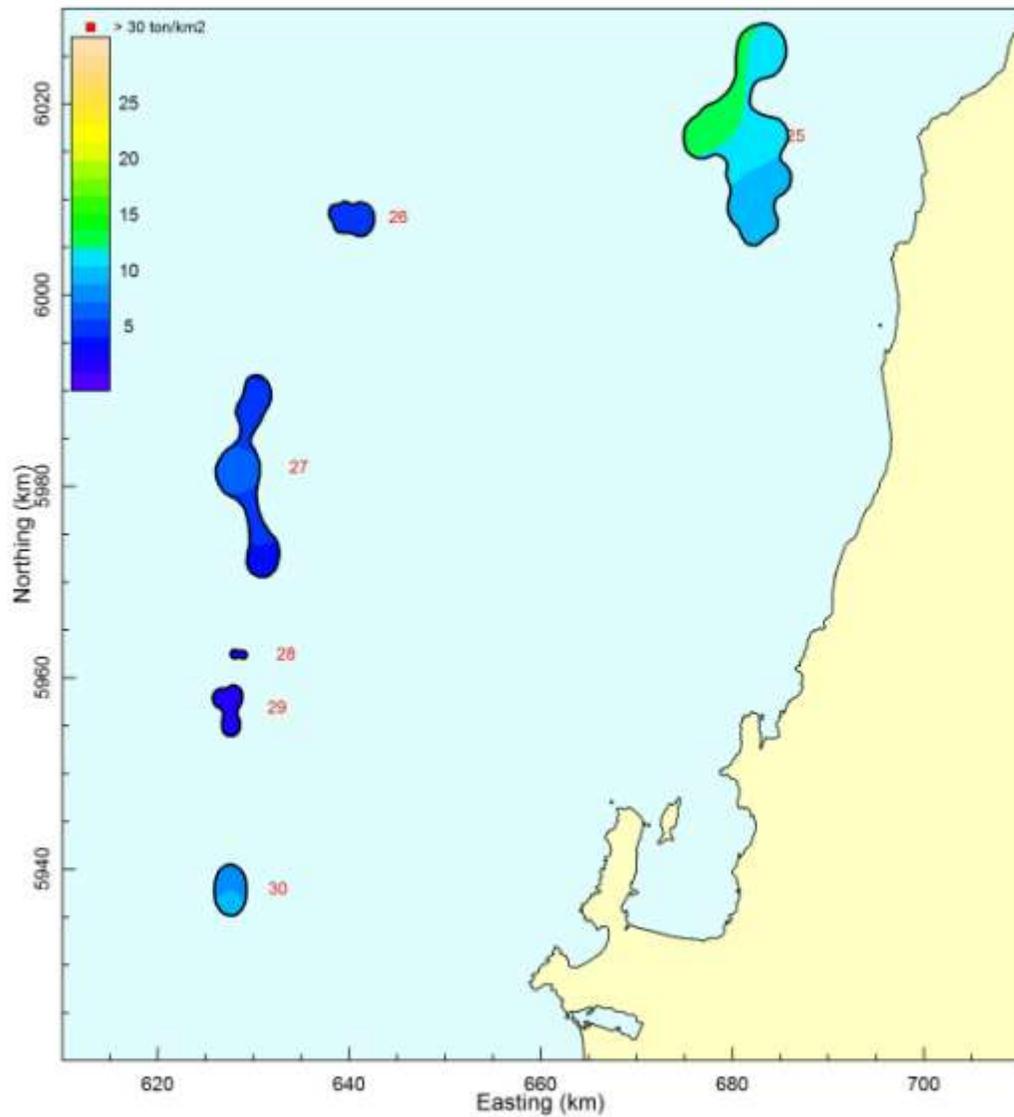


Fig. 58. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de camarón nailon (*H. reedi*) entre la II y VIII Regiones (Focos 25 a 30).

Anexo 7. Biomasa (tons) y abundancia (miles de ejemplares) de camarón nailon por caladero, sexo, dentro y fuera del ARPA y Región

ANEXO 7

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

Anexo 7.1. 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 15.

MC	CALADERO														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
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											0,140				
15,5				0,025											
16,5												0,091			
17,5		0,125		0,565			0,223		1,886		0,245	0,109	0,137	0,024	
18,5		0,294		0,357			0,269	0,201	1,274		0,288		0,488	0,018	
19,5		0,686		0,369			0,321	0,239	2,986	3,741	0,337	0,153	0,191	0,077	
20,5		0,794	7,556	0,430	0,964		2,651	0,563	9,113	5,740	1,171	0,179	1,118	0,180	2,223
21,5		1,141		1,202	0,561	0,542	5,326	4,614	10,518	14,102	5,840	2,281	5,702	0,431	0,611
22,5		1,042	6,451	2,428	5,188	6,973	16,528	5,746	13,785	35,979	10,276	1,433	15,821	0,991	3,342
23,5		1,775	14,483	2,367	12,664	18,416	29,855	10,615	28,154	41,851	13,436	8,201	26,651	1,306	4,457
24,5		2,005	36,403	1,769	17,866	17,862	35,676	10,660	35,630	47,150	46,908	19,601	38,111	1,017	5,235
25,5		1,503	58,482	1,043	16,429	32,223	24,303	14,486	26,795	39,374	76,581	31,707	67,811	0,474	11,037
26,5		2,102	84,709	1,470		32,337	26,737	11,186	31,967	44,109	109,114	41,686	94,775	0,364	21,287
27,5		0,468	71,479			13,938	19,159	6,694	7,358	28,836	125,442	44,097	97,422	0,440	32,579
28,5			36,276			1,433	1,136	4,185	3,512	31,945	84,669	32,847	94,545	0,945	31,368
29,5			26,505				2,549	1,876		2,078	44,586	18,281	76,156	0,738	17,691
30,5			7,240					1,047			3,784	3,686	26,875	0,301	8,516
31,5											1,387	0,679	5,941	0,095	0,784
32,5			8,572									0,748	2,806	0,052	0,864
33,5															
34,5															
35,5															
36,5															
37,5															
38,5															
39,5															
>40,5															
Total	0,000	11,935	358,156	12,025	53,672	123,724	164,733	72,112	172,978	294,905	524,204	205,779	554,550	7,453	139,994

Anexo 7.2. 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 16 a 30.

MC	CALADERO														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
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	0,001														
15,5															
16,5	0,002														
17,5	0,003														
18,5	0,002														
19,5	0,003														
20,5	0,013														
21,5	0,051														
22,5	0,150														
23,5	0,233														
24,5	0,276														
25,5	0,285														
26,5	0,495														
27,5	0,904														
28,5	0,953														
29,5	0,696														
30,5	0,519														
31,5	0,215														
32,5	0,092														
33,5	0,050														
34,5															
35,5	0,007														
36,5															
37,5															
38,5															
39,5															
>40,5															
Total	4,950	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Anexo 7.3. 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 15.

