



INFORME FINAL

Convenio de Desempeño 2018-2019

Evaluación directa de camarón nailon entre

la II y VIII Regiones, año 2018.

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Julio 2019



INFORME FINAL

Convenio de Desempeño 2018-2019

Evaluación directa de camarón nailon entre
la II y VIII Regiones, año 2018.

SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Julio 2019

REQUIRENTE

**SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y
EMPRESAS DE MENOR TAMAÑO**

Subsecretario de Economía y EMT:
Ignacio Guerrero Toro

ORGANISMO RESPONSABLE

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO-IFOP

Director Ejecutivo
Luis Parot Donoso

Jefe División (I) Investigación Pesquera
Sergio Lillo Vega

CONTRAPARTE TÉCNICA

Carolina Lang Abarzúa

ORGANISMO EJECUTOR

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE
Area de pesquerías, Depto. Biología Marina



SUBSECRETARÍA DE ECONOMÍA Y EMT / Julio 2019

AUTORES

Enzo Acuña Soto

Pilar Haye Molina

Nicolás Segovia Cortés

Hugo Arancibia Fariás

Camila Sagua Cepeda

Arnaldo Zúñiga Valenzuela

Rubén Alarcón Muñoz

Alex Cortés Hecherdorsf

Luis Cid Serrano

Pierre Petitgas



PRESENTACIÓN

En el marco del Convenio de Desempeño 2018-2019, el Instituto de Fomento Pesquero recibió el mandato de parte de la Subsecretaría de Economía y Empresas de Menor Tamaño de ejecutar el Estudio de Investigación Pesquera y Acuícola denominado **"Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2018"**. Proyecto licitado mediante mercado público y que posterior a la evaluación de las Ofertas Técnicas y Económicas presentadas, se procedió a adjudicar dicho proyecto a la **Universidad Católica del Norte**, pasando por consiguiente a ser el organismo ejecutor del estudio.

El presente **Informe Final** contiene los objetivo principal y específicos, metodología y resultados de la evaluación directa de camarón nailon, y bases de datos de la información recolectada durante los cruceros que propician los análisis en el presente informe, lo anterior según lo establecido en los Términos Técnicos de Referencia del Estudio.



RESUMEN EJECUTIVO

Se informa sobre las actividades realizadas durante la ejecución del crucero de evaluación directa de camarón nailon año 2018, realizado en el litoral entre la II y VIII Regiones. En el área de estudio, el muestreo se dirigió tanto a caladeros conocidos de la especie como a las zonas intercaladeros. Al interior de cada caladero, en la plataforma continental y talud de las tres Regiones muestreadas del área de estudio, se utilizó un muestreo probabilístico (estocástico) que corresponde a un muestreo estratificado por celdas. Para definir los estratos, se consideró la posición conocida de los caladeros de la especie, obtenida en estudios anteriores realizados por la Universidad Católica del Norte, así como otras instituciones nacionales.

Durante agosto y octubre-noviembre se llevó a cabo el 100% de los lances propuestos (438) para el área total de estudio entre la II y VIII Regiones, y además se ejecutaron 29 lances complementarios utilizados para la delimitación de los focos de abundancia. Las actividades de pesca se suspendieron en septiembre debido a la veda reproductiva de merluza común (Res. Ex. 2658-18). Los lances de pesca se realizaron entre la II Región y la VIII Región.

El muestreo biológico consideró la medición de la longitud cefalotorácica (LC, mm) de un total de 39.761 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 13.858 ejemplares (34,9%).

El rango de tallas global de camarón nailon (sexos combinados) en toda el área de estudio correspondió a 15,61 y 38,36 mm LC, mientras los rangos observados en las distintas regiones corresponden a 18,95 y 31,49 mm LC en la II Región; 16,97 y 35,94 mm LC en la III Región; 15,61 y 37,59 mm LC en la IV Región; 16,49 y 36,84 mm LC en la V Región; 17,18 y 37,93 mm LC en la VI Región; 17,20 y 36,73 en la VII Región; y 17,44 y 38,36 mm LC en la VIII Región. En términos generales, se observa una tendencia a encontrar una proporción mayor de tallas más grandes de norte a sur.

El análisis de la distribución espacial de los lances de pesca (tanto negativos como positivos), y el valor de la captura por unidad de área barrida (cpua, t/km²) por latitud, revelaron la existencia de 23 focos de abundancia de camarón nailon ocupando un área equivalente a 2.390,3 km², cuyos límites fueron determinados aplicando el "Enfoque Geoestadístico Transitivo". En el análisis geoestadístico se incluyó el 95,2% de los lances de pesca efectivamente realizados entre la II y VIII Regiones (n = 461).

El análisis de variogramas direccionales reveló la presencia de efecto anisotrópico de la distribución espacial de las densidades poblacionales de camarón en la ZAG1 y ZAG-3. En consecuencia, para caracterizar la distribución espacial de la densidad de camarón nailon se utilizó variogramas anisotrópicos e isotrópico en el caso de la ZAG-2. El modelo de variograma teórico que mostró el mejor ajuste, mediante el procedimiento de mínimos cuadrados ponderados (Cressie, 1993), fue el modelo esférico.

El centro de gravedad de la densidad poblacional de camarón nailon (t/km²) se encontró en los 33°24,2'S (inercia: I = 5,73°) y 72°16,7'W (I = 0,511°), levemente desplazado hacia el sur respecto de la posición observada en el año 2017. La biomasa total del stock de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) en el área de la plataforma y talud continental de las Regiones II a VIII, muestreada en esta etapa, estimada según el



enfoque geoestadístico alcanzó a 23.707,8 toneladas (D.E. = 2.594,7 t). El intervalo de confianza de la biomasa corresponde a 17.083,8 t (límite inferior) y 30.331,7 t (límite superior). Complementariamente, se estimó la biomasa de camarón nailon con dos métodos alternativos, un enfoque geoestadístico con deriva externa y el método “top-cut”. En el primer caso la biomasa estimada alcanzó a 22.256,2 t (IC: 18.572,6 - 25.939,8 t), y en el segundo a 18.937,3 t (IC: 16.845,5 - 21.029,0 t).

Para avanzar en el conocimiento de la estructura genética de *Heterocarpus reedi*, en este proyecto se incorporó el efecto de la profundidad (batimetría) al patrón latitudinal ya estudiado. El patrón latitudinal de la diversidad genética de secuencias del gen Citocromo Oxidasa I (COI), a lo largo de la zona de actividad pesquera en la costa de Chile (26 - 36°S), mostró que la especie es una gran población panmíctica con alta conectividad latitudinal. Se detectó una alta diversidad y una baja diferenciación genética latitudinal y ausencia de restricciones al flujo genético. Eso sugiere que la especie se comporta como una población panmíctica a lo largo de la zona de actividad pesquera.

Se analizaron un total de 447 individuos de camarón nailon, *Heterocarpus reedi*, provenientes de 14 sitios de lances de muestreo separados por ~1° entre los 26 y los 36° de latitud sur, con lances que fluctuaron batimétricamente entre los 236 - 560 m de profundidad. Para los individuos analizados, se obtuvieron secuencias parciales del gen mitocondrial que codifica para la Citocromo Oxidasa I (COI) de un largo total 612pb. Se calculó la diversidad genética por localidad y para el total de secuencias usando el software DnaSP 6.0 (Rozas *et al.* 2017). Los índices de diversidad genética estimados fueron el número de haplotipos por sitio (H), el número de sitios segregantes (s), la diversidad haplotípica (h) y la diversidad nucleotídica (π). Adicionalmente, y a pesar que el muestreo es relativamente balanceado en términos de la cantidad de individuos analizados por localidad (29 - 35 individuos secuenciados por sitio), se calculó un índice de riqueza alélica corregido por tamaño muestral (Rh). Este índice permite obtener una medida de diversidad genética que es independiente de la cantidad de individuos muestreados por sitio.

Se analizó las especies disponibles al arte de pesca de arrastre camaronero durante los cruceros de investigación del presente proyecto, para identificar la composición específica e importancia relativa de las especies, así como identificar asociaciones faunísticas mediante análisis multivariados. El área de estudio comprendió de la II a la VIII Regiones y se utilizó la CPUA (captura por unidad de área, t*km⁻²) estandarizada a unidad básica de muestreo (1 km x 1 km). Para las principales especies de la fauna acompañante se estimó la frecuencia de ocurrencia (porcentaje), la captura (ton) y la importancia relativa (porcentaje en peso), tanto respecto de la captura total como de la captura del recurso objetivo camarón nailon, por Región y por estratos batimétricos cada 100 m de profundidad. 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 con el 51,6% del peso de la captura total (considerando solo camarón nailon como especie objetivo) y estuvo compuesta por 72 *taxa*, aunque el 93,5% de la captura total de la fauna acompañante estuvo correspondió a sólo 8 especies que tuvieron aporte superior a 1% de la captura total, destacando el langostino amarillo (*Cervimunida johni*), la merluza común (*Merluccius gayi*), el langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*), los pejerratas *Coelorhynchus aconcagua* y *Nezumia pulchella*,



el lenguado de ojos grandes (*Hippoglossina macrops*) y el tiburón gato *Aculeola nigra*, tanto latitudinal como batimétricamente.

Se identificó cuatro asociaciones faunísticas, siendo la profundidad el principal factor de agregación. Esto es, en las capturas del recurso camarón nailon, la fauna acompañante se segrega primero batimétricamente (por profundidad) y luego en sentido norte-sur (latitudinalmente). Latitudinalmente, el ensamble 1 se encuentra en la zona norte (26°S - 28°S), mientras que el ensamble 2 se prolonga extensamente desde los 27°S hasta los 37°S. El ensamble 3 se extiende entre los 32° y 35°S, mientras que el ensamble 4 se extiende a continuación del primer ensamble en la zona norte, aunque a menor profundidad.

En relación al análisis de los hábitos alimentarios estomacal de peces (principales especies de la fauna acompañante, *a priori*), se analizó 1.775 estómagos para la macrozona norte (III y IV Regiones) y 1.157 para los estómagos para la macrozona sur (V a VIII Regiones). Se ratifica lo reportado por otros estudios para merluza común, donde los eufausidos son el ítem principal de presas, mientras que para el lenguado de ojos grandes y el pejerrata *C. aconcagua* son los langostinos. Los tiburones *A. nigra* y *C. nigrum* presentan alimentación basada en peces mesopelágicos. La comparación de la alimentación de los peces entre macrozonas revela alta superposición, de acuerdo al índice de Bray-Curtis.

Se analizó la distribución espacial y temporal de la densidad poblacional de camarón nailon, medida convenientemente como la captura acumulada por unidad de área, en celdas geográficas de 30 x 30 mn en escala anual desde 1995 hasta 2018. Al respecto, se observa que desde el año 2006, la densidad poblacional de camarón se desplazó hacia el sur, concentrándose las mayores densidades al sur de Valparaíso. En efecto, en el año 2018, la celda que concentró la mayor abundancia ocurrió en 35°00'S y 35°30'S. Lo anterior, ya había sido señalado con motivo de la observación del centro de gravedad de la densidad.



EXECUTIVE SUMMARY

The activities done during the nylon shrimp direct assessment survey cruises during 2018 off the Chilean coast between Administrative Regions II and VIII, are informed. In the study area, sampling was centered in the fishing grounds as well as in areas between them. Within each fishing ground, in the continental shelf and slope of the seven Administrative Regions of the study area, a probabilistic (stochastic) sampling which corresponds to a stratified by cell sampling was used. To define the strata, the known geographic position of the nylon shrimp fishing grounds obtained from previous studies by Universidad Católica del Norte and other national Institutions, was used.

During August and October-November, all the suggested tows (438) between Administrative Regions II and VIII, were completed, besides 29 extra tows used for establishing the limits of the abundance areas were also performed. The sampling activities were interrupted during September due to a common hake reproductive Fishing Ban In Administrative (Res. Ex. 2658-18).

The biological sampling considered measuring the cephalothorax length (LC, mm) of 39,761 nylon shrimp specimens, to describe the size frequency distributions by sex, while to determine the parameters of the length – weight relationship, 13,858 specimens (34,9%), were also weighted.

The global size range (sexes combined) in the whole study area corresponded to 15.61 – 38.36 mm LC, while the size ranges by Administrative Regions were: 18.95 – 31.49 mm LC in Region II; 16.97 – 35.94 mm LC in Region III; 15.61 – 37.59 mm LC in Region IV; 16.49 – 36.84 mm LC in Region V; 17.18 - 37.93 mm LC in Region VI; 17.20 – 36.73 in Region VII and 17.44 – 38.36 mm LC in Region VIII. Globally, a tendency to find a higher proportion of larger sizes from north to south, was observed.

The analysis of the spatial distribution of the tows (negatives as well as positives) and the capture per unit of swept area (cpua, t/km²) by latitude revealed the existence of 23 abundance areas of the nylon shrimp, occupying an area of 2,390.3 km², and their limits determined through the “Transitive Geostatistical Approach”. In the geostatistical analysis, 95.2% of the effectively performed tows between the Administrative Regions II to VIII (n = 461), were considered.

The analysis of the directional variograms revealed the presence of an anisotropic effect of the spatial distribution of the nylon shrimp population densities in ZAG-1 and ZAG-3. Therefore, to characterize the spatial distribution of the nylon shrimp density anisotropic variograms in the first two cases and an isotropic one in the case of ZAG-2. The theoretical variogram model that showed the best fit of the weighted minimum square procedure (Cressie, 1993), was the spherical model.

The center of gravity of the nylon shrimp population density (t/km²) was found at 33°24.2'S (inertia: I = 5.73°) y 72°16.7'W (I = 0.511°), slightly displaced to the south with respect to its observed 2017 position. The total vulnerable biomass of the nylon shrimp (*Heterocarpus reedi*) stock in the continental shelf and slope of Administrative Regions II to VIII, estimated with the geostatistical approach was 23,707.8 tonnes (D.E. = 2,594.7 t). The confidence interval of the biomass corresponds to 17,083.8 tonnes (lower limit) and 30,331.7 tonnes (upper limit). Besides, the total vulnerable biomass of the nylon shrimp was estimated with two



alternative method, a geostatistical approach with external drift and the “top-cut” method. In the first case, the estimated biomass was 22,256.2 tonnes (IC: 18,572.6 – 25,939.8 tonnes) and in the second case 18,937.3 tonnes (IC: 16,845.5 – 21,029.0 tonnes).

In order to increase the knowledge of the genetic structure of *Heterocarpus reedi*, in this project the depth effect was included besides the latitude effect already studied. The latitudinal pattern of the genetic diversity of COI gen sequences along the fishing area between 26° - 36°S showed that the species is a large panmictic population with high latitudinal connectivity. A high diversity and low latitudinal genetic differentiation and absence of restrictions to gene flow. This suggests that the species behaves as a panmictic population along the fishing area.

A total of 447 specimens of the nylon shrimp *Heterocarpus reedi*, from 14 sampling sites separated by approximately 1° between 26 and 36°S and from tows between 236 – 560 m depth, were analyzed. Partial sequences of the mitochondrial gene that codifies for COI of 612pb length were obtained. The local and global genetic diversity was calculated with the DnaSP 6.0 software (Rozas *et al.* 2017). The genetic diversity indices were the number of haplotypes (H), the number of segregating sites (s), the haplotipic diversity (h) and the nucleotidic diversity (π). Additionally, even though sampling was relatively balanced in terms of number of specimens analyzed by locality (29 – 35 specimens sequenced by site), an index of allelic richness corrected by sampling size (*Rh*), was calculated. This index allows to obtain a measure of genetic diversity independent of the number of specimens sampled by site.

The species available to the shrimp bottom trawl to identify its specific composition and relative importance, identifying faunistic assemblages through multivariate analysis. The study area comprises the Administrative Regions II to VIII and the Capture per Unit of Effort (CPUE, t*km²) standardized as the basic sampling unit (1 km x 1 km). For the main species of the bycatch the frequency of occurrence (percentage), capture (tonnes) and relative importance (percentage by weight), were estimated, with respect to the total capture as well as the capture of the target species, the nylon shrimp, by Region and 100 m bathymetric strata. The multivariate methods Cluster Analysis and the Multi-Dimensional Scaling (MDS), were used to identify and characterize de faunistic assemblages in the nylon shrimp captures.

The bycatch contributed with a 51.6% to the total capture weight (considering only the nylon shrimp as target species) and comprised 72 taxa. However, 93.5% of the bycatch total capture included 8 species, being the most important the yellow squat lobster (*Cervimunida johni*), the common hake (*Merluccius gayi*), the red squat lobster (*Pleuroncodes monodon*), the rattails *Coelorhynchus aconcagua* and *Nezumia pulchella*, the bigeye flounder (*Hippoglossina macrops*), and the catshark *Aculeola nigra*, latitudinally as well as bathymetrically.

Four faunistic assemblages were identified, being depth the main aggregating factor. This means that the bycatch in the nylon shrimp captures segregates first by depth and the latitudinally (north – south). Latitudinally, assemblage 1 was found in the northern zone (26°S - 28°S), while assemblage 2 extends from 27°S to 35°S. Assemblage 3 overlaps with the previous assemblages and is found between 32° y 35°S. Finally, assemblage 4 was found at lower depths than assemblage 1.



A total of 1.775 stomachs from the most important fish species of the bycatch of the northern area (Regions III – IV) and 1.157 of the southern area (Regions V - VIII) during the survey cruise 2018, were analyzed to characterize their feeding habits. The results obtained coincided with previous ones reported being the euphausiids the main feeding item for the common hake, while the squat lobsters were the main items for the bigeye flounder and the rattail *C. aconcagua*. The catsharks *A. nigra* y *C. nigrum* showed feeding habits predominantly based on mesopelagic fishes. Finally, the comparison between areas revealed a high overlap, according to the Bray- Curtis index.

The spatial and temporal distribution of the population densities of the nylon shrimp, measured as accumulated captures by unit of area, in geographic 30 x 30 nm cells, from 1995 to 2018. Since 2006, it is clear that the population density of the species shifted towards the south, with highest densities south of Valparaíso. The geographic cell with highest abundance during 2018, was found between 35°00'S and 35°30'S, which was already highlighted when analyzing the center of gravity of the density.



INDICE GENERAL

	Pág.
PRESENTACIÓN	1
RESUMEN EJECUTIVO	2
EXECUTIVE SUMMARY	5
INDICE GENERAL	8
ÍNDICE DE FIGURAS	12
ÍNDICE DE TABLAS	17
INDICE DE ANEXOS	20
1. OBJETIVOS	21
1.1. Objetivo General	21
1.2. Objetivo Especificos	21
2. ANTECEDENTES	¡Error! Marcador no definido.
3. METODOLOGIA DE TRABAJO	24
3.1. Generalidades	24
3.2. Análisis de las redes de arrastre y levantamiento de planos	24
3.3. Abertura de punta de alas (APA).....	25
3.3.1. Medición directa de la abertura de punta de alas (APA)	25
3.3.2. Modelo funcional de la APA	26
3.4. Registros de información (datos) del lance y capturas	26
3.4.1. Datos del lance	26
3.4.2. Datos de capturas	27
3.4.2.1. Captura por lance	27
3.4.2.2. Captura estandarizada por lance	27
3.4.3. Muestreos de longitud cefalotorácica y biológico-específicos	27
3.5. Diseño de muestreo	28
3.5.1. Antecedentes	28
3.5.2. Muestreo estratificado	28
3.5.3. Criterios de estratificación	29
3.5.4. Diseño muestral propuesto	30
3.5.4.1. Unidad muestral.....	30
3.5.4.2. Estrategia de muestreo (Proceso de Aleatorización)	30
3.5.4.3. Tamaño de la muestra	32
3.5.4.4. Muestreo en zonas intercaladeros	32
3.5.5. Estimación del soporte muestral	32
3.5.6. Estimación a partir de modelos de componentes de varianza	33
3.5.7. Estimación de las componentes de varianza	34



3.5.8.	Estimaci3n mediante estrategias de submuestreo	35
3.5.9.	Determinaci3n de la grilla para lances de monitoreo	35
3.5.10.	Determinaci3n de la densidad en cada lance.....	36
3.5.11.	Aplicaciones SIG para el manejo y tratamiento de la informaci3n	39
3.5.11.1.	Presentaci3n.....	39
3.5.11.2.	Georreferenciaci3n de los lances de pesca	39
3.5.11.3.	Metodolog3a de implementaci3n de bases de datos	40
3.5.11.4.	Procesamiento y tratamiento de la informaci3n.	40
3.5.12.	Coficiente de capturabilidad	40
3.6.	Objetivo Espec3fico 1	41
3.6.1.	Biomasa y abundancia del recurso camar3n nailon.....	41
3.6.2.	An3lisis espacio-temporal de la distribuci3n espacial de la densidad	46
3.6.3.	Biomasa y abundancia del recurso camar3n nailon	47
3.6.4.	M3todo geoestad3stico intr3nseco.....	48
3.6.5.	Varianza total de estimaci3n de biomasa.....	49
3.6.6.	Modelo “top-cut”	51
3.6.7.	Enfoque geoestad3stico con deriva externa	51
3.6.8.	3rea de los focos de abundancia. Geoestad3stica transitiva	52
3.7.	Objetivo Espec3fico 2	53
3.7.1.	Muestreo biol3gico a bordo de la nave.....	53
3.7.2.	Tama3o de muestra	54
3.7.3.	Relaci3n longitud-peso.....	54
3.7.4.	Proporci3n sexual	56
3.7.5.	Influencia de la profundidad en la estructura y diversidad gen3tica poblacional de <i>Heterocarpus reedi</i>	57
3.8.	Objetivo Espec3fico 3	59
3.8.1.	Introducci3n.....	59
3.8.2.	Descripci3n de la abundancia de la fauna acompa3ante	60
3.8.2.1.	Identificaci3n de asociaciones	60
3.8.2.2.	Determinaci3n de diferencias entre asociaciones	61
3.8.2.3.	Contribuci3n de cada especie en la (dis)similitud	62
3.8.3.	Distribuci3n espacial y estructura de tallas de las principales especies de la fauna acompa3ante	62
3.8.3.1.	Distribuci3n espacial	62
3.8.3.2.	Estructura de tallas de las principales especies de la fauna acompa3ante	62
3.8.4.	Contenido estomacal de las principales especies de la fauna acompa3ante.....	63



3.8.4.1.	Introducción	63
3.8.4.2.	Metodología. Análisis de contenido estomacal	63
3.8.4.3.	Tasa de evacuación gástrica y ración diaria de alimento	64
3.9.	Objetivo Específico 4	65
3.9.1.	Análisis de cambios espacio-temporales de la biomasa	65
3.9.2.	Análisis espacio-temporales del potencial reproductivo	65
4.	RESULTADOS	67
4.1.	Aspectos operacionales de los cruceros	67
4.2.	Estimación directa de la abertura entre punta de alas (APA)	67
4.2.1.	Modelo funcional de la APA	67
4.2.2.	Capturas y densidad local (CPUA) por lance de pesca	67
4.2.3.	Zonas de análisis geoestadístico (ZAGs)	68
4.2.4.	Coefficiente de capturabilidad	68
4.3.	Objetivo Específico N° 1	69
4.3.1.	Identificación de focos de abundancia	69
4.3.2.	Análisis estructural	70
4.3.3.	Análisis espacio-temporal de la distribución espacial de camarón nailon	70
4.3.3.1.	Centro de gravedad e inercia	70
4.3.3.2.	Índice de Gini	70
4.3.3.3.	Medida de la estructuración espacial	71
4.3.4.	Estimación de biomasa	71
4.3.4.1.	Enfoque geoestadístico intrínseco	71
4.3.4.2.	Enfoque geoestadístico con deriva externa	72
4.3.4.3.	Aproximación "top-cut"	73
4.4.	Objetivo Específico N° 2	73
4.4.1.	Capturas y muestreo biológico	73
4.4.2.	Composición de tamaños	73
4.4.2.1.	Sexos combinados por Región	73
4.4.2.2.	Machos y hembras por Región	74
4.4.2.3.	Sexos combinados por foco	74
4.4.2.4.	Machos y hembras por foco	74
4.4.3.	Proporción sexual	74
4.4.4.	Condición reproductiva del camarón nailon	74
4.4.4.1.	Estados de madurez embrionaria de las hembras ovíferas	75
4.4.4.2.	Distribución de hembras ovíferas por Región	75
4		



4.4.4.3.	Distribución de la talla corporal de hembras ovíferas por estado de madurez embrionaria.....	75
4.4.4.4.	Distribución geográfica global de las hembras ovíferas por estado de madurez embrionaria.....	75
4.4.4.5.	Distribución batimétrica de las hembras ovíferas según su estado de madurez embrionaria.....	76
4.4.5.	Relación longitud-peso.....	76
4.4.6.	Influencia de la latitud y profundidad en la diversidad genética del camarón nailon <i>Heterocarpus reedi</i> a lo largo de su área de actividad pesquera.	76
4.4.6.1.	Introducción.....	76
4.4.6.2.	Resultados.....	76
4.5.	Objetivo Específico N° 3.....	80
4.5.1.	Descripción de la abundancia de la fauna acompañante.....	80
4.5.1.1.	Composición específica general de la fauna acompañante.....	80
4.5.1.2.	Distribución latitudinal de la fauna acompañante.....	80
4.5.1.3.	Distribución batimétrica de la fauna acompañante.....	81
4.5.2.	Identificación y caracterización espacial de las asociaciones específicas.....	81
4.5.3.	Identificación de asociaciones específicas.....	82
4.5.4.	Detección de diferencias entre asociaciones.....	82
4.5.4.1.	Análisis de similitud (ANOSIM).....	82
4.5.4.2.	Contribución de cada especie en los ensamblajes identificados mediante análisis de clasificación (SIMPER).....	83
4.5.5.	Distribución espacial de la fauna acompañante.....	83
4.5.6.	Contenido estomacal de las principales especies de la fauna acompañante.....	84
4.5.6.1.	Introducción.....	84
4.5.6.2.	Metodología. Análisis de contenido estomacal.....	84
4.5.6.3.	Tasa de evacuación gástrica y ración diaria de alimento.....	85
4.5.6.4.	Resultados análisis del contenido estomacal.....	85
4.6.	Objetivo Específico N° 4.....	86
4.6.1.	Análisis de cambios espacio-temporales de la biomasa.....	86
4.6.2.	Análisis espacio-temporales del potencial reproductivo.....	86
5.	TALLER DE DIFUSIÓN DE RESULTADOS.....	87
6.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	89
7.	CONCLUSIONES.....	93
8.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	95
9.	FIGURAS.....	106
10.	TABLAS.....	165

**11. ANEXOS209****ÍNDICE DE FIGURAS**

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.....	107
Fig. 2.	Captura por unidad de esfuerzo (CPUA, t/km ²) de camarón nailon (<i>Heterocarpus reedi</i>) por rango latitudinal entre 2008 y 2017. Los puntos azules representan la mediana.....	108
Fig. 3.	Distribución latitudinal de los estratos a partir de los resultados del proyecto FIP 2012-05 hasta IFOP 2017. Las líneas horizontales delimitan los estratos (5).....	109
Fig. 4.	Ejemplo de las “capas temáticas” de la Región de Coquimbo y la información desplegada en forma paralela proporcionada por el SIG.....	110
Fig. 5.	Red de haplotipos para el gen COI en <i>Heterocarpus reedi</i> . Cada círculo representa un haplotipo y su tamaño es proporcional a la frecuencia de cada haplotipo detectado. Los colores representan a las localidades de muestreo.	111
Fig. 6.	Relación entre la profundidad y el número de haplotipos por sitio (izquierda) y la diversidad haplotípica por sitio (derecha).	111
Fig. 7.	Evolución temporal de la biomasa total (línea negra) y por unidad de pesquería (II-IV, línea roja; V-VIII, línea azul) de camarón nailon entre 2000 y 2017.	112
Fig. 8.	Escala cualitativa (5 estratos) de la biomasa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones desde 2000 hasta 2017. El color rojo indica mayor biomasa.	112
Fig. 9.	Resultados de la modelación GAM de las relaciones funcionales entre la CPUA (ton/km ²) de camarón nailon y la latitud (arriba izquierda), longitud (arriba derecha), profundidad (centro izquierda), biomasa de langostino amarillo (centro derecha) y biomasa de langostino colorado (abajo).	113
Fig. 10.	Coefficiente de capturabilidad (km ⁻²) de las naves que participaron de la evaluación directa de camarón nailon, año 2018. PAM Lonquimay y DJM = L/M Don José Miguel. La línea vertical corresponde a la desviación estándar.....	114
Fig. 11.	Coefficiente de capturabilidad (km ⁻²) de las naves que participaron de la evaluación directa de camarón nailon, año 2018 por estrato de profundidad. PAM Lonquimay y DJM = L/M Don José Miguel.....	115
Fig. 12.	Disposición espacial de los lances de pesca de camarón nailon entre la II y VIII regiones, año 2018 en las ZAGs 1 y 2, Puntos rojos = lances positivos para camarón; puntos grises = lances negativos.....	116
Fig. 13.	Disposición espacial de los lances de pesca de camarón nailon entre la II y VIII regiones, año 2018 en la ZAG-3, Puntos rojos = lances positivos para camarón; puntos grises = lances negativos.....	117
Fig. 14.	Disposición espacial de los focos de abundancia de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) en la II y III Región (izquierda, Focos 1 a 4) y IV Región (derecha, Focos 5 a 7).	118



Fig. 15.	Disposición espacial de los focos de abundancia de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) en la V Región (izquierda, Focos 8 a 14) y VI, VII y VIII Región (derecha, Focos 15 a 23).....	119
Fig. 16.	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).....	120
Fig. 17.	Centro de gravedad (puntos negros) de la densidad poblacional (t/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>).....	121
Fig. 18.	Evolución temporal del índice de Gini (línea roja) entre el año 2000 y 2018, para la distribución de la densidad poblacional (t/km^2) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>), y la biomasa total (toneladas, línea negra) en toda el área de estudio.....	122
Fig. 19.	Gradiente latitudinal de la captura por unidad de área (cpua, t/km^2) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) entre 2008 y 2017 (el año 2010 no existió evaluación directa).	123
Fig. 20.	Representación espacial del gradiente latitudinal de la cpua (t/km^2) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) en la evaluación directa del año 2018. La línea azul representa la línea de costa.	124
Fig. 21.	Variograma experimental (puntos) y variograma teórico (línea continua) de la distribución espacial de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) para toda el área de estudio. Enfoque geoestadístico con deriva externa.....	125
Fig. 22.	Variograma experimental (puntos) y variograma teórico (línea continua) de la distribución espacial de la densidad poblacional de camarón nailon (<i>H. reedi</i> , variable truncada) para toda el área de estudio. Enfoque “top-cut”.	126
Fig. 23.	Distribución de frecuencias de tamaño de sexos combinados de camarón nailon (<i>H. reedi</i>), por región.	127
Fig. 24.	Gráfico de cajas y bigotes (boxplot) de la composición de tamaños de machos (arriba) y hembras (abajo) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>), por Región.....	128
Fig. 25.	Composición de tamaños de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) para toda el área de estudio, por sexo. Año 2018.	129
Fig. 26.	Composición de tamaños de machos de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) por Región. Año 2018.	130
Fig. 27.	Composición de tamaños de hembras de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) por Región. Año 2018.	131
Fig. 28.	Distribución de frecuencias de tamaño de camarón nailon (<i>H. reedi</i>), sexos combinados, por foco. Año 2018.	132
Fig. 29.	Distribución de frecuencias de tamaño de machos de camarón nailon (<i>H. reedi</i>), por foco. Año 2018.	133
Fig. 30.	Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de camarón nailon (<i>H. reedi</i>), por foco. Año 2018.	134
Fig. 31.	Proporción sexual por Región en las capturas de camarón nailon (<i>H. reedi</i>). Machos = barras azules. Hembras = barras rosadas. Año 2018.	135



Fig. 32.	Proporción sexual por foco de abundancia en las capturas de camarón nailon (<i>H. reedi</i>). Machos = barras azules. Hembras = barras rosadas. Año 2018.....	136
Fig. 33.	Distribución de frecuencia de tamaños de las hembras ovíferas de camarón nailon por estado de desarrollo de los huevos y Región.....	137
Fig. 34.	Mapa del muestreo latitudinal y batimétrico de <i>Heterocarpus reedi</i> , abarcando el área latitudinal en que se desarrolla la pesca de la especie, la cual comprende gran parte del rango latitudinal y batimétrico de su distribución geográfica (144 - 424m) (Acuña & Arancibia, 1996).	138
Fig. 35.	Correlación de medidas de diversidad haplotípica del gen COI en <i>Heterocarpus reedi</i> respecto a latitud y profundidad. Los tres gráficos superiores presentan la relación de la profundidad con la riqueza haplotípica, diversidad haplotípica y número de haplotipos, respectivamente. Los gráficos del panel inferior muestran las mismas relaciones, pero respecto a la latitud. Valores significativos con *	139
Fig. 36.	Relación entre el número de haplotipos y la profundidad, respecto al rango latitudinal estudiado.....	140
Fig. 37.	Análisis Discriminante de Componentes Principales (DAPC, en inglés) para los sitios estudiados utilizando SNP-GBS en <i>Heterocarpus reedi</i> . Se muestra la estructura genética general de las localidades seleccionadas para GBS y las profundidades de cada una de ellas.....	141
Fig. 38.	Correlación de medidas de diversidad genética de SNPs-GBS en <i>Heterocarpus reedi</i> respecto a profundidad. En los gráficos se muestra la relación de la profundidad con la Heterocigosidad esperada, Heterocigosidad observada, riqueza alélica corregida por el tamaño muestral e índice de consanguinidad (Fis).	142
Fig. 39.	Relación entre las heterocigosidades (Observada y esperada) y la profundidad respecto al rango latitudinal estudiado para SNPs-GBS en <i>Heterocarpus reedi</i>	143
Fig. 40.	Análisis de clasificación de la CPUE de la fauna acompañante presente en las capturas de camarón nailon de las Regiones II a VIII; nlances: 464. Nomenclatura: 1, 2, 3 y 4 corresponden a los grupos de estaciones de muestreo (celdas) o ensambles identificados.	144
Fig. 41.	Análisis de ordenación (MDS) de la CPUE ($t \cdot km^{-2}$) de la fauna acompañante presente de camarón nailon de las Regiones II a VIII. Los números corresponden a la latitud y los colores a la profundidad. $n_{lances} = 461$	145
Fig. 42.	Análisis de clasificación (cluster) de la CPUE de la fauna acompañante presente en las capturas de camarón nailon de las Regiones II a VIII; n_{lances} : 461.....	146
Fig. 43.	Análisis de ordenación (MDS) de la CPUE de la fauna acompañante presente en las capturas de camarón nailon de las Regiones II a VIII; n_{lances} : 461.....	147
Fig. 44.	Esquema de la distribución espacial (latitudinal y batimétrica) de las asociaciones de especies de la fauna acompañante de camarón nailon en la evaluación directa del ao 2018. Ensamblés: 1: línea roja; 2: línea verde; 3: línea azul; y 4: línea anaranjada.	148
Fig. 45.	Distribución espacial de los lances de pesca de las principales especies de la fauna acompañante de camarón nailon, año 2018.	149



Fig. 46.	Boxplot de la distribución latitudinal de las principales especies de la fauna acompañante de camarón nailon, año 2018.	150
Fig. 47.	Boxplot de la captura por unidad de esfuerzo (t/km^2) de langostino amarillo (<i>C. johni</i> , arriba) y langostino colorado (<i>P. monodon</i> , abajo) por latitud en la evaluación directa de camarón nailon, año 2018. En cada barra, el punto representa la media y la línea la mediana.....	151
Fig. 48.	Boxplot de la captura por unidad de esfuerzo (t/km^2) de merluza común (<i>M. gayi</i> , arriba) y lenguado de ojos grandes (<i>H. macrops</i> , abajo) por latitud en la evaluación directa de camarón nailon, año 2018. En cada barra, el punto representa la media y la línea la mediana.....	152
Fig. 49.	Boxplot de la captura por unidad de esfuerzo (t/km^2) de pejerrata azul (<i>C. aconcagua</i> , arriba) y granadero (<i>N. pulchella</i> , abajo) por latitud en la evaluación directa de camarón nailon, año 2018. En cada barra, el punto representa la media y la línea la mediana.....	153
Fig. 50.	Boxplot de la captura por unidad de esfuerzo (t/km^2) de tiburón gato (<i>A. nigra</i> , arriba) y jaiba paco (<i>P. gaudichaudi</i> , abajo) por latitud en la evaluación directa de camarón nailon, año 2018. En cada barra, el punto representa la media y la línea la mediana.	154
Fig. 51.	Disposición del área de distribución de langostino amarillo (<i>C. johni</i> , izquierda) y langostino colorado (<i>P. monodon</i> , derecha) como fauna acompañante de camarón nailon en la evaluación directa del año 2018.	155
Fig. 52.	Disposición del área de distribución de merluza común (<i>M. gayi</i> , izquierda) y lenguado de ojos grandes (<i>H. macrops</i> , derecha) como fauna acompañante de camarón nailon en la evaluación directa del año 2018.	156
Fig. 53.	Disposición del área de distribución de pejerrata azul (<i>C. aconcagua</i> , izquierda) y granadero (<i>N. pulchella</i> , derecha) como fauna acompañante de camarón nailon en la evaluación directa del año 2018.	157
Fig. 54.	Disposición del área de distribución de tiburón gato (<i>A. nigra</i> , izquierda) y jaiba paco (<i>P. gaudichaudi</i> , derecha) como fauna acompañante de camarón nailon en la evaluación directa del año 2018.	158
Fig. 55.	Curvas de diversidad trófica para <i>Merluccius gayi</i> : a) macrozona norte; b) macrozona sur.	159
Fig. 56.	Curvas de diversidad trófica para <i>Hippoglossina macrops</i> : a) macrozona norte; b) macrozona sur.....	159
Fig. 57.	Alimentación de cinco especies de peces presentes en la fauna acompañante. Crucero de camarón nailon, 2018. Macrozona Norte.....	160
Fig. 58.	Alimentación de cinco especies de peces presentes en la fauna acompañante. Crucero de camarón nailon, 2018. Macrozona Sur.....	161
Fig. 59.	Distribución espacio-temporal de la densidad poblacional, representada por la captura por unidad de área ($cpua$, t/km^2) acumulada de camarón nailon entre 1995 y 2018.....	162
Fig. 60.	Distribución espacio-temporal del potencial reproductivo (mil millones de huevos potenciales, MHP) de camarón nailon entre 2005 y 2018.	163



Fig. 61.	Invitaci3n a participar en el Taller de Difusi3n de resultados del proyecto “Evaluaci3n directa de camar3n nailon entre la II y VIII Regiones, a1o 2018”.....	164
Fig. 62.	Listado (nombre, instituci3n y correo electr3nico) de los participantes en el Taller de Difusi3n de Resultados del Proyecto “Evaluaci3n directa de camar3n nailon entre la II y VIII Regiones, a1o 2018”.....	164
Fig. 63.	Equipo Wing Spread Netmind de North Star Technical, (a) Deck Unit de conexi3n entre el hidr3fono y el PC; (b) hidr3fono de remolque; (c) Sensores de apertura de alas.....	230
Fig. 64.	Distribuci3n espacial de la densidad (t/km ²) de camar3n nailon (<i>H. reedi</i>). A1o 2018. Foco 1 y 2.....	232
Fig. 65.	Distribuci3n espacial de la densidad (t/km ²) de camar3n nailon (<i>H. reedi</i>). A1o 2018. Foco 3 y 4.....	233
Fig. 66.	Distribuci3n espacial de la densidad (t/km ²) de camar3n nailon (<i>H. reedi</i>). A1o 2018. Foco 5 y 6.....	234
Fig. 67.	Distribuci3n espacial de la densidad (t/km ²) de camar3n nailon (<i>H. reedi</i>). A1o 2018. Foco 7 y 8.....	235
Fig. 68.	Distribuci3n espacial de la densidad (t/km ²) de camar3n nailon (<i>H. reedi</i>). A1o 2018. Foco 9 y 10.....	236
Fig. 69.	Distribuci3n espacial de la densidad (t/km ²) de camar3n nailon (<i>H. reedi</i>). A1o 2018. Foco 11 a 13.....	237
Fig. 70.	Distribuci3n espacial de la densidad (t/km ²) de camar3n nailon (<i>H. reedi</i>). A1o 2018. Foco 14.....	238
Fig. 71.	Distribuci3n espacial de la densidad (t/km ²) de camar3n nailon (<i>H. reedi</i>). A1o 2018. Foco 15 y 16.....	239
Fig. 72.	Distribuci3n espacial de la densidad (t/km ²) de camar3n nailon (<i>H. reedi</i>). A1o 2018. Foco 17 a 19.....	240
Fig. 73.	Distribuci3n espacial de la densidad (t/km ²) de camar3n nailon (<i>H. reedi</i>). A1o 2018. Foco 20 a 23.....	241