MC	CALADERO														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
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													0,076		
15,5															0,087
16,5									0,226			0,091	0,114	0,007	
17,5		0,125		0,264				0,167	1,078			0,109	0,274	0,016	
18,5		0,441		0,043			0,269		1,593	1,063	0,576		0,163	0,018	0,466
19,5		0,857		0,890		0,386	0,321	0,239	3,359	1,240	0,337		0,574	0,045	
20,5		1,985		1,780			0,757	0,563	4,339	3,588	1,561		0,224	0,116	0,207
21,5		0,684		2,560			0,888	1,978	7,513	9,923	2,246	0,415	1,814	0,164	1,114
22,5		2,084	3,226	0,809		1,268	3,099	1,149	9,764	14,317	5,138	0,239	4,478	0,324	0,276
23,5		2,367	14,483	3,611		5,893	8,359	7,519	20,297	22,566	5,258	0,820	9,909	0,857	2,244
24,5		5,681	40,448	2,821		11,907	12,349	11,676	33,403	57,300	5,946	1,867	11,278	0,973	5,304
25,5		7,138	103,468	13,036	5,799	24,412	14,111	9,850	65,313	151,573	14,127	2,114	11,449	1,623	4,151
26,5		5,885	94,675	2,809	31,681	32,337	17,825	21,056	64,874	177,506	25,821	6,352	12,405	0,841	6,053
27,5		4,684	54,984	3,295	24,587	34,213	20,167	20,825	58,865	224,769	42,743	12,472	24,495	0,973	21,218
28,5		3,120	30,230	1,349	17,908	17,200	7,951	18,413	60,868	215,735	64,018	11,447	62,201	0,735	42,379
29,5		2,301	19,879		16,913	6,459	1,274	5,628	32,467	110,991	74,310	15,511	85,848	1,787	54,552
30,5			14,480		8,549	7,245	1,424	8,379	22,973	41,546	83,257	27,033	89,838	1,805	39,962
31,5						2,024		3,496	6,329	10,070	88,803	25,129	83,179	1,185	34,885
32,5								3,876	3,477	11,218	28,912	15,716	57,987	0,625	19,566
33,5										6,027	13,313	11,512	29,800	0,343	10,103
34,5								1,574			1,815	2,703	12,385	0,250	4,159
35,5													3,691		
36,5															
37,5														0,074	
38,5														0,081	
39,5															
>40,5															
Total	0,000	37,352	375,873	33,267	105,437	143,344	88,794	116,388	396,738	1059,432	458,181	133,530	502,182	12,842	246,726

Anexo 7.4. 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 16 a 30.

MC	CALADERO														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
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															
18,5	0,001														
19,5	0,001														
20,5	0,015														
21,5	0,032														
22,5	0,053														
23,5	0,095														
24,5	0,178														
25,5	0,226														
26,5	0,312														
27,5	0,464														
28,5	0,930														
29,5	1,240														
30,5	1,220														
31,5	1,184														
32,5	0,959														
33,5	0,583														
34,5	0,239														
35,5	0,082														
36,5	0,008														
37,5															
38,5															
39,5															
>40,5															
Total	7,822	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Anexo 7.5. 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 15.

MC	CALADERO														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
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															0,109
13,5															
14,5															
15,5	0,054			0,081											
16,5	0,330		0,060						0,912			0,005			0,522
17,5	0,882	0,226	0,106	0,118					1,451	0,380		0,006	0,001	0,424	0,212
18,5	0,482	0,132	0,656	0,140					4,290	0,894			0,004	0,334	1,123
19,5	1,263	1,393	1,132						16,590	3,389		0,009	0,002	1,373	4,059
20,5	1,219	1,612	1,239						23,962	5,068		0,010	0,009	3,197	7,622
21,5	1,904	3,500	1,222	0,667		0,442			51,944	8,115		0,127	0,047	7,652	23,438
22,5	2,767	9,172	0,759	2,301		5,685			50,283	12,675		0,080	0,131	17,569	48,088
23,5	5,752	20,028	1,548	5,554		15,013			67,902	29,858		0,457	0,221	23,160	65,347
24,5	5,136	22,321	0,778	3,323		14,561			81,980	55,259		1,091	0,316	18,045	65,138
25,5	8,378	16,953	0,962	3,383		26,269			117,288	71,131		1,765	0,562	8,416	104,508
26,5	9,200	8,347	0,639	1,693		26,362			68,380	53,659		2,321	0,786	6,472	213,892
27,5	12,554	5,074				11,363			55,213	27,335		2,455	0,808	7,799	321,061
28,5	7,671	1,408	0,259			1,168			20,495	19,911		1,829	0,784	16,763	341,769
29,5	5,884	0,519							5,248	3,495		1,018	0,631	13,099	254,207
30,5	0,506									0,963		0,205	0,223	5,340	149,417
31,5										1,058		0,038	0,049	1,683	48,740
32,5												0,042	0,023	0,925	11,370
33,5															3,105
34,5															
35,5															
36,5															
37,5															
38,5															
39,5															
>40,5															
Total	63,982	90,685	9,360	17,260	0,000	100,863	0,000	0,000	565,938	293,190	0,000	11,458	4,597	132,251	1663,727

Anexo 7.6. 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 16 a 30.

MC	CALADERO														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
0,5															
1,5															
2,5															
3,5															
4,5															
5,5					0,004										
6,5															
7,5															
8,5									0,022						
9,5															
10,5															
11,5															
12,5	0,044														
13,5															
14,5	0,068														
15,5				0,092					0,302						
16,5	0,198	0,115			0,337					0,226		0,226			
17,5	0,352			0,134	1,224			0,211	0,222	0,640		0,271			
18,5	0,276	0,330		0,317	1,380			0,510	0,265	1,670		0,321	0,003	0,032	
19,5	0,322	0,584		0,683	2,381	1,788				4,597		0,188	0,003	0,150	
20,5	1,680	1,594		1,445	7,120	1,049	0,263	2,164	1,104	5,820		0,438	0,041	0,570	0,285
21,5	6,438	8,720	1,262	4,510	11,715	1,221	0,307	9,749	5,139	24,876	0,308	2,027	0,038	0,305	
22,5	18,880	13,404	0,366	10,472	49,362	25,423	4,619	13,843	16,828	29,543	0,530	2,619	0,049	0,467	1,137
23,5	29,245	21,291	2,949	11,838	77,077	87,647	7,765	12,602	34,103	40,392	1,613	4,652	0,074	1,201	0,433
24,5	34,619	23,857	4,823	13,343	77,070	124,246	8,412	17,151	53,215	42,675	0,687	5,281	0,098	0,910	1,477
25,5	35,742	35,149	8,788	13,390	80,562	164,380	9,037	27,192	74,444	50,410	1,293	6,817	0,087	0,514	2,227
26,5	62,191	68,612	19,293	49,373	130,023	221,641	11,432	17,208	115,792	54,542	2,035	10,539	0,062	0,290	3,760
27,5	113,480	83,318	27,375	77,398	219,103	142,193	9,491	45,842	190,259	75,442	1,952	15,014	0,090	0,324	0,702
28,5	119,633	86,147	27,589	84,807	275,873	231,573	9,887	58,340	313,963	89,319	2,539	13,750	0,056	0,603	5,486
29,5	87,336	63,973	10,580	59,437	236,192	181,333	12,748	39,587	352,720	66,467	4,433	23,905	0,062	0,805	0,871
30,5	65,198	20,512	2,948	15,026	139,824	112,071	7,570	29,083	222,806	54,450	4,460	13,964	0,069	2,378	5,792
31,5	26,957	4,364	2,182	8,030	50,472	103,540	4,199	1,545	116,949	22,539	2,460	7,297	0,015	1,477	
32,5	11,529	0,962		5,595	17,573	27,461	1,161	1,717	38,275	6,342	1,624	2,675		0,542	
33,5	6,300				10,805	10,085			15,806	3,245				0,397	
34,5						5,540			7,714	0,763				0,217	
35,5	0,933				1,212									0,237	
36,5					1,321				2,307						
37,5															
38,5															
39,5									2,967						
>40,5															
Total	621,421	432,932	108,155	355,890	1390,630	1441,191	86,891	276,744	1565,202	573,958	23,934	109,984	0,747	11,419	22,170

Anexo 7.7. Biomasa (tons) de **hembras** de camarón nílón (*Heterocarpus reedi*) por caladero **fuera** de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Foco 1 a 15.

MC	CALADERO														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
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	0,026	0,042													
13,5	0,068														
14,5	0,258														
15,5	0,322								0,504	0,133			0,001		0,218
16,5	1,122	0,095	0,151									0,005	0,001	0,118	0,345
17,5	0,962	0,226	0,212	0,118				3,267	0,570			0,006	0,002	0,282	0,212
18,5	0,386	1,327	1,148	0,140				5,148	1,430				0,001	0,334	1,111
19,5	0,804	2,166	1,414	0,823		0,315		14,076	1,825				0,005	0,785	1,025
20,5	1,219	3,583	1,131	0,960				26,301	5,370				0,002	2,055	5,260
21,5	1,111	3,294	0,489	1,334				42,499	5,340			0,023	0,015	2,903	11,172
22,5	1,291	4,703	0,828	1,023		1,034		64,981	11,169			0,013	0,037	5,755	12,464
23,5	7,030	9,346	0,619	4,385		4,804		104,056	19,607			0,046	0,082	15,209	28,430
24,5	8,561	17,194	0,951	4,985		9,707		201,950	29,358			0,104	0,093	17,261	37,193
25,5	23,458	16,275	1,443	11,653		19,901		324,797	67,828			0,118	0,095	28,792	46,845
26,5	30,772	12,900	0,533	3,808		26,362		429,273	112,185			0,354	0,103	14,934	80,393
27,5	40,530	7,187	0,470	4,743		27,891		375,172	134,691			0,694	0,203	17,269	163,249
28,5	36,741	1,878	0,129	1,059		14,022		283,776	98,931			0,637	0,516	13,038	352,888
29,5	34,853	3,633				5,265		174,909	52,612			0,864	0,712	31,712	427,567
30,5	23,254					5,906		75,419	35,260			1,505	0,745	32,038	521,254
31,5	11,251					1,651		21,312	26,679			1,399	0,690	21,033	414,646
32,5	3,120							4,683	11,601			0,875	0,481	11,101	311,834
33,5	1,380							5,130	1,775			0,641	0,247	6,085	190,699
34,5	0,761							2,803				0,150	0,103	4,436	60,909
35,5													0,031		10,199
36,5														1,316	3,015
37,5									1,762					1,428	
38,5	1,094														4,779
39,5															
>40,5															4,162
Total	230,374	83,849	9,518	35,031	0,000	116,858	0,000	0,000	2160,056	618,126	0,000	7,434	4,165	227,884	2689,869

Anexo 7.8. 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 16 a 30.

MC	CALADERO														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
0,5															
1,5															
2,5															
3,5															
4,5															
5,5					0,004										
6,5					0,006										
7,5															
8,5									0,022						
9,5					0,020				0,032						
10,5															
11,5															
12,5															
13,5									0,097						
14,5					0,075										
15,5															
16,5					0,518				0,369	0,085					
17,5		0,139			0,135							0,135			
18,5	0,138	0,165		0,158	1,712		0,189		0,531	1,311	0,097	0,481	0,009	0,064	
19,5	0,161	0,974		0,252	1,449	0,894		0,305	0,628	0,421		0,188	0,024	0,075	
20,5	1,866	2,049	0,541	0,433	3,796			2,525	1,472	5,170		0,658	0,028	0,526	
21,5	4,077	3,435	0,947	1,759	9,466	2,443		4,239	1,713	10,304		0,760	0,038	0,812	0,330
22,5	6,620	7,007		4,903	11,784	9,887	1,776	12,360	5,444	11,869		1,746	0,016	1,109	1,137
23,5	11,977	6,631	1,685	7,902	31,712	19,477	4,904	13,175	15,914	20,126	0,807	5,316	0,055	1,734	2,166
24,5	22,345	12,724	2,412	7,098	61,024	72,322	7,945	13,853	42,832	28,731	3,663	6,413	0,147	1,213	2,462
25,5	28,310	22,080	4,394	9,415	66,303	136,984	6,379	16,617	80,340	40,550	3,361	5,965	0,317	1,458	3,341
26,5	39,216	31,511	23,650	12,325	74,243	154,911	4,212	19,789	89,967	50,286	3,198	8,622	0,187	2,219	3,134
27,5	58,286	79,323	54,751	26,329	67,513	131,461	4,068	18,532	120,903	59,742	1,627	8,580	0,150	0,865	5,618
28,5	116,692	161,447	106,417	60,307	138,204	108,268	6,845	28,620	171,157	72,171	1,814	17,337	0,245	0,845	14,108
29,5	155,686	196,896	105,804	91,111	167,189	201,481	9,349	48,247	291,785	95,182	2,418	14,609	0,186	0,134	10,456
30,5	153,127	183,033	93,340	108,640	212,206	332,477	9,462	98,330	482,095	109,163	4,014	24,254	0,124	0,149	11,585
31,5	148,591	119,561	56,735	96,566	223,558	443,151	20,996	109,679	643,943	125,499	6,889	31,623	0,106	0,985	15,990
32,5	120,335	58,702	25,360	52,934	208,173	512,603	19,736	73,840	551,793	91,572	3,788	24,078	0,150	1,626	15,255
33,5	73,239	41,263	5,330	22,237	121,104	463,907	19,199	45,666	439,055	73,384	6,529	21,516	0,037	1,983	9,016
34,5	30,045	23,200	5,864	11,309	72,344	210,508	15,478	10,510	169,710	53,060	6,491	11,766	0,060	0,651	7,049
35,5	10,268			1,932	42,189	66,766	4,628	2,316	69,699	14,349	2,124	8,168		0,474	1,539
36,5	1,013			0,849	7,311	13,267	1,687		16,151	5,087	0,771	1,270	0,024	0,516	1,676
37,5			1,922	1,361	2,873	7,232			2,514			1,379			
38,5									16,405	2,792					
39,5					1,688				8,900	1,140					
>40,5															
Total	981,992	950,140	489,152	517,820	1526,599	2888,039	136,853	518,603	3223,471	871,994	47,591	194,864	1,903	17,438	104,862

Anexo 7.9. 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 15.