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1.	Lapso (minutos) en que la red toca fondo según la profundidad, D.E. = desviación estándar; n = tamaño de muestra.....	166
Tabla 2.	Número de lances de pesca totales, con captura de camarón nailon (<i>Heterere</i>), y proporción de lances positivos respecto del total.	166
Tabla 3.	Número promedio de lances de pesca por rango de latitud ejecutados en las evaluaciones directas de Icamarón nailon entre 2003 y 2017. Se incluye el número total de lances de pesca propuesto para la evaluación 2018.	167
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.	167
Tabla 5.	Componentes de varianzas para modelo de dos factores aleatorio balanceado.	168
Tabla 6.	Variables operativas del estudio de evaluación directa de camarón nailon 2018 entre la II y VIII Regiones.	168
Tabla 7.	Número de lances propuestos y efectuados totales en los caladeros históricos de camarón nailon, por latitud.	169
Tabla 8.	Lances con captura de camarón nailon por Región y porcentaje con respecto a los lances efectuados en cada caso.....	169
Tabla 9.	Parámetros de la relación funcional entre la APA (variable dependiente) y las variables independientes <i>LCC</i> , <i>Prof</i> y <i>Vel</i> en el PAM Lonquimay y la L/M Don José Miguel, <i>pdg</i> = parámetro de dispersión de la familia gaussiana.	170
Tabla 10.	Resultados de la modelación GAM entre la CPUA (kg/km ²) de camarón nailon con las variables predictoras y porcentaje de la devianza (%Dev). gl = grados de libertad.....	170
Tabla 11.	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.....	170
Tabla 12.	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.....	171
Tabla 13.	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.	172
Tabla 14.	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.	172
Tabla 15.	Densidad poblacional (cpua, t/km ²) promedio (Prom.), mínima (Mín.), máxima (Máx.), tamaño de muestra (n) y coeficiente de variación (CV) 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.	173
Tabla 16.	Densidad poblacional (cpua, t/km ²) promedio, desviación estándar, tamaño de muestra (n), mínimo (Min.), máximo (Max.) y coeficiente de variación (CV) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) por Región.....	175



Tabla 17.	Biomasa estimada (toneladas) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>), desviación estándar (D.E., t) e intervalos de confianza ($\alpha=95\%$, LI = límite inferior; LS = límite superior) por foco de abundancia entre la II y VIII Región.	175
Tabla 18.	Biomasa estimada (toneladas) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) por Región, fuera y dentro de la ARPA, y proporción (%) de la biomasa total.....	176
Tabla 19.	Parámetros del variograma teórico según el modelo de variograma con deriva externa y enfoque “top-cut”. VNE: Varianza no explicada.....	176
Tabla 20.	Biomasa estimada (toneladas) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>), desviación estándar (D.E., t) e intervalos de confianza ($\alpha=95\%$, LI = límite inferior; LS = límite superior) por foco de abundancia. Enfoque geoestadístico con deriva externa.	177
Tabla 21.	Biomasa estimada (toneladas) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) e intervalos de confianza ($\alpha=95\%$, LI = límite inferior; LS = límite superior) por Región. Enfoque geoestadístico con deriva externa.....	178
Tabla 22.	Biomasa estimada (toneladas) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>), desviación estándar (D.E., t) e intervalos de confianza ($\alpha=95\%$, LI = límite inferior; LS = límite superior) por foco de abundancia. Método “top-cut”.....	179
Tabla 23.	Biomasa estimada (toneladas) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) e intervalos de confianza ($\alpha=95\%$, LI = límite inferior; LS = límite superior) por Región. Método “top-cut”.....	180
Tabla 24.	Esfuerzo total de muestreo de frecuencia (medidos) y biológico específicos (pesados) de la captura de camarón nailon entre la II y VIII Regiones.	181
Tabla 25.	Longitud cefalotorácica (LC, mm) promedio, desviación estándar (D.E.) y tamaño de muestra (n) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) por sexo y foco. Año 2018.	182
Tabla 26.	Distribución por región de las hembras ovíferas de camarón nailon, según estado de desarrollo (EMS).	183
Tabla 27.	Características morfométricas de las hembras de camarón nailon, por estado de desarrollo de los huevos.....	183
Tabla 28.	Distribución del estado de madurez embrionario de hembras ovíferas de camarón nailon por Región.....	184
Tabla 29.	Distribución de frecuencia por rango de profundidad y estados de madurez (EMS) de camarón nailon.....	185
Tabla 30.	Parámetros de la relación talla-peso de camarón nailon (<i>H. reedi</i> , ambos sexos) por foco y total. SCR = suma de cuadrados residuales.....	186
Tabla 31.	Localidades de muestreo de <i>Heterocarpus reedi</i> . Se detallan los acrónimos para cada sitio de muestreo, las coordenadas geográficas, la profundidad del lance y la cantidad de individuos por sitio para los cuales se obtuvo secuencias del gen mitocondrial COI para los análisis de diversidad y diferenciación genética.	187
Tabla 32.	Diversidad genética de <i>Heterocarpus reedi</i> . Para cada sitio de muestreo (ver acrónimos en Tabla 1) se indica el número de haplotipos (H), la riqueza haplotípica corregida por tamaño muestral (Rh), el número de sitios segregantes o nucleotídicos (S), la diversidad	



	haplotípica (h) y nucleotídica (π). Se incluyen además los valores para el conjunto de datos (fila Total).....	188
Tabla 33.	Resultados del modelo de redundancia (RDA) para determinar la contribución relativa de variables espaciales/batimétricas en la diversidad genética. La tabla muestra las fuentes de variación (variables explicativas), grados de libertad, la varianza, el F-ratio y la probabilidad asociada. El modelo general es significativo con un $p = 0,01$	188
Tabla 34.	Diversidad genética de <i>Heterocarpus reedi</i> para SNP-GBS. Para cada sitio de muestreo se indica la profundidad del lance en metros (m), la latitud, y los parámetros de Riqueza Alélica (Ar), Heterocigosidad Esperada y Observada (He, Ho, respectivamente) y el índice de consanguinidad (Fis).	189
Tabla 35.	Captura (kg) por especie de la fauna acompañante en lances de pesca de camarón nailon. IRFA = índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante (se excluye camarón nailon); IRRO = índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso (se incluye camarón nailon).	189
Tabla 36.	Captura por unidad de esfuerzo (CPUE, t/km ²) y fracción de lances positivos de las especies que conforman la fauna acompañante en las capturas de camarón nailon.....	191
Tabla 37.	Especies que conforman la fauna acompañante de camarón nailon, ordenados por región. CPUE = captura por unidad de esfuerzo estandarizada; IRFA= índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante (se excluye camarón nailon); IRRO= índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso incluido camarón nailon.	193
Tabla 38.	Fauna acompañante de camarón nailon, ordenados por estratos de profundidad. CPUE = captura por unidad de esfuerzo estandarizada; IRFA= índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante (se excluye los langostinos colorado y amarillo); IRRO= índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso incluido camarón nailon.	203
Tabla 39.	Especies con aportes mayores a 1% respecto a la captura de la fauna acompañante utilizados en los análisis multivariados; $n_{\text{lances}} = 461$. IRFA= importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante.	203
Tabla 40.	Análisis de Similitud (ANOSIM) para probar la existencia de diferencias significativas entre los ensambles identificados desde la matriz de similitud de Bray-Curtis; $p = 0,001$. Los ensambles son identificados con números arábigos.	204
Tabla 41.	Especies con mayor contribución relativa (porcentual) a la similitud de la CPUE de los lances en cada grupo.	204
Tabla 42.	Tamaño de muestra de estómagos con/sin contenido y total por especie y macrozona.	205
Tabla 43.	Peso del contenido estomacal e importancia relativa (%) por ítem presa en el contenido estomacal de merluza común (<i>M. gayi</i>), lenguado de ojos grandes (<i>H. macrops</i>), tiburón gato (<i>A. nigra</i>), pejerrata azul (<i>C. aconcagua</i>) y tiburón (<i>C. nigrum</i>) por macrozona.	206
Tabla 44.	Índice de similitud de Bray-Curtis. Nota: sobre la diagonal, macrozona norte; bajo la diagonal, macrozona sur.	208
Tabla 45.	Valores de consumo nutricional para la merluza común y el lenguado de ojos grandes	208



INDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Características técnicas embarcaciones y planos de las redes utilizadas.....	210
Anexo 2.	Fechas y lugares geográficos de los muestreos.	213
Anexo 3.	Registros de posición y características de los lances de camarón nailon.	216
Anexo 4.	Sistema Netmind para medición de abertura de punta de alas (APA).....	229
Anexo 5.	Distribución espacial de la densidad (t/km ²) de camarón nailon por zona de análisis geoestadístico.	231
Anexo 6.	Biomasa (t) y abundancia (miles de ejemplares) de camarón nailon por caladero, sexo, dentro y fuera del ARPA y Región.....	242



1. Objetivos

1.1. Objetivo General

Estimar mediante evaluación directa, y utilizando el método de área barrida, la biomasa y abundancia del camarón nailon en el litoral comprendido entre la II y la VIII Regiones.

1.2. Objetivo Específicos

- 1.2.1. Estimar la biomasa vulnerable total (en peso), la abundancia vulnerable total (en número) y la distribución espacial del recurso camarón nailon en el área y periodo de estudio.
- 1.2.2. Caracterizar la estructura demográfica del recurso objetivo en el área de estudio.
- 1.2.3. Determinar la composición e importancia relativa de las especies que constituyan fauna acompañante del recurso camarón nailon, estructura de tamaños, y aspectos tróficos de las principales especies en el área y periodo de estudio.
- 1.2.4. Determinar la dinámica espacio-temporal del stock de camarón nailon a partir de la información histórica de los cruceros de evaluación directa realizados en la zona de estudio.



2. Antecedentes

Hasta fines de 1994, según la Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA), la pesquería de camarón nailon se encontraba sometida al Régimen General de Acceso en las Regiones II a VIII. Con la aplicación del Artículo 20 de dicha Ley, mediante D.S. N° 627 del MINECOM, de 15 de noviembre de 1994, publicado en el D.O. de 5 de diciembre de ese año, 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. Finalmente, mediante el D.S. 611 de 6 de octubre de 1995 se declaró a la pesquería de este recurso en estado y Régimen de Plena Explotación.

Una vez establecida la condición de Plena Explotación de esta pesquería, se fijó una cuota de 8.000 t para el año 1996 (D.E. N° 259 de 1995), agregándose luego 2.000 t (D.E. N° 222 Exento de 26/09/1996). Posteriormente, se ha ido estableciendo anualmente cuotas globales, con un rango entre 10.000 t como máximo (año 1997) y 4.770 t como mínimo (año 2004), volviendo la pesquería a cuotas globales levemente mayores a 5.000 t los años 2005 al 2012. Desde el año 1998, las cuotas anuales comenzaron a ser fraccionadas en cuatrimestres: 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, al fraccionamiento temporal de la cuota anual de camarón nailon recién explicado, se agregó uno por flota (industrial y artesanal), incorporándose 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.

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 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 las cuotas globales anuales de camarón nailon en el período 2004-2011 se observa que desde el año 2004 en adelante la proporción mayor de la cuota industrial ha ido cambiando 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 produjo una fuerte disminución en ésta, con aumentos en la V, VI y VIII Regiones, proceso que se profundizó durante el año 2011, con una disminución de más del 30% en las regiones III y IV, para finalmente mantenerse igual durante el año 2012.

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. 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.. Finalmente, en el año 2010, tampoco se realizó dicha evaluación directa, lo que implicó que en ese momento sólo se habían realizado tres de estas evaluaciones (cruceiros) en el último quinquenio, lo que implicó discontinuar la serie histórica. 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 monitoreo de la misma. Posteriormente, se realizaron Evaluaciones directas de la especie bajo el alero del Fondo de Investigación Pesquera (FIP) a cargo de la asociación UCN – UDEC hasta el año 2013.

En un proceso que culminó a principios del año 2013, se realizó una importante revisión y modificación de diversos aspectos de la Ley General de Pesca y Acuicultura de Chile (LGPA). Se realiza un análisis de algunos de los cambios relevantes y atinentes para efectos de la pesquería del camarón nailon y la investigación asociada a su manejo y administración, incorporados mediante la **Ley N° 20.657**. El primer aporte relevante entre las modificaciones se refiere a los arts. 1A y 1B que se pueden sintetizar en que a) *“Los recursos hidrobiológicos y sus ecosistemas están sometidos a la soberanía del Estado de Chile”* y *“el Estado de Chile tiene el derecho de regular la exploración, explotación, conservación y administración de los recursos hidrobiológicos y sus ecosistemas existentes en todos los espacios marítimos”* bajo su soberanía y jurisdicción, y b) Se definen los objetivos de *conservación y el uso sustentable de los recursos hidrobiológicos* de esta ley, considerando tres elementos fundamentales en su aplicación: - *el enfoque precautorio*, - *el enfoque ecosistémico en la regulación pesquera* y - *la salvaguarda de los ecosistemas marinos en que existan esos recursos*. En el art. 1C, se detalla que se deberá tener en consideración al momento de adoptar las medidas de conservación y administración, entre lo que se destaca: - **en el enfoque precautorio**, la cautela cuando la información científica sea incierta, no confiable o incompleta, pero no utilizar este argumento como motivo para posponer o no adoptar medidas de conservación y administración; - en el **enfoque ecosistémico** para la conservación y administración de los recursos pesqueros y la protección de sus ecosistemas, se destaca solamente *un enfoque que considere la interrelación de las especies predominantes en un área determinada; considerar el impacto de la pesca en las especies asociadas o dependientes y la preservación del medio ambiente acuático y minimizar el descarte tanto de la especie objetivo como de la fauna acompañante y de la captura de la pesca incidental*, versión incompleta del concepto definido por la FAO (García et al., 2003).



3. Metodología de Trabajo

3.1. Generalidades

En atención a las Bases Técnicas del Proyecto “Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2018”, el estudio consideró la realización de un crucero de evaluación directa por el método de área barrida desde la II a la VIII Regiones, prospectando en zonas rastreables entre los veriles de 100 y 600 metros de profundidad, excluyendo la primera milla marina medida desde la costa. Las operaciones de pesca desarrolladas para evaluar la abundancia y biomasa de camarón nailon en el área de estudio consideró la utilización de una nave pesquera de alta mar (PAM) y una lancha a motor (L/M) arrastrera camaronera. El PAM operó por dentro y fuera del Área de Reserva de la Pesca Artesanal (ARPA) desde la IV Región al sur y la L/M operó dentro y fuera de aquella en la II y III Regiones. Las naves señaladas pertenecen a empresas pesqueras de la III y IV Regiones y han participado previamente en proyectos de evaluación directa de crustáceos que contemplan cruceros (área barrida) ejecutados por la asociación UCN/UdeC, y que se confirma en el presente proyecto.

Se aplicó un diseño muestral que consideramos más robusto y que fue utilizado recientemente por nuestro equipo en los proyectos FIP N° 2008-17, FIP N° 2009-16, FIP N° 2011-02, FIP N° 2012-05, FIP N° 2013-01, FIP N° 2013-02, y los proyectos de evaluación directa licitados por el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) en los años 2004, 2015, 2016 y 2017. En atención al numeral 1.8 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. Análisis de las redes de arrastre y levantamiento de planos

Se adjunta 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 operaron en este proyecto, los que fueron dibujados con el software qCAD de Linux de diseño de planos, para lo que se ha registrado 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 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 participan en este proyecto.

En consecuencia, el equipo de investigadores ya conoce las redes y dispone de sus planos técnicos en formato FAO. Además, los patrones de pesca y las tripulaciones tienen vasta experiencia en la pesca comercial de los recursos langostinos (amarillo y colorado) y camarón nailon, así como en cruceros de evaluación directa; lo propio ocurre con el personal técnico para trabajo a bordo y que 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, FIP N° 2009-16, FIP N° 2011-02, FIP 2012-02, FIP N° 2012-05, FIP N° 2013-01, FIP N° 2013-02 y evaluación directa 2014, 2015, 2016 y 2017 para IFOP de estos crustáceos entre 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.

3.3. Abertura de punta de alas (APA)

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

La medición electrónica directa de la APA se efectuó con el Sistema NETMIND, el que se dispuso en la embarcación que operó durante el período informado. Este equipo es de propiedad de la UCN y fue operado por personal técnico y profesional capacitado en la UCN en el marco del proyecto FIP N° 2003-03, y aplicado después en los proyectos FIP N° 2004-11, FIP N° 2005-09, FIP N° 2006-04, FIP N° 2006-11, FIP N° 2007-19, FIP N° 2008-16, FIP N° 2008-17, FIP N° 2009-15, FIP N° 2009-16, FIP N° 2011-01, FIP N° 2012-05, FIP N° 2013-01, FIP N° 2013-02 y evaluación directa 2014, 2015, 2016 y 2017.

En la práctica se efectuó mediciones electrónicas de APA de manera instantánea durante todo el lance conectando el equipo NETMIND con un notebook a bordo, almacenando los registros en memoria. A la vez, con este sistema electrónico adosado a la red se puede conocer exactamente el tiempo cronológico cuando la red toca el piso marino en el calado, y comienza efectivamente a operar, hasta el término del lance, cuando se inicia el virado, generándose así el tiempo efectivo de arrastre. Con el sistema NETMIND se registró continuamente la APA mediante sensores sónicos adosados a la red en su parte anterior, lo que permitió medir la distancia entre las puntas de alas.

La APA se registró *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) y longitud del cable de cala (m).

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 brolón) permite determinar la inclinación de ésta respecto de un ángulo previamente establecido, con ello 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). 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. La duración del tiempo efectivo de arrastre se fijó en 15 min, aspecto que ya ha



sido discutido en proyectos análogos anteriores y que se viene aplicando desde al menos 7 años en las evaluaciones directas de crustáceos.

3.3.2. Modelo funcional de la APA

Se construyó un modelo funcional de la APA para cada una de las embarcaciones participantes en el crucero mediante Modelos Lineales Generalizados (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 son 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 está 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 parámetros 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.

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

3.4.1. Datos del lance

A bordo, además de los registros señalados anteriormente, en cada lance se registró adecuadamente (grados, minutos y segundos con 2 decimales) la geoposición con GPS a distintos tiempos (calado, red sobre el fondo, virado, red a bordo). El momento en que la red está efectivamente sobre el fondo se registra mediante equipos electrónicos, como ya se señaló, con un sensor de ángulo 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 (Sparre & Venema. 1997).

Para determinar el tiempo de arrastre efectivo en los lances de pesca que no contaron con NETMIND, se determina primero el lapso de tiempo en que la red llega a fondo, momento que se considera como de inicio del lance, según la tabla creada para este efecto con datos recolectados 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, FIP N° 2008-17, FIP N° 2009-16, FIP N° 2011-02, FIP N° 2012-05, FIP N° 2013-01 y FIP N° 2013-02 (Tabla 1).



3.4.2. Datos de capturas

3.4.2.1. Captura por lance

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

En cada lance la fauna acompañante fue separada de la especie objetivo y se procedió a su muestreo y cuantificación (en número y peso), según se detalla en la descripción metodológica del Objetivo Especifico 3 (ver Oferta Técnica). Los procedimientos e identificación de especies han sido aplicados por nosotros 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, FIP N° 2009-16, FIP N° 2011-01, FIP 2012-05, FIP N° 2013-01 y FIP 2013-02; y evaluaciones directas licitadas por IFOP en los años 2014, 2015, 2016 y 2017.

3.4.2.2. 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.

3.4.3. Muestras de longitud cefalotorácica y biológico-específicos

Los muestreos para determinar la distribución de tamaños (longitud cefalotorácica, LC) del recurso objetivo se realizó obteniendo, en cada lance con pesca, una muestra completamente aleatoria de ejemplares (machos y hembras). La muestra se obtiene de la captura después que ésta es depositada sobre la cubierta de la embarcación. Si se asume que la distribución de la variable LC es normal (con media poblacional μ y varianza σ^2), entonces, para muestras grandes ($\alpha = 0,05$) se tiene que el tamaño de muestra (n) por 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 más adelante.



3.5. Diseño de muestreo

3.5.1. Antecedentes

El enfoque muestral propuesto en el presente estudio, de acuerdo a las bases del proyecto (TBR) para la evaluación directa de la biomasa del camarón nailon, corresponde a un muestreo estratificado, en que la definición de los estratos se hace acorde con los focos de abundancia históricos. Para este efecto, considerando que existe un gradiente latitudinal de tallas (Acuña *et al.* 1997, Alarcón *et al.*, 2017), se utilizó los criterios que a continuación se detallan.

Antecedentes obtenidos de evaluaciones anteriores, principalmente a partir del año 2006 (FIP N° 2006-11), ayudan a definir las zonas de abundancia “históricas” que corresponden a una distribución esencialmente latitudinal y relativamente continua, permitiendo, no obstante, identificar 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.

3.5.2. Muestreo estratificado

Una estrategia de muestreo requiere la definición de tres elementos básicos, a saber:

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

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

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

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



3.5.3. Criterios de estratificación

En el caso del muestreo estratificado, el proceso de aleatorización está condicionado a la falta de uniformidad de la distribución del recurso. Esto es frecuente de encontrar cuando las distribuciones son aglomeradas o cuando existen gradientes distribucionales (en este caso latitudinales) que puedan afectar el supuesto de uniformidad de la distribución. Cuando dicha homogeneidad (uniformidad) sólo se puede garantizar por sectores de la población, es posible utilizar una misma estrategia de selección aleatoria simple (muestreo aleatorio simple) dentro de cada uno de los sectores homogéneos de ella. En este caso, la estrategia de muestreo se denomina *muestreo estratificado* y cada estrato representa precisamente a un sector uniforme dentro de la población y por tanto cada uno de ellos se puede evaluar independientemente de los demás y producir al mismo tiempo un estimador global para toda la población. El estimador final no es, en tal caso, sino una suma ponderada de los resultados de cada estrato (con ponderaciones a definir en forma explícita para cada estrato). Esta estrategia de muestreo tiene la ventaja, 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.

El modelo probabilístico de muestreo corresponde a un muestreo estratificado, de modo que dentro de cada uno de los estratos (*caladero*) se realiza un muestreo aleatorio simple, seleccionando una muestra de tamaño n_h , proporcional al tamaño de los estratos (*caladeros*). Otras consideraciones que pudieran incluir variantes respecto del muestreo aleatorio simple estricto al interior de cada estrato, y que impliquen desviaciones respecto de los procesos de aleatorización establecidos, comprometen el uso de las expresiones necesarias para obtener estimadores de las varianzas y totales poblacionales por estrato. Adicionalmente, la inclusión de procesos de aleatorización secundarios al interior de cada estrato (transectas, submuestras, etc.), requieren necesariamente de la obtención de componentes de error de estimación adicionales, toda vez que cada proceso de aleatorización, tiene asociado su propio error de estimación.

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



Por su parte, las ponderaciones utilizadas para las estimaciones finales pueden depender tanto de los tamaños relativos de los estratos como de sus varianzas, siendo 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 (FIP N° 2008-17, FIP 2009-16, FIP 2011-02, FIP 2012-05, FIP 2013-02, IFOP 2014, 2015, 2016, 2017), muestran un claro gradiente latitudinal (Fig. 2 y 3).

3.5.4. 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.

3.5.4.1. Unidad muestral

Sobre el área de abundancia se define una grilla de 1,0 mn * 1,0 mn de orientación N-S y E-W, al interior de las cuales se efectuará los lances y que llamaremos *celdas básicas*. Los límites de la grilla se definirán sobre la base de la información de lances de pesca positivos para camarón nailon registrados en las evaluaciones directas realizadas desde el año 2003 hasta el 2017 (Tabla 2), y que permiten delimitar caladeros históricos para la especie.

3.5.4.2. Estrategia de muestreo (Proceso de Aleatorización)

Normalmente en este tipo de estudios se debe intensificar el muestreo en las áreas de abundancia (focos) que se detecte, lo que exigiría la aplicación de un método de muestreo adaptativo (Thompson, 1992), el que es recomendado para poblaciones agregadas en clusters. Sin embargo, estudios anteriores han mostrado que la distribución del recurso camarón nailon es preferentemente uniforme a lo largo de un gradiente latitudinal, presentando, al mismo tiempo, diferencias de densidad claramente delimitadas. La distribución espacial del recurso, sumada a las diferencias en densidad, permiten utilizar un diseño muestral diferente que considere la información histórica disponible, la que, de acuerdo a las Bases, permite una intensificación del muestreo en aquellas zonas reconocidamente de mayor abundancia.

Debido a la dinámica propia del comportamiento de la distribución espacial de camarón nailon, las estrategias de muestreo se han ido adaptando a los resultados de las evaluaciones anuales. En particular, se utilizaron los resultados de los proyectos de evaluación directa de camarón nailon en los años 2013 y 2014. En las Figs. 2 y 3 se muestra las abundancias calculadas respecto de las latitudes en las que fueron realizados los lances, lo que permite tener una estimación actualizada de las zonas de mayor abundancia, y que son aquellas en las que se debería intensificar el esfuerzo muestral. Esta estrategia correspondería, 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 sería proporcional al tamaño de los estratos y a la densidad media observada en evaluaciones anteriores.

En función de dichas abundancias y latitudes, en este proyecto se utilizó el diseño muestral estratificado, en el que los estratos (5) están definidos por zonas de distinta abundancia de la II a la VIII Regiones. Dado el conocimiento relativamente exacto que se posee de la ubicación de las zonas de mayor abundancia del recurso (considerando principalmente los proyectos FIP N° 2006-11 y 2008-17), el estudio actual consideró la estratificación de las zonas en función de la densidad, separadamente cada una de las zonas así definidas, para luego integrar los resultados en un estimador global de la biomasa total, por lo que los tamaños muestrales para cada estrato se definirán proporcionalmente a los tamaños y a la densidad (CPUA) conocida, cumpliendo así con las exigencias de aumentar la intensidad del muestreo en las zonas de mayor abundancia.

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

Si la distancia entre el límite norte y el límite sur del estrato h -ésimo es de K_h millas náuticas, entonces éstas se numeran ordenadamente y en forma creciente de norte a sur con números de 1 a K_h . Si el tamaño muestral correspondiente es asignado proporcionalmente al estrato es n_h , entonces se generan n_h números aleatorios entre 1 (para la milla náutica ubicada más al norte en el estrato) y K_h (para la milla náutica ubicada más al sur en el estrato), utilizando para ello los procedimientos de simulación Montecarlo habituales. Las unidades muestrales se seleccionaron de aquellos lugares en los que corresponda según la numeración previamente asignada.

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



3.5.4.3. Tamaño de la muestra

En todo estudio destinado a la estimación de biomasa los tamaños muestrales se deben tener 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. Luego, considerando la variabilidad espacial de la densidad poblacional del recurso objetivo, se analizó el número promedio de lances de pesca por rango de latitud ejecutados en las evaluaciones directas realizadas entre 2003 y 2017, y a partir de estos, se propuso un tamaño de muestra para el año 2018 (Tabla 3). Tomando en consideración posibles efectos meteorológicos, el tamaño de muestra total propuesto alcanzó a 500 lances.

3.5.4.4. Muestreo en zonas intercaladeros

Para evaluar las zonas intercaladeros se realizó lances en sentido longitudinal (eje este-oeste) en aquellos casos en que los caladeros estuvieron separados por 5 o más millas de latitud. La finalidad de este muestreo fue exploratoria para determinar posibles desplazamientos de los caladeros en sentido latitudinal. Cada estrato fue definido por cuadrículas de 1 mn x 1 mn, asumiendo que dentro de cada cuadrícula la densidad del recurso es homogénea. Se realizó un lance al interior una de cada dos cuadrículas.

3.5.5. Estimación del soporte muestral

La estimación de 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 mn 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.



En efecto, 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 el grupo de trabajo UCN + UdeC para evaluaciones directas de la biomasa de camarón nailon anteriores. 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. Estos ajustes se refieren principalmente a la necesidad de incorporar una variante en la estimación de la varianza.

La principal dificultad de la metodología utilizada hasta ahora radica en el hecho que, para la obtención de los intervalos de confianza usados en la estimación de los totales poblacionales, se ha supuesto que la distribución espacial de la especie al interior de las celdas es uniforme. Ello ha significado que la elección de la ubicación del lance al interior de la celda (1 mn x1 mn) de muestreo se realiza aleatoriamente, o de acuerdo a criterios técnicos de navegación, no necesariamente asociados con la abundancia de la especie, no obstante la superficie cubierta (muestreada) por cada lance corresponde aproximadamente solo a un 0,6% del área total de la celda muestreada. Ello no hace sino subestimar la varianza de la estimación al no considerar la varianza al interior de la celda y, consecuentemente, que el soporte muestral puede ser considerablemente menos que uno.

Es claro entonces, del análisis anterior, que la varianza de la estimación puede estar severamente subestimada al ignorar la varianza intracelda, generando intervalos de confianza de estimación que pueden resultar significativamente más estrechos que los que se obtendría si tuviera en consideración un estimador del soporte muestral. Al respecto se propone dos métodos para obtener una estimación del soporte muestral, uno basado en los modelos de componentes de varianza o Modelos Tipo II del diseño experimental, y un método alternativo basado en muestreo con submuestras o bietápico, que considera que las unidades muestrales de tamaño unitario (1 mn x1 mn) constituyen las unidades primarias y los lances corresponden a submuestras o unidades muestrales secundarias.

Los estudios de *soporte muestral* son estudios distribucionales o de heterocedasticidad, según corresponda. Para su evaluación 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.

3.5.6. Estimación a partir de modelos de componentes de varianza

Para estimar el *soporte muestral* en los caladeros, y considerando los resultados de los proyectos FIP N° 2006-11, FIP N° 2008-17 y posteriores, que permitieron definir los estratos utilizados en la estrategia muestral definida en las secciones anteriores, y considerando posibles variaciones entre estratos, se realiza un análisis basado en la metodología de los Diseños Experimentales (ver por ejemplo a Neter *et al.*, 1996), para el que se seleccionará aleatoriamente al interior de cada estrato dos unidades muestrales de 1 mn x 1 mn, las que en este estudio serán considerados como los tratamientos, (por lo tanto $t = 10$), al interior de las



cuales se replica 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 de varianza y analizar de esa forma la fracción de la variabilidad observada, que corresponde a las variaciones entre unidades muestrales y entre réplicas (lances). El modelo lineal correspondiente es el siguiente:

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

en que

μ media general,

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

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

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

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

Mediante técnicas de Análisis de Varianza se estima las componentes de la varianza total, $\sigma_\tau^2 + \sigma_\varepsilon^2$, que corresponden a las diferencias en variabilidad entre las réplicas (lances) y los tratamientos (las unidades muestrales). Del análisis de los diseños experimentales se sabe que el principal objetivo de las réplicas de los tratamientos (lances repetidos al interior de una unidad muestral) es obtener una estimación del error experimental, es decir, una medida de las distintas respuestas que proporcionan unidades experimentales diferentes (distintos lances), ante el mismo tratamiento (misma unidad muestral). Este análisis permite determinar, mediante la estimación de los Cuadrados Medios del Error Esperados 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 .

3.5.7. Estimación de las componentes de varianza

En función de lo anterior, en este estudio se propone incrementar en 25% la intensidad de re-muestreo al interior de cada celda de referencia, lo que significa fijar celdas de referencia dentro de cada una de las cuales se realizará cinco en lugar de las cuatro réplicas realizadas en el proyecto FIP N° 2007-19. Ello permite obtener una mejor y más comparable estimación de la variabilidad *intra-lances vs. inter-lances*. Eventualmente, estas celdas pudieran servir de testigos permanentes y ser consideradas como celdas de



posición fija, las que podrían repetirse anualmente. Los estimadores de las componentes de varianza se obtienen utilizando las expresiones de la Tabla 4, despejando la componente requerida (Tabla 5).

Se considera que la información de las celdas replicadas, y coincidiendo con las recomendaciones del proyecto metodológico FIP N° 2006-19, puede 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.

3.5.8. Estimación mediante estrategias de submuestreo

Una estimación por submuestreo requiere la definición de M unidades primarias, que en este caso corresponden a las celdas unitarias de $1 \text{ mn} \times 1 \text{ mn}$, que incluyen toda el área de distribución del stock de camarón nailon y de N subunidades o unidades secundarias al interior de cada unidad primaria. En este caso M corresponde al número total de celdas $1 \text{ mn} \times 1 \text{ mn}$ definidas por los antecedentes históricos de abundancia disponible. Respecto de las unidades secundarias, dado que, dependiendo de la dirección en la que el capitán de la nave decide efectuar el lance, entonces es posible realizar infinitos lances distintos en una superficie limitada, y que los lances tienen una duración de 15 minutos a una velocidad de 2 nudos, por lo que su longitud es de $0,5 \text{ mn}$. y considerando que la APA media es de aproximadamente 11 m. es posible concluir que se puede realizar aproximadamente 340 lances paralelos en una unidad primaria, por lo que $n = 340$. Este es claramente un supuesto que se basa en el hecho que es posible definir, aleatoriamente, la posición de los lances paralelos que constituyen la muestra al interior de la unidad primaria.

Por limitaciones del tamaño muestral total de la evaluación (número total de lances), se destinaron 50 lances a efecto de la estimación del soporte muestral, las que se seleccionan mediante muestreo aleatorio simple, con una muestra de tamaño $m = 10$ unidades primarias (celdas de $1 \times 1 \text{ mn}$) y, al interior de cada una de ellas, $n = 5$ unidades secundarias (lances), las que se selecciona paralelas y en una ubicación aleatoria al interior de cada unidad primaria.

La estimación de las varianzas en ambos casos permite modificar los estimadores de la varianza, obteniendo intervalos de confianza, sino más exactos, más reales en cuanto a que representan mejor la variabilidad real de la abundancia del recurso en la zona evaluada. Para una expresión analítica de la varianza a ser utilizada en la estimación, ver Cochran (1977).

3.5.9. Determinación de la grilla para lances de monitoreo

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

1. Dado que se ha utilizado estrategias de muestreo similares a partir del año 2006, (FIP N° 2006-11, FIP N° 2008-17 y FIP N° 2009-16, FIP N° 2011-02, FIP N° 2012-05, FIP N° 2013-02 e IFOP 2014 a



2017), 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 estas se pueden estimar sólo observacionalmente sin incorporar resultados inferenciales. No obstante esto, se realiza un análisis de la ubicación de los lances durante los últimos 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 permite determinar aquellos lances que se han realizado dentro de la misma unidad muestral (cuadrícula de 1 mn x 1 mn). Así, las estaciones de monitoreo permanente se seleccionan 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 considera, además de la ubicación histórica, una cobertura latitudinal suficientemente amplia para que la evaluación de la dinámica temporal de la abundancia pueda realizarse separadamente por Región, en particular, dado que en general los requerimientos de las Bases establecen una estimación regional de la biomasa.
3. Respecto del número de celdas a considerar para el monitoreo, se considera que, para no disminuir significativamente el tamaño muestral necesario para la estimación de la biomasa global, el número de lances no debiera superar el 10% del número total de lances realizados, distribuidos aleatoriamente a lo largo de un gradiente latitudinal, de modo que la aleatorización deberá realizarse sobre el 90% de lances restantes. No obstante esta restricción pudiera afectar el proceso de aleatorización global, se se estima que este número no es lo suficientemente grande como para producir sesgos en los resultados totales, tanto más, cuanto la ubicación de estos lances históricos se 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 realiza aleatoriamente a lo largo de un gradiente latitudinal, teniendo en consideración las restricciones respecto de sus posiciones históricas (últimos tres años).

3.5.10. 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, km²), lo cual resulta en que z tiene unidades de captura por unidad de área, o CPUA (por ejemplo, kg/km²).

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 nailon en una franja de fondo marino que es 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 asume 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 utilizando el Teorema de Pitágoras. Si, en cambio, la nave describe una trayectoria no lineal, se utiliza 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 determina 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, es:

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\hat{z}_{p_w}(x,y) = \hat{z}(x,y)p_w + \varepsilon_{z_{p_w}}(x,y), \quad \varepsilon_{z_{p_w}}(x,y) \sim N(0, \sigma_{z_{p_w}}^2)$$



$$\hat{z}_{pN}(x, y) = \hat{z}(x, y)p_N + \varepsilon_{z_{pN}}(x, y), \quad \varepsilon_{z_{pN}}(x, y) \sim N\left(0, \frac{\sigma_{z_{pN}}^2}{w_p^2}\right)$$

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

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

3.5.11.1. Presentación

Los Sistemas de Información Geográfica permiten visualizar un fondo cartográfico constituido por capas de información, las que se despliegan una sobre otra a voluntad. Así, se puede exhibir -separada o conjuntamente- líneas de costa, veriles de profundidad, hitos submarinos relevantes (montañas o abismos submarinos, volcanes sumergidos, etc.), y lo que resulta relevante para este proyecto, tal como la distribución espacial de los lances de pesca, límites de la distribución del recurso objetivo y focos de abundancia. Para cada elemento identificado en la representación digital se puede asociar en la pantalla una tabla con las propiedades que se hayan ingresado al sistema, que corresponda a ese elemento (Fig. 4).

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

3.5.11.2. Georreferenciación de los lances de pesca

La cartografía se trabajó con un software SIG *ad hoc* para los propósitos del proyecto. que permite trabajar con información gráfica y alfanumérica. Primero se preparó 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).

Para mejorar la precisión de la ubicación de los lances de pesca y reducir las fuentes de error de observación, todos los posicionadores satelitales fueron configurados y calibrados con el mismo Datum. Adicionalmente, para la localización de los lances de pesca y, posteriormente, los focos de abundancia del recurso objetivo, se dispuso del modelo digital de terreno (DEM) creado en la Universidad Católica del Norte, a partir de una base de puntos georreferenciados con valores batimétricos y que ha sido utilizado en los proyectos FIP N° 2003-03, FIP N° 2004-11, FIP N° 2005-09, FIP N° 2006-04, FIP N° 2006-11, FIP N° 2007-19, FIP N° 2008-16, FIP N° 2008-17, FIP N° 2009-16, FIP N° 2011-02, FIP N° 2012-05, FIP N° 2013-02 y estudios para IFOP de los años 2014 a 2017.



3.5.11.3. Metodología de implementación de bases de datos

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

3.5.11.4. Procesamiento y tratamiento de la información.

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

3.5.12. Coeficiente de capturabilidad

El coeficiente de capturabilidad (q) en cruceros de evaluación directa mediante área barrida corresponde a la constante de proporcionalidad entre el rendimiento de pesca, en este caso, la captura por unidad de área (CPUA, t/km²) y la abundancia/biomasa real (B). El coeficiente de capturabilidad es dependiente de la disponibilidad (q_a) del recurso y la eficiencia de captura (q_e), luego, la biomasa real se puede expresar como (Walsh, 1996):

$$B = \frac{CPUA}{(q_a \cdot q_e)}$$

La eficiencia de captura (q_e), corresponde a la fracción de la abundancia/biomasa que se encuentra en la trayectoria o recorrido de la red que fue efectivamente retenida. Walsh (1996) establece que, tomando en consideración que las evaluaciones directas se realizan en el área de distribución de la especie de interés, y que ésta es accesible al arte de muestreo (red de arrastre), se puede asumir que $q_a = 1$. Luego, lo que se requiere estimar en este caso es la eficiencia de captura (q_e).

Para la estimación del coeficiente de capturabilidad, se desarrolló el siguiente experimento:

1. Se seleccionó un área, parte de un foco de abundancia, con altos niveles de densidad (para asegurar la disponibilidad del recurso), en la que se determinó la abundancia/biomasa. Luego, se asumirá conocida la abundancia/biomasa de dicha Región.
2. Se realizó lances de pesca instrumentados con sistemas de medición de APA. La red estaba recubierta por un cobre-copo de manera de reducir la selectividad del aparejo.
3. Se determinó el área barrida, la captura y el rendimiento de pesca.

Luego, conocida la biomasa y la captura por unidad de área, se estimó q .



3.6. Objetivo Específico 1

Estimar la biomasa vulnerable total (en peso), la abundancia vulnerable total (en número) y la distribución espacial del recurso camarón nailon en el área y periodo de estudio.

3.6.1. Biomasa y abundancia del recurso camarón nailon.

Un aspecto que ha sido considerado como relevante en el análisis de la distribución espacial de la densidad de camarón nailon y empleo de herramientas geoestadísticas, es la identificación y definición de las denominadas zonas de análisis geoestadístico (ZAGs). Este concepto fue introducido por nuestro grupo de trabajo por primera vez en el año 2004, en la evaluación directa de langostino amarillo y langostino colorado (Acuña *et al.*, 2004) y aplicada luego en las evaluaciones de camarón nailon (Acuña *et al.*, 2007a).

Mejoras recientes a la definición de las ZAGs han considerado la modelación de la captura por unidad de área barrida (CPUA) y la estructura de tallas mediante Modelos Aditivos Generalizados (GAM; Hastie & Tibshirani, 1990) incluyendo variables tales como la profundidad y posición geográfica (latitud y longitud) de la medida local de CPUA. Los GAM son una técnica estadística no paramétrica que permite el ajuste de modelos estadísticos acordes con la teoría ecológica y que muestran un sostenido aumento de aplicaciones para estudiar la distribución espacial de especies marinas y su relación con su entorno (Sacau *et al.*, 2005; Ciannelli *et al.*, 2008; Murase *et al.*, 2009, Seidel *et al.*, 2014).

Este enfoque (uso de GAMs para la delimitación de ZAGs) se utilizó en este estudio, para lo cual se consideró como variable respuesta la captura por unidad de área (CPUA, t/km²) de camarón nailon transformada a logaritmo, de la forma: $\log(\text{CPUA}+1)$. Como variables explicatorias se utilizó la latitud (°S), longitud (°W), profundidad del lance (Prof, m) y captura por unidad de área log-transformada de langostino amarillo ($\log(\text{CPUA}_{\text{Cervjoh}}+1)$) y langostino colorado ($\log(\text{CPUA}_{\text{Pleumon}}+1)$). Definidas las ZAG, las estructuras espaciales de la densidad poblacional de camarón nailon fueron analizadas empleando geoestadística intrínseca.

En atención a los Términos Básicos de Referencia y los resultados del estudio FIP N° 2006-19 “Estandarización de procedimientos metodológicos para la evaluación de crustáceos demersales a través del método de área barrida”, para el análisis de la distribución espacial del recurso camarón nailon se aplicó un enfoque geoestadístico, siendo ésta reconocida como la técnica de análisis más apropiada para este tipo de análisis (Petitgas, 1993; Rivoirard *et al.*, 2000; Vaz *et al.*, 2005; Woillez *et al.*, 2005; Kasatkina & Gasyukov, 2006), y que ha venido aplicándose por el consultor desde el año 2003, primero en el Proyecto FIP 2003-03, y en proyectos posteriores: FIP N° 2004-11, FIP N° 2005-09, FIP N° 2006-04, FIP N° 2006-11, FIP N° 2007-19, FIP N° 2009-16, FIP N° 2011-02, FIP N° 2012-05, FIP 2013-02, Evaluación Directa IFOP 2014, Evaluación Directa IFOP 2015, Evaluación Directa IFOP 2016 y Evaluación Directa IFOP 2017.

La geoestadística permite explorar, caracterizar y cuantificar la estructura de las agregaciones poblacionales de los recursos en estudio, y de acuerdo con Vaz *et al.* (2005), se debe preferir a otras técnicas. Por otro lado, del análisis de diferentes estrategias de muestreo y estimadores de la densidad poblacional promedio,



se encontró que la utilización de un enfoque geoestadístico intrínseco y un diseño de muestreo aleatorio estratificado (mismo diseño utilizado en este estudio) produce estimaciones con el menor error estándar (ICES, 2005), para un recurso distribuido en zonas de distintas densidades dentro de una franja latitudinal, como es el caso del camarón nailon.

Una propiedad importante de este método de análisis es que supone que la variable medida localmente (densidad poblacional o captura por unidad de área = CPUA) es la realización de una variable aleatoria y, por lo tanto, se puede dar cuenta rigurosamente del error en la determinación de la variable localmente.

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

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

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

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

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

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



Cuando existe efecto proporcional en los datos, es decir, cuando los cambios espaciales en la media local tienen asociado un cambio proporcional en su variabilidad, es conveniente utilizar variogramas experimentales relativos o estandarizados (Isaaks & 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 usó variogramas estandarizados en todos los análisis pues esta opción no afecta la estimación del parámetro relevante del modelo y la hace 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 ajustó los modelos que permiten relacionar la estructura observada con el supuesto proceso generador. Los modelos considerados 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.

Cuando los variogramas experimentales resultaron caóticos, producto de valores extremos, se usó la versión robusta propuesta por Cressie (1993):

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

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

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

donde H es el número de intervalos en que se divide 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 realizó 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 fue 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 fue obtener una estimación insesgada de la densidad media (Z^*) en la zona de prospección (Isaaks & Srivastava 1989). Además, como criterio secundario, y con el objetivo de incorporar una medida conjunta del sesgo y de la dispersión de las estimaciones con respecto a los valores verdaderos, se calculó el cuadrado medio del error según:

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

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

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

Se utilizó el *kriging puntual ordinario* como método de interpolación para obtener una estimación de la densidad media de camarón nailon sobre cada estrato y sobre cada foco de abundancia. Se consideró la distancia mínima promedio entre las estaciones de muestreo como la distancia internodal de la grilla de interpolación. Los parámetros del variograma teórico y del *kriging* seleccionados después de la validación cruzada, se utilizaron 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 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*, fue minimizada.



El mapeo geoestadístico se implementó en lenguaje R, con el paquete PBSmapping (Schnute *et al.*, 2010; www.r-project.org), que incorpora la posibilidad de incluir los parámetros del variograma teórico ajustado para la interpolación por kriging al interior de los focos de abundancia identificados. Al respecto, en este mismo programa se puede incluir la grilla de interpolación previamente definida y construir los mapas de distribución de la densidad deseados.

3.6.2. Análisis espacio-temporal de la distribución espacial de la densidad

Para este análisis se determinó y analizó la variación espacial del recurso para la Unidad de Pesquería (II a VIII Regiones) de:

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

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

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

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

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

- (iii) el Índice de Gini (IG), que mide el grado de agregación del recurso en el área de estudio, calculado a partir de la aplicación de la Curva de Lorenz (L), la que se construye representando en el eje- x el porcentaje acumulado del área, mientras que en el eje- y se representa el porcentaje acumulado de la biomasa.

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

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

- (iv) Medida de la estructuración espacial. El nivel de estructura espacial puede ser inferido 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.

3.6.3. Biomasa y abundancia del recurso camarón nailon

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 una distribución sesgada, convergiendo a una distribución normal simétrica sólo cuando el tamaño de muestra se hace infinitamente grande (asintóticamente normal).

Cuando se muestrea desde una distribución sesgada, como es el caso de los datos de arrastre de fondo de camarón nailon, con un tamaño de muestra pequeño a moderado (a veces limitado presupuestariamente), el estimador de densidad media poblacional es bastante sensible a la presencia de observaciones infrecuentemente altas, las que tienden a sobreestimar la media poblacional. La extensión de dicha sobreestimación depende, en gran parte, de 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 2006-19 "Estandarización de procedimientos metodológicos para la evaluación de crustáceos demersales a través del método de área barrida", para una grilla regular de muestreo 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 con una disminución del número de estaciones positivas el intervalo se incrementa.

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

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 redujo el número de estaciones positivas, la media poblacional también se redujo, pero en magnitudes poco significativas, 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 y es utilizado en este estudio.

3.6.4. Método geoestadístico intrínseco

De acuerdo a las Bases Técnicas, las estimaciones de biomasa y abundancia de la especie objetivo se deben estimar para la zona total (área de distribución total), así como también por talla, sexo, región y foco de abundancia detectado (ver metodología más adelante). Adicionalmente, las estimaciones de biomasa y abundancia se deben entregar en forma separada para el área de reserva a la pesca artesanal (ARPA) y el resto del área de estudio. Para este efecto, en los focos de abundancia que se detectan se identifica la fracción de área que se encuentra dentro y fuera del ARPA, así como la fracción de área en cada Región cuando los focos de abundancia se extienden en más de una región administrativa.

Los métodos presentados para el objetivo específico 1, de distribución espacial de la densidad en peso total, de machos y de hembras, fueron utilizados en esta parte para estimar la biomasa vulnerable mediante la integración a través de la grilla generada por kriging dentro de un polígono que define el área del stock en cada estrato, foco de abundancia, fracción dentro y fuera del ARPA, y fracción del área en cada Región. 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 (o fracción del 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, fueron estimados 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:

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

La biomasa y abundancia por Región, dentro y fuera del ARPA, Zona de Análisis Geoestadístico (ZAG) y total se obtiene de la sumatoria de las biomاسas/abundancias de los focos o fracciones de foco que se encuentran en cada Región, ARPA y/o ZAG.



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 & 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 & Lafont 1997). Este tema se trata más adelante en este capítulo. Consideremos por ahora sólo la varianza de estimación del estimador de la media zonal, cuya forma es:

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

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

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

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

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

Este método de estimación de la varianza de la densidad media por geoestadística intrínseca sólo depende de los datos indirectamente, a través de la estimación del modelo de variograma del Objetivo Especifico 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, es ingresado en el algoritmo EVA2 de Petitgas & 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 & Huijbregts (1978).

3.6.5. Varianza total de estimación de biomasa

El estimador geoestadístico de biomasa (B) presenta cuatro fuentes de incertidumbre que son estimadas, a saber:

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



- La varianza del área, $\hat{\sigma}_s^2$.

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

3.6.6. Modelo “top-cut”

Sea $Z(x)$ la variable de interés en la localización x , por ejemplo la densidad poblacional, y z_e , un valor límite de corte “top-cut”. El corte, o valor de truncamiento es igual a $Z(x)$ si este es menor que z_e y z_e en otro caso, lo que se puede anotar como:

$$Z(x) \wedge z_e = \text{Min}(Z(x), z_e) \quad \text{o} \quad Z(x)1\{Z(x) < z_e\} + z_e1\{Z(x) \geq z_e\}$$

donde $1\{Z(x) < z_e\}$ es el indicador superior al corte z_e (igual a 1 si $Z(x)$ excede z_e y cero en el caso contrario). El exceso, esto es, la parte que ha sido removida, es igual a cero si $Z(x)$ es menor que z_e y hasta $Z(x) - z_e$, en otro caso. Esto lo podemos denotar como

$$B_{z_e}(x) = [Z(x) - z_e]1\{Z(x) \geq z_e\}$$

Podemos separar la variable original en una parte truncada y indicador ponderado y los residuos, de la forma:

$$Z(x) = [Z(x) \wedge z_e] + [m(z_e) - z_e]1\{Z(x) \geq z_e\} + R_{z_e}(x)$$

La estimación de la variable regionalizada en cualquier posición de la vecindad (focos de abundancia) se obtiene mediante kriging:

$$Z(x)^* = [Z(x) \wedge z_e]^* + [m(z_e) - z_e]1\{Z(x) \geq z_e\}^* + R_{z_e}(x)^*$$

que por lo tanto requiere de la estimación de variogramas simples para cada uno de estos tres componentes.

3.6.7. Enfoque geoestadístico con deriva externa

La pesquería de camarón nailon se administra como una única unidad de pesquería que abarca desde la II a la VIII Regiones. Sin embargo, las evaluaciones de stock (indirectas) con las que luego se establecen las capturas biológicamente aceptables (CBAs) y que luego se traducen en cuotas de captura, se realizan para una macrozona norte (II - IV Regiones) y una macrozona sur (V - VIII Regiones). Considerando la definición actual de Unidad de Pesquería para el recurso camarón nailon, y el gradiente latitudinal de la densidad poblacional que ha sido observado a lo largo de varios años, por sugerencia del Dr. Pierre Petitgas, se



consideró estimar la biomasa de camarón nailon mediante un enfoque geoestadístico con deriva externa (Goovaerts, 1999; 2000, Rivoirard, 2002).

Al respecto se modeló la densidad de camarón nailon para toda el área de estudio con un variograma con deriva externa considerando un modelo (de deriva) de primer orden, de la forma,

$$\mu(x) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2$$

donde $\mu(x)$ es la media del proceso aleatorio espacialmente explícito, $x = (x_1, x_2)$ denota las coordenadas de una localización espacial, y β_0, β_1 y β_2 , son los parámetros del modelo lineal.

3.6.8. Área de los focos de abundancia. Geoestadística transitiva

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

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

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

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

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

y su estimador geoestadístico transitivo es

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



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

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

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

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

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

3.7. Objetivo Específico 2

Caracterizar la estructura demográfica del recurso objetivo en el área de estudio.

3.7.1. 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 cada especie. El muestreo biológico consiste en obtener estrictamente al azar 4 kg de camarón nailon. Este procedimiento ha sido utilizado desde Acuña *et al.* (2002). A partir de estos datos y para mantener un nivel de precisión de muestreo adecuado, se estimó que el tamaño muestral para frecuencia de tallas es aproximadamente 400 ejemplares por lance, los que corresponden a 3,7 kg, que es lo que se aproxima a 4 kg por razones operacionales (rapidez a bordo en la toma de muestras y mejor uso del tiempo).

Para efectos prácticos, la unidad básica de muestreo biológico es un balde de 4,5 a 5 litros. Los ejemplares se guardan en bolsas de polietileno grueso, indicándose el número correlativo del lance, su posición, fecha y las horas de calado y virado, al menos, y son mantenidas en hielo en escamas mientras están a bordo. Las muestras fueron enviadas al laboratorio húmedo del Departamento de Biología Marina de la Universidad



Cat3lica del Norte, donde se almacenaron (congeladas) y luego analizadas. En el laboratorio los ejemplares fueron sexados, medidos en su longitud cefalotor3cica (LC; precisi3n de 0,1 mm) y pesados (peso total; precisi3n de 0,01 g).

3.7.2. Tama1o de muestra

En el c3lculo de tama1o de muestra para caracterizar la condici3n reproductiva de camar3n nailon en cada fracci3n del 3rea de estudio se ha tomado como variable de referencia el peso total (PT) y est3 supeditada al muestreo piloto de la estructura de pesos, de la cual se obtendr3 el coeficiente de variaci3n ($CV_{(PT)}$). A continuaci3n, se presenta los tama1os muestrales (n) para un nivel de incertidumbre α de 0,05 considerando un error de 10% ($d = 0,1$) y un coeficiente de variaci3n te3rico entre 10 % y 30%, calculado siguiendo a Cochran (1977), donde $t_{\alpha,\infty}$ es el valor de la distribuci3n t-Student para el nivel de incertidumbre α y ∞ grados de libertad. Al mismo tiempo se entrega el tama1o de muestra para distintos niveles del coeficiente de variaci3n.

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

$CV_{(PT)}$ (%)	N ($t_{0,05;\infty}$)
10	196
15	294
20	392
25	490
30	588

Al respecto, si se utilizara un $CV = 15\%$, entonces el tama1o m3nimo de muestra por foco de abundancia ser3a de 294 ejemplares. En consecuencia, el tama1o de muestra a considerar se asumir3 con un error esperado entre 10% y 15%, lo que equivale a 196 y 294 ejemplares por foco de abundancia. Este tama1o de muestra es utilizado, adem3s, para la estimaci3n de los par3metros de la relaci3n talla-peso descrita en el objetivo espec3fico anterior.

3.7.3. Relaci3n longitud-peso

La relaci3n longitud-peso en la mayor3a de las especies marinas est3 definida por una ecuaci3n 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 m3todo de estimaci3n de los par3metros de la relaci3n longitud-peso a utilizar consiste en M3nimos Cuadrados No Lineales (MCNL), que se basa en minimizar la suma de los errores cuadr3ticos ($S(\theta)$). Partiendo de la Ecuaci3n 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 2. Adicionalmente, se estimó la relación tamaño-peso para ambos sexos en conjunto.

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:



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

- donde: w_{ijk} : es el peso del i -ésimo ejemplar del intervalo de longitud j cuyo límite inferior es k ;
- $1_{[jk]}$: es el primer elemento del intervalo de longitud j .
- $n_{jk+1}[$: es el número de ejemplares del intervalo de longitud j considerando el último individuo cuya longitud es $k + 1$ mm.
- \bar{w}_j : es el peso promedio del j -ésimo intervalo de longitud, y
- $s_{w_j}^2$: es la varianza del peso en el j -ésimo intervalo de longitud.

3.7.4. Proporción sexual

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

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

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

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

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

donde: \bar{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 .

3.7.5. Influencia de la profundidad en la estructura y diversidad genética poblacional de *Heterocarpus reedi*.

La estructura genética entre poblaciones locales tiende a reflejar la interacción entre múltiples mecanismos. Establecer barreras físicas que restringen el flujo genético y realzan las diferencias entre poblaciones es fundamental para poder entender los mecanismos involucrados en la estructura genética de las especies. En ambientes marinos, particularmente para especies altamente vágiles, a pesar que este tipo de barreras no son evidentes, la retención larval (Knutsen *et al.* 2007), la adaptación local (Natoli *et al.* 2005, Segovia *et al.* 2017) y las barreras oceanográficas y batimétricas (e.g Perez-Losada *et al.* 2012), entre otras, han sido sugeridas como factores para explicar la estructura genética en ausencia de barreras físicas al flujo genético. En particular, los efectos en la estructura genética de la profundidad en especies que habitan un amplio rango batimétrico han sido estudiados particularmente en peces (e.g Knutsen *et al.* 2009), mostrando incluso rangos especie-específicos en la ocurrencia de especies respecto a la profundidad (Haedrick & Merrett 1988).

En este tipo de organismos, hay estudios que sugieren que algunas especies ven afectada su migración y dispersión a algunas características oceanográficas tales como diferentes masas de agua, patrones de circulación, corrientes, entre otras (Koslow 1993 para una revisión). En este sentido, la circulación oceánica podría influenciar de manera significativa las características batimétricas, mostrando diferencias entre sectores someros versus zonas más profundas las que podrían actuar como barreras a la dispersión (Knutsen *et al.* 2009).

El camarón nailon *Heterocarpus reedi*, representa un importante recurso comercial entre los crustáceos demersales, siendo el principal crustáceo capturado a nivel nacional en Chile (Gálvez 1997). Habita fondos someros de Chile central con un rango batimétrico entre 100 y 500 metros. La especie presenta una larva de larga duración en la columna de agua (confamiliales desde 17 días a 2 a tres meses; Shumway *et al.* 1985, Lendeira *et al.* 2010, Jiang *et al.* 2014), lo que le confiere una alta capacidad de dispersión intrínseca. Nuestros resultados previos indicaron una baja estructura genética a lo largo de su rango de distribución latitudinal, con un alto flujo genético espacial (Fig. 5). Sin embargo, algunos parámetros de diversidad genética, particularmente haplotípica, muestran una correlación negativa con la profundidad (Fig. 6) lo que resulta interesante tomando en cuenta que la estructura genética es bastante homogénea latitudinalmente.

El objetivo de esta propuesta, es poner a prueba esta relación mediante un muestreo que cubra un amplio rango batimétrico para establecer la importancia de la profundidad en la estructura y diversidad genética de *Heterocarpus reedi*.

Obtención de muestras:

Se obtendrá un total de 270 individuos desde 9 localidades desde los 25° hasta los 36°S en el Pacífico sudeste abarcando desde 100 hasta 500 m para contar con 30 individuos por sitio cada 50 metros de profundidad. A cada individuo se le extraerá un trozo de músculo del abdomen el cual será preservado en



etanol absoluto hasta la extracción de ADN. El ADN será extraído usando el protocolo del kit E.Z.N.A (Omega, USA) siguiendo las instrucciones del fabricante.

Una vez extraído el ADN, se amplificará vía PCR un fragmento de ~700pb del gen COI usando partidores universales (Folmer *et al.* 1994) y un fragmento hipervariable de la región control D-loop (CITA) para evaluar comparativamente la diversidad y diferenciación genética en todo el rango batimétrico estudiado.

Análisis de datos

Una vez obtenidas las secuencias para ambos genes, se utilizarán análisis filogeográficos clásicos para intentar establecer el rol de la profundidad en la estructura genética. Como primer paso se inferirán cambios en la demografía histórica de cada población, las cuales provocan cambios en la diversidad genética y permiten establecer si las secuencias utilizadas están o no bajo neutralidad. Para ello, se utilizarán las pruebas de neutralidad D de Tajima (Tajima 1989) y de F de Fu & Li (Fu & Li 1993) en el programa DNAsp 6.0 (Rozas *et al.* 2017). Este tipo de análisis se realiza para validar el supuesto que el marcador utilizado es neutral a la selección natural.

La caracterización de la diversidad genética se realizará mediante índices de diversidad genética por sitio y para el total de secuencias, usando el software DnaSP 6.0 (Rozas *et al.* 2017). Los índices de diversidad genética que se evaluarán son el número de sitios segregantes de haplotipos, la frecuencia de haplotipos por sitio, la diversidad haplotípica (probabilidad que dos haplotipos elegidos al azar sean diferentes), la diversidad nucleotídica (probabilidad que dos sitios homólogos entre secuencias elegidos al azar sean diferentes) y el número promedio de diferencias entre pares de haplotipos (K). Adicionalmente, utilizando el software CONTRIB (Petit *et al.* 1998), se estimará la riqueza haplotípica corrigiendo por el tamaño poblacional para evitar sesgos por efecto del muestreo y permitirá rarefaccionar los valores de diversidad haplotípica.

Adicionalmente, se estimará la diferenciación genética intra y entre poblaciones en las distintas profundidades mediante el índice Φ_{ST} (Weir & Cockerham 1984) usando el programa ARLEQUIN v 3.5 (Excoffier & Lischer 2010). El estadístico Φ_{ST} es análogo al estadístico F_{ST} de Wright pero diseñado para datos haploides; utiliza las frecuencias haplotípicas y las diferencias nucleotídicas entre secuencias para estimar diferenciación entre pares de poblaciones.

Para evaluar la influencia del flujo genético y la similitud en la diferenciación genética entre sitios se utilizará un test de Mantel. Este test permite analizar la relación entre dos matrices de distancia, en este caso distancia genética y distancia batimétrica. La distancia batimétrica entre sitios se calculará mediante la función *dist* en el paquete *Vegan* en R (R Development Core Team, 2017), el cual también se utilizará para ejecutar el test de Mantel.

Finalmente, para establecer relaciones entre la diversidad y diferenciación genética en función del rango batimétrico, se correlacionarán los índices de diversidad obtenidos para ambos genes con la profundidad utilizando análisis lineales en R.



3.8. Objetivo Específico 3

Determinar la composición e importancia relativa de las especies que constituyan fauna acompañante del recurso camarón nailon, estructura de tamaños, y aspectos tróficos de las principales especies en el área y periodo de estudio.

3.8.1. Introducción

El uso de registros cuantitativos por lance de pesca de la fauna acompañante de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*), langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) y langostino amarillo (*Cervimunida johni*) ha permitido caracterizar a las comunidades macrofaunísticas asociadas a tales recursos pesqueros (Acuña *et al.*, 1995; Acuña *et al.*, 2005; Acuña *et al.*, 2006; Acuña *et al.*, 2007a; Acuña *et al.*, 2007b; Acuña *et al.*, 2008; Acuña *et al.*, 2009; Acuña *et al.*, 2013). Dada la naturaleza de la información (CPUA de las especies o taxa de la fauna acompañante por lance en toda el área de estudio), para el análisis de la fauna acompañante se ha aplicado métodos multivariados (Clarke & Warwick, 1994; Menezes *et al.*, 2009; Dell *et al.*, 2009; Catalán *et al.*, 2006), lo que incluye la permutación no paramétrica ANOSIM (Fennessy *et al.*, 1994; Warwick *et al.*, 1997; Catalán *et al.*, 2006; Dell *et al.*, 2009) para contrastar la estructura de comunidades de la macrofauna (Labropoulou & Papaconstantinou, 2004; Menezes *et al.*, 2009), y particularmente de las comunidades de camarón nailon, langostino colorado y langostino amarillo (Acuña *et al.*, 2006; Acuña *et al.*, 2007). El conocimiento actual señala que la estructura comunitaria asociada a esos recursos pesqueros está determinada por muy pocas especies que contribuyen mayormente a la CPUA, permitiendo la identificación de ensamblajes faunísticos, los que no exhiben cambios temporales significativos (Acuña *et al.*, 2006; Acuña *et al.*, 2007; Sagua, 2015).

La distribución espacial de asociaciones de la ictiofauna demersal ha sido ampliamente estudiada (Oviatt & Nixon, 1973; Gabriel & Tyler, 1980; D'Onghia *et al.*, 2004; Labropoulou & Papaconstantinou, 2004; Moranta *et al.*, 2008; Busalacchi *et al.*, 2010), ligándola a la batimetría y tipo de fondo (Abello *et al.*, 2002), masas de agua (Carney, 2005), interacciones inter-específicas y la pesca (Blanchard, 2001). Se ha comunicado que la profundidad es el principal modelador de ensamblajes de peces marinos (Bergstad *et al.*, 2008; García-Rodríguez *et al.*, 2011), registrándose cambios en la composición de especies con la profundidad en la plataforma continental y el talud en Portugal (Gomes *et al.*, 2001; Sousa *et al.*, 2005), en el Mar Mediterráneo de Francia (Gaertner *et al.*, 2002), en el Mar Mediterráneo Oriental (D'Onghia *et al.*, 2004), en el Mar Mediterráneo Nororiental (Labropoulou & Papaconstantinou, 2004; Gaertner *et al.*, 2005), en el Mar Mediterráneo Occidental (Moranta *et al.*, 2008), en el Océano Atlántico Nororiental (Menezes *et al.*, 2009) y en Chile central (Menares & Sepúlveda, 2005; Sagua, 2015). También se ha mencionado que factores físicos (condiciones hidrográficas, pendiente de la plataforma continental, tipo de sustrato) y biológicos (disponibilidad y abundancia, relaciones predador-presa) son causa de la zonación ictiofaunística junto con la profundidad (Bianchi, 2007; Clark *et al.*, 2010; Keskin *et al.*, 2011), así como la pesca (Blanchard, 2001; Zwanenburg, 2000).

En los trabajos pioneros de Yáñez (1974) y Yáñez & Barbieri (1974) se analizó especies de la fauna acompañante en la pesca de arrastre merluquera y camaronesa, encontrándose diferencias espaciales y estacionales en la captura por unidad de esfuerzo entre ambos tipos de flotas. Casi 20 años después,



Arancibia (1992) reportó que la ictiofauna marina de Chile central presentaba notable discontinuidad en el quiebre entre la plataforma y el talud continental, coincidiendo con lo reportado luego por Pavez *et al.* (1994), Roa *et al.* (1999), Villarroel *et al.* (2001), Arana *et al.* (2003) y Bahamonde *et al.* (2003) para las pesquerías de crustáceos, lo que ha confirmado recientemente Sagua (2015) en un estudio de mediano plazo (5 años) a partir de la CPUA de la fauna acompañante en cruceros de pesca de investigación financiados por el Fondo de Investigación Pesquera (FIP).

3.8.2. Descripción de la abundancia de la fauna acompañante

Se listó las especies capturadas como fauna acompañante durante la operación del PAM “Lonquimay” que operó por fuera del área de reserva a la pesca artesanal (ARPA), y la operación de la L/M “Don José Miguel” que operó en el ARPA. Se informa la frecuencia de ocurrencia (porcentaje), captura (toneladas) e importancia relativa (porcentaje en peso), tanto respecto de la captura total como respecto de la captura del recurso objetivo 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 camarero, entonces se agregó un listado de la captura por unidad de esfuerzo estándar (CPUE; $\text{kg} \cdot \text{km}^{-2}$) promedio por taxon, ordenando los taxa de mayor a menor CPUE.

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

La descripción latitudinal se realizó para cada Región del área de estudio. Es muy probable que esta regionalización no guarde relación con la distribución (estratificación) propia de los taxa de la fauna acompañante. Entonces, se efectuó una segunda estratificación de acuerdo a la estructura comunitaria que se logró identificar, según los procedimientos metodológicos que se expone a continuación.

3.8.2.1. Identificación de asociaciones

En la escala espacial se identificó las asociaciones de la macrofauna con el Método de Clasificación (Análisis de Cluster o Dendrograma) y el Método de Ordenación Multidimensional (MDS) (Clifford & Stephenson, 1975), utilizando los paquetes “**vegan**” y “**cluster**” en lenguaje R. Este análisis consistió en comparar por pares todos los lances de pesca, en función de la CPUE de cada especie, utilizando el Índice de Similitud de Bray-Curtis (*IBC*; Bray & Curtis, 1957), cuya expresión es la siguiente:



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

donde p es el número de puntos de muestreo; X_{ij} es la CPUE de la especie (o taxón) i en el lance j , X_{ik} es la CPUE de la especie i (o taxón) en lance k .

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

3.8.2.2. Determinación de diferencias entre asociaciones

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

Luego de identificadas las asociaciones de especies a través del Análisis de Clasificación, éstas son comparadas con los procedimientos de ANOSIM implementados en el paquete **vegan**, y que consisten en una permutación no paramétrica aplicada a la matriz de similitud de rangos basada en la ordenación o clasificación de las muestras. Este método entrega el coeficiente R y su respectivo nivel de significancia, y se encuentra definido por la siguiente ecuación:

$$R = \frac{(\bar{r}_B - \bar{r}_W)}{n(n-1)/4}$$

donde: \bar{r}_B es el promedio de los rangos de similitud de todos los pares de réplicas en los diferentes sitios (estratos); \bar{r}_W es el promedio de todos los rangos de similitud entre réplicas dentro de cada sitio (estrato).

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



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

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

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

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

Para la determinación de la contribución de cada especie (o taxón) a la (dis)similitud 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 (o taxón por taxón) mediante el índice Bray & Curtis, de tal forma que la contribución a la (dis)similitud de la i -ésima especie (o taxón) entre dos muestras j y k , de distintos grupos, está dada por:

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

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

3.8.3. Distribución espacial y estructura de tallas de las principales especies de la fauna acompañante

3.8.3.1. Distribución espacial

El análisis de la distribución de la fauna acompañante consideró la variable captura por unidad de área (CPUA) de las primeras 10 especies (o taxa) de peces de la fauna acompañante. Estas diez especies dan cuenta de más del 90% de la fauna acompañante en el crucero de evaluación directa de camarón nailon. Al respecto, para determinar focos de abundancia de las especies de fauna acompañante seleccionadas y caracterizar la distribución espacial de la CPUA especie-específica, se aplicó los mismos procedimientos descritos que para el análisis de la densidad poblacional del recurso objetivo.

3.8.3.2. Estructura de tallas de las principales especies de la fauna acompañante

Para las principales especies de la fauna acompañante se construyó la estructura de tallas sobre la base de la separación espacial en por región administrativa, en aquellas en las que se dispuso de información (IV a



VIII Regiones). Se dispone de estructuras de tallas para cada una de las principales especies de la fauna acompañante.

3.8.4. Contenido estomacal de las principales especies de la fauna acompañante

3.8.4.1. Introducción

El uso de registros cuantitativos por lance de pesca de la fauna acompañante de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*), langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) y langostino amarillo (*Cervimunida johni*) ha permitido caracterizar a las comunidades macrofaunísticas asociadas a tales recursos pesqueros (Acuña *et al.*, 1995; Acuña *et al.*, 2005; Acuña *et al.*, 2006; Acuña *et al.*, 2008). En este sentido, la determinación de las relaciones tróficas entre las especies ayuda a entender la organización comunitaria y la estructuración del ecosistema (Krebs, 1994). Los estudios tróficos son útiles para analizar parte del ecosistema e inferir respecto de algunos procesos biológicos (López *et al.*, 2010), siendo utilizados, por ejemplo, para estimar el consumo de biomasa, cuantificar interacciones predador-presa o analizar el flujo de energía entre elementos del ecosistema (López & Meléndez, 2012; López & Meléndez, 2013).

Aquí se describe la alimentación de dos especies de peces de la fauna acompañante en las capturas de la especie objetivo durante el crucero de evaluación de 2017, a saber: merluza común (250 estómagos analizados) y lenguado de ojos grandes (277 estómagos analizados).

3.8.4.2. Metodología. Análisis de contenido estomacal.

Los estómagos de peces fueron obtenidos de los lances de pesca del crucero de evaluación. Los estómagos provienen de los muestreos biológico-específicos de los peces, depositados en bolsas plásticas y mantenidos con hielo en la bodega de la nave. En el laboratorio se midió, pesó e identificó el sexo de cada pez muestreado, el que fue eviscerado, obteniéndose su estómago y almacenándolo en bolsas plásticas individuales debidamente etiquetadas, congelando la muestra para posterior análisis. Cada estómago fue pesado en balanza electrónica de 0,1 g de precisión, se extrajo el contenido estomacal, separando a nivel de taxon más bajo, el que fue cuantificado, registrando su peso (g).

Las presas tal como peces, crustáceos y moluscos fueron identificados con estereoscopio (lupa) usando claves y/o descripciones de Antezana *et al.* (1976), Retamal (1981), Retamal (2000) para crustáceos; Wisner (1976) para mictófidios; y Xavier & Cherel (2009) para cefalópodos. El análisis de los contenidos estomacales se basó en el descriptor del peso porcentual (Hyslop, 1980; Arancibia & Fuentealba, 1993; Arancibia & Melendez, 1987).

El mínimo de estómagos de cada especie de pez para análisis del contenido estomacal se estimó a través de una curva de diversidad trófica, siguiendo a Ferry & Calliet (1996), Cortés (1997) y Gelsleichter *et al.* (1999), la que consiste en graficar el número de estómagos analizados vs. el número acumulado de especies de presa. No se consideró restos de organismos en el contenido estomacal. Con la curva trófica se determina el tamaño mínimo de estómagos cuando se alcanza la asíntota de especies de presas acumuladas, asumiéndose que la alimentación estará bien caracterizada con ese número total de estómagos, ya que



nuevas especies de presa serían cada vez más infrecuentes. Al respecto, Gartland (2002) señala que, si todos los animales que son sustrato de análisis fueron capturados en el mismo lugar, entonces la asíntota se alcanzaría más rápido; en cambio, si los individuos son colectados en diferentes lugares, entonces se requerirá mayor cantidad de estómagos de la especie de pez y la asíntota será obtenida más lentamente (Cortes, 1997; Gelsleicher *et al.*, 1999). El análisis estadístico contempló el test no-paramétrico de Kruskal-Wallis (Zar, 1999). Para los análisis estadísticos se usó el software R (R Core Team 2016).

3.8.4.3. Tasa de evacuación gástrica y ración diaria de alimento

Para merluza común y lenguado de ojos grandes se estimó el consumo de alimento. Para la estimación de la ración diaria (RD) de alimento es necesario estimar primero la tasa de evacuación gástrica (TEG) a partir de datos del contenido estomacal (Winberg, 1960; Elliot, 1972; Swenson & Smith, 1973; Cortes & Gruber, 1990; Wetherbee & Cortes, 1990; Bromley, 1994; Cortes, 1997; Andersen, 1999; Nillson & Bronmark, 2000; Wetherbee & Cortes, 2004). Se asume que la tasa instantánea de evacuación gástrica (R) se ajusta a un modelo de tipo exponencial. Para artrópodos (R_{cr}) (Mehl & Westgård, 1983) y para peces (R_{pc}) (Macpherson, 1985) R se obtiene de las siguientes ecuaciones:

$$R_{cr} = 0.005 \cdot e^{0.2T}$$

$$R_{pc} = 0.0149 \cdot e^{0.1209T}$$

donde: R_{cr} es la tasa instantánea de evacuación gástrica para artrópodos; R_{pc} es la tasa instantánea de evacuación gástrica para peces; T es la temperatura promedio del agua a la profundidad de captura y en un período dado.

La ración diaria de alimento se expresa como la fracción en peso consumida por un predador en un periodo de tiempo determinado. De esta forma se ocupa dos modelos, a saber: (1) de alimentación continua (Elliot & Persson, 1978); y, (2) de alimentación intermitente (Diana, 1979). El modelo de Elliot & Persson (1978) tiene la siguiente expresión (Método 1):

$$C_t = \frac{(S_t - S_0 e^{-rt})R_t}{1 - e^{-rt}} \quad ; \quad RD = \sum C_t = WR$$

El modelo de Diana (1979) tiene la siguiente expresión (Método 2):

$$F = \frac{B}{1 - E} \quad ; \quad RD = \frac{S_0}{F}$$

donde: C_t es el consumo entre periodos de muestreo; S_t es la cantidad de alimento en los estómagos al final del intervalo de tiempo; S_0 es la cantidad de alimento en los estómagos al comienzo del periodo de muestreo; R es la tasa de evacuación gástrica; RD es la ración diaria de alimento; W es el peso del alimento en los estómagos; F es la frecuencia de alimentación; B es el tiempo completo de la evacuación gástrica; E es la proporción de estómagos vacíos en la muestra total.



3.9. Objetivo Específico 4

Determinar la dinámica espacio-temporal del stock de camarón nailon a partir de la información histórica de los cruceros de evaluación directa realizados en la zona de estudio.

3.9.1. Análisis de cambios espacio-temporales de la biomasa

Se analizaron las bases de datos históricas de los cruceros de evaluación directa de camarón nailon entre 1995 y 2018 provenientes del Fondo de Investigación Pesquera y Acuicultura (FIPA) y el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP). Se debe indicar que los cruceros de evaluación directa de camarón nailon han sido ejecutados continuamente por este consultor entre 2008 y 2017, con la excepción del año 2010, ocasión en que no se realizaron cruceros de evaluación directa.

La biomasa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, muestra fluctuaciones significativas entre 2000 y 2017 (Fig. 7). Para el análisis de tales cambios se ha generado una base de datos estandarizada de lances de pesca de evaluaciones directas. La información se analizó en contexto espacial y temporal, por ejemplo, como se muestra en la Fig. 8, donde se muestra la distribución cualitativa (5 estratos) de la biomasa de camarón nailon. Dicho análisis se realizó considerando intervalos espaciales de 0,5 grados de latitud.

3.9.2. Análisis espacio-temporales del potencial reproductivo

Para determinar la distribución espacial de camarón nailon se siguió el procedimiento anterior. Para estimar el potencial reproductivo de las hembras de camarón nailon se usó el modelo descrito por Kell *et al.* (2016), indexado por posición espacial según la expresión siguiente:

$$EE_{(x,y)} = Z_{h(x,y)} P_{(x,y)} G_{h(x,y)}$$

donde, E es el número de huevos por unidad de área; $Z_h(x,y)$, es la densidad numérica de hembras en la posición (x,y) ; P es la fracción de hembras que portan huevos en la posición (x,y) , y $G_{(x,y)}$ es el número de huevos por hembra en la posición (x,y) . La densidad en número de hembras se determinará con:

$$Z_h(x,y) = \frac{Z_w(x,y)}{w_{h(x,y)}}$$

donde: Z_w es la densidad en peso (ton/km²) de las hembras en el punto (x,y) ; $\bar{W}_h(x,y)$ es el peso medio de las hembras en la localidad (x,y) . La densidad en peso de las hembras en cada localidad se estima utilizando la siguiente ecuación:



$$Z_w(x, y) = Z_{tot}(x, y) \left[\frac{\bar{W}_h \cdot N_h}{\bar{W}_h \cdot N_h + \bar{W}_m \cdot N_m} \right]$$

donde, $Z_{tot}(x, y)$ es la densidad total (machos y hembras); \bar{W}_h y \bar{W}_m son los pesos medios de hembras y machos, respectivamente; N_h y N_m son el n3mero de hembras y machos en la muestra de la localidad (x, y), respectivamente.



4. Resultados

4.1. Aspectos operacionales de los cruceros.

El crucero de evaluación directa año 2018, fue realizado entre el 15 de agosto y el 11 de noviembre de 2018, debiendo suspender las actividades de muestreo debido a la veda de camarón nailon y merluza común (septiembre). En la Tabla 6 se resume las actividades de muestreo ejecutadas mediante la programación de las embarcaciones arrastreras participante en el estudio (PAM Lonquimay y L/M Don José Miguel). También se realizaron “lances complementarios”, que en la práctica son lances de carácter comercial que realiza la embarcación en lugares de alta abundancia o una estructura de tamaños atractiva comercialmente. Los lances complementarios son solo utilizados en este proyecto como referencia para ayudar a definir los focos de abundancia de la especie objetivo y no son considerados en la estimación de abundancia/biomasa, bajo ninguna circunstancia.

En la Tabla 7 se entrega detalles de los lances propuestos entre la II y VIII Regiones ($n= 500$) y efectivamente efectuados ($n = 461$) dentro de los caladeros históricos del recurso camarón nailon, durante la etapa y Regiones que se informa.

En la III Región, menos de la mitad de los lances fueron positivos para la especie objetivo, mientras que en la V Región, VI Región y VII Región, la proporción de lances con captura fue superior a 70% (Tabla 8).

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

4.2.1. Modelo funcional de la APA

La estimación de abertura de punta de alas (APA) se realizó con la información recogida por el sistema NETMIND de NorthStar Technical de ondas acústicas, cuyos sensores (2) se fijaron en las puntas de las alas de la red (Anexo 4). Este sistema mide posición y apertura en forma casi continua con intervalos de 1-2 segundos. Un modelo funcional de la APA se obtuvo para el PAM Lonquimay y la L/M Don José Miguel mediante un Modelo General Linealizado (glm, generalizead linear model) utilizando el paquete “stats” implementado en el ambiente y lenguaje computacional R (www.R-project.org). Las variables incorporadas en el análisis fueron la APA (m) como variable respuesta, la velocidad de arrastre (*Vel.*, nudos), la longitud del cable de cala (*LCC*, m) y la profundidad de calado (*Prof*, m).

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.

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



Las capturas por lance de pesca fluctuaron entre cero (ausencia de pesca) y 1.530 Kg. La densidad local (por lance de pesca) fluctuó entre cero (cuando no hubo captura) y 118,4 t/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 (t/km²) se entrega en el Anexo 3.

4.2.3. Zonas de análisis geoestadístico (ZAGs)

En el contexto del análisis de la distribución espacial de la densidad de camarón nailon en el año 2006 se introdujo el concepto de las Zonas de Análisis Geoestadístico (ZAGs, Acuña *et al.*, 2007a), utilizado por primera vez en la evaluación directa de langostino amarillo y langostino colorado (Acuña *et al.*, 2004). El objetivo de dicha aproximación fue reducir la varianza de estimación de la biomasa al dividir la distribución latitudinal de la densidad poblacional de camarón nailon en regiones con cierta homogeneidad (de la densidad) e hitos geográficos relevantes que condicionan la distribución poblacional.

Mejoras recientes a la definición de las ZAGs han considerado la modelación de la captura por unidad de área barrida (CPUA) mediante Modelos Aditivos Generalizados (GAM). Al respecto, en el presente estudio se analizó la captura por unidad de área (CPUA, t/km²) de camarón nailon transformada a logaritmo ($\log(\text{CPUA}+1)$). Como variables explicatorias se utilizó la latitud (°S), longitud (°W), profundidad del lance (Prof, m) y captura por unidad de área log-transformada de langostino amarillo ($\log(\text{CPUA}_{\text{Cervijoh}}+1)$) y langostino colorado ($\log(\text{CPUA}_{\text{Pleumon}}+1)$).

El análisis diagnóstico del GAM revela a la latitud como la variable predictora con mayor porcentaje de devianza explicada por el modelo, seguido de la profundidad y, en tercer lugar, la abundancia de langostino amarillo (expresada como la CPUA log-transformada). La devianza explicada por el modelo alcanzó a 31,29% (Tabla 10). Dado lo anterior, se verifica que existe estructuración latitudinal de la densidad población y, por lo tanto, es posible aplicar la aproximación de las ZAGs. Al respecto, a partir de la relación entre la CPUA de camarón nailon y la latitud, se confirma la presencia de tres grandes agregaciones de la especie objetivo, la primera al norte de 30°S, la segunda entre 30° y 33°30'S y la tercera al sur de 33°30'S (Fig. 9).

4.2.4. Coeficiente de capturabilidad

El coeficiente de capturabilidad (q) se determinó para cada una de las embarcaciones que participó en el estudio y alcanzó a $2,490 \times 10^{-2} \text{ km}^{-2}$ (D.E. = $1,466 \times 10^{-2}$) en el caso del PAM Lonquimay y $4,438 \times 10^{-2} \text{ km}^{-2}$ (D.E. = $1,672 \times 10^{-2}$) en el caso de la nave artesanal Don José Miguel (Fig. 10). Con relación a la profundidad de calado, la capturabilidad del PAM Lonquimay tiene a disminuir en el rango 250-450 m, en cambio, en el caso del PAM Don José Miguel, no se identifica algún patrón (Fig. 11), principalmente debido al estrecho rango (latitudinal) de operación de esta embarcación.