MC	CALADERO														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
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											110,4				
15,5				20,5											
16,5												54,3			
17,5		59,2		318,4			135,1		933,2		110,9	54,1	69,5	11,0	
18,5		118,3		169,6			135,4	97,4	533,2		110,6		208,3	7,0	
19,5		236,7		149,0			135,6	97,4	1066,5	1315,9	110,8	54,3	69,2	25,4	
20,5		236,7	2297,2	148,9	362,1		948,0	194,4	2799,8	1744,5	332,2	54,4	346,9	51,1	645,3
21,5		296,0		359,5	181,1	168,1	1624,9	1360,9	2799,6	3729,1	1439,3	597,6	1526,0	105,9	153,0
22,5		236,7	1531,3	631,3	1448,6	1849,0	4333,4	1458,3	3199,7	8330,6	2214,4	326,0	3676,7	212,0	726,9
23,5		355,0	3062,7	538,3	3078,5	4202,8	6771,3	2333,2	5732,8	8533,9	2546,5	1630,0	5411,0	244,8	847,2
24,5		355,0	6891,0	353,9	3802,9	3530,4	7041,9	2041,5	6399,3	8512,2	7860,9	3422,8	6798,5	168,0	874,4
25,5		236,8	9953,8	184,5	3078,5	5547,5	4198,1	2430,5	4266,2	6324,1	11403,8	4889,9	10683,2	69,3	1628,5
26,5		295,9	13016,5	231,0		4875,1	4062,7	1652,7	4532,9	6331,5	14503,8	5704,8	13249,9	47,4	2787,8
27,5		59,1	9953,7			1849,1	2573,0	875,0	933,2	3714,5	14946,8	5378,9	12140,0	51,2	3803,7
28,5			4594,0			168,1	135,4	486,1	400,0	3707,2	9078,8	3585,9	10544,4	98,6	3278,4
29,5			3062,6				270,9	194,4		218,0	4318,0	1793,0	7630,9	69,4	1661,5
30,5			765,6												
31,5								97,2							
32,5			765,7								332,1	326,0	2428,0	25,6	721,3
33,5											110,7	54,3	485,6	7,3	60,1
34,5												54,3	208,1	3,6	60,1
35,5															
36,5															
37,5															
38,5															
39,5															
>40,5															
Total	0,0	2485,4	55894,1	3104,8	11951,7	22190,2	32365,9	13319,1	33596,4	52461,6	69529,8	27980,6	75476,3	1197,7	17248,1

Anexo 7.10. 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 16 a 30.

MC	CALADERO														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
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	0,7														
15,5															
16,5	1,0														
17,5	1,3														
18,5	0,7														
19,5	0,9														
20,5	3,5														
21,5	11,9														
22,5	30,6														
23,5	41,8														
24,5	43,8														
25,5	40,2														
26,5	62,4														
27,5	102,3														
28,5	97,1														
29,5	64,1														
30,5	43,3														
31,5	16,3														
32,5	6,4														
33,5	3,2														
34,5															
35,5	0,4														
36,5															
37,5															
38,5															
39,5															
>40,5															
Total	571,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Anexo 7.11. 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 geoestadístico. Foco 1 a 15.

MC	CALADERO														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
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													69,1		
15,5															60,1
16,5									133,5			54,3	69,4	3,8	
17,5		59,2		148,8				97,3	533,4			54,1	139,0	7,3	
18,5		177,5		20,4			135,4		666,7	436,1	221,2		69,6	7,0	186,0
19,5		295,7		359,5		167,7	135,6	97,4	1199,7	436,2	110,8		208,0	14,9	
20,5		591,8		616,4			270,7	194,4	1333,1	1090,5	442,8		69,5	32,9	60,1
21,5		177,4		765,6			270,9	583,4	1999,8	2624,0	553,5	108,7	485,5	40,3	279,0
22,5		473,3	765,8	210,3		336,2	812,5	291,6	2266,4	3315,0	1107,2	54,4	1040,6	69,3	60,0
23,5		473,4	3062,7	821,2		1344,9	1895,9	1652,7	4132,9	4601,5	996,5	163,0	2011,9	160,7	426,5
24,5		1005,9	7656,7	564,3		2353,4	2437,5	2236,1	5999,3	10344,6	996,4	326,0	2011,8	160,7	886,0
25,5		1124,4	17610,5	2305,6	1086,6	4202,8	2437,5	1652,7	10398,9	24345,2	2103,7	326,0	1803,7	237,5	612,5
26,5		828,4	14547,8	441,3	5251,6	4875,1	2708,5	3111,0	9199,1	25479,5	3432,2	869,3	1734,3	109,5	792,7
27,5		591,7	7656,7	461,9	3621,9	4539,0	2708,4	2722,2	7465,9	28953,9	5092,9	1521,3	3052,4	113,2	2477,3
28,5		355,1	3828,4	169,4	2354,2	2017,3	947,9	2138,8	6932,6	25036,0	6864,4	1249,7	6937,2	76,7	4429,2
29,5		236,7	2297,0		1992,0	672,5	135,4	583,3	3333,0	11645,8	7196,6	1521,3	8602,0	168,0	5123,3
30,5			1531,3		905,4	672,4	135,4	777,8	2133,1	3954,6	7307,2	2390,6	8116,5	153,3	3384,5
31,5						168,1		291,7	533,3	872,3	7085,8	2010,3	6798,4	91,3	2673,3
32,5								291,6	266,6	886,9	2103,6	1141,0	4301,0	43,8	1360,9
33,5										436,1	885,7	760,7	2011,8	21,9	639,7
34,5								97,2			110,7	163,0	763,1	14,6	240,4
35,5													208,1		
36,5															3,6
37,5															3,7
38,5															
39,5															
>40,5															
Total	0,0	6390,7	58956,9	6884,8	15211,8	21349,4	15031,8	16819,0	58527,3	144458,1	46611,5	12713,6	50503,0	1534,0	23691,4

Anexo 7.12. 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 16 a 30.

MC	CALADERO														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
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															
18,5	0,4														
19,5	0,3														
20,5	4,0														
21,5	7,4														
22,5	10,8														
23,5	17,0														
24,5	28,2														
25,5	31,9														
26,5	39,3														
27,5	52,5														
28,5	94,7														
29,5	114,2														
30,5	101,9														
31,5	89,9														
32,5	66,5														
33,5	37,0														
34,5	13,9														
35,5	4,4														
36,5	0,4														
37,5															
38,5															
39,5															
>40,5															
Total	714,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Anexo 7.13. 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 15.

MC	CALADERO														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
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															146,7
13,5															
14,5															
15,5	43,2			66,3											
16,5	214,5		32,5					538,7				3,0			297,0
17,5	471,8	107,0	49,1	66,5				717,9	183,4			3,0	0,5	194,5	100,5
18,5	214,5	53,1	262,0	66,5				1795,5	366,8				1,7	129,5	448,2
19,5	472,0	480,7	393,1					5925,5	1192,1			3,2	0,7	453,5	1375,9
20,5	386,0	480,6	376,7					7361,9	1540,3			3,0	2,8	907,3	2212,6
21,5	514,8	907,9	327,3	199,5		137,1		13826,2	2145,9			33,3	12,6	1879,3	5869,7
22,5	643,5	2083,1	180,2	598,3		1507,5		11671,4	2934,8			18,2	30,4	3758,6	10459,6
23,5	1158,2	4005,7	327,4	1263,1		3426,2		13826,3	6088,4			90,8	44,9	4342,0	12420,8
24,5	900,7	3952,3	147,3	664,7		2877,9		14723,9	9976,2			190,5	56,4	2981,0	10880,4
25,5	1286,9	2670,5	163,7	598,3		4522,5		18674,2	11424,9			272,2	88,5	1231,3	15420,3
26,5	1244,0	1175,0	98,2	266,0		3974,3		9696,3	7702,3			317,6	109,9	842,5	28011,8
27,5	1501,4	641,0				1507,5		7002,7	3521,2			299,5	100,7	907,3	37485,0
28,5	815,0	160,2	32,8			137,0		2334,3	2310,7			199,7	87,4	1749,7	35719,7
29,5	557,6	53,4						538,8	366,7			99,8	63,2	1231,3	23874,0
30,5	42,9								91,7			18,1	20,1	453,7	12654,7
31,5									91,6			3,0	4,0	129,6	3735,0
32,5												3,0	1,7	64,8	790,8
33,5															196,6
34,5															
35,5															
36,5															
37,5															
38,5															
39,5															
>40,5															
Total	10466,8	16770,7	2390,2	3789,3	0,0	18090,1	0,0	0,0	108633,6	49936,8	0,0	1558,0	625,6	21255,9	202099,0

Anexo 7.14. 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 16 a 30.

MC	CALADERO														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
0,5															
1,5															
2,5															
3,5															
4,5															
5,5					65,5										
6,5															
7,5															
8,5									101,6						
9,5															
10,5															
11,5															
12,5	50,2														
13,5															
14,5	50,2														
15,5				59,5					206,3						
16,5	100,1	57,8			182,5					108,8		110,0			
17,5	149,8			59,9	552,4			102,6	103,1	258,7		110,2			
18,5	99,8	115,9		119,7	524,2			205,5	103,1	572,3		110,2	1,1	11,4	
19,5	99,8	174,0		219,7	768,1	620,9				1347,5		55,0	0,9	45,4	
20,5	449,6	406,1		399,1	1966,7	310,5	75,6	615,8	309,8	1470,6		110,1	10,6	147,8	73,9
21,5	1498,4	1914,0	312,9	1077,5	2791,4	310,3	75,7	2361,1	1239,1	5456,8	66,9	440,5	8,5	68,3	
22,5	3845,9	2552,2	78,3	2178,4	10214,4	5587,3	984,4	2874,3	3511,1	5662,4	100,3	495,6	9,5	91,0	221,5
23,5	5244,3	3538,3	547,7	2157,1	13936,4	16762,3	1438,7	2258,3	6196,0	6804,2	267,4	771,2	12,6	204,7	73,8
24,5	5494,0	3480,2	782,3	2141,6	12245,0	20797,7	1362,8	2669,1	8467,6	6352,2	100,3	771,1	14,7	136,5	221,5
25,5	5044,6	4524,4	1251,7	1902,6	11305,7	24212,1	1287,1	3695,6	10429,8	6663,3	167,1	881,2	11,5	68,2	295,3
26,5	7841,5	7830,5	2425,3	6240,0	16194,0	28868,3	1438,5	2053,1	14353,8	6431,5	234,0	1211,8	7,3	34,2	443,0
27,5	12836,0	8468,6	3051,2	8738,4	24326,0	16451,9	1060,0	4824,7	20962,7	7969,6	200,5	1542,2	9,5	34,1	73,8
28,5	12186,7	7830,5	2738,2	8588,1	27415,9	23901,7	984,3	5440,7	30876,0	8486,3	233,9	1266,8	5,3	56,8	516,8
29,5	8041,2	5220,3	938,8	5418,9	21090,6	16762,3	1135,7	3285,0	31082,6	5700,6	367,7	1982,8	5,3	68,2	73,8
30,5	5444,0	1508,1	234,7	1237,7	11258,7	9312,4	605,8	2155,7	17658,2	4229,9	334,2	1046,4	5,3	181,9	443,0
31,5	2047,8	290,1	156,5	599,5	3676,9	7760,3	302,9	102,7	8364,4	1591,0	167,1	495,7	1,0	102,3	
32,5	799,1	58,0		379,8	1161,9	1862,5	75,7	102,6	2478,4	408,0	100,3	165,2		34,1	
33,5	399,6				650,3	620,8			929,4	190,8				22,8	
34,5						310,4			413,1	41,1				11,4	
35,5	49,9				60,9									11,4	
36,5					60,9				103,3						
37,5															
38,5															
39,5									103,3						
>40,5															
Total	71772,6	47968,9	12517,4	41517,6	160448,4	174451,8	10827,3	32746,7	157992,3	69745,4	2339,8	11565,9	103,1	1330,2	2436,5

Anexo 7.15. 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 15.