4.3. Objetivo Específico N° 1

4.3.1. 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.

Considerando los resultados del análisis GAM, el área de evaluación se dividió en tres macrozonas, las que fueron denominadas arbitrariamente como ZAGs (Zonas de Análisis Geoestadístico), y que incluyeron tanto lances de investigación como lances comerciales (Fig. 12 y 13). Al respecto, para la delimitación de las ZAGs se mantuvo los límites utilizados entre los años 2014 y 2017, con la excepción del límite norte de la ZAG-1 que se extendió hacia el norte dada la presencia de lances positivos en la II Región (Tabla 11). Lo anterior, debido a que los quiebres de la relación entre la CPUA y la latitud, se aproximan a los límites de las ZAGs de años previos.

En el análisis geoestadístico aplicado para la definición de los focos de abundancia de camarón nailon, se incluyó el 95,2% de los lances de pesca efectivamente realizados entre la II y VIII Regiones ($n = 461$) (Fig. 14 y 15).

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, t/km^2) por latitud, mostró la presencia de 23 focos de abundancia o caladeros de camarón nailon entre la II y VIII Regiones (Tabla 12, Fig. 14 y 15). En la II Región, de manera similar al año 2017, y a diferencia de lo observado en años anteriores, para el recurso evaluado se detectó un único y pequeño foco de abundancia en la parte sur de esta Región.

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

Entre la II y VIII Regiones, 71,3% del área de distribución de los focos de abundancia de camarón nailon se encontró fuera del ARPA, lo que ocurre principalmente entre la V y VIII Regiones. Entre la II y IV Regiones, el área de distribución de camarón nailon se comparte casi en partes iguales dentro (50,4%) y fuera (49,6%) del ARPA. Entre la V y VIII Regiones, 99,4% del área de distribución de camarón nailon ocurrió fuera del ARPA (Tabla 13).



4.3.2. Análisis estructural

Para caracterizar la distribución espacial de la densidad de camarón nailon se utilizó variogramas anisotrópicos. Al respecto, el modelo de variograma teórico que mostró el mejor ajuste, mediante el procedimiento de mínimos cuadrados ponderados (Cressie, 1993), en las tres zona fue el modelo esférico con dirección 0° (dirección norte-sur) y tolerancia angular 30° en la ZAG-1, y dirección $22,5^\circ$ (NNE) y tolerancia 30° en la ZAG-3. En la ZAG-2 se utilizó un variograma isotrópico al que se ajustó un modelo esférico (Tabla 14, Fig. 16).

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

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

4.3.3.1. Centro de gravedad e inercia

El centro de gravedad de la densidad poblacional de camarón nailon en el año 2018, para la macrozona norte de la pesquería (II - IV Regiones), se localizó en $30^\circ 14,3'S$ y $71^\circ 31,8'W$, con una inercia de $1,362^\circ$ en el plano latitudinal y $0,022^\circ$ en el plano longitudinal, mientras que en la macrozona sur (V - VIII Regiones), el centro de gravedad de la densidad se encontró en $34^\circ 45,3'S$, con una inercia de $1,496^\circ$ en sentido latitudinal y $72^\circ 35,8'W$, con una inercia de $0,379^\circ$ en el plano longitudinal, respectivamente, El centro de gravedad para toda el área de estudio se encontró en los $33^\circ 24,2'S$ en el plano latitudinal, con una inercia de $5,73^\circ$ (Fig. 17) y $72^\circ 16,7'W$ en el plano longitudinal, con una inercia de $0,511$.

Al comparar con la disposición del centro de gravedad para los años 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 hasta la actualidad (Fig. 17).

4.3.3.2. Índice de Gini

El índice de Gini para la macrozona norte (II – IV Regiones) alcanzó a $0,542$, mientras que en la macrozona sur (V-VIII Regiones) alcanzó a $0,593$. Ambos valores indican que la densidad de camarón nailon en ambas macrozonas se encuentra agregado, con un mayor grado de concentración en la zona sur, en comparación con la zona norte. En comparación con el año 2017, cuando el índice de Gini alcanzó a $0,783$ y $0,714$ para la macrozona norte y sur, respectivamente, los valores encontrados en el presente año son menores, lo que indica un menor grado de concentración de la densidad poblacional de camarón nailon en ambas macrozonas.



Adicionalmente, en el análisis de la evolución temporal del índice de Gini respecto de la biomasa de camarón nailon entre el año 2000 y 2018, exceptuando el año 2007 y 2010, se observó 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. 18). Entre 2005 y 2017, el índice de Gini fluctúa alrededor de 0,665. En el año 2018, el índice de Gini para el toda el área de estudio alcanzó a 0,556 (Fig. 18).

4.3.3.3. Medida de la estructuración espacial

La medida de estructuración espacial de camarón nailon alcanzó en promedio a 0,596, indicando que cerca de 60% 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 0,503 (ZAG-2) y 0,671 (ZAG-1), mientras que la ZAG-3 alcanzó a 0,615.

4.3.4. Estimación de biomasa

4.3.4.1. Enfoque geoestadístico intrínseco

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 238.954 estimaciones puntuales de densidad local en área de estudio (II a VIII Región).

Al respecto, los focos de abundancia previamente identificados fueron separados en aquella fracción que quedaba dentro del Área de Reserva a la Pesca Artesanal (ARPA), por consiguiente, la densidad poblacional promedio se estimó independientemente para cada una de las fracciones de área, es decir, FUERA o DENTRO del ARPA. Los valores de Biomasa (t) 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 4.

La densidad poblacional promedio de camarón nailon en el área de estudio fluctuó entre 0,190 t/km² en el Foco 1 (IV Región, dentro del ARPA), y 43,826 t/km² en el Foco 19, fuera del ARPA frente a la VII Región, seguido del Foco 18 (fuera del ARPA) también frente a la VII Región, con una densidad promedio de 36,570 t/km². La Tabla 15 muestra la estadística de la densidad poblacional dentro de cada fracción de los focos de abundancia (DENTRO y FUERA del ARPA). Por región, la mayor densidad promedio de camarón nailon se encontró en la VII Región, con una densidad media de 24,533 t/km², seguido de la V Región, que presentó una densidad media de 11,682 t/km² (Tabla 16).

Consecuentemente, la biomasa total del stock de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) en la plataforma y talud continental de las Regiones II a VIII estimada según el enfoque geoestadístico alcanzó a 23.707,8



toneladas (D.E. = 2.594,7 t). El intervalo de confianza de la biomasa es entre 17.083,8 t (límite inferior) y 30.331,7 t (límite superior). En la Tabla 17 se presenta la biomasa del stock de camarón nailon, por caladero, destacando el Foco 6, localizado en la IV Región, con 26,6% de la biomasa total, seguido del Foco 20 (mayormente en la VII Región), con 14,1%, y luego el Foco 16 (mayormente en la VI Región), con 9,3% de la biomasa total del recurso objetivo en el área de estudio, respectivamente. La Tabla 17 se entrega la estimación de biomasa de camarón nailon por región, identificándose la biomasa contenida dentro o fuera del Área de Reserva para la Pesca Artesanal (ARPA).

4.3.4.2. Enfoque geoestadístico con deriva externa

La densidad poblacional (t/km^2) de camarón nailon, históricamente muestra un marcado gradiente latitudinal, encontrándose rendimientos de pesca, en promedio, más altos hacia la zona sur del área de distribución (Fig. 19), patrón que también fue observado en la evaluación del año 2018 (Fig. 20).

Al respecto se modeló la densidad de camarón nailon para toda el área de estudio con un variograma con deriva externa considerando un modelo (de deriva) de primer orden. El modelo de variograma que mostró el mejor ajuste, mediante el procedimiento de mínimos cuadrados ponderados (Cressie, 1993), fue el modelo gaussiano con dirección $22,5^\circ$ (dirección nor-noreste-sur-sureste) y tolerancia angular 30° (modelo anisotrópico, Tabla 19, Fig. 21).

De la misma manera que en el enfoque intrínseco, 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 la estimación de la densidad media y biomasa total.

Al respecto, la biomasa total del stock de camarón nailon entre la II y VIII Regiones estimada según el enfoque geoestadístico con deriva externa alcanzó a 22.256,2 toneladas (D.E. = 1.618,0 t). El intervalo de confianza de la biomasa es entre 18.572,6 t (límite inferior) y 25.939,8 t (límite superior). En la Tabla 20 se presenta la biomasa del stock por caladero, mientras que en la Tabla 21 se entrega la estimación de biomasa de camarón nailon por región.

De manera similar al enfoque intrínseco, destaca el Foco 6, localizado en la IV Región, con 24,3% de la biomasa total, seguido del Foco 20 (mayormente en la VII Región), con 16,4%, y luego el Foco 16 (VI Región), con 9,5% de la biomasa total del recurso objetivo en el área de estudio, respectivamente. Por región, se mantiene aproximadamente la proporción de biomasa, destacando la IV Región con 34,6% de la biomasa (36,9% en el caso del enfoque intrínseco), seguido de la VII Región con 28,7% de la biomasa total (enfoque intrínseco = 26,7%).



4.3.4.3. Aproximación “top-cut”

En el caso de la aproximación “top-cut”, la elección del valor umbral superior (top-cut) se realizó considerando la distribución de probabilidad de la cpua. El valor umbral es igual a 34 t/km² y corresponde al cuantil del 90%. Siguiendo a Rivoirard *et al.* (2013), se modeló la distribución espacial de la variable truncada y la covariable indicadora mediante un variograma esférico anisotrópico (Fig. 22, dirección 22,5°) cuyos parámetros se presentan en la Tabla 19.

Como en los casos anteriores, los parámetros del variograma teórico gaussiano 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. Luego de la interpolación, sólo aquellos nodos de la grilla que se encontraban dentro de los polígonos de estimación (focos, caladeros) definidos previamente, fueron considerados en la estimación de la densidad media y biomasa total. Al respecto, la biomasa total del stock de camarón nailon entre la II y VIII Regiones estimada según el método “top-cut” alcanzó a 18.937,3 toneladas (D.E. = 2.091,7 t). El intervalo de confianza de la biomasa es entre 16.845,5 t (límite inferior) y 21.029,0 t (límite superior). En la Tabla 22 se presenta la biomasa del stock por caladero, mientras que en la Tabla 23 se entrega la estimación de biomasa por región.

De manera similar al enfoque intrínseco, destaca el Foco 6, localizado en la IV Región, con 23,6% de la biomasa total, seguido del Foco 20 (mayormente en la VII Región), con 14,0%, y luego el Foco 16 (VII Región), con 11,0% de la biomasa total del recurso objetivo en el área de estudio, respectivamente. Por región, se mantiene el predominio de la IV Región, alcanzando 35,0% de la biomasa total, seguida de la VII y V Región, con 23,3% y 19,8%, respectivamente (Tabla 23).

4.4. Objetivo Específico N° 2

4.4.1. Capturas y muestreo biológico

Durante el período y zona de estudio (II a VIII Regiones) se midieron 39.761 ejemplares de camarón nailon en su longitud cefalotorácica (LC, mm) para construir las distribuciones de frecuencia de tallas; además, se pesaron 13.858 ejemplares para estimar la relación longitud-peso. En la Tabla 24 se entrega la información del esfuerzo total de muestreo de frecuencia (ejemplares medidos) y biológico-específicos (ejemplares pesados) por región y foco de abundancia.

4.4.2. Composición de tamaños

4.4.2.1. Sexos combinados por Región

El rango de tallas global de camarón nailon (sexos combinados) en toda el área de estudio correspondió a 15,61 y 38,36 mm de longitud del cefalotórax (LC)(Tabla 24). Los rangos de talla observados en las distintas regiones corresponden a 18,95 y 31,49 mm LC en la II Región; 16,97 y 35,94 mm LC en la III Región; 15,61 y 37,59 mm LC en la IV Región; 16,49 y 36,84 mm LC en la V Región; 17,18 y 37,93 mm LC en la VI Región; 17,20 y 36,73 en la VII Región; y 17,44 y 38,36 mm LC en la VIII Región (Fig. 23).



La composición de tamaños muestra una tendencia a incrementar la talla modal con la latitud, encontrándose que la mediana de la longitud se incrementa según la Región, lo que ocurre tanto en machos como en hembras, aunque es más notorio en los primeros (Fig. 24). Cabe hacer notar que existen diferencias en la composición de tamaños entre machos y hembras, donde las últimas tienden a alcanzar tamaños mayores, y la longitud modal se encuentra desplazada hacia tallas mayores (Fig. 25).

4.4.2.2. Machos y hembras por Región

Durante el año 2018, la composición de tamaños de los machos de camarón nailon mostró distribuciones de frecuencia de tallas con tendencia unimodal, excepto en la II Región, con modas entre 24 y 27 mm de LC (Fig. 26). En el caso de las hembras, de manera similar a los machos, la composición de tamaño por Región también fue unimodal, excepto en la II Región, con modas entre 27 y 29 mm LC (Fig. 27).

4.4.2.3. Sexos combinados por foco

La composición de tamaños de camarón nailon por foco, de manera similar a la observada por Región, tendió a mostrar estructuras unimodales, con la excepción de los focos 1, 3 y 10. En particular, en este último se observa un grupo modal de ejemplares menores a 20 mm LC (Fig. 28). La longitud media por foco fluctuó entre 23,74 mm LC (Foco 3, III Región) y 29,15 mm LC (Foco 18, VII Región) (Tabla 26).

4.4.2.4. Machos y hembras por foco

La composición de tamaños de los machos de camarón nailon mostró distribuciones de frecuencia con tendencia unimodal en la mayoría de los focos (caladeros) detectados durante el período de estudio, con la excepción de los Focos 1, 3 y 10. El Foco 3 es bimodal, mientras que en el Foco 10 se aprecia un grupo modal secundario en torno a 19 mm LC (Fig. 29). La longitud promedio por foco fluctuó entre 22,27 mm LC (Foco 3, III Región) y 27,31 mm LC (Foco 22, VIII Región) (Tabla 25).

En el caso de las hembras, la mayoría de las composiciones de tamaño mostraron estructuras unimodales (Fig. 30). A diferencia de los machos, varios focos mostraron estructuras bimodales (Focos 3, 10, 18 y 19). La longitud promedio por foco fluctuó entre 24,76 mm LC (Foco 5, III Región) y 29,85 mm LC (Foco 18, VII Región) (Tabla 25).

4.4.3. Proporción sexual

La proporción de sexos, para todo el área de estudio muestra dominio de las hembras, las que representaron 57,2% de las capturas totales. Por Región, se mantiene el predominio de las hembras, siendo los machos dominantes solo en la VIII Región (Fig. 31). Por foco también existió predominio de las hembras. Los machos fueron dominantes solo en los Focos 10 (IV Región) y 21 a 23 (VIII Región) (Fig. 32).

4.4.4. Condición reproductiva del camarón nailon



4.4.4.1. Estados de madurez embrionaria de las hembras ovíferas

Durante el período de estudio se analizaron 11.890 hembras ovíferas de camarón nailon con huevos en distintos estados de desarrollo embrionario, sin embargo el 82,51% de las hembras portadoras se encontraba en el estado 4. Las hembras ovíferas analizadas, procedentes de las distintas zonas de pesca, se distribuyeron en los siguientes estados de desarrollo:

- Estado 1: No se observaron hembras en este estado,
- Estado 2: 1.172 individuos equivalentes al 9,86% del total,
- Estado 3: 908 individuos equivalentes al 7,64% del total,
- Estado 4: 9.810 individuos equivalentes al 82,51% del total,

4.4.4.2. 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 fue el Estado 4, siendo la V Región la que presentó la mayor cantidad de hembras portadoras. (Tabla 26).

4.4.4.3. 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 15,8 mm y un máximo de 38,36 mm, determinándose para el total de ejemplares de cada estado de desarrollo, los rangos de talla corporal, talla promedio y su desviación estándar (Tabla 27). Se determinó que la talla promedio de hembras portadoras correspondió a 29,11 mm de LC (D.E. = 2,52 mm) (Fig. 33), (Tabla 27).

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

Las hembras ovíferas analizadas provinieron de las regiones III-VIII, donde se realizaron lances de pesca de investigación y prospección, sin embargo, la cantidad de ejemplares procedentes de cada región geográfica fue muy diversa. Las diferentes regiones estuvieron bien representadas en las capturas, encontrándose el máximo en la V Región (Tabla 28). A continuación, se indica la distribución de las 11.890 hembras analizadas en cada región geográfica:

III Región	:	38 ejemplares con el 0,32% del total
IV Región	:	2.352 ejemplares con el 19,78% del total
V Región	:	3.926 ejemplares con el 33,02% del total
VI Región	:	2.166 ejemplares con el 18,22% del total
VII Región	:	2.634 ejemplares con el 22,15% del total
VIII Región	:	774 ejemplares con el 6,51% del total



4.4.4.5. 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 550 m de profundidad (Tabla 29). Sin embargo, el mayor porcentaje de las hembras ovíferas (30,29%) se obtuvo en los lances efectuados entre 250 y 300 m, seguido de los estratos 300-350 m con un 24,05% y 200-250 con un 22,59%, siendo escasos los especímenes capturados en los estratos más someros (150-200 m) y profundos (>400 m) con porcentajes menores al 10%.

4.4.5. 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 por foco se entregan en la Tabla 30.

4.4.6. Influencia de la latitud y profundidad en la diversidad genética del camarón nailon *Heterocarpus reedi* a lo largo de su área de actividad pesquera.

4.4.6.1. Introducción

Para avanzar en el conocimiento de la estructura genética de *Heterocarpus reedi*, en este proyecto se incorporó el efecto de la profundidad (batimetría) al patrón latitudinal ya estudiado. El patrón latitudinal de la diversidad genética de secuencias del gen Citocromo Oxidasa I (COI), a lo largo de la zona de actividad pesquera en la costa de Chile (26 - 36°S), mostró que la especie es una gran población panmíctica con alta conectividad latitudinal. Se detectó una alta diversidad y una baja diferenciación genética latitudinal y ausencia de restricciones al flujo genético. Eso sugiere que la especie se comporta como una población panmíctica a lo largo de la zona de actividad pesquera.

Hasta ahora se ha evaluado el componente espacial latitudinal y, tomando en cuenta que hay diferencias batimétricas en las biomásas del camarón nailon (Canales *et al.* 2016), resulta importante hacer una primera evaluación de la relación entre la diversidad genética y la profundidad en esta especie de importancia comercial. Para esto, en este estudio se evaluó la influencia de la profundidad del lance y de la latitud en los patrones de diversidad genética del camarón nailon *Heterocarpus reedi* a lo largo de la zona de actividad pesquera, cubriendo un rango batimétrico amplio.

4.4.6.2. Resultados

Se analizaron un total de 447 individuos de camarón nailon, *Heterocarpus reedi*, provenientes de 14 sitios de lances de muestreo separados por ~1° entre los 26 y los 36° de latitud sur, con lances que fluctuaron batimétricamente entre los 236 - 560 m de profundidad (Tabla 31; Fig. 34). Para los individuos analizados,



se obtuvieron secuencias parciales del gen mitocondrial que codifica para la Citocromo Oxidasa I (COI) de un largo total 612pb. Las secuencias fueron alineadas en el software Geneious V8 para análisis posteriores.

Se calculó la diversidad genética por localidad y para el total de secuencias usando el software DnaSP 6.0 (Rozas *et al.* 2017). Los índices de diversidad genética estimados fueron el número de haplotipos por sitio (H), el número de sitios segregantes (s), la diversidad haplotípica (h) y la diversidad nucleotídica (π). Adicionalmente, y a pesar que el muestreo es relativamente balanceado en términos de la cantidad de individuos analizados por localidad (29 - 35 individuos secuenciados por sitio), se calculó un índice de riqueza alélica corregido por tamaño muestral (R_h) utilizando el programa CONTRIB (Petit *et al.* 1998). Este índice permite obtener una medida de diversidad genética que es independiente de la cantidad de individuos muestreados por sitio.

En general, la especie se caracteriza por una alta diversidad genética en el área de actividad pesquera, con un promedio de 20,35 haplotipos por sitio, lo que se traduce en una diversidad haplotípica promedio de 0,91, con un valor mínimo de 0,862 en Caldera y un valor máximo de 0,968 en Punta Lobos. Esto implica que, en promedio, más del ~90% de los individuos analizados por localidad presentan secuencias (haplotipos) distintas (Tabla 32).

Para evaluar la influencia de la latitud y la profundidad en la estructura de la diversidad y diferenciación genética, se realizaron correlaciones simples utilizando el paquete base en el software R (R Core Team, 2018). Con estos análisis, se detectó ausencia de correlación significativa entre la latitud y la diversidad genética (Fig. 35, panel inferior), con valores de R^2 cercanos a 0. Estos resultados validan aquellos de estudios previos realizados por el Equipo de Trabajo, en que se describió la ausencia de un gradiente latitudinal en los patrones de diversidad genética de *Heterocarpus reedi*.

Por otra parte, se detectaron correlaciones marginalmente significativas y significativas entre la profundidad (Fig. 35, panel superior) y los índices de diversidad genética (riqueza haplotípica corregida por tamaño muestral, diversidad haplotípica y número de haplotipos, con la batimetría (R^2 desde 0,27 - 0,49). En particular, el número de haplotipos mostró una correlación significativa con la profundidad del lance, con un valor de $R^2 = 0,46$ ($p=0,005$) (Fig. 35 y 36).

Por lo tanto, las zonas donde el lance se realizó en áreas más someras presentaron un número mayor de haplotipos, mayor diversidad y mayor riqueza haplotípica. Por otra parte, los sitios donde la profundidad del lance fue mayor, fueron aquellos con diversidades haplotípicas más bajas, independiente del tamaño muestral. Esto es posible de sugerir debido a que en el análisis de correlación de la profundidad del lance con la riqueza haplotípica (corregido por rarefacción), el ajuste de la curva es muy similar al observado para número de haplotipos y diversidad haplotípica, en particular para aquellos sitios donde el lance se hizo a mayor profundidad (Fig. 35).

Analizando en detalle la relación del número de haplotipos con la profundidad, se observa que éstas tienen tendencias especulares. La excepción ocurrió en la localidad de Constitución (35°15'S - 72°43'W), donde a pesar que el lance fue relativamente somero, la localidad muestra un número de haplotipos bajo respecto al promedio en sitios de profundidades similares (Fig. 36). Este sitio en particular se comporta como un outlier,



lo que podría explicar, en términos analíticos, que las relaciones con otras medidas de diversidad sean solo marginalmente significativas.

Las correlaciones estimadas en función de la profundidad muestran ser consistentes utilizando aquellas medidas de diversidad asociadas a haplotipos. Debido a que estas se analizaron de forma independiente, esto podría aumentar el error de tipo II estadístico, mermando la resolución y capacidad de los análisis para poder encontrar patrones significativos. De esta forma, para poner a prueba la influencia relativa de la profundidad del lance y la latitud en la diversidad genética, se utilizó un análisis de redundancia (RDA). Los análisis de redundancia (RDA) son análogos a las regresiones lineales, pero multivariados. Esto permitió integrar y evaluar una serie de variables respuesta en conjunto, en este caso, medidas de diversidad haplotípica, y determinar la contribución relativa de los dos factores explicativos (latitud, profundidad) a la varianza acumulada. Los RDAs fueron ejecutados en el paquete Vegan en R, utilizando la función `ordistep` para poder determinar el modelo óptimo.

Incorporando todas las medidas en un modelo de redundancia, los resultados muestran una tendencia similar a lo observado con regresiones individuales, donde la variación en la diversidad genética se explica de forma significativa más por la profundidad ($p=0,025$) que por la latitud ($p=0,179$) (Tabla 33).

Para complementar los resultados reportados para secuencias parciales del gen COI, adicionalmente, se generó un panel masivo de marcadores de polimorfismos de sitio único (SNPs) dispersos por el genoma. Para esto, se utilizaron muestras de *Heterocarpus reedi* obtenidas durante muestreos de oportunidad en los años 2017 - 2018. Esto se realizó mediante una técnica de secuenciación de representación reducida (RRS) llamada Genotyping-by-Sequencing (GBS) (DeDonato 2013), la que ha sido ampliamente utilizada particularmente en especies no modelo (e.g. Cahill *et al.* 2016, Segovia *et al.* 2017). Este tipo de métodos se basan en la utilización de enzimas de restricción que cortan el genoma en varias partes y reducen su complejidad, con la ventaja adicional que pueden ser ejecutadas incluso sin recursos genómicos disponibles (i.e. genoma de referencia). Dado que la secuenciación masiva se realiza en el conjunto de datos y no por cada individuo, durante este procedimiento se añadió una pequeña secuencia única a cada individuo llamada *barcode* o código de barra, lo que permitió identificar *a posteriori* a cada individuo analizado mediante parámetros bioinformáticos. Con este procedimiento, se obtienen millones de secuencias dispersas por el genoma en varios individuos desde varios sitios, permitiendo la genotipificación de miles de Polimorfismos de Nucleótido Único o SNPs.

La secuenciación masiva se realizó en un equipo Illumina HiSeq200 (Illumina, USA) en el centro de Biotecnología de la Universidad de Wisconsin, utilizando un total de 130 individuos distribuidos en 7 sitios de muestreo entre los 26 - 36°S abarcando un rango de 215 – 357 m de profundidad. Para el GBS se utilizó la enzima *psfI*, escogida mediante optimización, generando un total de 232.577.805 de secuencias (*reads*) de 100pb de bases. Con esto, utilizando la plataforma TASSEL-UNEAK (Lu *et al.* 2013) para generar el panel final de SNPs, se utilizó una frecuencia de alelo menor o menos frecuente de un 5%, y un mínimo de un 80% de asignaciones correctas para permitir un máximo de 20% de *missing data* (Ns o sitios donde ninguna base pudo ser correctamente asignada). **Con estos parámetros, se obtuvo un total de 5.176 SNPs.** Previo al análisis de los datos, se ejecutó el programa Bayescan 2.1 (Foll & Gaggioti 2008) para poder identificar aquellos SNPs que mostrasen valores más altos y/o más bajos de diferenciación genética (mediante valores



de F_{ST}) que los que se espera bajo una distribución neutral a la selección natural. Metodología conocida como *outliers* de F_{ST} . Aquellos SNPs que cumplieron con aquellas características fueron removidos del set de datos para poder tener un set de SNPs consistentemente neutral a la selección y así poder comparar con los resultados previamente descritos para COI (marcador neutral a la selección). Utilizando Bayescan, se obtuvo solo 1 marcador putativamente sujeto a selección diversificadora. Lo que es consistente con la baja estructura genética de la especie previamente reportada, y al menos 3.488 loci con valores de diferenciación más bajos que lo esperado bajo una distribución neutral. Removiendo estos SNPs *outliers*, **se generó un panel final de 2.277 SNPs neutrales a la selección.**

Para poder estimar parámetros de diversidad genética en los SNPs, se utilizó el paquete Hierfstat 0,04-22 (Goudet 2005) bajo la plataforma R. En Hierfstat se estimaron la riqueza alélica (A_r) corregida por rarefacción, las heterocigosidades tanto esperadas como observadas y el índice de consanguinidad FIS.

En general, los valores de todos los indicadores de diversidad tienden a ser similares entre sitios. La riqueza alélica, por ejemplo, fluctúa desde 1,758 hasta 1,8 en el sitio que mostró el valor más alto (San Vicente (SV)), y los valores de Heterocigosidad son consistentes con los esperados de acuerdo a los filtros utilizados (un 5% de frecuencia del alelo menor), pero con valores ligeramente menores de H_o respecto a H_e (Tabla 34). Los valores del índice de consanguinidad fueron aquellos con un rango más amplio, fluctuando desde 0,269 en San Vicente hasta 0,46 en Mancha Blanca, la localidad donde se realizó el lance a mayor profundidad.

Para poder evaluar de forma general la estructura genética latitudinal de la especie en el área de estudio utilizando SNPs-GBS, se ejecutó un Análisis Discriminante de Componentes Principales (DAPC) en el paquete *Adegenet* (Jombart *et al.* 2010) en R. Este análisis permite detectar el número óptimo de grupos genéticos para que la variación entre grupos sea mínima.

En general, la estructura genética latitudinal es similar a la ya reportada para la especie usando secuencias parciales de COI. Sin embargo, dada la densidad de datos y su resolución que permite detectar estructuración más fina, estos muestran una leve estructuración mostrando tres grupos principales. Es estos grupos, dos están compuestos por los sitios de San Vicente (SV) y Cabo Bascuñan (CB) (Fig. 37). Sin embargo, esta diferenciación no parece responder ni a la profundidad del lance, pues el sitio más profundo (MB) se agrupa con el resto de las poblaciones, ni a la latitud. A pesar de que SV es el sitio más al sur muestreado, pues MB se encuentra a los 31°S, y los sitios entre MB y SV (Valparaíso VP y Topocalma) se encuentran agrupados con el resto de las poblaciones (Fig. 37). Sin embargo, interesantemente, Cabo Bascuñan y San Vicente son dos de las localidades más someras.

Respecto a la correlación profundidad/diversidad genética, a pesar que los valores de diversidad son similares entre sitios (Tabla 34) es posible observar, al igual que con los datos de COI, gradientes marginalmente significativos en el área de estudio. Esto es particularmente interesante debido a que son muestreos de oportunidad y por lo tanto no están diseñados para poner a prueba la hipótesis de correlación diversidad/profundidad, y el rango de profundidad es relativamente acotado (solo 142 m). De esta forma, las relaciones marginalmente significativas se observan tanto para Heterocigosidad Observada ($R^2=0,4142$, $p=0,065$) como para el índice de consanguinidad ($R^2=0,432$, $p=0,064$). En el caso de la H_e , consistente a lo reportado previamente, los sitios más diversos tienden a ser aquellos donde los lances son más superficiales,



y los menos diversos donde los lances son más profundos. En el caso del índice de consanguinidad (Fis), la relación es directamente proporcional, es decir, los sitios más profundos tienden a tener los mayores valores de consanguinidad (Fig. 38).

Para los datos de SNP-GBS, la ausencia de gradientes latitudinales de diversidad sugiere que la profundidad también parece jugar un rol más preponderante que la latitud en los patrones de diversidad genética de la especie (Fig. 39).

4.5. Objetivo Específico N° 3

Determinar la composición e importancia relativa de las especies que constituyan fauna acompañante del recurso camarón nailon, estructura de tamaños, y aspectos tróficos de las principales especies en el área y periodo de estudio.

4.5.1. Descripción de la abundancia de la fauna acompañante

4.5.1.1. Composición específica general de la fauna acompañante

La fauna acompañante estuvo compuesta por 72 taxa, de los cuales 36 fueron peces óseos, 15 peces cartilaginosos (8 de rayas y 7 de tiburones), 15 crustáceos, 5 moluscos (3 cefalópodos, 1 gastrópodo y 1 equinodermo) y esponjas (sin identificar especies). Desde el punto de vista de la captura total por especie sin estandarizar (en toneladas), el 48,4% de las capturas corresponden a la especie objetivo (camarón nailon) y el 51,6% restante correspondió a especies que componen la fauna acompañante, destacando el langostino amarillo (*Cervimunida johni*), la merluza común (*Merluccius gayi*), el pejerrata azul (*Coelorinchus aconcagua*), el langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) y el lenguado de ojos grandes (*Hippoglossina macrops*) con 46,2% de las capturas totales, incluyendo la especie objetivo (IRRO) y el 89,2% de las capturas cuando solo se considera las especies de la fauna acompañante (IRFA), esto es, dejando al recurso objetivo fuera del recuento. De las especies de la fauna acompañante, ocho representaron el 93,5% de la captura, destacando el langostino amarillo (*C. johni*), la merluza común (*M. gayi*), el pejerrata azul (*C. aconcagua*), el langostino colorado (*P. monodon*) y el lenguado de ojos grandes (*H. macrops*) que en conjunto aportan con 89,6% de la captura total (en peso) (Tabla 35).

La especie más frecuente en las capturas muestrales correspondió a merluza común (presente en 67,0% de los lances de pesca), seguida de lenguado de ojos grandes (46,3%) y pejerrata azul (38, %). Los langostinos amarillo y colorado estuvieron presentes en 16,5% y 8,8% de los lances de pesca (Tabla 36).

4.5.1.2. Distribución latitudinal de la fauna acompañante

Regionalmente, la fauna acompañante exhibe un patrón en el que 6 a 9 especies constituyen de 85% a 95% del peso total de captura. Al respecto, se observa diferencias entre la composición de las principales especies que componen la fauna acompañante de camarón nailon entre Regiones, conformándose cuatro grandes grupos. En efecto, en la Región II se identificó 29 especies asociadas a las capturas de camarón nailon,



siendo langostino colorado (*P. monodon*) la especie dominante en las capturas totales (incluido el camarón nailon), seguido del pejerrata *N. pulchella*. En la III Región se encontró 39 especies de fauna acompañante, también con predominio del langostino colorado (*P. monodon*), seguido de la merluza común (*M. gayi*), el langostino amarillo (*C. johni*) y el pejerrata *N. pulchella*. En la III Región se encuentra la mayor diversidad de especies de la fauna acompañante (Tabla 37).

En la IV Región se encontró 34 especies de la fauna acompañante, predominando en las capturas el langostino amarillo, seguido de merluza común, langostino colorado y lenguado de ojos grandes. La V Región es la segunda con mayor diversidad de especies en las capturas de la fauna acompañante (37 especies), de manera similar a la IV Región, con las capturas dominadas por el langostino amarillo, seguido de merluza común, langostino amarillo y lenguado de ojos grandes. En la VI Región, a diferencia de las anteriores, las capturas de la fauna acompañante (34 especies) estuvieron dominadas por peces, dentro de los cuales, la especie más relevante fue el pejerrata azul (*Coelorinchus aconcagua*), seguido de merluza común y lenguado de ojos grandes (Tabla 37).

En la VII Región, de manera similar a la VI Región, las capturas de la fauna acompañante (22 especies) estuvieron dominadas por peces, particularmente pejerrata azul (*C. aconcagua*), seguido de merluza común y lenguado de ojos grandes, y en cuarto lugar la jaiba paco (*P. gaudichaudi*). En la VIII Región cerca de la mitad de las capturas de la fauna acompañante corresponden a pejerreta azul, seguido de langostino amarillo y luego merluza común. A diferencia de años anteriores, no se detectó la presencia de langostino colorado como fauna acompañante en las capturas de camarón nailon. Finalmente, se destaca que en la mayoría de las Regiones estudiadas, la principal especie en las capturas totales fue camarón nailon (se exceptúa la II y V Regiones; Tabla 37).

4.5.1.3. Distribución batimétrica de la fauna acompañante

Batimétricamente se observa un patrón general de distribución de la fauna acompañante (en peso) compuesto principalmente por 5 a 7 especies que aportan entre 80% y 96% del peso total cuando no se considera la especie objetivo (*H. reedi*) en este recuento. Además, *C. johni*, *M. gayi* y *C. aconcagua* son las especies más importantes de la fauna acompañante en los estratos 100 - 200, 200 - 300 y 300 - 400 m de profundidad, acompañadas por *H. macrops*. En el estrato > 500 m sólo se capturó 14 especies, siendo las más importantes el tiburón de profundidad *B. canescens*, seguido de camarón acorazado (*G. alata*). No se capturó camarón nailon en lances a profundidad mayor a 500 m (Tabla 38).

4.5.2. Identificación y caracterización espacial de las asociaciones específicas

El número de especies con aporte en peso mayor a 1% fue de 8, destacando *C. johni*, *M. gayi*, *C. aconcagua* y *P. monodon*, todos con participación >10% de las capturas totales, y luego *H. macrops*, *N. pulchella*, *A. nigra* y *P. gaudichaudi* con participaciones >1% de la captura de la fauna acompañante. Sin perjuicio de lo anterior, para el análisis comunitario se consideró también especies que representaron más de 0,5% de la captura total (Tabla 39).



4.5.3. Identificación de asociaciones específicas

De acuerdo a la matriz de similitud de Bray-Curtis, el análisis de dendrograma permite distinguir cuatro grupos de especies (celdas latitud-profundidad), las cuales presentan una estructura de CPUE de especies con similitud mayor o igual a 25% (Fig. 40). El análisis de ordenación mediante escalamiento multidimensional (multi-dimensional scaling, MDS) distinguió, con un nivel de significancia moderadamente alto (Stress: $p = 0,20$), los mismos cuatro grupos de estaciones (celdas) que el análisis de clasificación (Fig. 41), lo que permite validar el criterio de corte de 25% de similitud en el dendrograma e identificar la existencia de cuatro ensambles comunitarios de la fauna acompañante (Fig. 42 y Fig. 43).

Latitudinalmente el ensamble 1 se encuentra en la zona norte ($26^{\circ}\text{S} - 28^{\circ}\text{S}$), mientras que el ensamble 2 se extiende desde 27°S hasta 37°S . El ensamble 3 se extiende entre 32° y 35°S , mientras que el ensamble 4 se extiende a continuación del primero. Existe sobreposición latitudinal de los ensambles de especies, sin embargo, éstos se separan batimétricamente. En efecto, el ensamble 1 se encontró principalmente en el rango de profundidad 300-500 m, mientras que el ensamble 2 ocurrió mayormente en el rango 400 y 500 m, aunque a latitudes más altas. En tanto el ensamble 3 es el registrado más profundo, encontrándose en el estrato de 500 m de profundidad. Finalmente, el ensamble 4 se superpone parcialmente con el ensamble 2, aunque ocurre solo entre 200 y 400 m (Fig. 44).

Las especies presentes en las asociaciones específicas son pocas (4 a 7), las que en conjunto aportan $>80\%$ de la CPUE total. En el ensamble 1 las especies de mayor importancia respecto a la CPUE total de la fauna acompañante fueron *A. nigra*, *C. aconcagua* y *M. gayi*. En el caso del ensamble 2, las especies más importantes fueron *C. johni*, *P. monodon*, *M. gayi* y *H. macrops*, en tanto en el ensamble 3 las especies más importantes fueron *M. gayi*, *H. macrops*, *C. aconcagua* y *A. nigra*. Finalmente, el ensamble 4 estuvo caracterizado por *P. monodon*, *C. johni*, *H. macrops* y jaiba paco (*Platymera gaudichaudi*).

4.5.4. Detección de diferencias entre asociaciones

4.5.4.1. Análisis de similitud (ANOSIM)

De acuerdo al criterio de clasificación utilizando la matriz de similitud de Bray-Curtis, los ensambles identificados (con un nivel de similitud $\geq 25\%$) son estadísticamente distintos entre sí, lo que se observa en los valores de contraste entre ellos (Tabla 40), pues todos son mayores o iguales a 0,5. La interpretación es que, comunitariamente, existen diferencias entre los grupos, aun cuando se encuentren en una misma área geográfica. Estas diferencias están dadas principalmente por la variación en los valores de CPUE de *P. monodon*, *C. johni*, *M. gayi* y *C. aconcagua*.



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

Las especies que son responsables de la mayor similitud interna en el grupo 1 son *P. monodon*, *C. aconcagua* y *M. gayi*, mientras que en el grupo 2 son *C. johni*, *P. monodon*, *M. gayi* y *C. aconcagua*. En tanto, en el ensamble 3 las especie más importantes en cuanto a su contribución a la similitud son *A. nigra*, *M. gayi*, *H. macrops* y *C. johni*, y en el grupo 4 son *C. johni*, *M. gayi*, *C. aconcagua* y *P. monodon*. Las especies restantes de la fauna acompañante al interior de cada grupo contribuyen en menor magnitud (Tabla 41).

4.5.5. Distribución espacial de la fauna acompañante

El análisis de la distribución espacial de la fauna acompañante se realizó para las 8 especies que tuvieron una participación en peso superior a 1% en las capturas totales, a saber: langostino amarillo (*C. johni*, 29,7%), merluza común (*M. gayi*, 22,5%), pejerrata azul (*C. aconcagua*, 18,1%), langostino colorado (*P. monodon*, 11,2%), lenguado de ojos grandes (*H. macrops*, 8,2%), granadero (*N. pulchella*, 1,8%), tiburón gato (*A. nigra*, 1,1%) y jaiba paco (*P. gaudichaudi*, 1,0%).

La Fig. 45 muestra la disposición de los lances de pesca positivos para las 8 principales especies de la fauna acompañante utilizadas en este análisis. Al respecto, en el caso de langostino amarillo (Cervjoh), éste se distribuyó en torno a 31°30'S, mientras que el langostino colorado se encontró mayormente alrededor de 30°00'S (Fig. 45). Sin embargo, el rendimiento de pesca promedio de langostino amarillo (CPUA, t/km²) fue mayor en torno a 33 - 34°S y 37°S (aunque con una amplia dispersión en este último), mientras que en el langostino colorado ocurrió en dos sectores, una en el norte (en alrededor de 26°S) y en alrededor de 34° S (Fig. 46).

La merluza común y lenguado de ojos grandes presentaron amplia distribución geográfica, con la media en alrededor de 32° (Fig. 47). En el caso de la merluza común, el rendimiento de pesca promedio mostró un gradiente latitudinal creciente en dirección norte - sur, con dos valores excepcionales en 34°S, mientras que en el lenguado de ojos grandes los rendimientos mayores se encontraron entre los 32° y 35°S (Fig. 48).

A diferencia de merluza común, el pejerrata azul presentó distribución latitudinal más restringida en alrededor de 34°20'S (aunque ocurrieron tres observaciones en la zona norte, alrededor de 25°45'S), mientras que el pejerrata (*Nezumia pulchella*, Nezapul), se encontró principalmente al norte de 28°S (Fig. 47). Aunque se observa una clara segregación espacial en la presencia (lances de pesca positivos) de pejerrata azul y granadero chileno, en ambos casos el rendimiento de pesca promedio presenta un gradiente latitudinal nortesur creciente (Fig. 49).