MC	CALADERO														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
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	42,4	53,2													
13,5	86,0														
14,5	257,4														
15,5	257,5												0,9		
16,5	729,4	53,4	81,7						359,4	91,5		3,0	0,6	64,7	150,6
17,5	514,6	107,0	98,1	66,5				1616,5	275,1		3,0	1,0	129,4	100,5	
18,5	171,7	534,1	458,5	66,5				2154,6	586,6			0,4	129,5	443,4	
19,5	300,4	747,4	491,0	332,4		136,9		5027,6	641,9			1,8	259,3	347,4	
20,5	386,0	1068,3	343,8	332,4				8080,5	1632,1			0,6	583,2	1526,9	
21,5	300,4	854,5	131,0	398,9				11312,2	1412,1		6,0	4,0	713,0	2797,8	
22,5	300,2	1068,1	196,6	266,0		274,2		15083,0	2586,1		3,0	8,6	1231,2	2711,0	
23,5	1415,5	1869,3	130,9	997,3		1096,4		21188,0	3998,1		9,1	16,6	2851,3	5403,8	
24,5	1501,4	3044,5	180,0	997,2		1918,6		36271,0	5300,1		18,2	16,6	2851,5	6212,6	
25,5	3603,1	2563,7	245,6	2061,0		3426,2		51713,1	10894,3		18,2	15,0	4212,4	6912,0	
26,5	4160,8	1816,0	81,9	598,3		3974,3		60870,7	16103,2		48,4	14,4	1944,1	10528,5	
27,5	4847,1	907,9	65,4	664,9		3700,3		47583,4	17350,4		84,7	25,3	2009,0	19059,9	
28,5	3903,4	213,7	16,3	133,0		1644,5		32320,7	11480,9		69,5	57,5	1360,9	36881,7	
29,5	3302,9	373,8				548,2		17956,0	5520,3		84,7	71,3	2981,0	40155,3	
30,5	1973,2					548,1		7002,8	3356,3		133,1	67,3	2721,8	44146,8	
31,5	857,9					137,1		1795,6	2311,0		111,9	56,4	1620,1	31775,2	
32,5	214,5							359,1	917,2		63,5	35,7	777,7	21689,6	
33,5	85,8							359,1	128,4		42,4	16,7	388,8	12074,5	
34,5	42,9							179,6			9,0	6,3	259,2	3520,4	
35,5												1,7		539,5	
36,5														64,8	146,3
37,5									91,7					64,8	
38,5	42,9														196,6
39,5															
>40,5															146,3
Total	29297,5	15274,9	2521,0	6914,4	0,0	17404,7	0,0	0,0	321232,9	84677,4	0,0	707,8	418,9	27217,7	247663,0

Anexo 7.16. 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 16 a 30.

MC	CALADERO														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
0,5															
1,5															
2,5															
3,5															
4,5															
5,5					65,5										
6,5					58,5										
7,5															
8,5									101,6						
9,5					60,1				103,8						
10,5															
11,5															
12,5															
13,5									102,8						
14,5					60,7										
15,5															
16,5					280,6				206,6	40,9					
17,5		58,1			60,9							54,9			
18,5	49,9	58,0		59,7	650,3		75,7		206,5	449,3	33,3	165,2	3,2	22,8	
19,5	49,9	290,2		81,1	467,4	310,5		102,8	206,6	123,4		55,0	7,3	22,7	
20,5	499,4	522,0	156,6	119,6	1048,5			718,5	413,0	1306,3		165,3	7,3	136,4	
21,5	948,9	754,0	234,8	420,2	2255,5	620,9		1026,6	413,0	2260,3		165,2	8,5	181,9	73,9
22,5	1348,5	1334,2		1019,9	2438,4	2172,9	378,5	2566,3	1135,9	2274,9		330,4	3,1	216,0	221,5
23,5	2147,7	1102,0	312,9	1439,9	5733,9	3724,9	908,6	2361,0	2891,3	3390,3	133,8	881,2	9,4	295,5	369,2
24,5	3546,2	1856,2	391,2	1139,2	9695,6	12106,1	1287,2	2155,8	6815,5	4276,6	534,8	936,4	22,0	181,9	369,2
25,5	3995,6	2842,1	625,9	1337,8	9304,6	20176,8	908,5	2258,4	11255,8	5360,0	434,5	771,1	42,0	193,3	443,0
26,5	4944,6	3596,3	2973,0	1557,7	9246,8	20176,9	530,0	2361,0	11152,5	5929,6	367,7	991,3	22,0	261,4	369,2
27,5	6592,9	8062,5	6102,4	2972,6	7495,7	15210,2	454,3	1950,4	13321,1	6311,1	167,1	881,3	15,8	90,9	590,7
28,5	11887,1	14675,0	10561,9	6107,1	13734,5	11174,8	681,4	2669,1	16832,1	6857,0	167,1	1597,2	23,1	79,6	1329,1
29,5	14334,4	16067,1	9388,3	8306,6	14929,1	18624,7	832,9	4003,6	25712,8	8163,3	200,6	1211,7	15,8	11,4	886,0
30,5	12786,1	13456,9	7432,4	8948,5	17086,9	27626,7	757,2	7288,6	38207,8	8480,2	300,8	1817,6	9,5	11,4	886,1
31,5	11287,7	7946,6	4068,3	7209,7	16286,4	33214,1	1514,3	7288,5	46055,9	8858,9	467,9	2148,1	7,3	68,2	1107,6
32,5	8341,0	3538,2	1643,0	3593,3	13764,1	34766,1	1287,2	4414,2	35729,5	5891,3	233,9	1487,1	9,4	102,3	959,9
33,5	4645,0	2262,2	312,9	1376,4	7288,6	28557,9	1135,7	2463,7	25816,1	4315,0	367,7	1211,7	2,1	113,7	516,9
34,5	1748,1	1160,1	312,9	640,0	3974,3	11795,6	832,9	513,3	9087,2	2859,0	334,2	605,9	3,1	34,1	369,2
35,5	549,4			100,2	2121,0	3414,5	227,1	102,7	3407,7	710,3	100,3	385,5		22,7	73,8
36,5	50,0			40,5	337,2	620,8	75,7		722,9	231,9	33,4	55,1	1,1	22,7	73,8
37,5			78,2	59,8	121,9	310,4			103,2			55,1			
38,5									619,6	108,6					
39,5					60,9				309,8	41,1					
>40,5															
Total	89752,4	79581,5	44594,7	46529,9	138627,8	244605,0	11887,3	44244,6	250930,6	78239,4	3877,2	15972,3	212,0	2069,1	8639,2

Anexo 7.17. Biomasa (toneladas) de machos 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												0,004		
6,5														
7,5														
8,5													0,022	
9,5														
10,5														
11,5														
12,5											0,153			
13,5														
14,5			0,140	0,001							0,068			
15,5		0,025							0,135		0,092		0,302	
16,5			0,091	0,002					0,390	1,182	0,570	0,337	0,226	0,226
17,5		0,913	2,401	0,003					1,332	2,474	0,486	0,810	1,385	0,373
18,5		1,121	2,068	0,002					1,410	6,278	1,290	0,642	2,464	1,075
19,5		1,615	7,485	0,003					3,788	22,401	4,484	1,637	5,993	1,603
20,5		12,958	19,103	0,634					4,070	34,324	10,116	4,559	11,157	3,285
21,5		13,386	39,245	0,291					7,735	76,718	35,027	8,691	38,268	9,234
22,5		44,356	79,140	2,637					20,684	99,229	70,578	36,592	96,592	13,377
23,5		90,175	120,578	3,711					47,895	144,609	105,660	53,220	197,633	18,705
24,5		122,241	188,974	4,954					46,119	177,158	117,278	64,627	253,068	17,562
25,5		148,469	244,003	10,061					55,945	223,353	168,828	74,460	326,798	20,263
26,5		158,541	327,698	16,099					46,241	161,177	371,311	114,737	438,984	26,094
27,5		111,738	308,376	28,702					28,991	130,211	567,387	207,429	478,765	32,862
28,5		43,030	249,353	31,431					10,506	113,176	592,560	223,062	752,586	39,732
29,5		30,930	144,811	15,415					6,403	67,387	417,429	185,478	701,967	45,886
30,5		8,287	34,646	9,035					0,506	35,224	222,642	98,825	457,838	37,770
31,5			8,102	0,999						15,293	76,181	39,264	257,532	15,324
32,5		8,572	3,606	0,956						6,050	23,203	15,938	76,507	6,118
33,5				0,050						0,794	8,611	3,037	35,506	1,795
34,5													13,254	0,980
35,5				0,007							0,933	1,212		0,237
36,5												1,321	2,307	
37,5														
38,5														
39,5													2,967	
>40,5														
Total	0,000	796,357	1779,820	124,993	0,000	0,000	0,000	0,000	282,150	1317,038	2794,887	1135,882	4152,121	292,501