En el caso del tiburón gato (*A. nigra*) y jaiba paco, la primera especie se encontró entre 29 y 37°S, aunque centrada en alrededor de 32°S, mientras que jaiba paco presentó distribución más amplia en alrededor de 31°50'S (Fig. 49). En correspondencia con su distribución, los rendimientos de pesca de tiburón gato se encontraron entre 30° y 37° con leve tendencia creciente hacia el sur. En el caso de jaiba paco, los rendimientos de pesca tendieron a incrementarse entre 30 y 37°S (Fig. 50).



En las Fig. 51 a 54 se presenta la distribución espacial de las áreas de distribución de las principales especies de la fauna acompañante de camarón nailon en la evaluación directa de la biomasa/abundancia del año 2018.

4.5.6. Contenido estomacal de las principales especies de la fauna acompañante

4.5.6.1. Introducción

El uso de registros cuantitativos de la fauna acompañante de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*), langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) y langostino amarillo (*Cervimunida johni*), por lance de pesca, ha permitido caracterizar a las comunidades macrofaunísticas asociadas a tales recursos pesqueros (Acuña *et al.*, 1995; Acuña *et al.*, 2005; Acuña *et al.*, 2006; Acuña *et al.*, 2008). En este sentido, la determinación de las relaciones tróficas entre las especies ayuda a entender la organización comunitaria y la estructuración del ecosistema. Los estudios tróficos son útiles para analizar parte del ecosistema e inferir respecto de algunos procesos biológicos (Klarian *et al.* 2018), siendo utilizados, por ejemplo, para estimar el consumo, cuantificar interacciones predador-presa o analizar el flujo de energía entre elementos del ecosistema (Salaberry-Pincheira *et al.* 2018).

Se describe la alimentación de las cinco principales especies de peces de la fauna acompañante en el crucero de camarón nailon de 2018, a saber: merluza común (*M. gayi*), lenguado de ojos grandes (*H. macrops*), pejerrata (*C. aconcagua*) y los tiburones de profundidad *A. nigra* y *C. nigrum*.

4.5.6.2. Metodología. Análisis de contenido estomacal

En total se analizó 1.775 estómagos de peces de la macrozona norte (III y IV Regiones) y 1.157 para la macrozona sur (V a VIII Regiones). Los estómagos de peces fueron obtenidos de los lances de pesca del crucero de evaluación de camarón nailon 2018 y las muestras provinieron de los muestreos biológico - específicos de los peces, los que fueron mantenidos en bolsas y con hielo en la bodega de la nave. En el laboratorio se midió, pesó e identificó el sexo de cada pez muestreado, el que fue eviscerado, obteniéndose su estómago y almacenándolo en bolsas plásticas individuales debidamente etiquetadas, congelando la muestra para posterior análisis en el laboratorio. Cada estómago fue pesado en balanza electrónica de 0,1 g de precisión, se extrajo el contenido estomacal el que fue separado cuidadosamente, en lo posible al nivel taxonómico más bajo. Cada taxón de presa fue cuantificado, registrando su peso (g). Los datos fueron almacenados en archivo electrónico.

Las presas tal como peces, crustáceos y moluscos fueron identificados bajo estereoscopio (lupa), usando claves y/o descripciones de Cohen *et al.* (1990), Retamal (2000) para crustáceos; y Rocha (2003) para cefalópodos. El análisis del contenido estomacal se basó en el descriptor cuantitativo del peso (porcentual) (Hyslop, 1980; Cubillos *et al.*, 2003).



El mínimo de estómagos de cada especie de pez para análisis del contenido estomacal se estimó a través de una curva de diversidad trófica, siguiendo a Sepúlveda *et al.* (2018) la que consiste en graficar el número de estómagos analizados (eje X) vs. el número acumulado de especies presa (eje Y). No se consideró los restos de organismos de peces, crustáceos u otros. El criterio con la curva trófica es que cuando se alcanza la asíntota, la alimentación estaría bien caracterizada con ese número total de estómagos, ya que nuevas especies de presa serían cada vez menos frecuentes. Al respecto, Sepúlveda *et al.* (2018) señala que, si todos los animales que son sustrato de análisis fueron capturados en el mismo lugar, entonces la asíntota se alcanzaría más rápido; en cambio, si los individuos son recolectados en lugares diferentes, se requerirá mayor cantidad de estómagos de la especie de pez y la asíntota será obtenida más lentamente.

4.5.6.3. Tasa de evacuación gástrica y ración diaria de alimento

Se calculó la tasa de consumo de alimento en base a las fracciones del peso de las dos mayores presas encontradas en los contenidos estomacales. Para ello se usó estimadores indirectos basándose en el método de Diana (1979).

4.5.6.4. Resultados análisis del contenido estomacal

Del total de especímenes analizados para la macrozona norte, 896 (51%) presentaron algún tipo de contenido en sus estómagos, mientras que para la macrozona sur fueron 519 (45%) ejemplares (Tabla 42). El mayor número de estómagos analizados en ambas zonas fueron la merluza común y el lenguado de ojos grandes, presentando también cerca del 50% de estómagos con contenido. Las curvas de diversidad trófica mostraron que ambas especies rozaron la asíntota. Para la merluza común (Figs. 55a y 55b), las curvas de diversidad trófica para las macrozona norte y la macrozosur señalan que la asíntota se alcanza a evidenciar a los 200 estómagos, aprox. En tanto, para los lenguados (Figs. 56a y 56b) se observa que la estabilidad roza los 150 estómagos. Para el resto de los peces no fue suficiente el número de muestras por zona, aunque igualmente se realizó los análisis alimentarios.

- **Importancia de las presas**

En la Tabla 43 se resume la importancia en peso (porcentual) de las presas en las cinco especies de peces estudiados. Los ejemplares de merluza común de la macrozona norte basaron su alimentación en peces mesopelágicos de la familia Myctophidae (58%), seguido por eufáusidos (14%). Por otro lado, las merluzas de la macrozona sur se alimentaron de eufáusidos (63%) y camarones (14%). Cabe destacar que en la macrozona sur la merluza común se presenta caníbal (14 % del contenido estomacal; Fig. 57). Sin embargo, el test estadístico no mostró que las dietas sean similares entre zonas ($H= 2,971$; $p= 0,08$).

Por otro lado, los ejemplares de lenguado de ojos grandes muestran a langostino colorado y camarón como sus presas principales en ambas macrozonas. En efecto, para la macrozona norte el aporte de langostinos



fue 43% y para la zona sur fue 53%, mientras que los camarones aportaron con 39% en la macrozona norte y 25% en la macrozona sur. La prueba de Kruskal-Wallis evidencia que no existen diferencias significativas en las presas entre ambas macrozonas ($H=0,184$; $p=0,66$).

Los tiburones de profundidad *Aculeola nigra* y *Centroscyllium nigrum* (Tabla 44 exhibieron dieta basada en camarón, peces mesopelágicos y langostino colorado. *A. nigra* predó en ambas macrozonas con más del 50% de mictófidos, mientras que *C. nigrum* predó más del 51% de camarones. Sin embargo, el test de Kruskal-Wallis señala que las dietas en ambas macrozonas no exhiben diferencias significativas ($H=0,001$ y $p=0,963$ para *Aculeola nigra*; $H=0,298$ y $p=0,591$ para *C. nigrum*).

El pejerrata *C. aconcagua* no muestra alguna diferencia entre zonas ($H=0,03$; $p=0,846$), siendo los langostinos el alimento principal (50% de aporte en ambas macrozonas; Fig. 58). El análisis de Bray-Curtis revela alta similitud entre la alimentación de los peces en ambas macrozonas de estudio (Tabla 44).

- **Consumo de alimento**

Al combinar los elementos disponibles desde los contenidos estomacales de merluza común y lenguado de ojos grandes, el balance integrado de un cálculo de ración diaria de alimento se resume en la Tabla 45. Ambas especies predatoras carnívoras (lenguado de ojos grandes y merluza común) presentan alimentación frecuente cada 22 horas, aprox. Los ejemplares de merluza común presentan evacuación gástrica de 0,28 g/h, mientras que en lenguado de ojos grandes la tasa de evacuación gástrica es 0,25 g/h. De esta forma, los ejemplares de merluza común, en promedio, presentaron una ración diaria de 9,13 g/día, los que equivale a 3,1% de su peso corporal, mientras que los ejemplares de lenguado de ojos grandes presentan ración diaria de 2,88 g/día, lo que equivale a 2,2% de su peso corporal.

4.6. Objetivo Especifico N° 4

Determinar la dinámica espacio-temporal del stock de camarón nailon a partir de la información histórica de los cruceros de evaluación directa realizados en la zona de estudio.

4.6.1. Análisis de cambios espacio-temporales de la biomasa

Se analizó la distribución espacial y temporal de la densidad poblacional de camarón nailon, medida convenientemente como la captura acumulada por unidad de área, en celdas geográficas de 30 x 30 mn en escala anual desde 1995 hasta 2018. Al respecto, se observa que desde el año 2006, la densidad poblacional de camarón se desplazó hacia el sur, concentrándose las mayores densidades al sur de Valparaíso (Fig. 59). En efecto, en el año 2018, la celda que concentró la mayor abundancia ocurrió en 35°00'S y 35°30'S.

4.6.2. Análisis espacio-temporales del potencial reproductivo

De manera similar al análisis de la densidad poblacional, se determinó el potencial reproductivo, medido convenientemente como millones de huevos potenciales (MHP) por unidad de área, en celdas geográficas



de 30 x 30 mn en escala anual desde 2005 hasta 2018. Al respecto, se observa que desde el año 2006, el potencial reproductivo de camarón se desplazó hacia el sur, concentrándose las mayores densidades al sur de Valparaíso, con la excepción del año 2011 (Fig. 60). Cabe hacer notar que el potencial reproductivo sigue el comportamiento de la densidad poblacional.

5. Taller de difusión de resultados

El taller de difusión de resultados del “Proyecto Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2018” se realizó en la Sala de Conferencias del Museo de Historia Natural de Valparaíso el día 26 de abril de 2019 y contó con la presencia de los representantes de las instituciones ejecutoras (Universidad Católica del Norte, Universidad de Concepción e Investigaciones Marinas CIMAR® Ltda.), y participantes del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura y representantes del sector pesquero industrial.

En la Fig. 60 se presenta una copia de la invitación enviada a los representantes de las distintas instituciones gubernamentales, de investigación pesquera y empresarial. El listado de participantes y registro de participantes se muestra en la figura 61.

La serie de exposiciones programadas continuó como sigue:

11:00 – 11:10

Introducción, Aspectos operacionales de los cruceros.

Expositor: Enzo Acuña.

Se presentaron los resultados generales en cuanto al número de lances realizados y características más relevantes del crucero de evaluación.

11:10 – 11:40

Distribución espacial del recurso, estructura de tallas y condición reproductiva.

Expositor: Enzo Acuña.

Se presentaron los resultados de distribución espacial del recurso camarón nailon por Región, Foco de Abundancia y profundidad. Se analizó la información obtenida sobre la distribución de las densidades de la especie, las estructuras de tallas por región para machos, hembras y sexos combinados, junto con el porcentaje acumulado de las mismas en cada foco de abundancia para la especie.

11:40 – 12:00

Métodos de análisis y resultados de biomasa y abundancia.

Expositor: Rubén Alarcón.

El Sr. Rubén Alarcón, presentó el análisis y resultados obtenidos del Objetivo Específico 1: “Estimar la biomasa vulnerable total (en peso), la abundancia vulnerable total (en número) y la distribución espacial del recurso camarón nailon en el área v periodo de estudio”.



12:00 – 12:30 **Café.**

12:30 – 12:50

Composición, importancia relativa y análisis de la fauna acompañante.

Expositor: Enzo Acuña.

Se presentó los resultados del objetivo específico 3 el tema “Determinar la composición e importancia relativa de las especies que constituyan fauna acompañante del recurso camarón nailon, estructura de tamaños, y aspectos tróficos de las principales especies en el área y periodo de estudio”. Se indicó la frecuencia de ocurrencia, el volumen de captura respecto de la captura total y la captura de la especie objetivo, según región y foco de abundancia, además de los resultados obtenidos mediante el método de contenido estomacal.

12:50 – 13:20

Dinámica espacio-temporal de camarón nailon a partir de la información histórica de los cruceros de evaluación directa.

Expositor: Rubén Alarcón.

13:20 – 14:00

Comentarios y discusión final. Mesa redonda.



6. Análisis de los resultados

La distribución espacial de la densidad poblacional de camarón nailon, de manera similar a lo observado entre el año 2006 y 2017 (Acuña *et al.*, 2018), se presentó como focos o conglomerados de abundancia (relativamente) discontinuos entre la II y VIII Regiones, contrario a lo que fuera señalado por Arana *et al.* (2004) quienes manifestaron que de acuerdo a los resultados alcanzados por ellos, el camarón nailon se distribuye de modo prácticamente continuo desde el límite sur de la II Región y hasta la V Región, y que la presencia de focos (perdida de la continuidad antes señalada) se debe SOLO la presencia de zonas no rastreables en la V y VII Regiones (Cañón Submarino de San Antonio, al sur de Constitución, etc.). A diferencia de los años 2000 – 2016, pero similar al año 2017, en la presente evaluación se encontró capturas positivas de camarón nailon en la parte sur de la II Región, que condujo a la definición de un polígono de distribución de abundancia en esa Región.

En el presente estudio, el área de distribución de camarón nailon alcanzó a 2.390,3 km², que resulta ser 13,3% menor que la estimada para el año 2017 (Acuña *et al.*, 2018; 2.755,7 km²) y 12,0% menor que la estimada por Alarcón *et al.*, (2017, 2.717,4 km²). El área de distribución de camarón en el presente estudio, contrastada con la estimación de Arana *et al.*, (2006), fue casi 14% 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 encontrados en este estudio, indican que no existe una continuidad espacial marcada en la distribución del recurso camarón entre la II y VIII Región, situación que ya fuera destacada por Acuña *et al.* (2006) y estudios posteriores (Acuña *et al.*, 2015; Alarcón *et al.*, 2017).

El centro de gravedad de la densidad poblacional de camarón nailon en el año 2018, para la macrozona norte de la pesquería (II – IV Regiones), se localizó en 30°14,3'S y 71°31,8'W, con una inercia de 1,362° en el plano latitudinal y 0,022° en el plano longitudinal, mientras que en la macrozona sur (V – VIII Regiones), el centro de gravedad de la densidad se encontró en 34°45,3'S, con una inercia de 1,496° en sentido latitudinal y 72°35,8'W, con una inercia de 0,379° en el plano longitudinal, respectivamente. El centro de gravedad para toda el área de estudio se encontró en los 33°24,2'S en el plano latitudinal, con una inercia de 5,73° (Fig. 17) y 72°16,7'W en el plano longitudinal, con una inercia de 0,511.

Al comparar con la disposición del centro de gravedad para años anteriores (1999 a 2017), 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. 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 2017 (Acuña *et al.*, 2015, Alarcón *et al.*, 2017).

La biomasa total del stock de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) en la plataforma y talud continental de las Regiones II a VIII estimada según el enfoque geoestadístico alcanzó a 23.707,8 toneladas (D.E. = 2.594,7 t). Esta biomasa es inferior (19%) que la estimada en el año 2017 y 22,8% menor que la estimada en el año 2016. Sin perjuicio de la leve disminución, la biomasa actual se encuentra entre los valores más bajos observados en los últimos 10 años de evaluaciones (12 años calendario, Fig. 18).



En el presente estudio se utilizó dos enfoques alternativos para la estimación de la biomasa de camarón nailon, (1) el enfoque “top-cut” sugerido por el Dr. Pierre Petitgas en la visita que hicieron investigadores del proyecto al laboratorio del Dr. Petitgas en Nantes (Francia) en el año 2016, y (2) el enfoque geoestadístico con deriva externa, sugerido durante la visita realizada por el Dr. Petitgas a Chile en noviembre de 2017. Al respecto, la estimación de biomasa mediante el enfoque de deriva externa resultó ser apenas 6,1% menor que el enfoque geoestadístico intrínseco que se había utilizado en los años recientes. En el caso del método “top-cut”, la estimación de biomasa fue casi 20,0% menor que en el enfoque geoestadístico intrínseco y 15,0% menor que en el enfoque de deriva externa.

Un aspecto novedoso sugerido en este informe, es que al contrastar la diversidad genética con la latitud y profundidad en un modelo integrativo (RDA), nuestros resultados muestran que la diversidad genética se explica en mayor medida por cambios en la batimetría que por cambios espaciales latitudinales. Incluso utilizando un panel de datos obtenidos con secuenciación masiva, estos patrones parecen ser consistentes.

La diversidad genética en el camarón nailon *Heterocarpus reedi* es alta e independiente de la latitud a lo largo del área de actividad pesquera (26° - 36°). Sin embargo, los resultados muestran que los valores más altos de diversidad tienden a estar en los sitios donde se muestreó a una menor profundidad, sugiriendo una interesante correlación entre la diversidad genética y la profundidad. Dado este resultado, un muestreo específico evaluando en un mismo sitio a distintas profundidades podría dar luces acerca de la influencia específica de la batimetría en la diversidad genética de la especie.

Este es el primer reporte de una relación profundidad/diversidad para la especie, y uno de los pocos reportados en la literatura. Por ejemplo, algo similar ha sido sugerido para crustáceos decápodos en la transición mediterránea - Atlántica, donde la profundidad y la diversidad haplotípica muestran diferencias significativas entre especies (García-Merchan *et al.* 2012). A pesar que esta comparación es interespecífica, es uno de los pocos ejemplos donde es posible observar una relación entre la diversidad haplotípica (las mismas medidas de diversidad usadas en este informe) y la profundidad en crustáceos observando que, entre familias, la diversidad haplotípica tiende a ser mayor en especies más someras (García-Merchan *et al.* 2012). Una hipótesis que permite explicar la correlación entre la diversidad genética y la profundidad para la especie son las diferencias en las biomásas entre profundidades. Las condiciones propicias para decápodos demersales, como es el caso de *H. reedi*, tienden a ocurrir en aguas más bien superficiales y cercanos a zonas de alta productividad (Canales *et al.* 2016), lo que es consistente con la relación negativa entre diversidad y batimetría. Estas diferencias en biomásas podrían explicarse debido a que la abundancia de *H. reedi* está asociada a la calidad del hábitat. Canales *et al.* (2016) sugieren que las mayores abundancias de la especie ocurren entre 200 - 300m y entre los 25 y 37°S, con un incremento en abundancia en localidades más profundas en bajas latitudes. En este contexto, las mayores biomásas de la especie se reportan al sur de los 32°S (Acuña *et al.* 2012). Adicionalmente, las mayores densidades de individuos y por lo tanto las biomásas, se concentran entre 350m, y en áreas con influencia de descargas de ríos y surgencias costeras, las representan hábitats de mayor calidad (y estabilidad) para la especie (Acuña *et al.* 2012).

En este informe, se ha explorado la influencia de la profundidad en los patrones de diversidad genética del camarón nailon *H. reedi*, lo que nos permite seguir avanzando en el conocimiento sobre su estructura



genética a lo largo de la zona de influencia pesquera, y cómo esta a pesar de set intensa, no ha logrado disminuir la diversidad genética ni ha promovido diferenciación genética entre poblaciones. Siendo un aspecto importante a considerar, que la mayor parte de la diversidad genética se concentra en las zonas donde ocurren las mayores biomásas en la especie.

El análisis de similitud faunística basada en la CPUE de las principales especies de la fauna acompañante permitió determinar que la similitud entre las asociaciones fue $\geq 25\%$. El número de especies con aporte mayor a 1,0% de las capturas totales fue 8, aunque sólo 5 son las más importantes en términos de su captura relativa, a saber: *C. johni*, *M. gayi*, *C. aconcagua*, *P. monodon* y *H. macrops*.

Se detectó la existencia de cuatro ensambles, que a diferencia del año 2017, no mostraron discontinuidad batimétrica, y como ha ocurrido en años anteriores, sí mostraron superposición espacial. El ensamble 1 se encontró principalmente en el rango de profundidad 300 - 500 m, mientras que el ensamble 2 ocurrió mayormente en el rango 400 y 500 m, aunque en latitudes más altas. El ensamble 3 fue el más profundo, encontrándose en el estrato de 500 m de profundidad. Finalmente, el ensamble 4 se superpone parcialmente con el ensamble 2, aunque ocurre solo entre 200 y 400 m. Estos resultados coinciden con estudios en el Mar Mediterráneo (Biagi *et al.*, 1989; Colloca *et al.*, 2003) y en la costa norte de Chile (Sielfeld & Vargas, 1996; Alarcón *et al.*, 2017; Acuña *et al.*, 2018), donde la composición faunística varía gradualmente con la profundidad. En efecto, la fauna que se captura sobre la plataforma y parte del talud continental parecen conectadas por algunas especies que no presentan rangos restringidos de distribución batimétrica, como es el caso de *M. gayi*, *H. macrops* y *C. aconcagua*, coincidiendo con lo informado por Arancibia (1992) y Menares & Sepúlveda (2005).

Las especies de la fauna acompañante con mayor aporte a la varianza de la estructura comunitaria están presentes en todo el rango latitudinal y batimétrico. En consecuencia, los ensambles presentan similar rango de distribución, formando conglomerados que se sobreponen parcialmente (caso de los ensambles 2 y 4), principalmente con las especies *P. monodon*, *C. johni*, *M. gayi* y *C. aconcagua*.

El número de especies que define las similitudes entre grupos es reducido y coinciden con lo reportado por Arancibia (1992) y Jung & Houde (2003). En el ensamble 1 (entre 300 y 500 m de profundidad) la especie más relevante en cuanto al aporte a la similitud entre grupos fue *C. aconcagua*. El ensamble 2 (entre 400 y 500 m de profundidad) las especies más relevantes corresponden a *C. johni*, *M. gayi*, *P. monodon* y *H. microps*. En el ensamble 3 (500 m de profundidad) *A. nigra* y *C. aconcagua* son las especies más relevantes en cuanto a CPUE. Finalmente, el ensamble 4 estuvo caracterizado por *P. monodon*, *H. macrops* y *P. gaudichaudi*.

El gradiente latitudinal no resulta determinante en las asociaciones faunísticas. Por el contrario, la diferenciación de dichos grupos está estrechamente relacionada con el gradiente batimétrico, coincidiendo con lo informado por Hecker (1990) para el Océano Atlántico Norte, por Beentjes (2002) para Nueva Zelanda y por Moranta *et al.* (2008) para el Mar Mediterráneo, quienes señalan que cambios en la composición específica entre diferentes ensambles se deberían a la sustitución de las especies dominantes o subdominantes a través del gradiente batimétrico.



Las curvas de diversidad trófica (Figs. 8 y 9) muestran que el número analizado de estómagos, en el presente trabajo, fue suficiente para establecer relaciones dietarias en merluza común y lenguado de ojos grandes, toda vez que el tamaño mínimo de estómagos fue de aproximadamente 200 unidades para merluza y 150 para lenguado. De acuerdo a los análisis estomacales, la merluza común muestra a los eufausidos como principal componente de su dieta. Sin embargo, el sesgo con los análisis de contenidos estomacales es importante cuando se desea describir una dieta en particular debido a las tasas digestivas del predador. En efecto, generalmente los peces presentan fracción alta de agua por lo que la digestión debería ser más rápida que otras presas. En cuanto al contenido estomacal de ejemplares de lenguado de ojos grandes, en ambas macrozonas los langostinos son la principal presa.

Al comprar los estudios tróficos de estas especies, se cuenta, para lenguado de ojo grande, con los estudios realizados por Villarroel *et al.* (2001), Villarroel & Acuña (2000) y Villarroel & Acuña (1999), quienes estudiaron los hábitos alimentarios por el método de análisis del contenido estomacal. Para merluza común existe variada información sobre hábitos tróficos mediante análisis del contenido estomacal Arancibia & Fuentealba, 1983; Meléndez, 1983; Arancibia & Meléndez, 1987; Cubillos *et al.*, 2003), y posteriormente por Klarian *et al.* (2015), quienes actualizaron la investigación de la trofodinámica mediante el uso de isótopos estables.

Con respecto al consumo de merluza común, existen diferencias con lo reportado por Klarian *et al.* (2015), quienes calcularon que los ejemplares de merluza común consumirían al menos el 4,7% de su peso por día, equivalente a 11,52 g/día, mientras que en el presente trabajo el consumo sería de 9,13 g/día. Los modelos bioenergéticos, cuando se presentan con datos sobre composición de dieta, estructura de tallas, cambios térmicos y estimaciones de abundancia de consumo, entregan un método efectivo para cuantificar las interacciones tróficas entre los predadores y sus presas. Es así que cantidad de kilocalorías por gramo de tejido en las especies estudiadas no son fáciles de encontrar en la literatura mundial y tampoco existen sobre las especies que habitan en el Océano Pacífico Sur Oriental. Comparativamente, la energía bruta de los peces presenta variaciones estacionales hasta y los cambios pueden alcanzar 10%; sin embargo las tasas de consumo estacional pueden generar variaciones entre 50% a 100%. Además, en un sistema presa/predador, si un pez tiene mayor densidad de energía que su presa, entonces su consumo será subestimado y su eficiencia de conversión sobrestimada, aunque lo inverso también es válido. Las diferencias en los contenidos en calorías deberían explicarse, primero, por la constitución de los tejidos, la fisiología de estos peces y las rutas metabólicas que están asociadas a su alimentación. De esta manera, para generar una explicación de las diferencias calóricas de los tejidos se requiere estudios de alimentación específicos y tasas de consumo, y correlacionarlos con la cantidad de calorías que presentan las presas de los predadores. Un segundo paso tiene relación con estudios bioquímicos, en particular las rutas metabólicas que han adquirido estas especies en el proceso evolutivo y su fisiología asociada, y con ello tratar de explicar las diferencias entre peces óseos y cartilaginosos. La constitución de los tejidos es una expresión adaptativa, dentro de los cuales el metabolismo de las grasas ha jugado un rol importante.



7. Conclusiones

- Entre las regiones II y VIII, la distribución de la abundancia de camarón nailon se mostró como focos o conglomerados de abundancia aproximadamente continuos, conformando focos de abundancia con niveles de densidad variable.
- El rango de tallas global de camarón nailon (sexos combinados) en toda el área de estudio correspondió a 15,61 y 38,36 mm LC.
- El área de distribución de la densidad local de camarón nailon calculada en este estudio alcanzó a 2.390,3 km², lo que resulta ser 13,2 % menor que el área de distribución observada en el año 2017.
- De manera similar a lo observado en el año 2017, pero a diferencia de años previos, un primer y único foco de abundancia de camarón nailon se localizó en la parte sur de la II Región.
- El centro de gravedad de la densidad poblacional de camarón nailon (t/km²) se encontró en los 33°24,2'S (inercia: I = 5,73°) y 72°16,7'W (I = 0,511°), aproximadamente al mismo nivel que lo observado en el año 2016.
- La biomasa de camarón nailon estimada en el presente estudio mediante el enfoque geoestadístico alcanzó a 23.707,8 toneladas (D.E. = 2.594,7 t). El intervalo de confianza de la biomasa corresponde a 17.083,8 t (límite inferior) y 30.331,7 t (límite superior).
- Se estimó la biomasa de camarón nailon con dos métodos alternativos, un enfoque geoestadístico con deriva externa y el método "top-cut". En el primer caso la biomasa estimada alcanzó a 22.256,2 t (IC: 18.572,6 - 25.939,8 t), y en el segundo a 18.937,3 t (IC: 16.845,5 - 21.029,0 t).
- Los resultados del estudio genético batimétrico sugieren que la variación en diversidad genética de haplotipos está más influenciada por la profundidad que por la latitud. La contribución relativa de la profundidad es observable solo para la diversidad genética, pues reportes anteriores del Equipo de Trabajo mostraron que la diferenciación genética no está estructurada ni por profundidad ni por latitud.
- Las especies de mayor importancia relativa de la fauna acompañante fueron langostino amarillo (*Cervimunida johni*), merluza común (*Merluccius gayi*), los pejerratas *Coelorhynchus aconagua* y *Nezumia pulchella*, langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) y tiburón gato (*Aculeaola nigra*), tanto respecto a la captura total de las especies objetivo como respecto a la captura total de la fauna acompañante.



- Latitudinalmente, las especies más importantes son las mismas señaladas anteriormente, presentando alternancia en el gradiente latitudinal. Batimétricamente, *M. gayi* se encuentra entre 100 y 300 m de profundidad, mientras que las especies más importantes entre 250 y 400 m de profundidad fueron camarón nailon (*H. reedi*), merluza común (*M. gayi*) y pejerratas (*N. pulchella*, *T. villegai* y *C. aconcagua*).
- La fauna acompañante en las zonas de pesca de camarón nailon está constituida por cuatro asociaciones específicas, las que se diferencian principalmente por un rasgo cuantitativo (en este caso relacionado con el aporte en peso de las especies) más que un rasgo cualitativo (composición específica). El número de especies que dominan dentro de cada uno de estos ensambles es bajo, siendo las especies más importantes *M. gayi*, *P. monodon*, *C. johni*, *C. aconcagua*, *A. nigra* y *N. pulchella*.
- Se confirma a los crustáceos como taxa general de presas más importante en el contenido estomacal de las especies de peces estudiadas, destacando a los eufáusidos y el langostino colorado.
- Existe una alta similaridad en la alimentación entre las zonas de estudio, confirmando así un alto grado de superposición alimentaria.
- Las tasas de consumo de la merluza y lenguado son comparativamente similares, aunque los lenguados presentan una mayor tasa de incorporación del alimento. Las merluzas y lenguados presentan una tasa de alimentación continua, lo que radica en las tasas metabólicas altas de estos predadores.



8. Referencias Bibliográficas

- Abello, P., A. Carbonell & P. Torres. 2002. Biogeography of epibenthic crustaceans on the shelf and upper slope off the Iberian Peninsula Mediterranean coasts: implications for the establishment of natural management areas. *Sci. Mar.*, 66(2): 183-198.
- 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 & 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., R. Alarcón, H. Arancibia, L. Cid, A. Cortés, L. Cubillos, R. León & S. Neira. 2005. Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII regiones, año 2004. Informes Técnicos FIP, FIP/IT N° 2004-11, 398 pp.
- Acuña, E., R. Alarcón, L. Cid, H. Arancibia, L. Cubillos y A. Cortés. 2006. Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2005. Informe Final. Proyecto FIP N° 2005-09.
- Acuña, E., R. Alarcón, H. Arancibia, L. Cid, A. Cortés, L. Cubillos y R. León. 2007a. Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2007. Pre Informe Final. Proyecto FIP N° 2007-19.
- Acuña, E., J. Villarroel, A. Cortés, R. Alarcón, L. Cid, H. Arancibia, R. León, L. Cubillos, R. Bahamonde, C. Canales, C. Montenegro, B. Leiva & F. Contreras. 2007b. Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2006. Informe Final Proyecto FIP N° 2006-11, 275 p.
- Acuña, E., M. Thiel, M. Andrade, A. Cortés, N. Espinoza & I. Hinojosa. 2008. Dinámica reproductiva del langostino amarillo y langostino colorado en la III y IV Región. Informe Final, Proyecto FIP N° 2006-43, 156 pp.
- Acuña, E., R. Alarcón, L. Cid, A. Cortés, L. Cubillos, O. Godø, R. León, V. López, E. Pérez & P. Rodríguez. 2009. 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.



- Acuña, E., R Alarcón, A. Cortés, H. Arancibia, L. Cid y L. Cubillos. 2013. Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2012. Informe Final Proyecto FIP N° 2012-05.
- Acuña, E., R. Alarcón, A. Cortés, H. Arancibia & L. Cid. 2015. Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2014. Informe de Avance. IFOP. 272 pp.
- Acuña, E., R. Alarcón, A. Cortés, H. Arancibia, Luis Cubillos & L. Cid. 2016. Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2015. Informe Final, 272 pp.
- Acuña, E., R Alarcón, A. Cortés, H. Arancibia, P. Petitgas y L. Cid. 2018. Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2017. Instituto de Fomento Pesquero. 318 pp.
- Alarcón, R., E. Acuña, A. Cortés & H. Arancibia. 2017. Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2016. Informe Final, 329 pp.
- Andersen, N.G. 1999. The effect of predator size, temperature and prey characteristics on gastric evacuation in whiting. *J. Fish Biol.*, 54: 287-301.
- Antezana, T., N. Aguirre & R. Bustamante. 1976. Clave ilustrada y distribución latitudinal de los eufáusidos del Océano Antártico (Crustacea, Zooplancton). *Ser. Cienr. Antárt. Chileno.* 4(1): 53-68.
- 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., M. Ahumada, A. Guerrero, T. Melo, D. Queirolo, M.A. Barbieri, R. Bahamonde, C. Canales & J.C. Quiroz. 2006. Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2005. Informe Final Proyecto FIP 2005-08. *Estud. Doc., Pont. Univ. Católica Valpo.*, 10/2006: 368 pp.
- Arancibia, H. 1992. Distribution patterns of the demersal fish assemblage off central Chile. *Biología Pesquera*, 21: 43-53.
- Arancibia, H. & M. Fuentealba. 1993. Análisis de la alimentación de *Merluccius gayi gayi* (Guichenot, 1848) de Chile central, en el largo plazo. *Biología Pesquera*, Chile 22: 5-11.
- Arancibia, H. & R. Meléndez. 1987. Alimentación de peces concurrentes en la pesquería de *Pleuroncodes monodon* Milne Edwards. *Invest. Pesq. (Chile)* 34: 113-128.



- Bahamonde, R., B. Leiva, C. Canales, J. Cortés, P. Arana, A. Guerrero, M. Ahumada, M.A. Barbieri, T. Melo, D. Queirolo, C. Hurtado, P. Gálvez & E. Molina. 2003. Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, 2003. Informe Final Proyecto FIP 2003-31.
- Bergstad, O.A., G. Menezes & A.S. Høines. 2008. Demersal fish on a mid-ocean ridge: Distribution patterns and structuring factors. *Deep-Sea Res. Pt. II*, 55: 185-202.
- Biagi, F., De Ranieri, S., Mori, M., Sartor, P., & Sbrana, M. (1989). Preliminary analysis of demersal fish assemblages in the northern Tyrrhenian Sea. *Nova Thalassia* 10, 391-398.
- Bianchi, C. 2007. Biodiversity issues for the forthcoming tropical Mediterranean Sea. *Hydrobiologia*, 580: 7-21.
- Blanchard F. 2001. The effect of fishing on demersal fish community dynamics: an hypothesis. *ICES J. Mar. Sci.*, 58, 711-718.
- Bray, J.R. & J.T. Curtis. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, 27: 325-349.
- Bromley P. 1994. The role of gastric evacuation experiments in quantifying the feeding rates of predatory fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 4: 36-66.
- Busalacchi, B., P. Rinelli, F. De Domenico, A. Profeta, F. Perdichizzi & T. Bottari. 2010. Analysis of demersal fish assemblages off the Southern Tyrrhenian Sea (central Mediterranean). *Hydrobiologia*, 654: 111-124.
- Cahill, A. & Levinton, J.S. 2016. Genetic differentiation and reduced genetic diversity at the northern range edge of two species with different dispersal modes. *Mol. Ecol.* 25, 515-526.
- Canales, C.M. Company, J.B & Arana P.M. 2016. Population structure of nylon shrimp *Heterocarpus reedi* (Crustacea: Caridea) and its relationship with environmental variables off Chile. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 44(1): 144-154.
- Carney, R. 2005. Zonation of deep biota on continental margins. *Oceanogr. Mar. Biol.*, 43: 211-278.
- 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.
- Ciannelli, L., P. Fauchald, K.S. Chan, V.N. Agostini & G.E. Dingsør. 2008. Spatial fisheries ecology: Recent progress and future prospects. *J. Mar. Sys.*, 71: 223-236.
- Clark, M., M. Dunn, P. McMillan, M. Pinkerton, A. Stewart & S. Hanchet. 2010. Latitudinal variation of demersal fish assemblages in the western Ross Sea. *Antarct. Sci.*, 22(6): 782-792.



- Clarke K. R. & R.H. Green, 1988. Statistical design and analysis for a biological effects study. *Mar Ecol. Prog. Ser.*, 92: 205-219.
- Clarke, K. R. & R. M. Warwick. 1994. Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth: Plymouth Marine Laboratory, 144 p.
- Clifford, H. T. & W. Stephenson. 1975. An introduction to numerical classification. Academic Press, Incorporated, London, 229 pp.
- Cochran. W. 1977. Sampling Techniques. 3rd. Ed.. Wiley Series in Probability. New York.
- Colloca, F., M. Cardinale, A. Belluscio & G. Ardizzone. 2003. Pattern of distribution and diversity of demersal assemblages in the central Mediterranean Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 56 (2003): 469-480.
- Cortes, E. & S. Gruber. 1990. Diet, Feeding habits and estimates of daily ration of young lemon sharks, *Negaprion brevirostris* (Poey). *Copeia* 1:204-218
- Cortes, E. 1997. A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54: 726-738.
- Cressie. N.A.C. 1993. Statistics for spatial data. Wiley. New York.
- Cubillos, L.A., H.P. Rebolledo & A.F. Hernández. 2003. Prey composition and estimation of Q/B for the Chilean hake, *Merluccius gayi* (Gadiformes-Merluccidae), in the central-south area off Chile (34° - 40° S). *Arch. Fish. Mar. Res.* 50 (3): 271-286.
- De Donato, M. 2013. Genotyping-by-Sequencing (GBS): A Novel, Efficient and Cost-Effective Genotyping Method for Cattle Using Next-Generation Sequencing. *PLoS ONE* 8, e62137.
- Diana, J. 1979. The feeding pattern and daily ration of a top carnivore, the northern pike, *Esox lucius*. *Can. J. Zool.* 57:2121-2128.
- D'Onghia, G., C. Politou, A. Bozzano, D. Lloris.G. Rotllant, L. Sion & F. Mastrototaro. 2004. Deep-water fish assemblages in the Mediterranean Sea. *Sci. Mar.*, 68 (3), 87-99.
- 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.
- Deutsch. C.V. & A.G. Journel. 1998. GSLIB: Geostatistical Software Library and User's Guide. 2nd Ed. Oxford University Press. New York. 369 p.



- Elliot, J.M. & L. Person. 1978. The estimation of daily rates of food consumption for fish. *J. Anim. Ecol.* 47:977-991.
- Elliot, J.M. 1972. Rates of gastric evacuation in brown trout *Salmo trutta* L. *Freshwater Biology* 2:1-18.
- 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. N° 1. Rome. FAO. 1996. 26p. 6 annexes.
- 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.
- Ferry L. & G.M. Caillet. 1996. Sample size and data analysis: are we characterizing and comparing diet properly? In: D. MacKinlay & K. Shearer (ed.). *Feeding ecology and nutrition in fish*, Symposium Proceedings. American Fisheries Society, San Francisco, pp. 71-80.
- Foll, M. & Gaggiotti, O. 2008. A genome-scan method to identify selected loci appropriate for both dominant and codominant markers: a Bayesian perspective. *Genetics* 180, 977–993.
- Gabriel, W.L. & A.V. Tyler. 1980. Preliminary analysis of Pacific coast demersal fish assemblages. *Mar. Fish. Rev.*, 42: 83-88.
- Gaertner, J., J. Bertrand & A. Souplet. 2002. STATIS-CoA: a methodological solution to assess the spatio-temporal organization of species assemblages. Application to the demersal assemblages of the French Mediterranean Sea. *Sci. Mar.*, 66 (2): 221-232.
- Gaertner, J., J. Bertrand, D. Samani & A. Souplet. 2005. Spatio-temporal organization patterns of demersal assemblages of the east coast of Corsica (Mediterranean Sea). *Vie Milieu*, 55(2): 81-89.
- García, S.M.; Zerbi, A.; Aliaume, C.; Do Chi, T.; Lasserre, G. 2003. The ecosystem approach to fisheries. Issues, terminology, principles, institutional foundations, implementation and outlook. FAO Fisheries Technical Paper. N° 443. Rome, FAO. 71 p.
- García-Merchán V.H., Robainas-Barcia A., Abelló, P., Macpherson, E., Palero, F., García-Rodríguez, M., Gil de Sola, L., Pascual, M. 2012. Phylogeographic patterns of decapod crustaceans at the Atlantic–Mediterranean transition. *Mol. Phyl. and Evol.* 62: 664–672.
- García-Rodríguez, M., P. Abelló, A. Fernández & A. Esteban. 2011. Demersal assemblages on the soft bottoms off the Catalan-Levante coast of the Spanish Mediterranean. *J. Mar. Biol.*, 16 p.



- Gartland, J. 2002. Diet composition of young-of-the-year bluefish, *Pomatomus saltatrix*, in the lower Chesapeake Bay and Virginia's coastal ocean. Master's Thesis, College of William and Mary, Gloucester Point, Virginia.
- Gelsleichter, J., J.A. Musick & S. Nichols. 1999. Food habits of the smooth dogfish, *Mustelis canis*, dusky shark, *Carcharhinus obscurus*, Atlantic sharpnose shark, *Rhizoprionodon terranova*, and the sand tiger, *Carcharias taurus*, from the northwest Atlantic Ocean. *Environmental Biology of Fishes* 54:205-217.
- Gomes, M., E. Serrão & M. Borges. 2001. Spatial patterns of groundfish assemblages on the continental shelf of Portugal. *ICES J. Mar. Sci.*, 58: 633-647.
- Goovaerts, P. 1999. Using elevation to aid the geostatistical mapping of rainfall erosivity. *Catena* 34 (3-4), 227-242.
- Goovaerts, P. 2000. Geostatistical approaches for incorporating elevation into the spatial interpolation of rainfall. *Journal of Hydrology*, Vol. 228 (1-2): 113-129.
- Goudet, J. 2005. Hierfstat, a package for R to compute and test hierarchical F-statistics. *Mol. Ecol. Notes* 5, 184-186.
- Haas, H.L., E.C. Lamon, K. Rose & R. Shaw. 2001. Environmental and biological factors associated with the stage-specific abundance of brown shrimp (*Penaeus aztecus*) in Louisiana: applying a new combination of statistical techniques to long-term monitoring data. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 58: 2258-2270.
- 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.
- Hastie, T.J. & R.J. Tibshirani. 1990. *Generalised Additive Models*. Chapman & Hall, London. 335 pp.
- Hecker, B. 1990. Variation in megafaunal assemblages on the continental margin south of New England. *Deep-Sea Research*, 37: 37-57.
- Hyslop, E.J. 1980. Stomach contents analysis, a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology* 17:711- 429.
- Isaaks, E. & R. Srivastava. 1989. *An Introduction to Applied Geostatistics*.. Oxford University Press. New York. 561 p.
- Jombart, T., S. Devillard and F. Balloux. 2010. Discriminant analysis of principal components: a new method for the analysis of genetically structured populations. *BMC Genet.* 11, 94.



- Journel. A.G. & C.J. Huijbregts. 1978. Mining geostatistics. Academic Press. London.
- Jung, S. & E. Houde. 2003. Spatial and temporal variabilities of pelagic fish community structure and distribution in Chesapeake Bay, USA. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 58(2): 335-351.
- Kasatkina S.M. & P.S Gasyukov. 2006. Estimating uncertainty in Baltic acoustic survey results applying geostatistics techniques and simulation. *ICES CM 2006/l:14*. 20 pp.
- Keskin, C., F. Ordines, B. Guijarro & E. Massutí. 2011. Comparison of fish assemblages between the Sea of Marmara and the Aegean Sea (north-eastern Mediterranean). *J. Mar. Biol. Assoc. UK.*, 1-12.
- Klarian SA, Molina-Burgos BE, Melendez R. 2015. Alimentación de la merluza común por medio de isotopos estables. Informe final. Instituto de Fomento Pesquero. 55 pp.
- Klarian, S. A., Canales-Cerro, C., Barría, P., Zárate, P., Concha, F., Hernández, S., Heidemeyer, M., Sallaberry-Pincheira, P. & Meléndez, R. (2018) New Insights on the Trophic Ecology of Blue (*Prionace glauca*) and Shortfin Mako Sharks (*Isurus oxyrinchus*) from the Oceanic Eastern South Pacific. *Marine Biology Research* 14, 173–182.
- Krebs, C.J. 1994. *Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance* (Harper Collins, New York), 4th Ed.
- Labropoulou, M. & C. Papaconstantinou. 2004. Community structure and diversity of demersal fish assemblages: the role of fishery. *Scientia Marina*, 68 (S1): 215-226.
- López S., R. Meléndez & P. Barría. 2010. Preliminary diet analysis of the blue shark *Prionace glauca* in the eastern South Pacific. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 45: 745–749.
- López, S.A. & R. Meléndez. 2012. Consumo y requerimientos energéticos de peces altamente migratorios. Informe Final: IFOP-SUBPESCA: “Programa de seguimiento de peces altamente migratorios año 2012”. 55 pp.
- López, S.A. & R. Meléndez. 2013. Alimentación y relaciones tróficas de recursos altamente migratorios. Informe Final: IFOP-SUBPESCA: Programa de Seguimiento de Peces Altamente Migratorios año 2013. 120 pp.
- Lu, F., A.E. Lipka, J. Glaubitz, R. Elshire, J.H. Cherney, M.D. Casler, E.S. Buckler and D.E. Costich. 2013. Switchgrass genomic diversity, ploidy, and evolution: novel insights from a network- based SNP discovery protocol. *PLoS Genet.* 9, e1003215 (2013).
- Macpherson, E. 1985. Daily ration and feeding periodicity of some fishes off coast of Namibia. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 26:256-260.



- Matérn. B. 1987. Spatial Variation. 2nd edn. Lecture Notes in Statistics. 151 pp.
- Mehl, S. & T. Westgard. 1983. Gastric evacuation rates in Mackerel (*Scomber japonicus*) ICES C.M./H:33. Pelagic Fish. Comm: 11
- Meléndez, R. 1983. Alimentación de *Merluccius gayi* (Guichenot) frente a Chile central (32°05'S - 36°50'S). Boletín del Museo de Historia Natural Chile. 40: 145-151.
- Menares, B. & J.I. Sepúlveda. 2005. Grupos recurrentes de peces y crustáceos demersales en la zona centro-sur de Chile. Investigaciones Marinas, 33(1): 91-100.
- Menezes, G., A. Rosa, O. Melo & M. Pinho. 2009. Demersal fish assemblages off the Seine and Sedlo seamounts (northeast Atlantic). Deep-Sea Research II, 56 (2009): 2683-2704.
- Moranta, J., A. Quetglas, E. Massutí, B. Guijarro, M. Hidalgo & P. Díaz. 2008. Spatio-temporal variations in deep-sea demersal communities off the Balearic Islands (western Mediterranean). Journal of Marine Systems, 71(2008): 346-366.
- Murase, H., H. Nagashima, S. Yonezaki, R. Matsukura & T. Kitakado. 2009. Application of a generalized additive model (GAM) to reveal relationships between environmental factors and distributions of pelagic fish and krill: a case study in Sendai Bay, Japan. ICES Journal of Marine Science, 66: 1417-1424.
- 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.
- Neter, J., Kutner, M. H., Nachtsheim, C. J., & Wasserman, W. 1996. Applied linear statistical models (Vol. 4, 318 p.). Chicago: Irwin.
- Oviatt, C.A. & S.W. Nixon. 1973. The demersal fish of Narragansett Bay: An analysis of community structure, distribution and abundance. Estuar. Coast. Mar. Sci., 1(4): 361-378.
- Pavez, P., T. Peñailillo, S. Palma, N. Silva, H. Miranda & I. Giakoni. 1994. Evaluación directa del stock de langostino amarillo en la zona centro-norte. Informes Técnicos FIP. FIP/IT N° 93-06, 132 p.
- Pennington. M. 1996. Estimating the mean and variance from highly skewed marine data. Fishery Bulletin. US. 47: 1623-1624.
- Petit RJ, El Mousadik A, Pons O. 1998. Identifying populations for conservation on the basis of genetic markers. Conserv. Biol; 12:844-855.
- Petitgas. P. 1993. Geostatistics for fish stock assessments: a review and an acoustic application. ICES Journal Marine Science. 50: 258-298.



- 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.
- R Core Team. 2016. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Retamal M. 1981. Catálogo Ilustrado de los Crustáceos Decápodos de Chile. Gayana Zool. N° 44: 1-110.
- Retamal M. 2000. Catálogo multimedia de los crustáceos decápodos de Chile. World Biodiversity Data Base ETI series.
- Rivoirard, J., 2002. On the structural link between variables in kriging with external drift. *Mathematical Geology* 34 (7), 797–808.
- Rivoirard, J., J. Simmonds, K. Foote, P. Fernandes & N. Bez. 2000. Geostatistics for estimating fish abundance. Blackwell Sciences. Oxford.
- Rivoirard, J., C. Demange, X. Freulon, A. Lécureuil & N. Bellot. 2013. A Top-Cut Model for Deposits with Heavy-Tailed Grade Distribution. *Math. Geosci.*, 45: 967-982
- Roa, R., B. Ernst & F. Tapia. 1999. Estimation of size at sexual maturity: an evaluation of analytical and resampling procedures. *Fish. Bull.*, 97: 570-580.
- Rocha F. 2003. Biología, ecología, cultivo y pesquerías de cefalópodos.
- Rozas, J., Ferrer-Mata, A., Sánchez-DelBarrio, J.C., Guirao-Rico, S., Librado, P., Ramos-Onsins, S.E., Sánchez-Gracia, A. 2017. DnaSP 6: DNA Sequence Polymorphism Analysis of Large Datasets. *Molecular Biology and Evolution*. 34, 3299-3302.
- Sacau, M., G.J. Pierce, J. Wang, A.I. Arkhipkin, J. Portela, P. Brickle, M.B. Santos, A.F. Zuur & X. Cardoso. 2005. The spatio-temporal pattern of Argentine shortfin squid *Illex argentinus* abundance in the southwest Atlantic. *Aquat. Living Resour.*, 18: 361-372.
- Sagua, C. 2015. Análisis espacial y temporal de la fauna acompañante presente en los cruceros de investigación de langostinos y merluza común en la zona central de Chile (años 2005-2008). Seminario para optar al Título de Biólogo Marino. Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, 68 p.
- Schnute. J.T., N. Boers, R. Haigh & A. Couture-Beil. 2010. PBSmapping: PBS Mapping 2.62. <http://cran.r-project.org/web/packages/PBSmapping/PBSmapping.pdf>



- Segovia, N. I., Gallardo-Escárate C, Poulin, E., Haye P.A. 2017. Lineage divergence, local adaptation across a biogeographic break, and artificial transport, shape the genetic structure in the ascidian *Pyura chilensis*. *Sci. Rep.* 7: 44559 doi: 10.1038/srep44559.
- Seidel. E.J. & M. Silva de Oliveira. 2014. New geostatistical index for measuring spatial dependence. *R. Bras. Ci. Solo.* 38: 699-705.
- Sepúlveda, F., Gálvez, P., Molina-Burgos, B. E. & Klarian, S. A. 2018. Hábitos alimentarios del besugo *Epigonus crassicaudus* combinando contenido estomacal e isótopos estables. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 53, 31–37.
- Sielfeld, W. & M. Vargas. 1996. Composición y estructura de la ictiofauna demersal en la zona norte de Chile. *Invest. Mar., Valparaíso.* 24: 3-17.
- Sousa, P., M. Azevedo & M.C. Gomes. 2005. Demersal assemblages off Portugal: Mapping, seasonal, and temporal patterns. *Fish. Res.*, 75: 120-137.
- Sparre, P. & S.C. Venema. 1997. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. FAO Doc. Téc. Pesca, 306/1 Rev. 2: 696 pp.
- Swenson, D. & L. Smith. 1973. Gastric digestion, food consumption, feeding periodicity, and food conversion efficiency in walleye (*Stizostedion vitreum citreum*). *Journal of the Fisheries Research Board of Canada.* 47:679-695.
- Syrjala. S. E. 2000. Critique on the use of the delta distribution for the analysis of trawl survey data. *ICES Journal of Marine Science.* 57: 831–842.
- Thompson. S.K. 1992. Sampling. John Wiley and Sons. New York. 343 pp.
- Vaz. S., C.S. Martin, B. Ernande, F. Coppin, S. Harrop & A. Carpentier. 2005. Using geostatistics to quantify annual distribution and aggregation patterns of fishes in the Eastern English Channel. *ICES CM 2005/L:21.* 22 pp.
- Villarroel JC, Acuña E. 1999. Alimentación y relaciones predador-presa en el lenguado de ojos grandes *Hippoglossina macrops* Steindachner, 1876 (Pisces: Paralichthyidae) de la zona norte de Chile. *Revista de Biología Marina & Oceanografía.* 34(2): 145-154.
- Villarroel JC, Acuña E. 2000. Consumption of deep-sea shrimp by bigeye flounder *Hippoglossina macrops* in fishing grounds off northern Chile. *Journal of Fish Biology.* 57: 1280-1289.
- Villarroel, J. C., E. Acuña & M. Andrade. 2001. Feeding and distribution of the bigeye flounder *Hippoglossina macrops* off Northern Chile. *Mar. Freshwater Res.* 52: 833-841.



- Warwick, R. M., A. J. McEvoy & S. F. Thrush. 1997. The influence of *Atrina zelandica* Gray on meiobenthic nematode diversity and community structure. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 214: 231-247.
- Wetherbee, M. & E. Cortes. 2004. Food consumption and feeding habits. In: Carrier, J., Musick, J., Heithaus, M. & Carrier, C. *Biology of Sharks and Their Relatives*. CRC press, 596 pag.
- Winberg, G.G. 1960. Rate of metabolism and food requirements of fishes. *Fish. Res. Board. Can. Trans. Ser.* 194:1-202.
- Wisner R. 1976. The taxonomy and distribution of Lanternfishes (Family Myctophidae) of the Eastern Pacific Ocean. *NORDA Report 3*: i-vii + 1-220.
- 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.
- Xavier, J.C. & Y. Cherel. 2009. *Cephalopod Beak Guide for the Southern Ocean*. British Antarctic Survey, Cambridge, UK. 129pp.
- Yáñez, E. 1974. Distribución y abundancia relativa estacional de los recursos disponibles a un arte de arrastre camarero frente a la costa de Valparaíso (invierno y primavera 1972). *Investig. Mar.*, 5: 125-138.
- Yáñez, E & M.A. Barbieri. 1974. Distribución y abundancia relativa de los recursos disponibles a un arte de arrastre camarero frente a la costa de Valparaíso (invierno 1973). *Investig. Mar.*, 5: 137-156.
- Zar J. 1999. *Biostatistical analysis*. 4th ed. Prentice hall, Princeton, NJ, USA, 663 pp.
- Zwanenburg, K.C.T. 2000. The Effects of fishing on demersal fish communities of the Scotian Shelf. *ICES J. Mar. Sci.*, 57: 503-509.



9. FIGURAS

FIGURAS

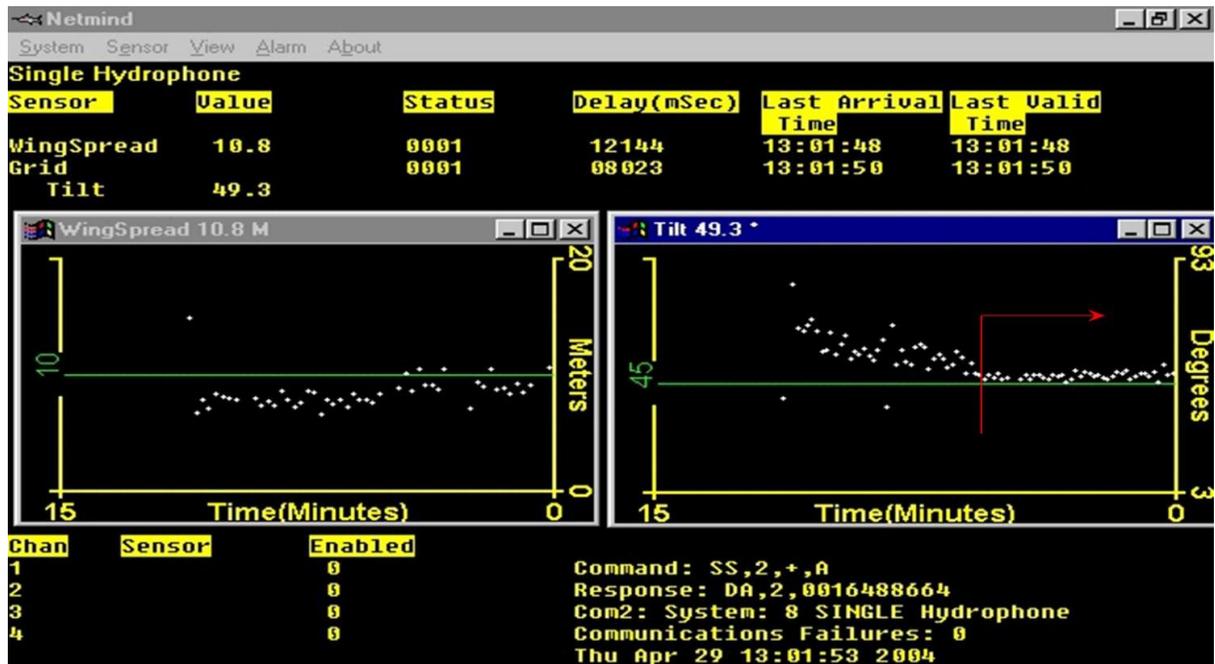


Fig. 1. Imagen de salida on line del sistema NETMIND utilizado para la estimaci3n de apertura de punta de alas (APA). A la derecha, la lnea vertical roja muestra el momento que se considera como t_1 de inicio del arrastre.

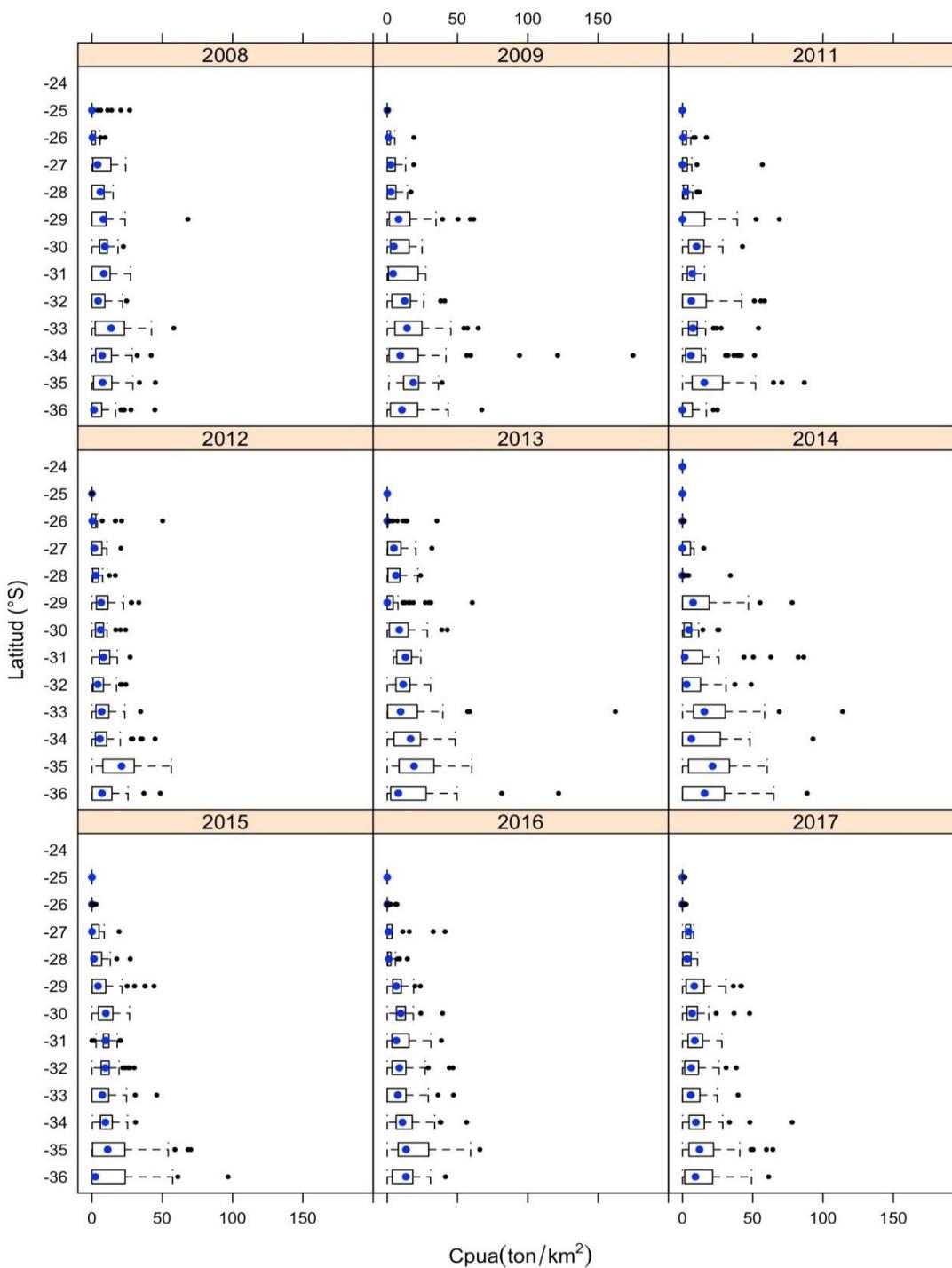


Fig. 2. Captura por unidad de esfuerzo (CPUA, t/km²) de camar3n nailon (*Heterocarpus reedi*) por rango latitudinal entre 2008 y 2017. Los puntos azules representan la mediana.

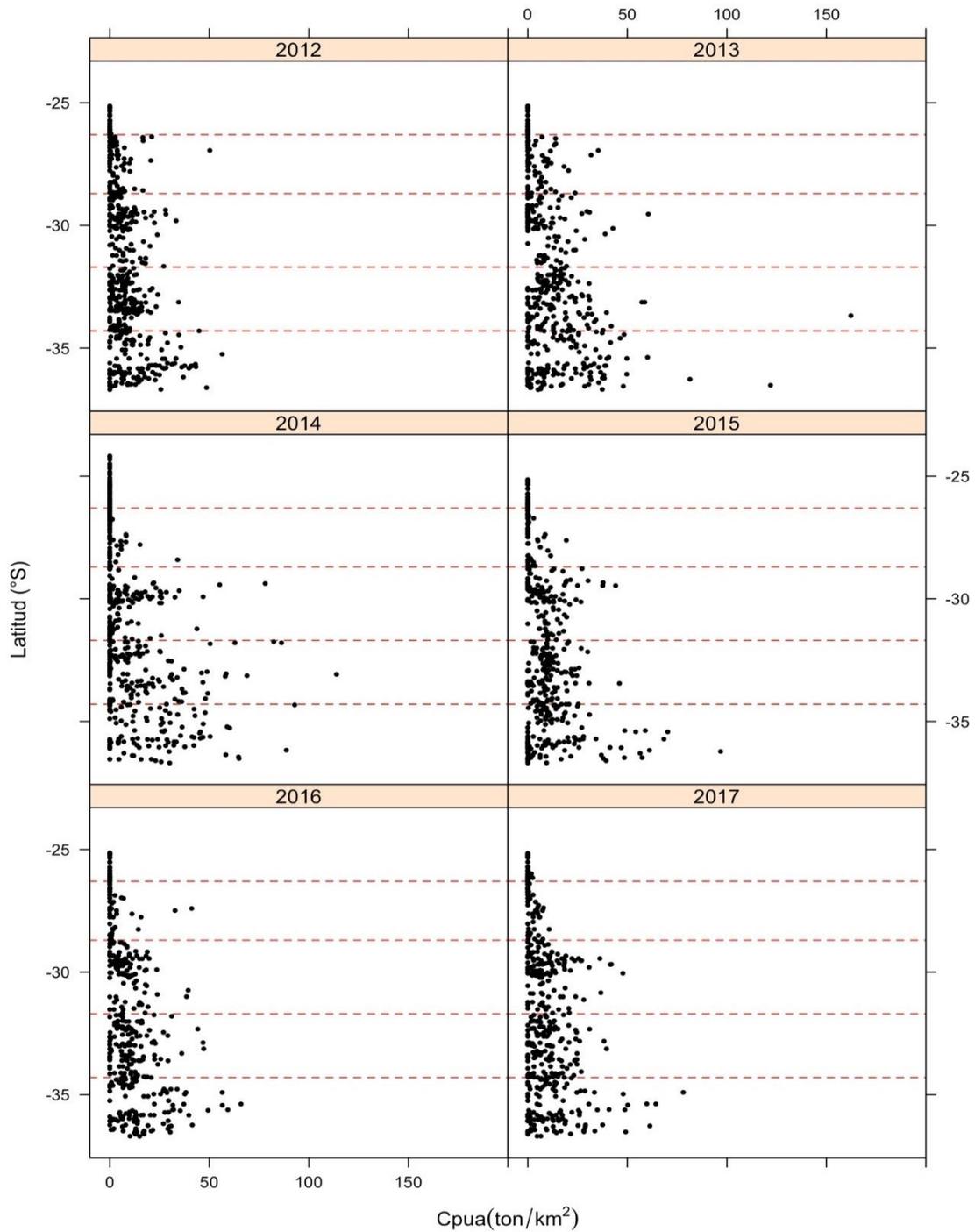


Fig. 3. Distribuci3n latitudinal de los estratos a partir de los resultados del proyecto FIP 2012-05 hasta IFOP 2017. Las lneas horizontales delimitan los estratos (5).

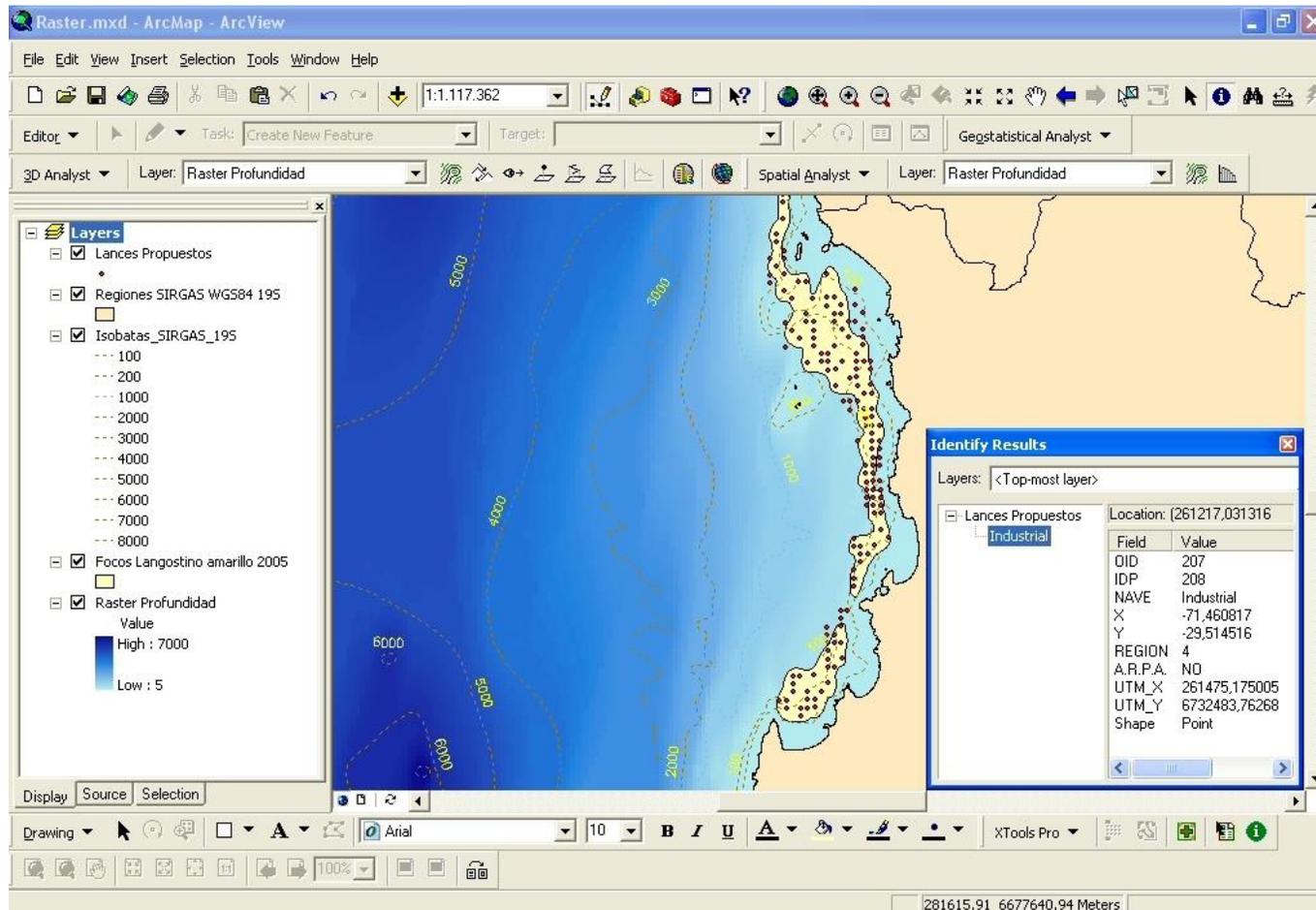


Fig. 4. Ejemplo de las “capas temáticas” de la Regi3n de Coquimbo y la informaci3n desplegada en forma paralela proporcionada por el SIG.

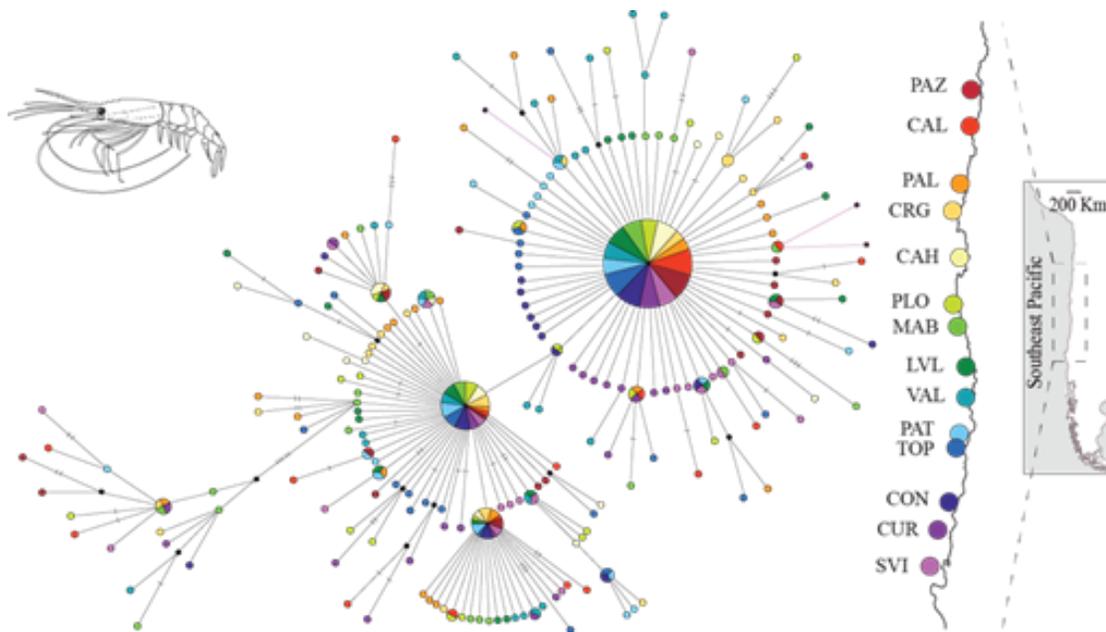


Fig. 5. Red de haplotipos para el gen COI en *Heterocarpus reedi*. Cada c3rculo representa un haplotipo y su tama1o es proporcional a la frecuencia de cada haplotipo detectado. Los colores representan a las localidades de muestreo.

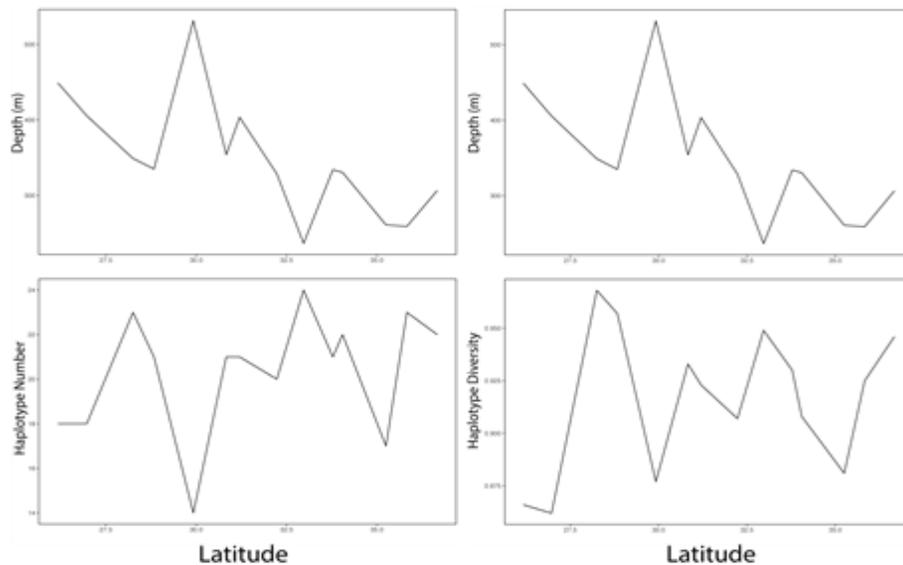


Fig. 6. Relaci3n entre la profundidad y el n1mero de haplotipos por sitio (izquierda) y la diversidad haplot3pica por sitio (derecha).

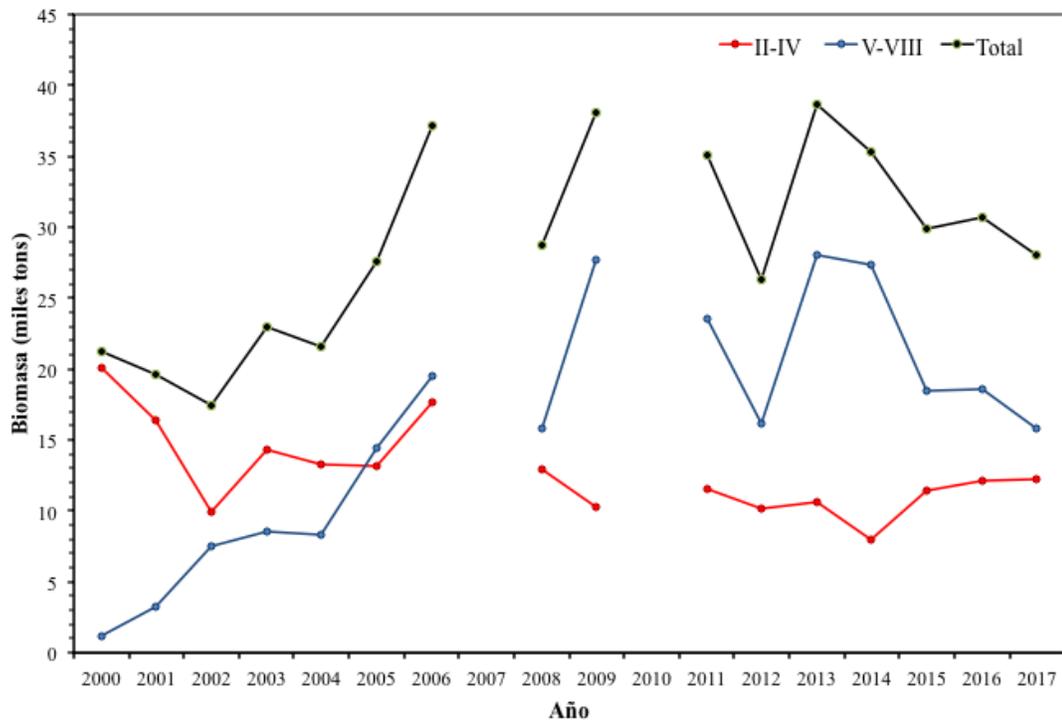


Fig. 7. Evoluci3n temporal de la biomasa total (lnea negra) y por unidad de pesqueria (II-IV, lnea roja; V-VIII, lnea azul) de camar3n nylon entre 2000 y 2017.

Region	Años																	
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
II	0	0	0	0	0	0	0		0	0		0	0	0	0	0	0	0
III	0	0	0	0	0	0	0		0	0		0	0	0	0	0	0	0
IV	3	3	2	2	2	2	3		2	2		2	2	2	1	2	2	2
V	0	0	0	0	0	0	0		0	0		0	0	0	0	0	0	0
VI	0	0	0	0	0	0	0		0	0		0	0	0	0	0	0	0
VII	0	0	0	0	0	0	0		0	0		0	0	0	0	0	0	0
VIII	0	1	1	1	1	2	3		3	5		4	3	5	5	3	3	3
UPN	3	3	2	2	2	2	3		2	2		2	2	2	1	2	2	2
UPS	0	1	1	1	1	2	3		3	5		4	3	5	5	3	3	3
Tot	3	2	2	3	3	3	5		4	5		4	3	5	4	4	4	4

Fig. 8. Escala cualitativa (5 estratos) de la biomasa de camar3n nylon entre la II y VIII Regiones desde 2000 hasta 2017. El color rojo indica mayor biomasa.

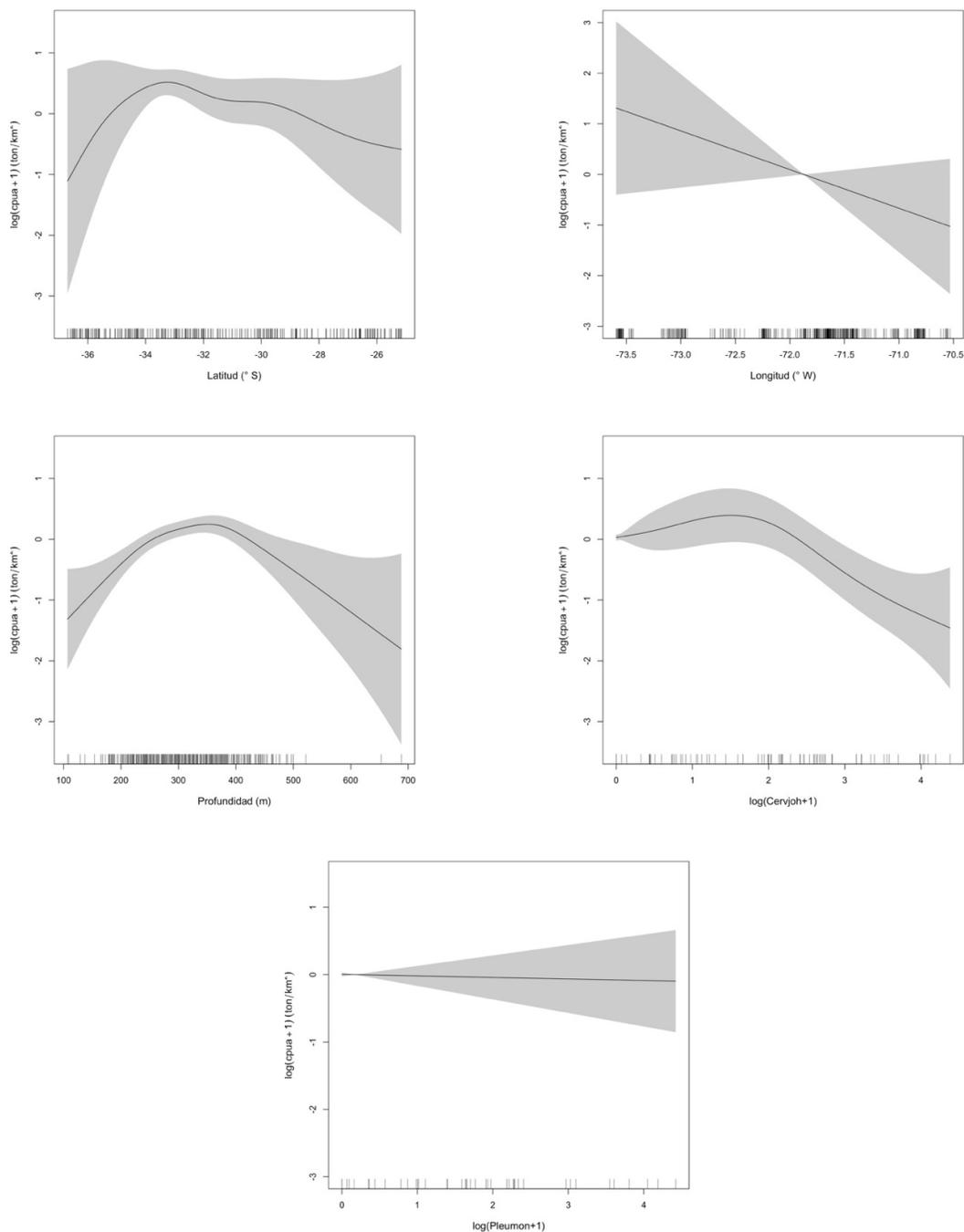


Fig. 9. Resultados de la modelaci3n GAM de las relaciones funcionales entre la CPUA (ton/km²) de camar3n nailon y la latitud (arriba izquierda), longitud (arriba derecha), profundidad (centro izquierda), biomasa de langostino amarillo (centro derecha) y biomasa de langostino colorado (abajo).

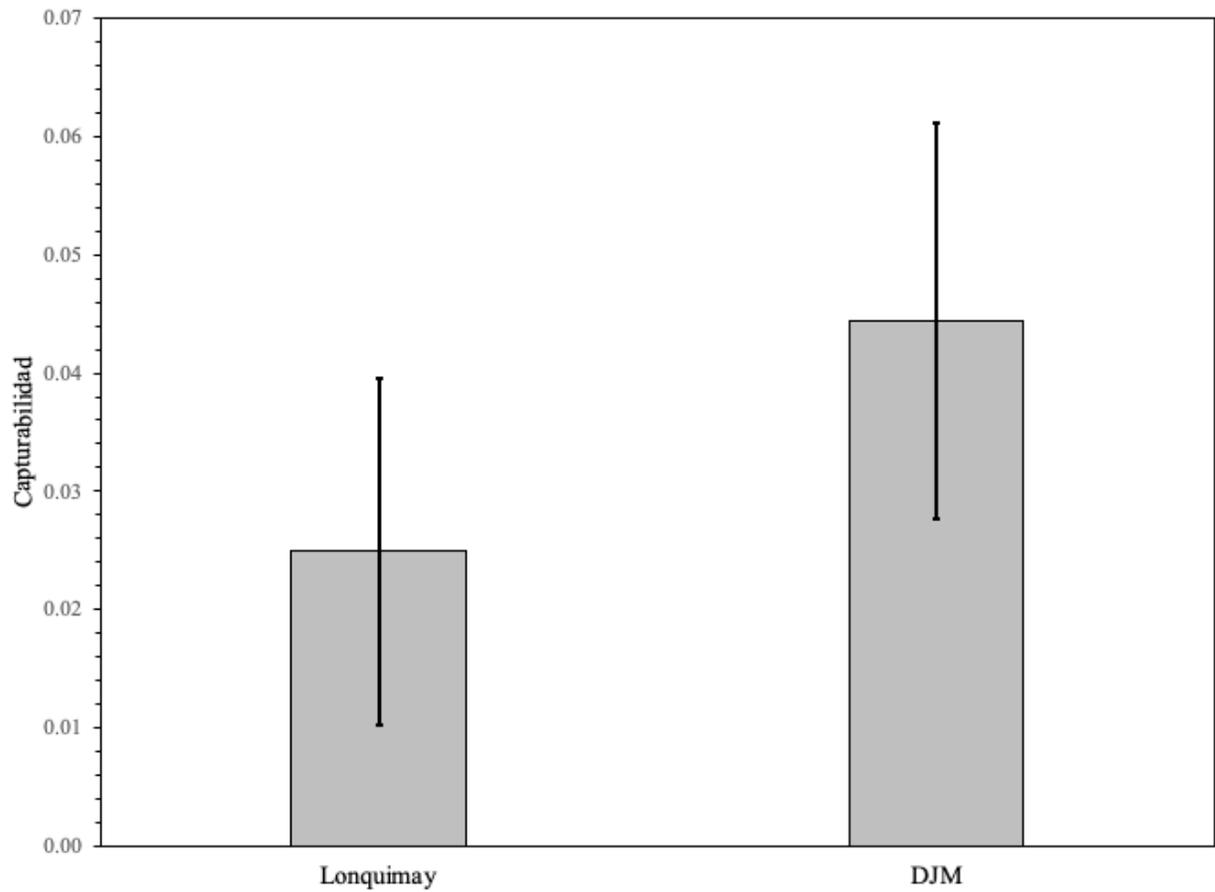


Fig. 10. Coeficiente de capturabilidad (km⁻²) de las naves que participaron de la evaluaci3n directa de camar3n nailon, a3o 2018. PAM Lonquimay y DJM = L/M Don Jos3 Miguel. La lnea vertical corresponde a la desviaci3n est3andar.