Anexo 7.18. 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												0,004		
6,5												0,006		
7,5														
8,5													0,022	
9,5												0,020	0,032	
10,5														
11,5														
12,5									0,068					
13,5									0,068				0,097	
14,5			0,076						0,258	0,001		0,075		
15,5				0,087					0,322	0,855				
16,5			0,438						1,368	0,212	0,257		0,887	0,085
17,5		0,556	1,477						1,518	4,339	0,139	0,135		0,135
18,5		0,753	3,879	0,001					3,001	7,291	1,194	0,481	2,902	1,011
19,5		2,693	5,555	0,001					5,522	17,284	1,567	0,252	3,276	0,708
20,5		5,085	9,828	0,222					6,893	35,460	8,417	1,765	9,897	2,513
21,5		6,110	23,189	0,032					6,228	53,189	18,473	4,088	21,213	5,312
22,5		11,635	34,260	0,329					8,879	86,347	25,434	6,174	43,612	8,510
23,5		42,232	60,686	1,360					26,184	145,877	47,749	17,163	83,558	16,664
24,5		84,882	113,552	2,697					41,398	262,310	66,715	34,877	182,854	24,387
25,5		177,814	248,721	1,855					72,730	440,711	90,539	44,407	294,865	23,767
26,5		206,268	290,640	3,524					74,375	580,266	161,756	59,649	325,924	27,117
27,5		162,755	376,269	9,730					80,821	553,434	354,023	57,390	334,893	29,286
28,5		96,171	437,256	21,057					53,829	432,013	755,441	134,109	381,053	51,647
29,5		52,454	346,668	30,038					43,751	302,028	922,081	165,246	638,755	50,799
30,5		40,077	285,125	22,509					29,160	187,706	997,980	199,528	1030,616	72,390
31,5		5,520	226,835	23,929					12,902	103,915	787,574	209,761	1339,610	88,771
32,5		3,876	121,947	16,513					3,120	46,088	544,662	178,561	1263,959	67,250
33,5			65,403	6,278					1,380	28,964	315,720	95,101	1047,514	60,743
34,5		1,574	17,153	4,398					0,761	12,711	123,247	39,462	478,233	42,793
35,5			3,691	0,082						1,932	19,718	26,231	164,535	22,266
36,5			0,074	0,008						1,316	4,028	6,133	35,515	6,961
37,5			0,081							3,190	3,283	2,873	9,746	1,379
38,5									1,094	1,222	3,557		19,197	
39,5												1,688	8,900	1,140
>40,5											4,162			
Total	0,000	900,455	2672,803	144,650	0,000	0,000	0,000	0,000	475,630	3308,661	5257,716	1285,179	7721,665	605,634

Anexo 7.19. 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												65,5		
6,5														
7,5														
8,5													101,6	
9,5														
10,5														
11,5														
12,5											196,9			
13,5														
14,5			110,4	0,7							50,2			
15,5		20,5							109,5		59,5		206,3	
16,5			54,3	1,0					247,0	692,5	304,1	182,5	108,8	110,0
17,5		512,7	1178,7	1,3					694,4	1199,8	209,7	365,5	609,9	151,5
18,5		520,8	859,1	0,7					596,1	2595,1	481,9	243,8	914,7	369,1
19,5		618,7	2642,1	0,9					1345,7	7926,9	1476,9	528,0	1879,1	471,2
20,5		4187,3	5793,9	183,7					1243,2	10418,5	2823,5	1259,3	3037,3	835,4
21,5		3990,5	10290,4	72,0					2086,6	20109,3	8339,0	2071,2	8846,5	2022,4
22,5		11488,6	18145,3	571,5					5012,5	22435,4	14647,0	7574,3	20061,4	2561,5
23,5		20341,8	24285,1	702,9					10180,6	28766,2	19170,1	9625,6	36326,7	3137,5
24,5		24016,7	33254,8	825,2					8543,0	31346,7	18712,2	10274,6	40911,6	2599,9
25,5		25629,7	37822,7	1482,7					9241,9	35260,5	23926,5	10457,4	46551,3	2656,0
26,5		24133,8	45114,6	2105,9					6757,5	22539,7	46899,3	14313,1	55495,4	3039,6
27,5		15310,0	37722,7	3347,8					3649,9	16104,6	64200,9	23064,9	53073,7	3421,3
28,5		5383,7	27507,9	3282,5					1145,0	12262,2	60065,9	22194,0	74684,2	3723,1
29,5		3528,0	14308,4	1446,4					611,0	6422,4	38075,4	16588,8	62407,3	3853,7
30,5		862,8	3111,7	764,6					42,9	2996,8	18504,1	7961,0	36558,7	2873,7
31,5			657,9	76,4						1183,5	5752,2	2863,4	18768,6	1053,8
32,5		765,7	266,1	66,5						421,5	1594,8	1055,9	5032,1	381,8
33,5				3,2						50,3	545,9	182,8	2126,3	105,0
34,5													723,5	52,5
35,5				0,4							49,9	60,9		11,4
36,5												60,9	103,3	
37,5														
38,5														
39,5													103,3	
>40,5														
Total	0,0	141311,2	263126,1	14936,3	0,0	0,0	0,0	0,0	51507,0	222731,9	326086,0	130993,5	468631,5	33430,1