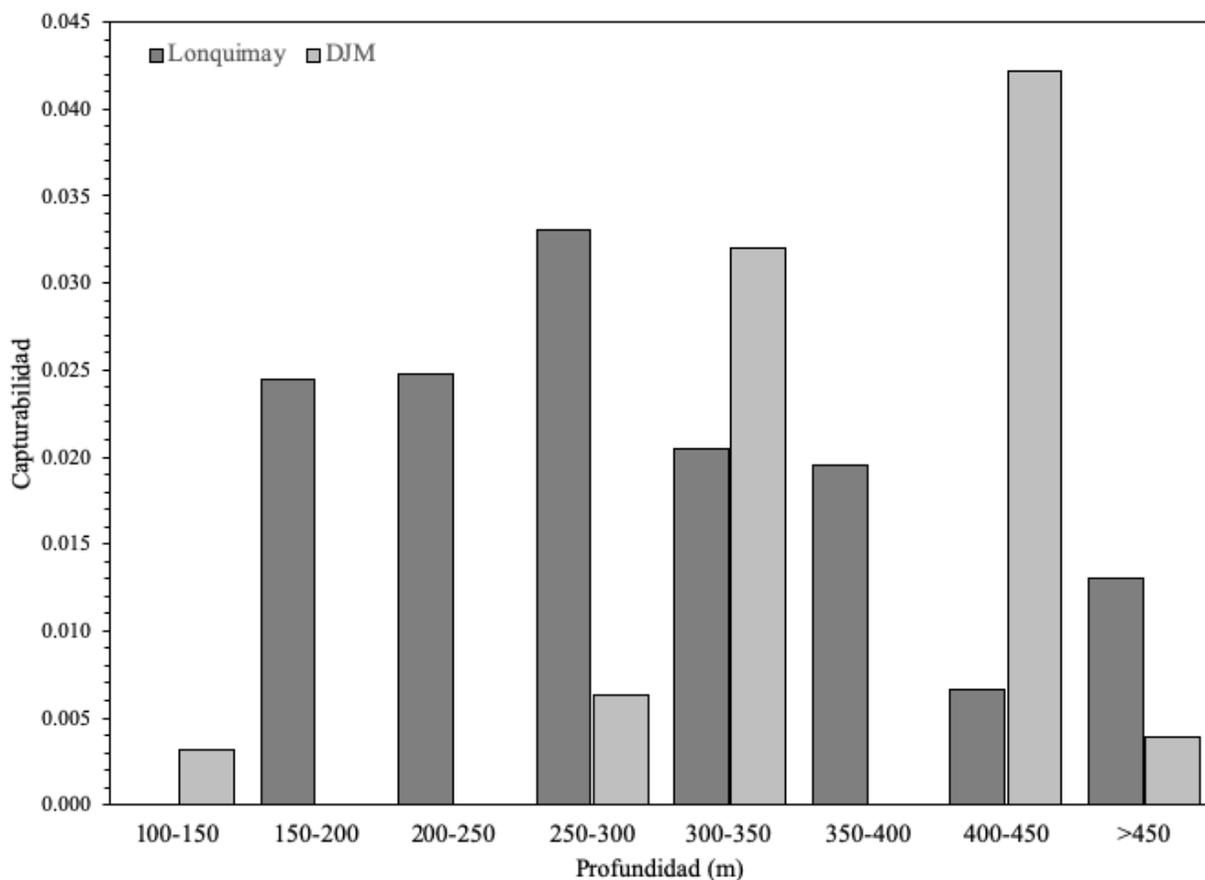


Fig. 11. Coeficiente de capturabilidad (km^2) de las naves que participaron de la evaluaci3n directa de camar3n nailon, a3o 2018 por estrato de profundidad. PAM Lonquimay y DJM = L/M Don Jos3 Miguel.

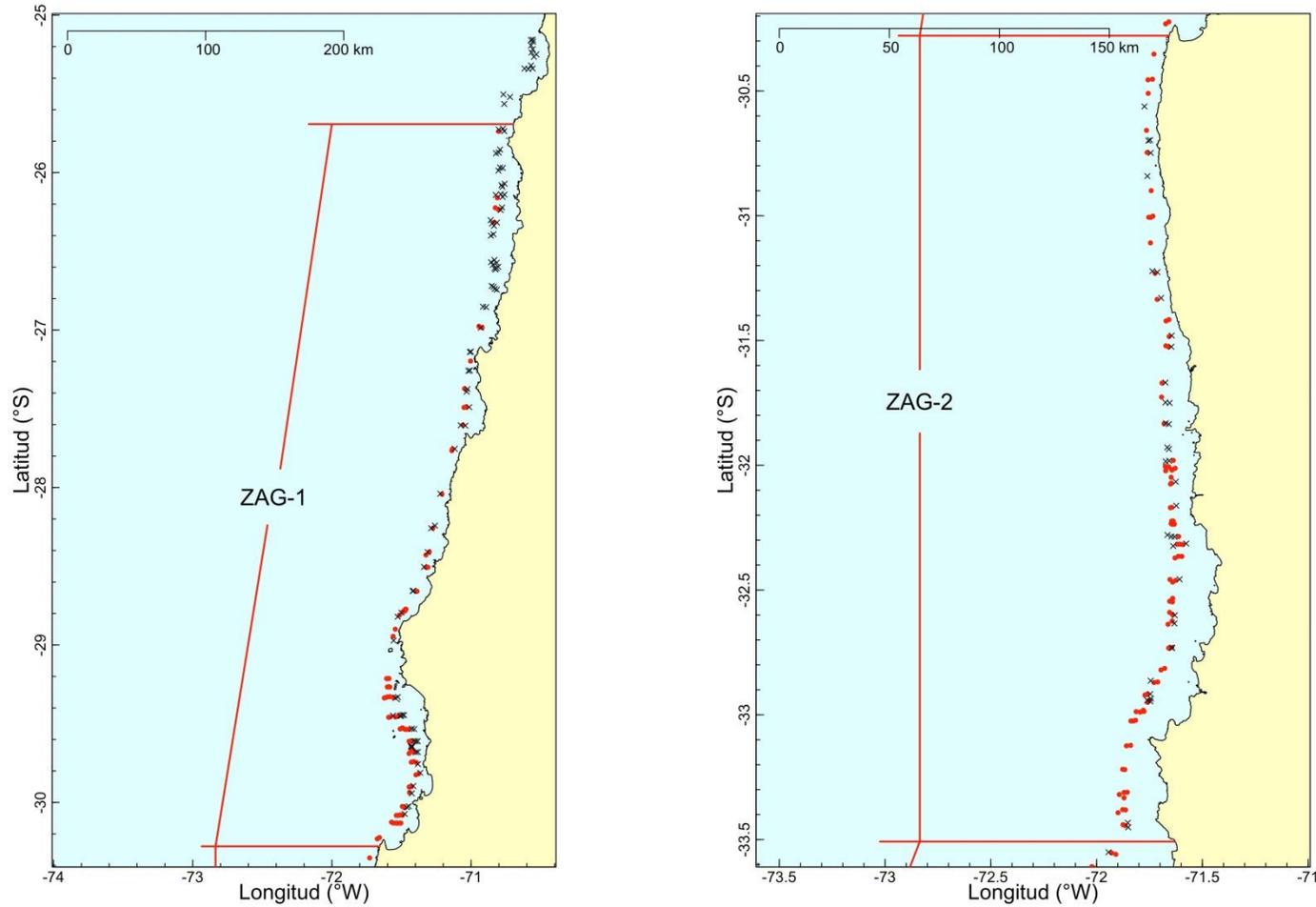


Fig. 12. Disposici3n espacial de los lances de pesca de camar3n nailon entre la II y VIII regiones, a3o 2018 en las ZAGs 1 y 2, Puntos rojos = lances positivos para camar3n; puntos grises = lances negativos

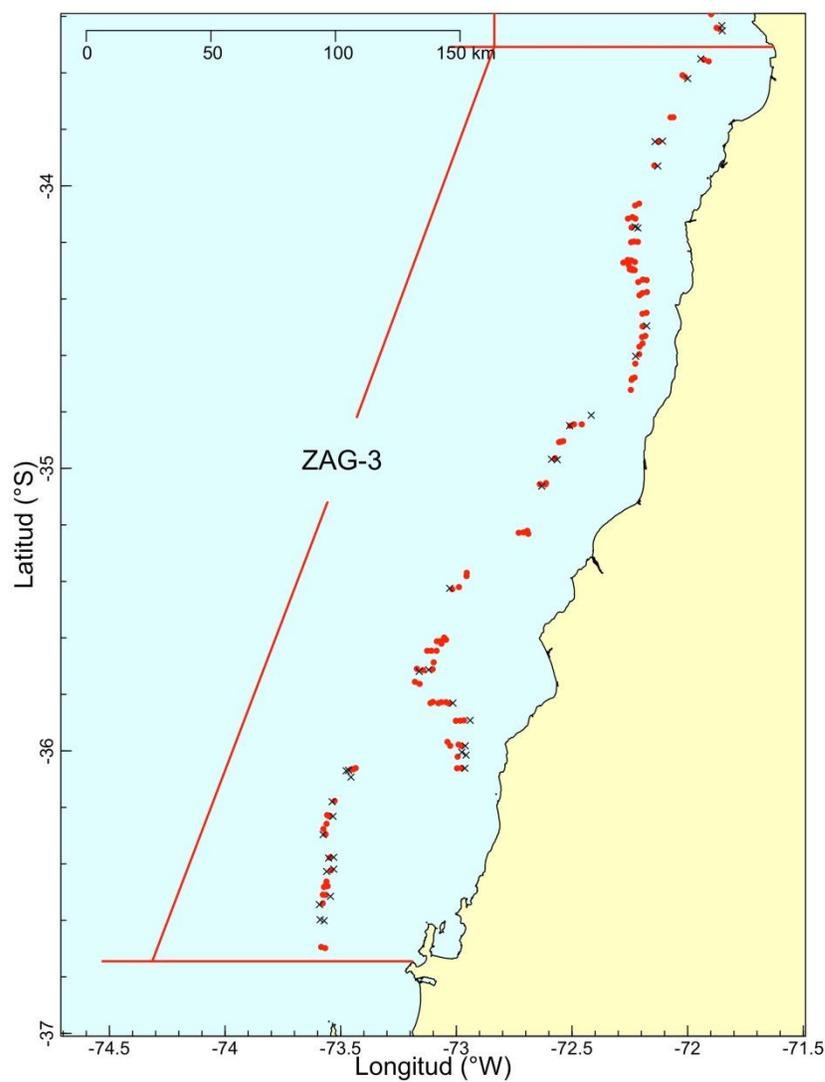


Fig. 13. Disposici3n espacial de los lances de pesca de camar3n nylon entre la II y VIII regiones, a3o 2018 en la ZAG-3, Puntos rojos = lances positivos para camar3n; puntos grises = lances negativos.

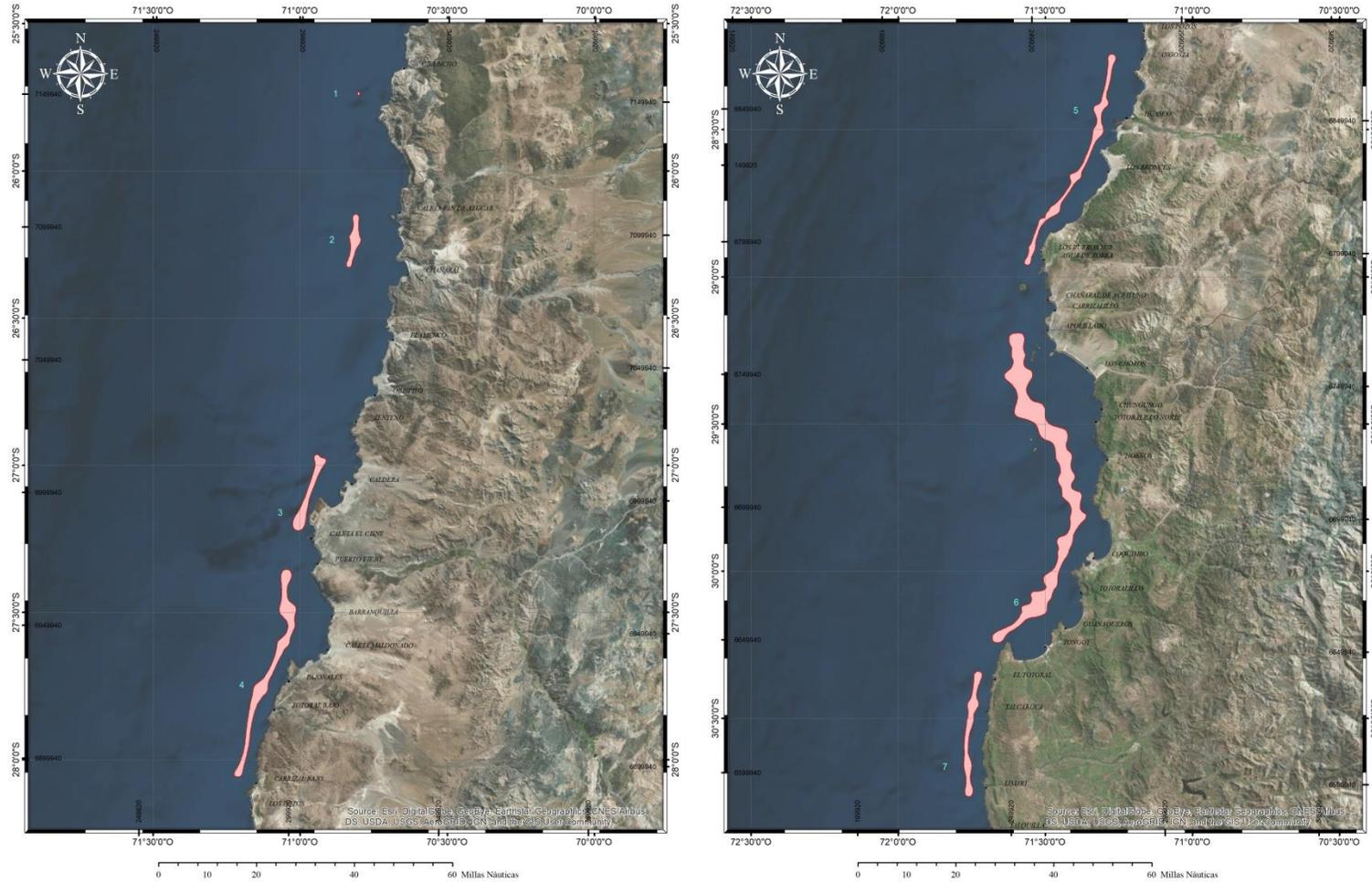


Fig. 14. Disposici3n espacial de los focos de abundancia de camar3n nailon (*H. reedi*) en la II y III Regi3n (izquierda, Focos 1 a 4) y IV Regi3n (derecha, Focos 5 a 7).

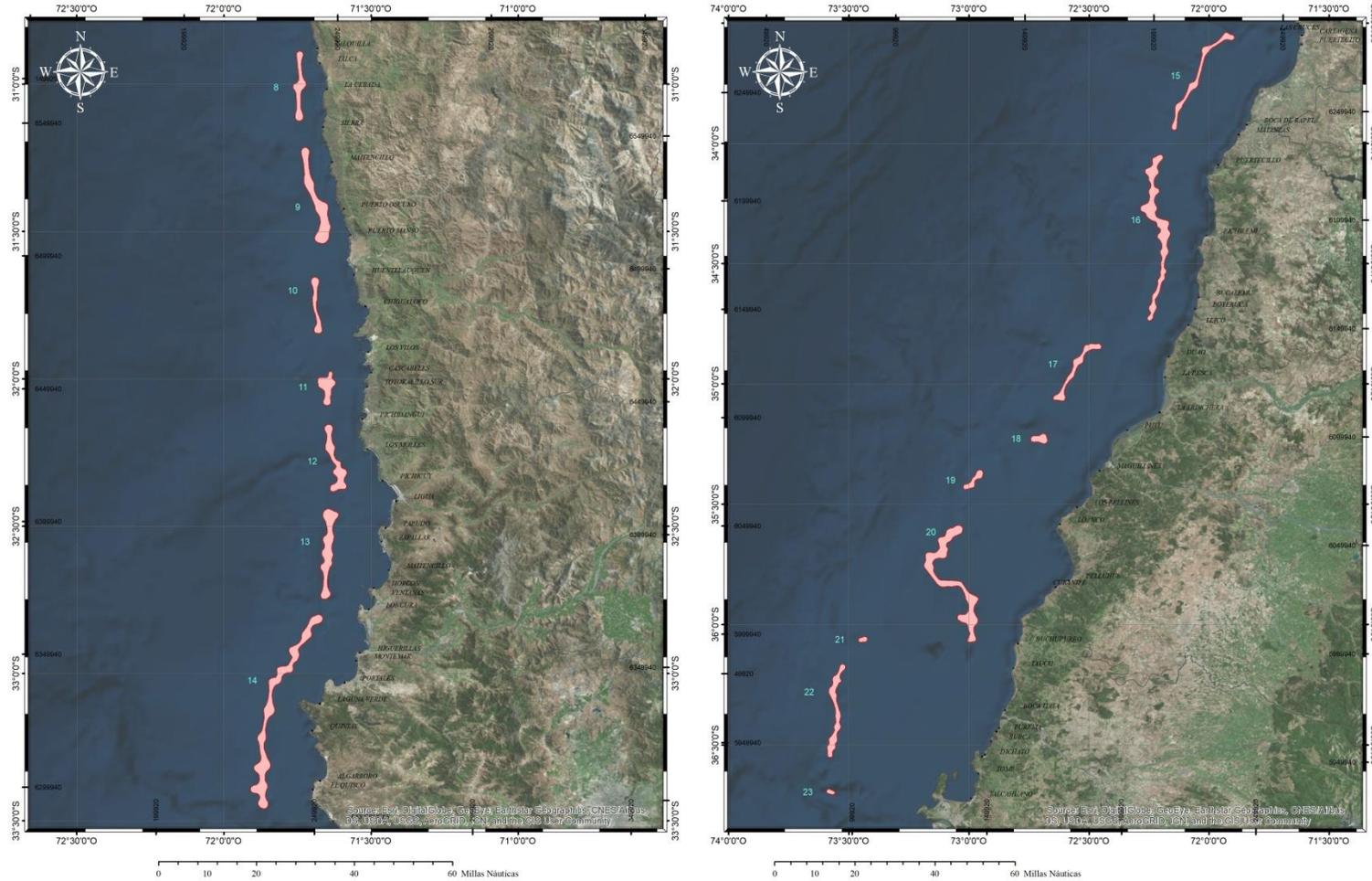


Fig. 15. Disposici3n espacial de los focos de abundancia de camar3n nailon (*H. reedi*) en la V Regi3n (izquierda, Focos 8 a 14) y VI, VII y VIII Regi3n (derecha, Focos 15 a 23).

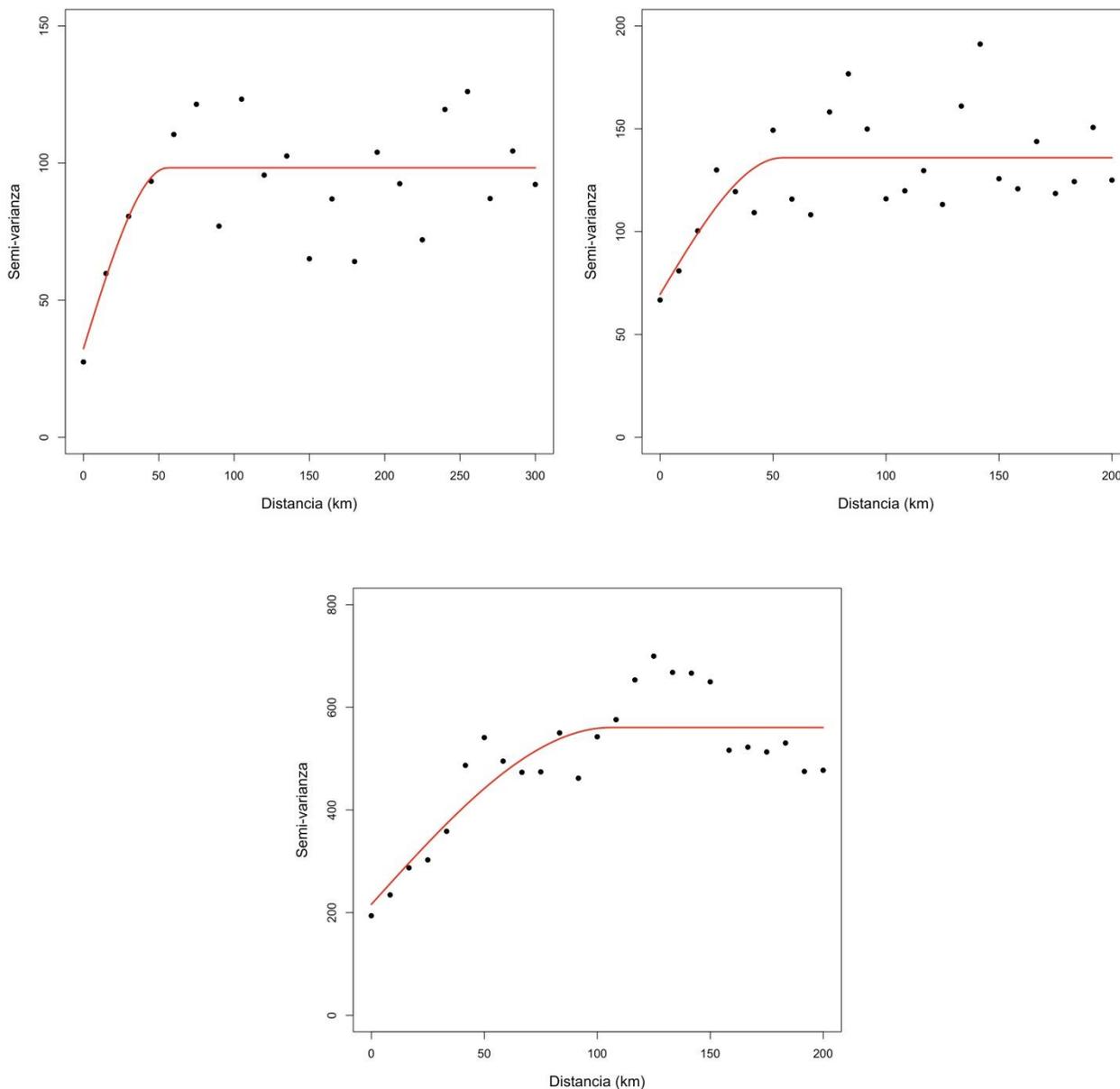


Fig. 16. Variograma experimental (puntos) y variograma te3rico (lnea continua) de la distribuci3n espacial de camar3n nailon (*H. reedi*) en la ZAG-1 (arriba izquierda), ZAG-2 (arriba derecha) y la ZAG-3 (abajo).

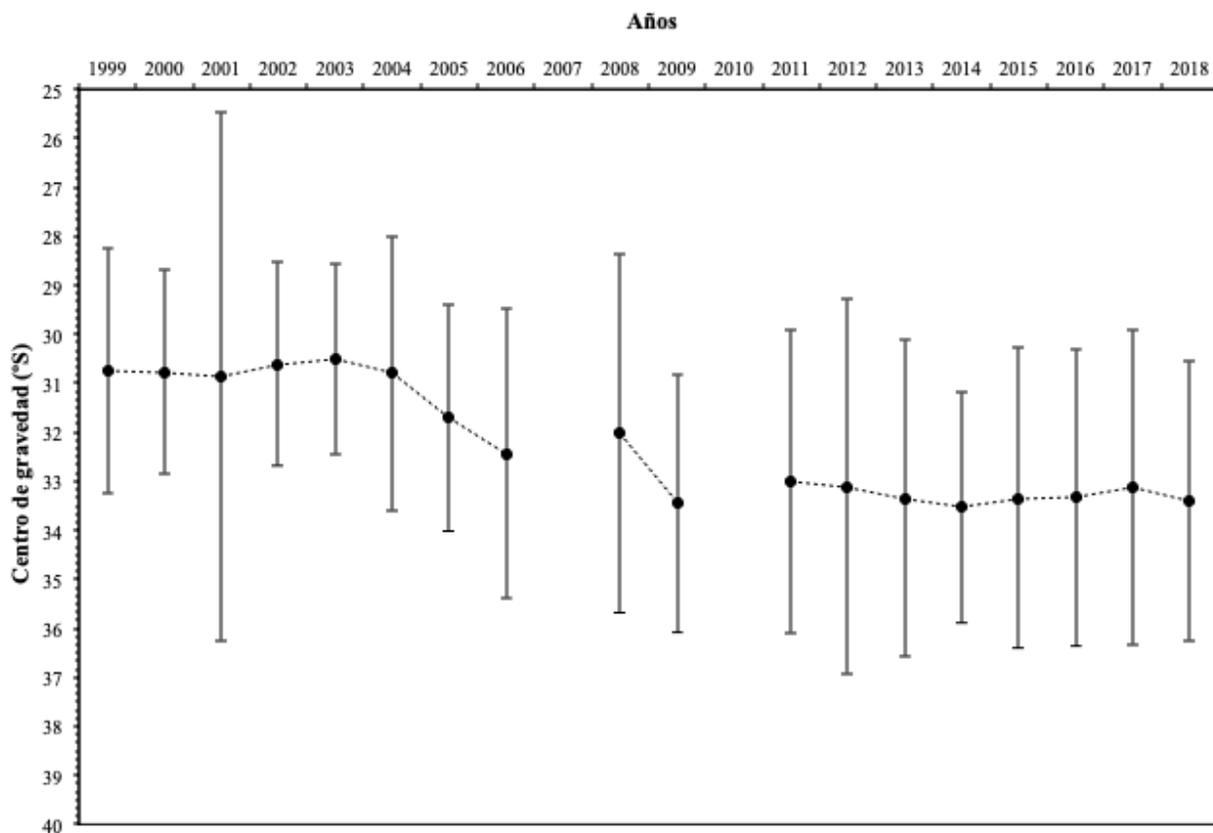


Fig. 17. Centro de gravedad (puntos negros) de la densidad poblacional (t/Km^2) de camar3n nailon (*H. reedi*) en sentido latitudinal entre la II y VIII Regiones. Las barras verticales representan la inercia (*I*).

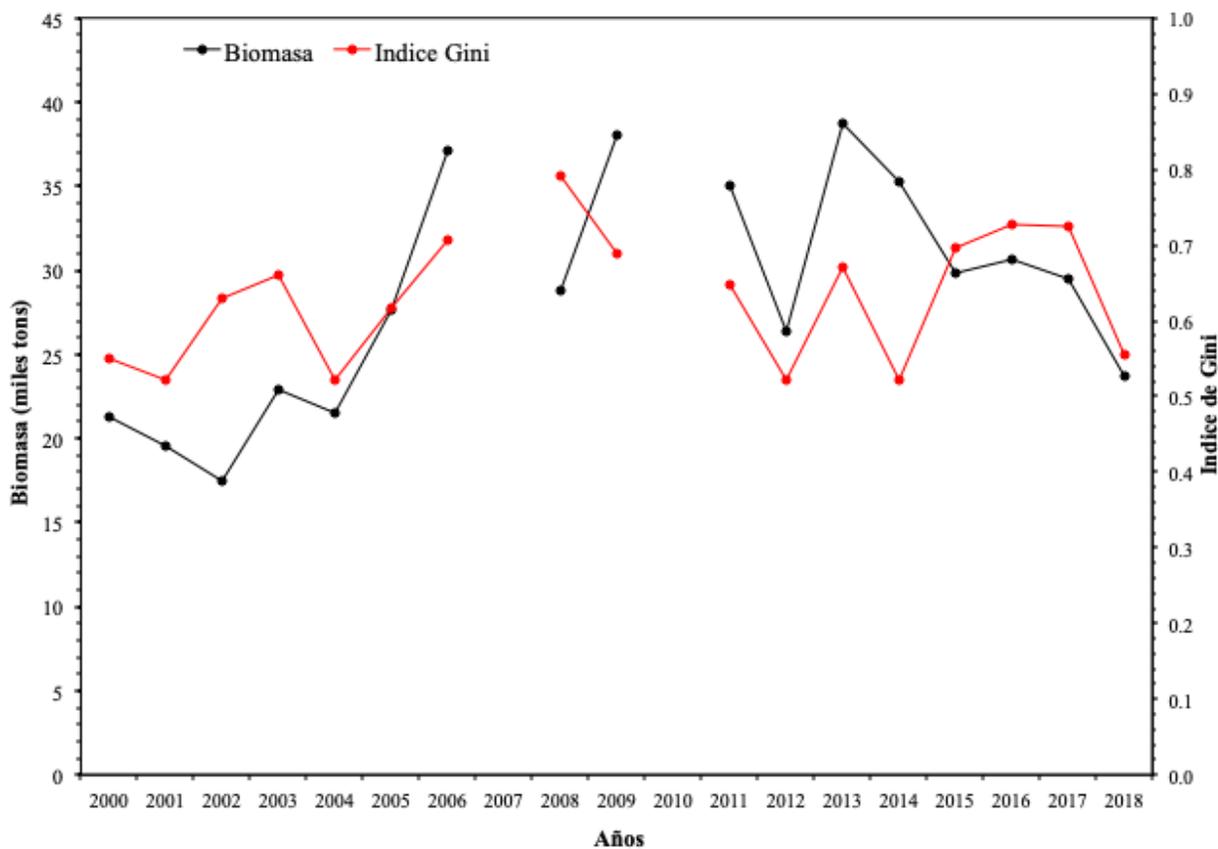


Fig. 18. Evoluci3n temporal del 3ndice de Gini (l3nea roja) entre el a3o 2000 y 2018, para la distribuci3n de la densidad poblacional (t/km^2) de camar3n nailon (*H. reedi*), y la biomasa total (toneladas, l3nea negra) en toda el 3rea de estudio.

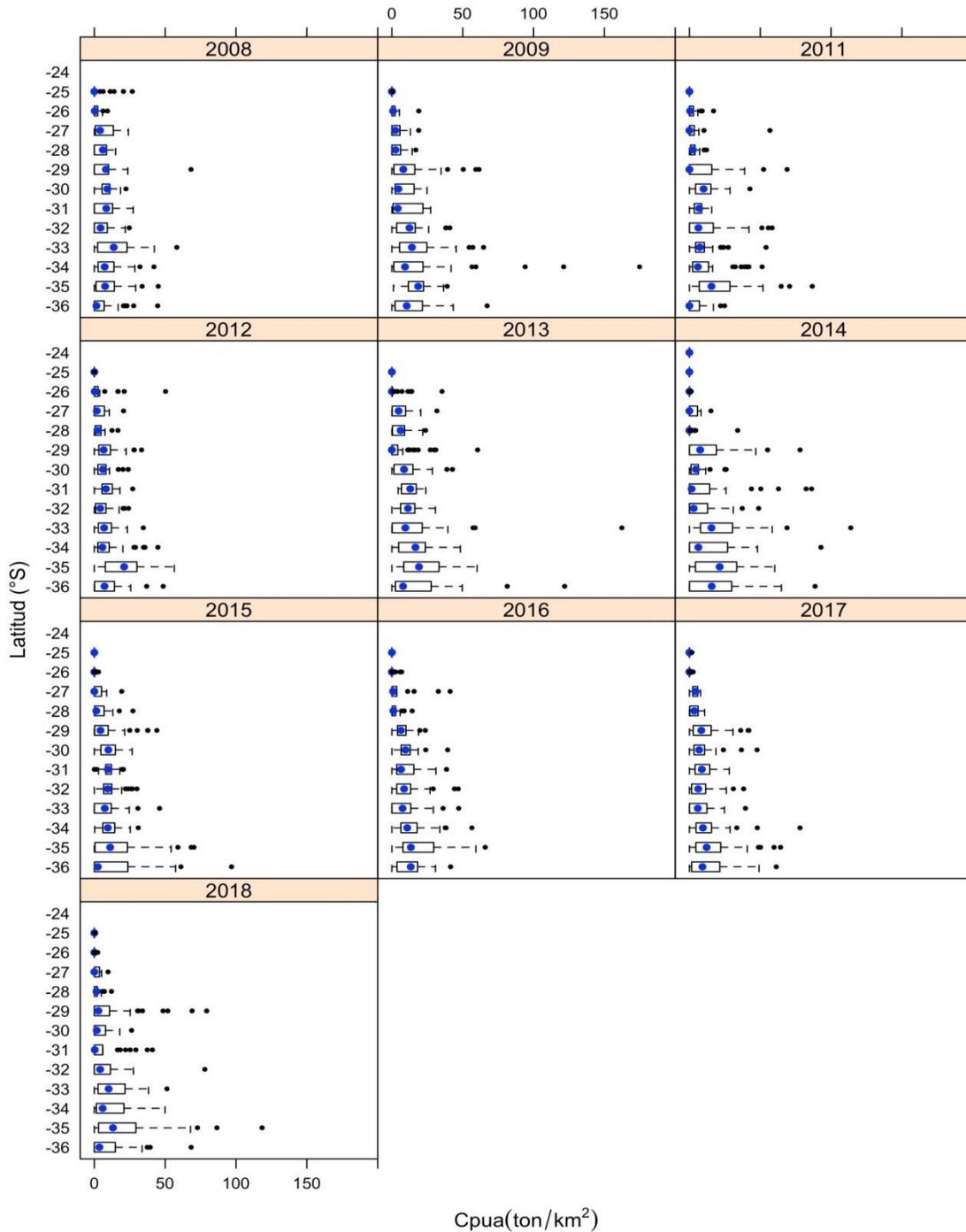


Fig. 19. Gradiente latitudinal de la captura por unidad de 3rea (cpua, t/km²) de camar3n nailon (*H. reedi*) entre 2008 y 2017 (el a3o 2010 no existi3 evaluaci3n directa).

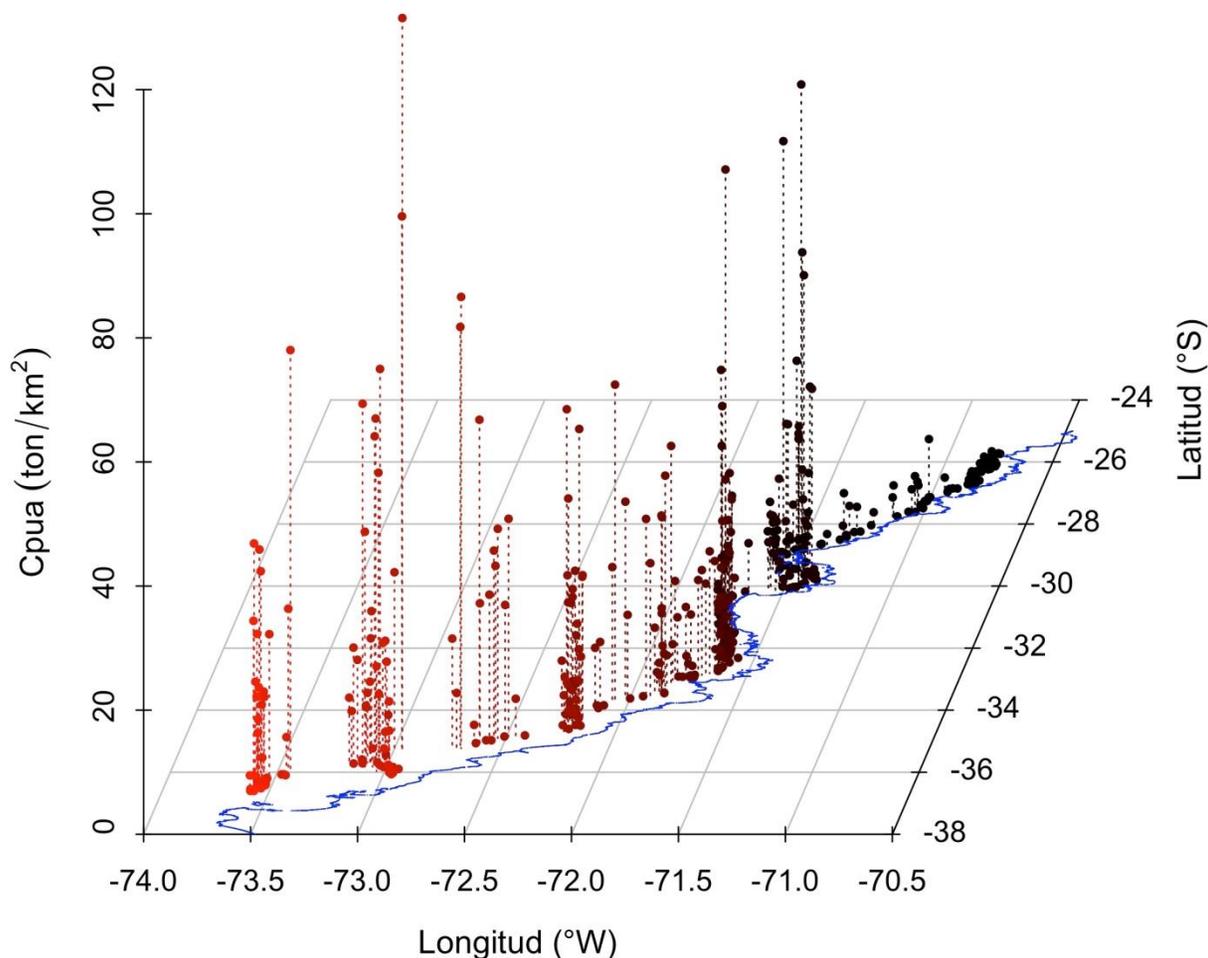


Fig. 20. Representaci3n espacial del gradiente latitudinal de la cpua (t/km^2) de camar3n nailon (*H. reedi*) en la evaluaci3n directa del a3o 2018. La l3nea azul representa la l3nea de costa.

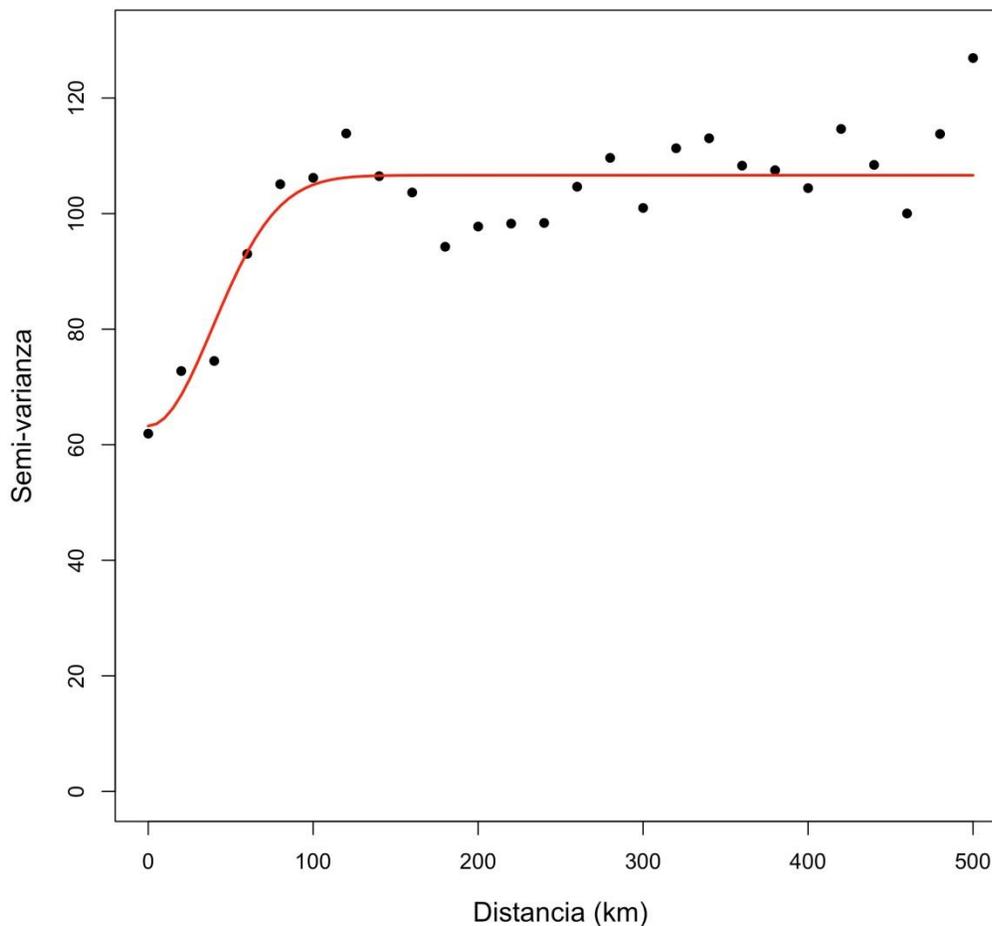


Fig. 21. Variograma experimental (puntos) y variograma te3rico (lnea continua) de la distribuci3n espacial de camar3n nailon (*H. reedi*) para toda el 3rea de estudio. Enfoque geoestadístico con deriva externa.