Anexo 7.20. 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												65,5		
6,5												58,5		
7,5														
8,5													101,6	
9,5												60,1	103,8	
10,5														
11,5														
12,5									95,6					
13,5									86,0					102,8
14,5			69,1						257,4	0,9		60,7		
15,5				60,1					257,5	601,5				
16,5			261,0						864,5	118,4	146,2		487,1	40,9
17,5		305,3	733,8						786,2	2125,4	58,1	60,9		54,9
18,5		333,4	1586,6	0,4					1230,8	3022,0	460,0	182,7	1075,7	347,8
19,5		1055,9	1969,6	0,3					2008,2	6131,6	486,5	81,1	1087,3	208,3
20,5		1673,3	2968,8	64,1					2130,5	10799,1	2321,7	487,5	2670,1	637,7
21,5		1797,3	6090,8	7,4					1684,8	14050,5	4431,1	974,4	4983,7	1169,2
22,5		2889,8	7852,9	70,8					2105,1	19867,1	5215,4	1278,9	9068,2	1633,9
23,5		9250,8	12252,5	257,5					5509,3	29370,4	8735,0	3106,1	15158,8	2798,5
24,5		16253,9	20304,2	449,0					7641,7	46719,7	10640,2	5543,8	29474,5	3605,6
25,5		30420,2	39587,2	272,3					11899,7	69668,4	12695,7	6234,4	41999,6	3116,5
26,5		31763,8	41195,9	460,0					10631,3	82047,6	20290,4	7432,7	41056,5	3162,3
27,5		22301,8	47595,1	1134,3					10185,6	70018,8	39540,8	6376,5	37334,9	3060,6
28,5		11811,1	49422,1	2198,3					5911,0	48959,6	75714,2	13341,2	37692,9	4839,7
29,5		5917,0	34885,4	2818,8					4224,9	30484,5	83125,7	14781,4	56767,6	4297,7
30,5		4022,3	25636,8	1904,9					2521,3	16901,0	81612,9	16100,6	82378,6	5531,7
31,5		459,7	18321,7	1832,9					995,0	8408,8	58599,9	15309,7	96740,4	6141,2
32,5		291,6	9022,0	1148,3					214,5	3359,8	37112,7	11818,8	83081,3	4230,8
33,5			4395,3	397,6					85,8	1890,6	19594,4	5727,0	62697,7	3485,8
34,5		97,2	1051,4	254,3					42,9	755,8	6918,0	2172,6	26147,7	2250,4
35,5			208,1	4,4						102,3	1048,1	1320,0	8210,8	1075,4
36,5			3,6	0,4						64,8	196,3	284,2	1621,5	309,4
37,5			3,7							156,5	138,0	121,9	413,7	55,1
38,5									42,9	50,3	146,3		728,2	
39,5												60,9	309,8	41,1
>40,5											146,3			
Total	0,0	140644,3	325417,7	13336,1	0,0	0,0	0,0	0,0	71412,5	465675,6	469373,8	113041,7	641494,9	52094,8

10. Plan detallado de asignación del personal profesional y técnico.**10.1. Total de Horas asignadas**

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANÁLISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Enzo Acuña			130	150	20	300
Alex Cortés	100	80	60		20	260
Viviana López	100	80	60			240
Ximena Bennett	100	80	60			240
Cristian Véliz	100	60	40	40		240
Ricardo Suarez	350	50				400
Valentina Hevia	350	50				400
Victor Pasten	350	50				400
Daniel Céspedes	350	50				400
N.N. 1	350	50				400
TOTAL	2150	550	350	190	40	3280

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANÁLISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Hugo Arancibia			130	150	20	300
Luis Cubillos		100	80	60	20	260
Mónica Barros		80	80	60	20	240
Juan Pineda		80	80	20	20	200
Sandra Caluín	50	100	80			230
N.N.	50	100	80			230
TOTAL	100	460	530	290	80	1460

CONSULTORES INDEPENDIENTES

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANÁLISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Luis Cid		60	100	60	20	240
Rubén Alarcón		60	100	60	20	240
TOTAL	0	120	200	120	40	480

10.6.1. Objetivo específico 1.**UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE**

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Enzo Acuña			30	30	10	70
Alex Cortés	40	30	20		10	100
Viviana López	40	30	20			90
Ximena Bennett	40	30	20			90
Cristian Véliz	40	20	20	20		100
Ricardo Suarez	100	20				120
Valentina Hevia	100	20				120
Victor Pasten	100	20				120
Daniel Céspedes	100	20				120
N.N. 1	100	20				120
TOTAL	660	210	110	50	20	1050

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Hugo Arancibia						0
Luis Cubillos						0
Mónica Barros						0
Juan Pineda						0
Sandra Cahuín	30	50	40			120
N.N.						0
TOTAL	30	50	40	0	0	120

CONSULTORES INDEPENDIENTES

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Luis Cid		40	50	30		120
Rubén Alarcón		20	50	30		100
TOTAL	0	60	100	60	0	220

10.6.2. Objetivo específico 2.**UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE**

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Enzo Acuña			30	30	10	70
Alex Cortés	40	30	20			90
Viviana López	40	30	20			90
Ximena Bennett	40	30	20			90
Cristian Véliz	30	20				50
Ricardo Suarez	80	20				100
Valentina Hevia	80	20				100
Victor Pasten	80	20				100
Daniel Céspedes	80	20				100
N.N. 1	80	20				100
TOTAL	550	210	90	30	10	890

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Hugo Arancibia			40	70	10	120
Luis Cubillos						0
Mónica Barros						0
Juan Pineda						0
Sandra Cahuín	20	50	40			110
N.N.						0
TOTAL	20	50	80	70	10	230

CONSULTORES INDEPENDIENTES

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Luis Cid		20	50	30	20	120
Rubén Alarcón		40	50	30	20	140
TOTAL	0	60	100	60	40	260

10.6.3. Objetivo específico 3.**UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE**

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Enzo Acuña			25	30		55
Alex Cortés	20	20	20		10	70
Viviana López	20	20	20			60
Ximena Bennett	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
Daniel Céspedes	90	10				100
N.N. 1	90	10				100
TOTAL	540	130	105	50	10	835

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Hugo Arancibia						0
Luis Cubillos						0
Mónica Barros						0
Juan Pineda						0
Sandra Cahuin						0
N.N.						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

10.6.4. Objetivo específico 4.**UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE**

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Enzo Acuña			20	30		50
Alex Cortés						0
Viviana López						0
Ximena Bennett						0
Cristian Véliz						0
Ricardo Suarez	80					80
Valentina Hevia	80					80
Victor Pasten	80					80
Daniel Céspedes	80					80
N.N. 1	80					80
TOTAL	400	0	20	30	0	450

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Hugo Arancibia			80	80	10	170
Luis Cubillos						0
Mónica Barros		80	80	60	20	240
Juan Pineda		80	80	20	20	200
Sandra Cahuin						0
N.N.	50	100	80			230
TOTAL	50	260	320	160	50	840

CONSULTORES INDEPENDIENTES

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

10.6.5. Objetivo específico 5.**UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE**

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Enzo Acuña			25	30		55
Alex Cortés						0
Viviana López						0
Ximena Bennett						0
Cristian Véliz						0
Ricardo Suarez						0
Valentina Hevia						0
Victor Pasten						0
Daniel Céspedes						0
N.N. 1						0
TOTAL	0	0	25	30	0	55

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Hugo Arancibia			10			10
Luis Cubillos		100	80	60	20	260
Mónica Barros						0
Juan Pineda						0
Sandra Cahuin						0
N.N.						0
TOTAL	0	100	90	60	20	270

CONSULTORES INDEPENDIENTES

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