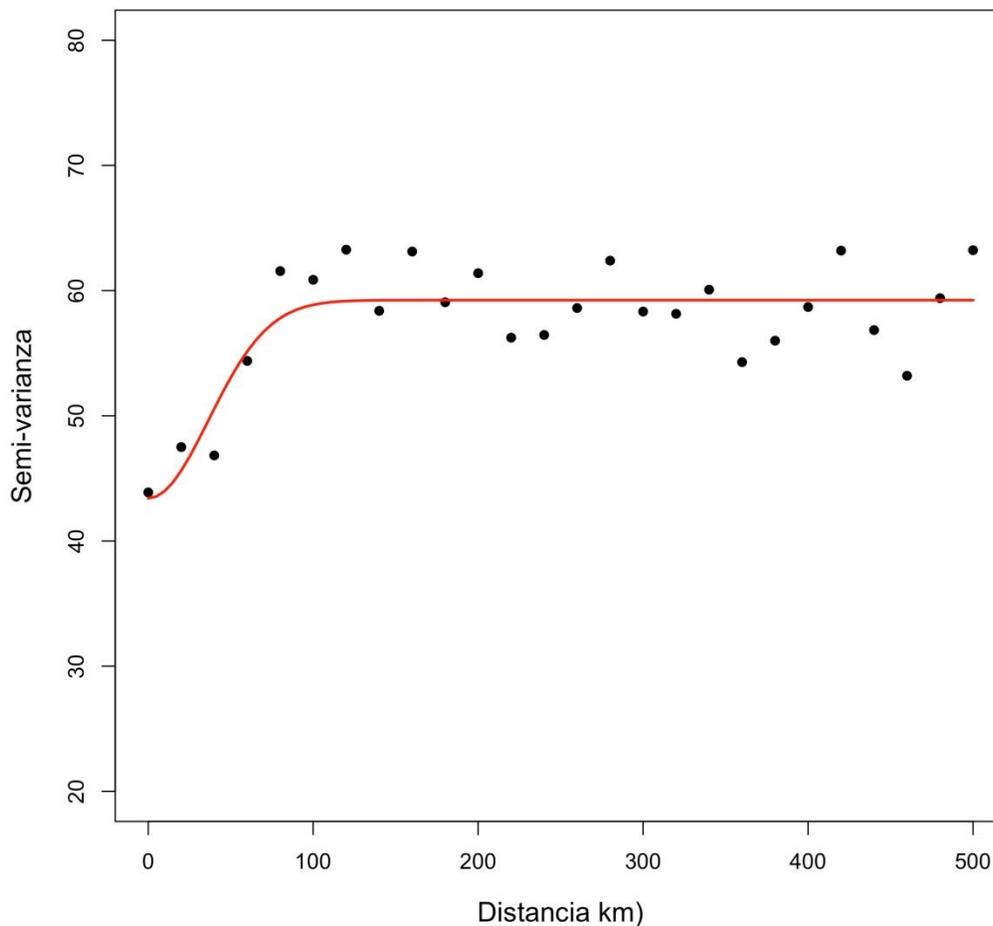


Fig. 22. Variograma experimental (puntos) y variograma teórico (línea continua) de la distribución espacial de la densidad poblacional de camarón nailon (*H. reedi*, variable truncada) para toda el área de estudio. Enfoque “top-cut”.

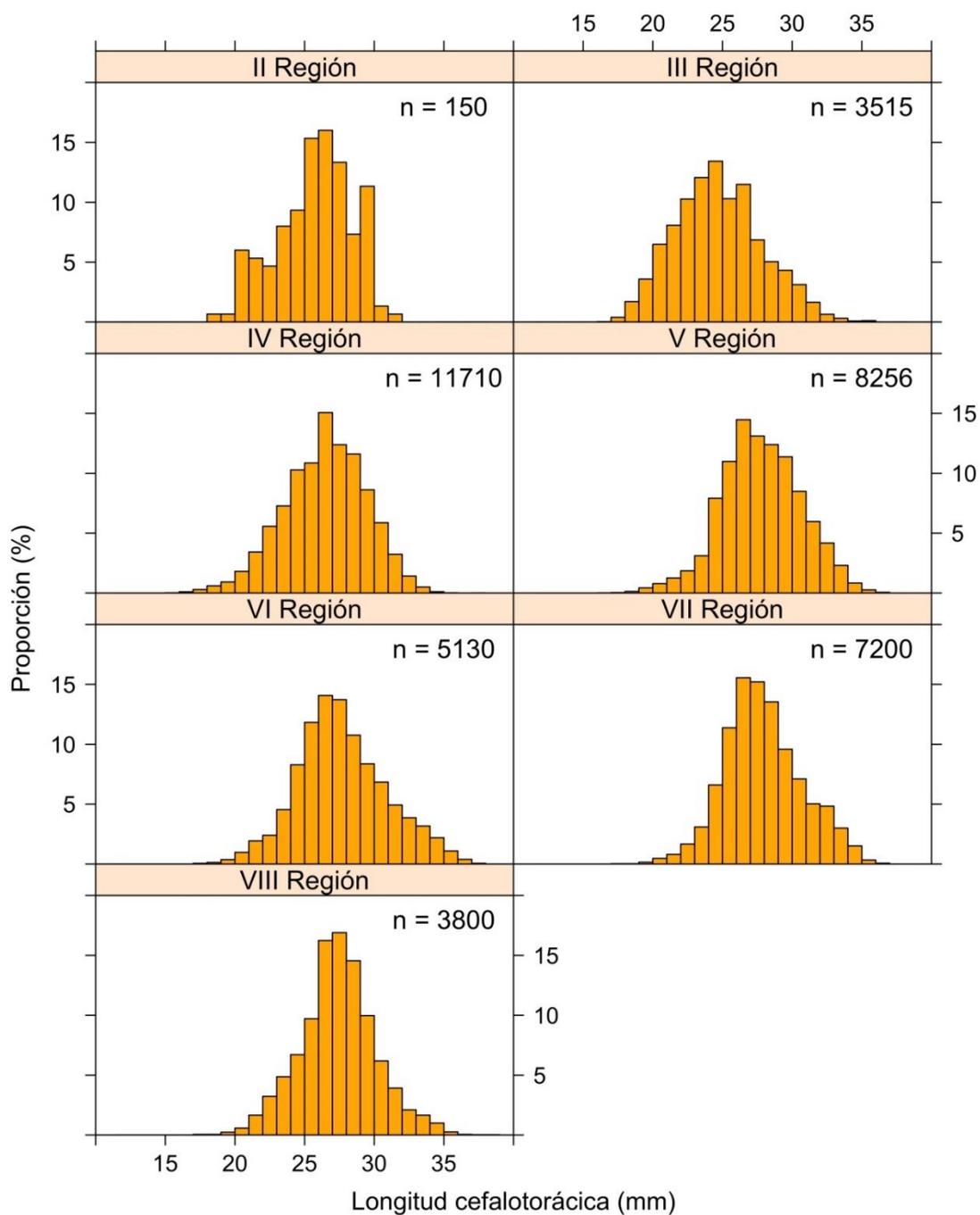


Fig. 23. Distribución de frecuencias de tamaño de sexos combinados de camarón nailon (*H. reedi*), por región.

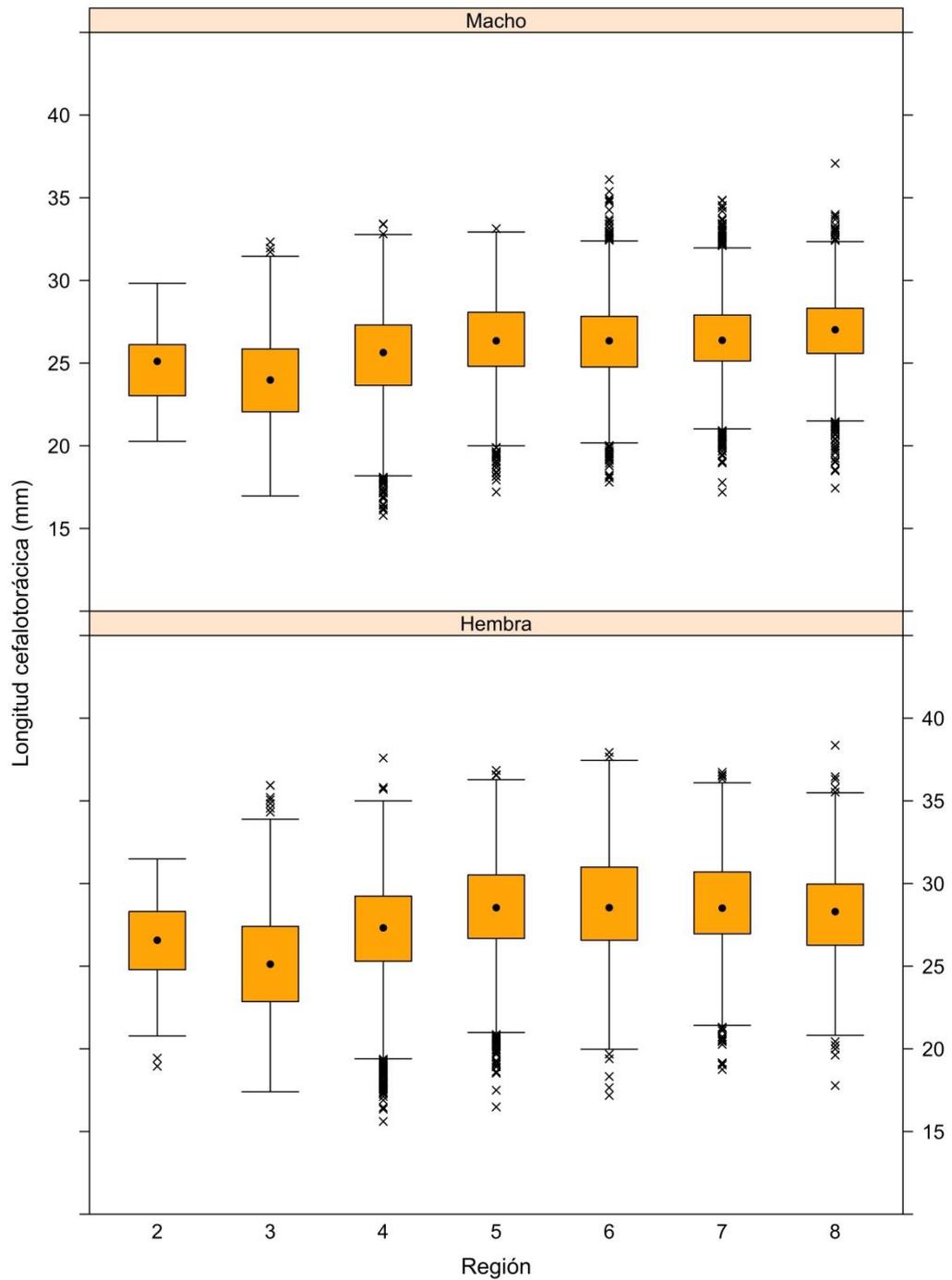


Fig. 24. Gráfico de cajas y bigotes (boxplot) de la composición de tamaños de machos (arriba) y hembras (abajo) de camarón nailon (*H. reedi*), por Región.

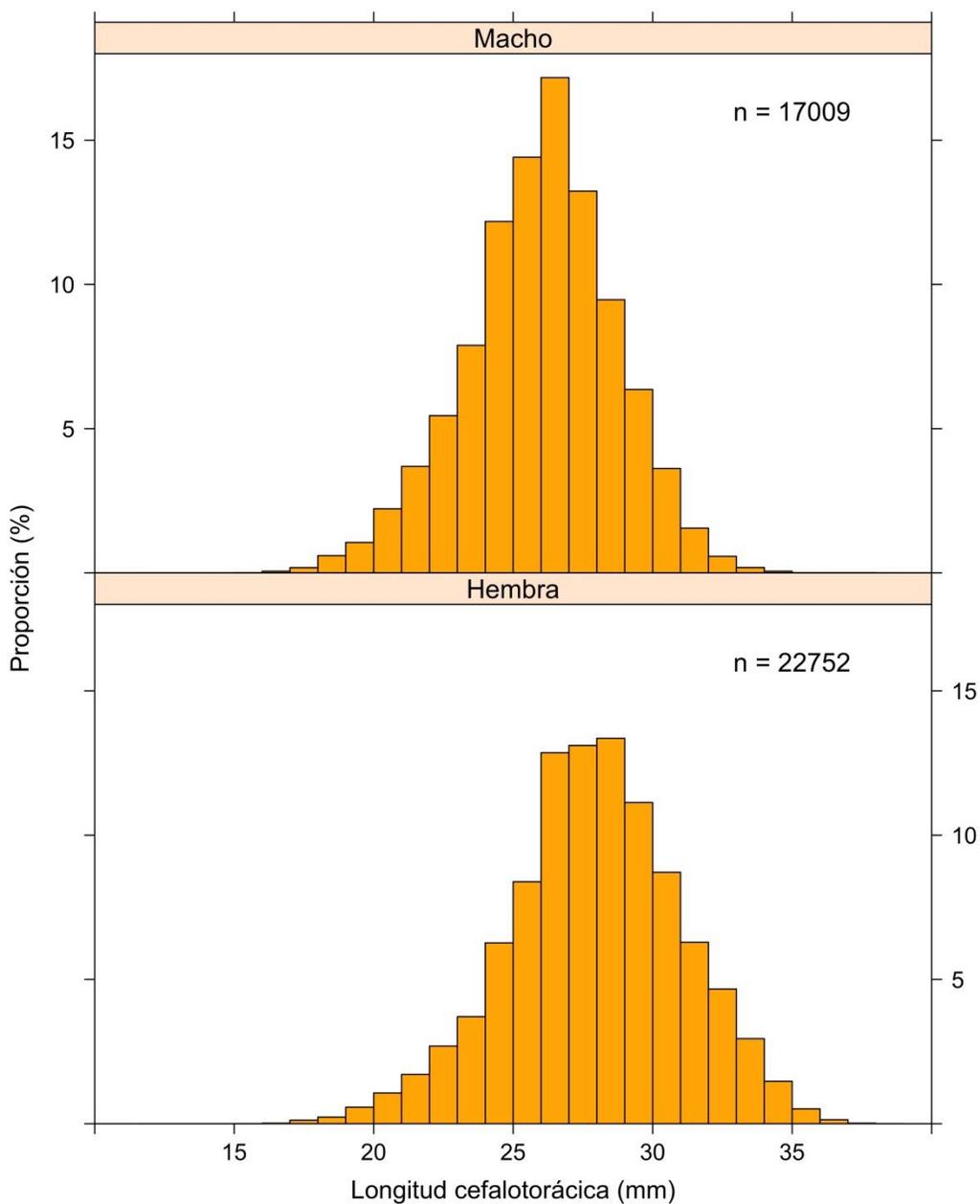


Fig. 25. Composici3n de tamaños de camar3n nailon (*H. reedi*) para toda el área de estudio, por sexo. Año 2018.

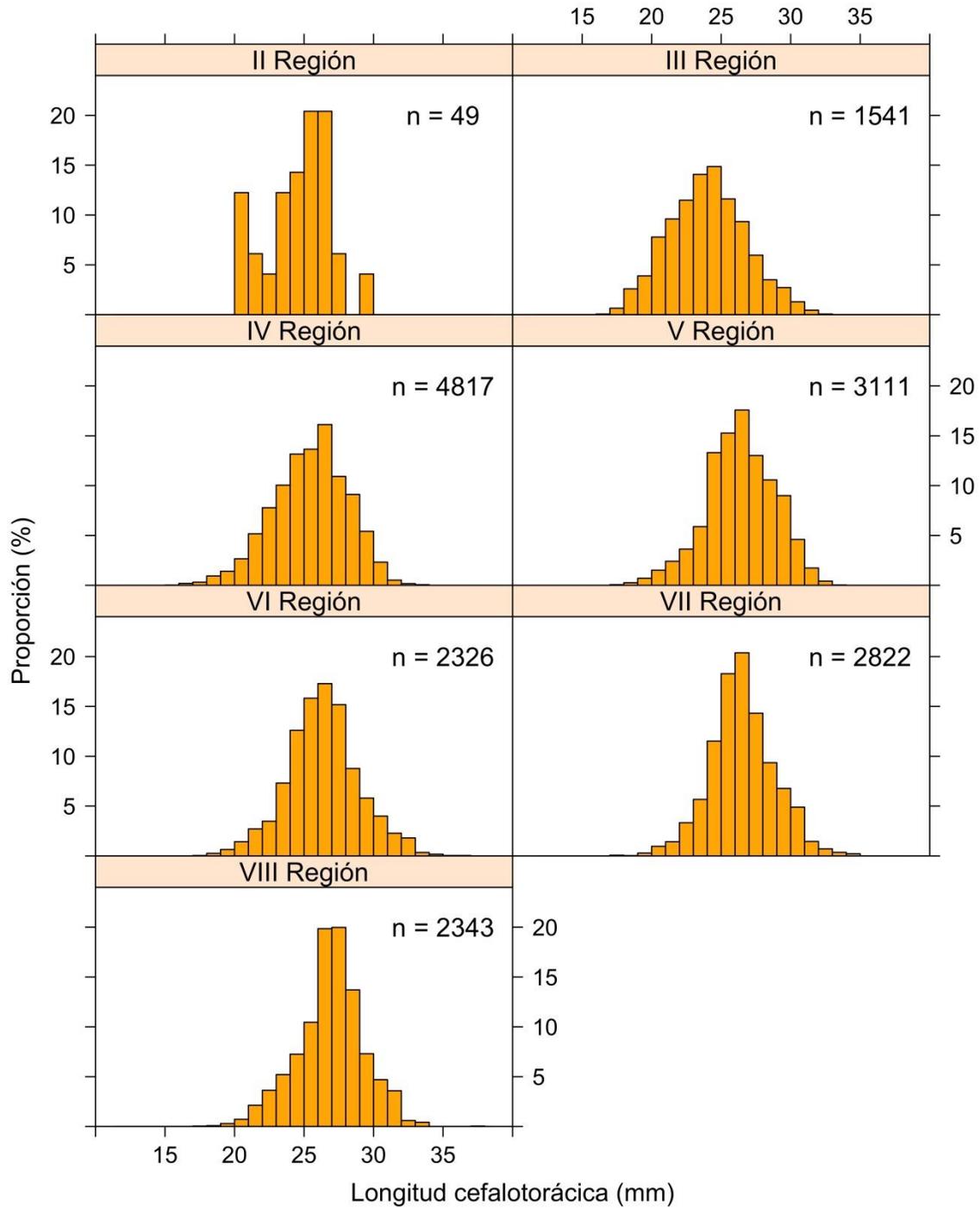


Fig. 26. Composici3n de tama1os de machos de camar3n nailon (*H. reedi*) por Regi3n. A1o 2018.

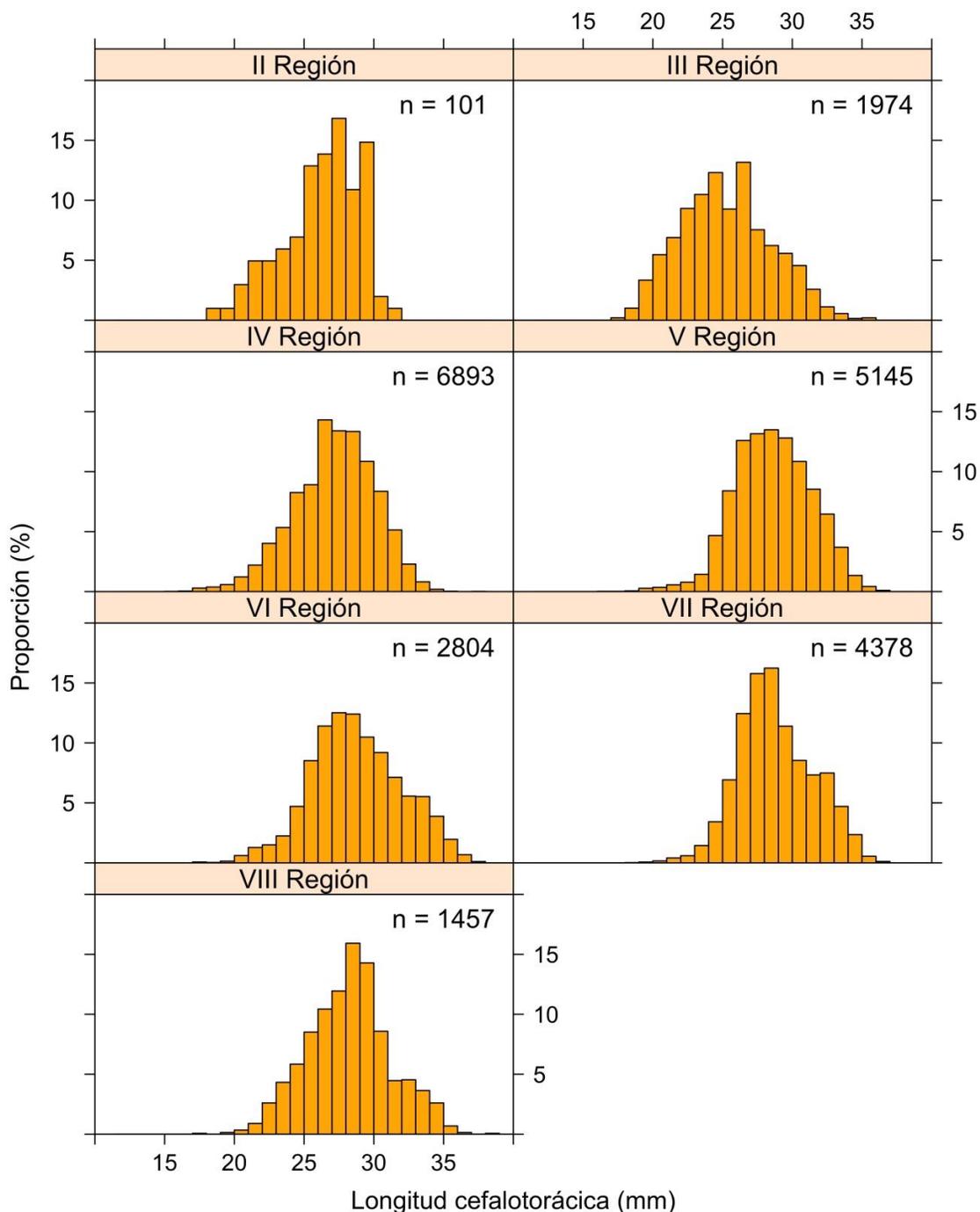


Fig. 27. Composici3n de tama1os de hembras de camar3n nailon (*H. reedi*) por Regi3n. A1o 2018.

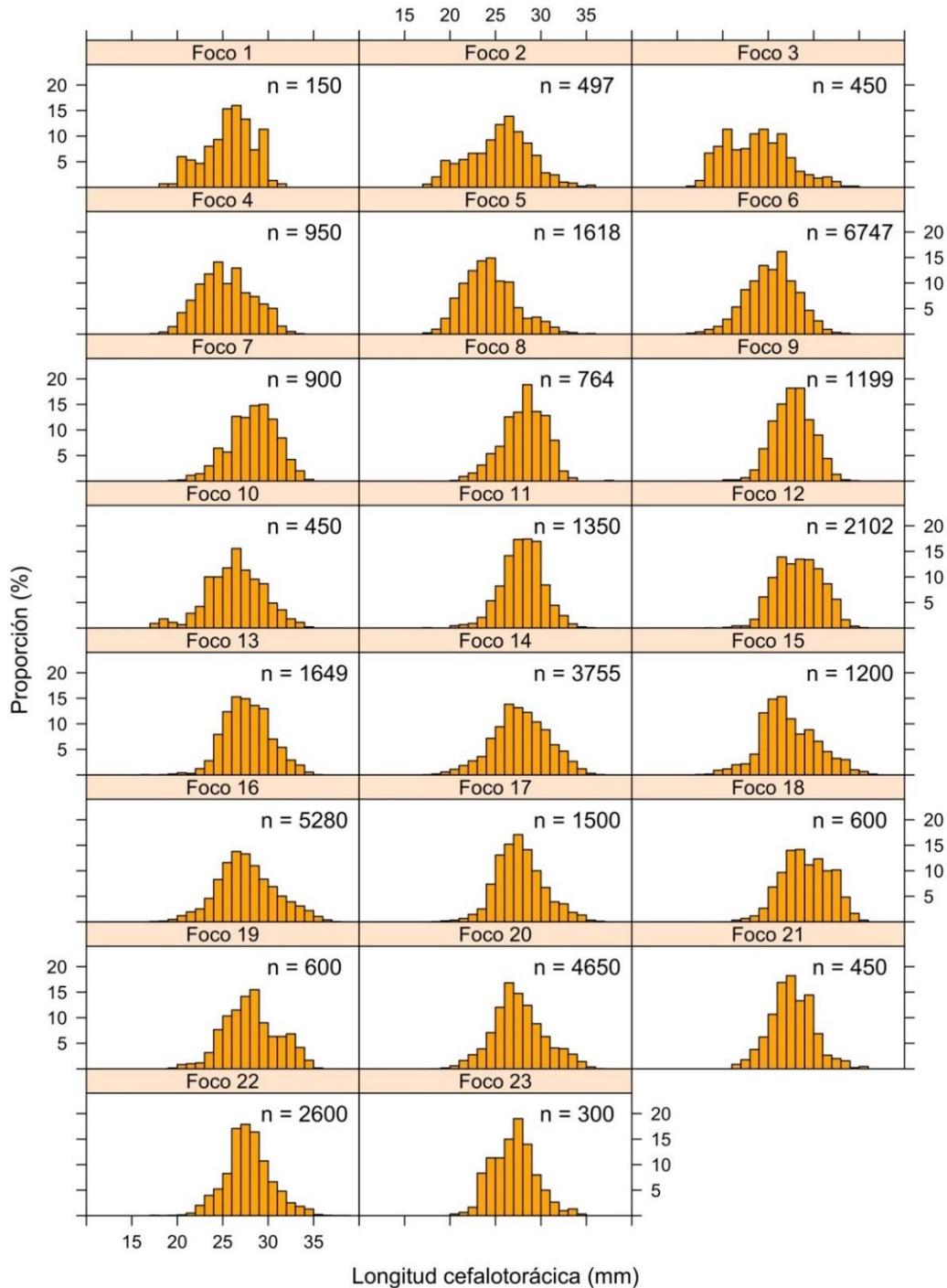


Fig. 28. Distribuci3n de frecuencias de tama1o de camar3n nailon (*H. reedi*), sexos combinados, por foco. A1o 2018.

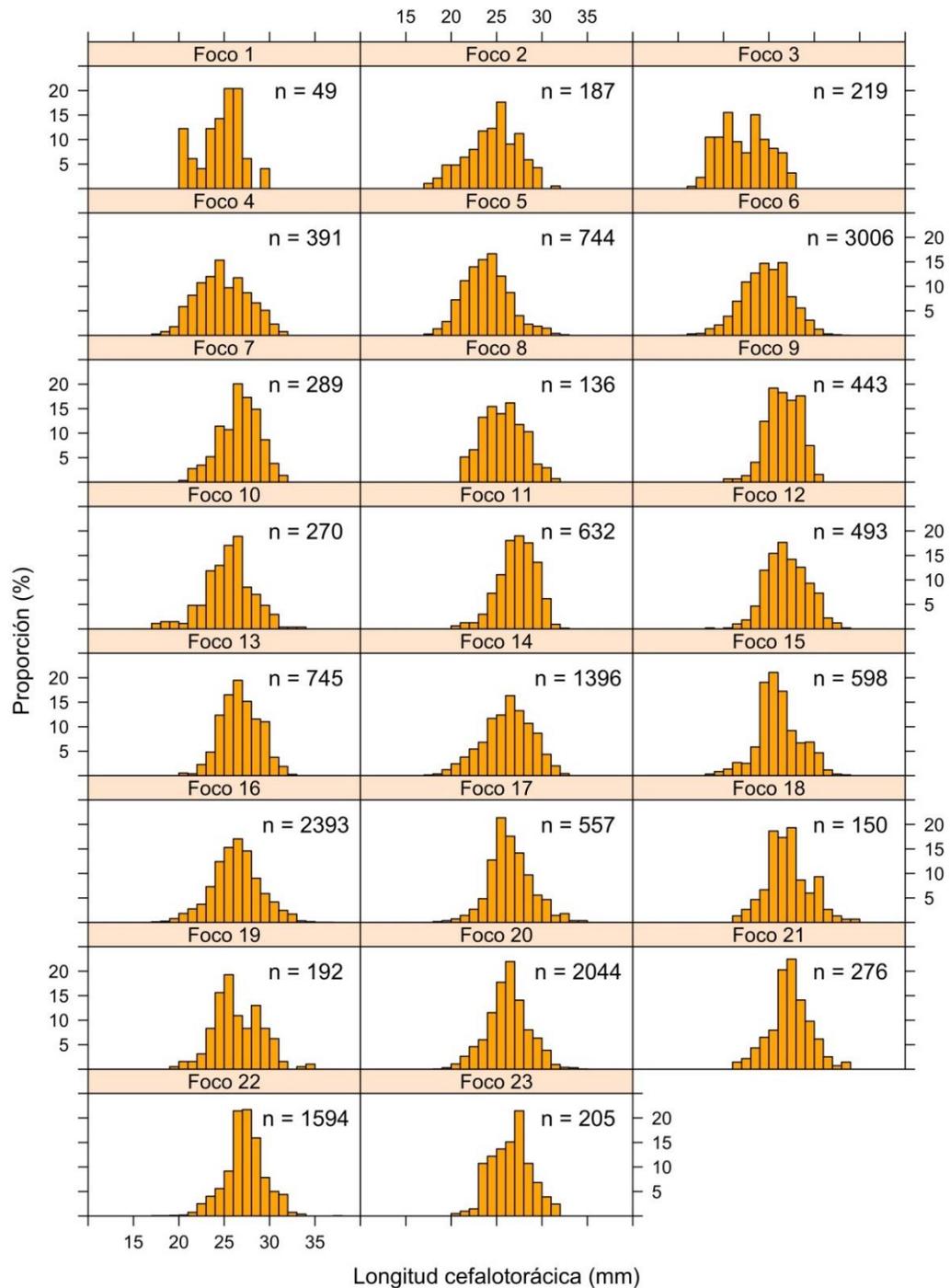


Fig. 29. Distribuci3n de frecuencias de tama1o de machos de camar3n nailon (*H. reedi*), por foco. A1o 2018.

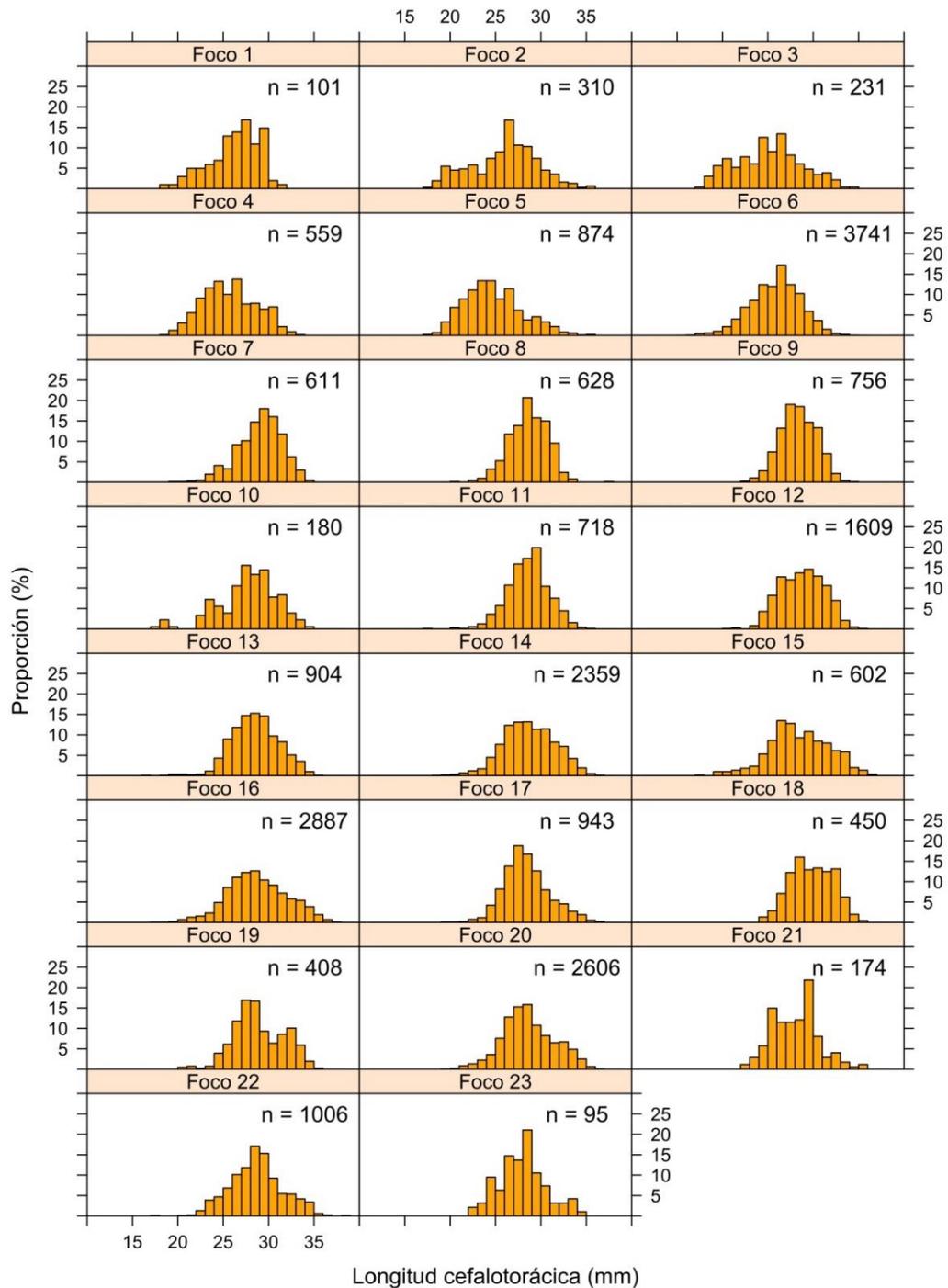


Fig. 30. Distribuci3n de frecuencias de tama1o de hembras de camar3n nylon (*H. reedi*), por foco. A1o 2018.

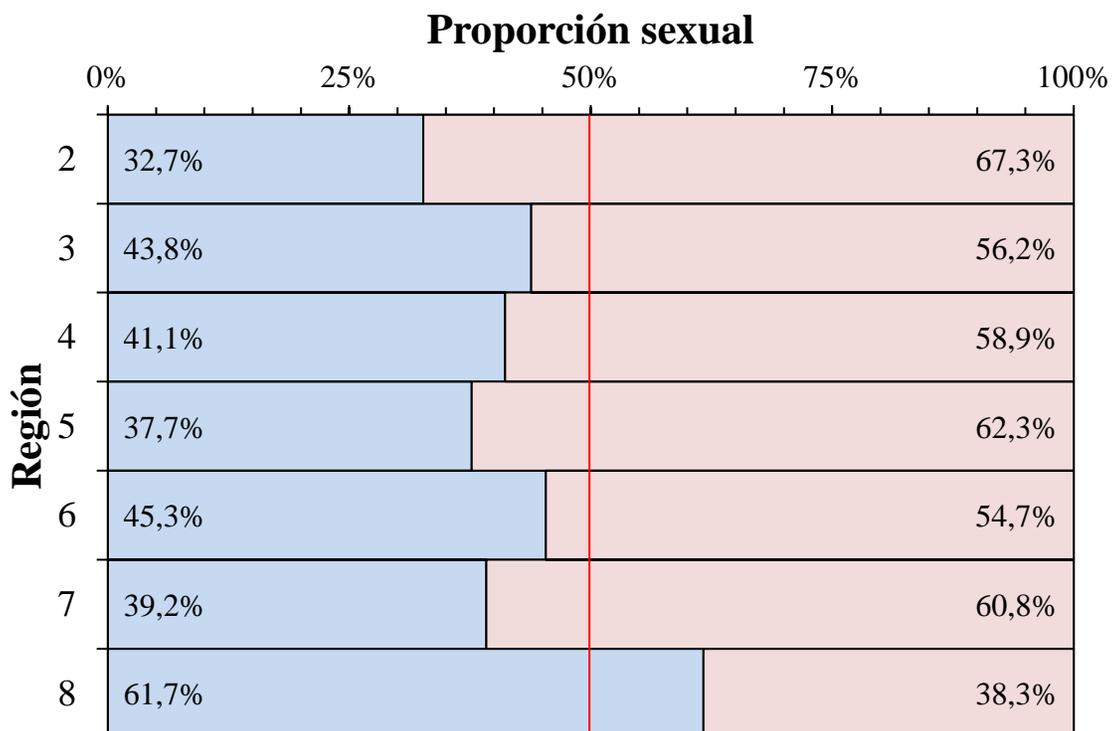


Fig. 31. Proporci3n sexual por Regi3n en las capturas de camar3n nailon (*H. reedi*). Machos = barras azules. Hembras = barras rosadas. A3o 2018.

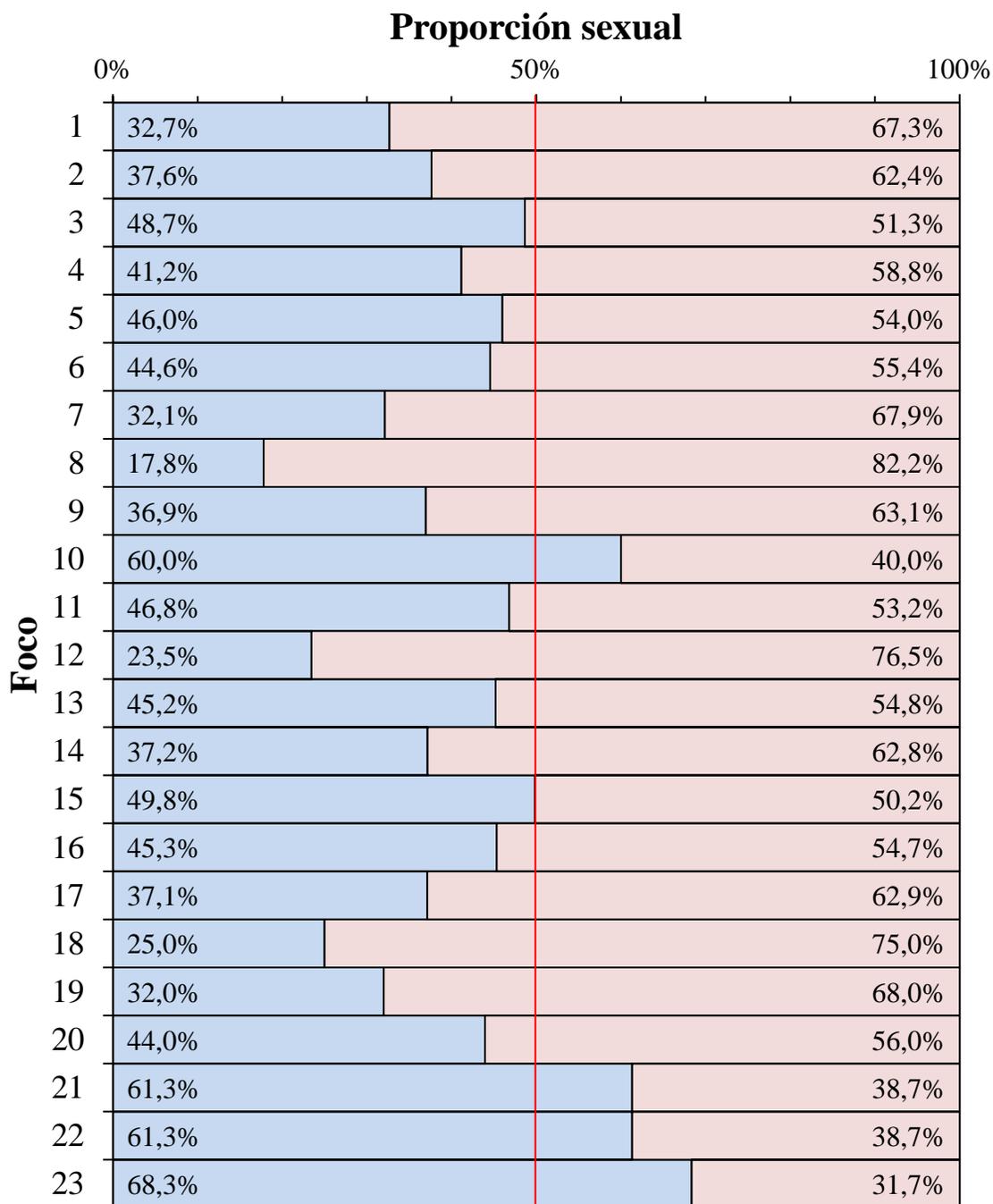


Fig. 32. Proporci3n sexual por foco de abundancia en las capturas de camar3n nailon (*H. reedi*). Machos = barras azules. Hembras = barras rosadas. A3o 2018.

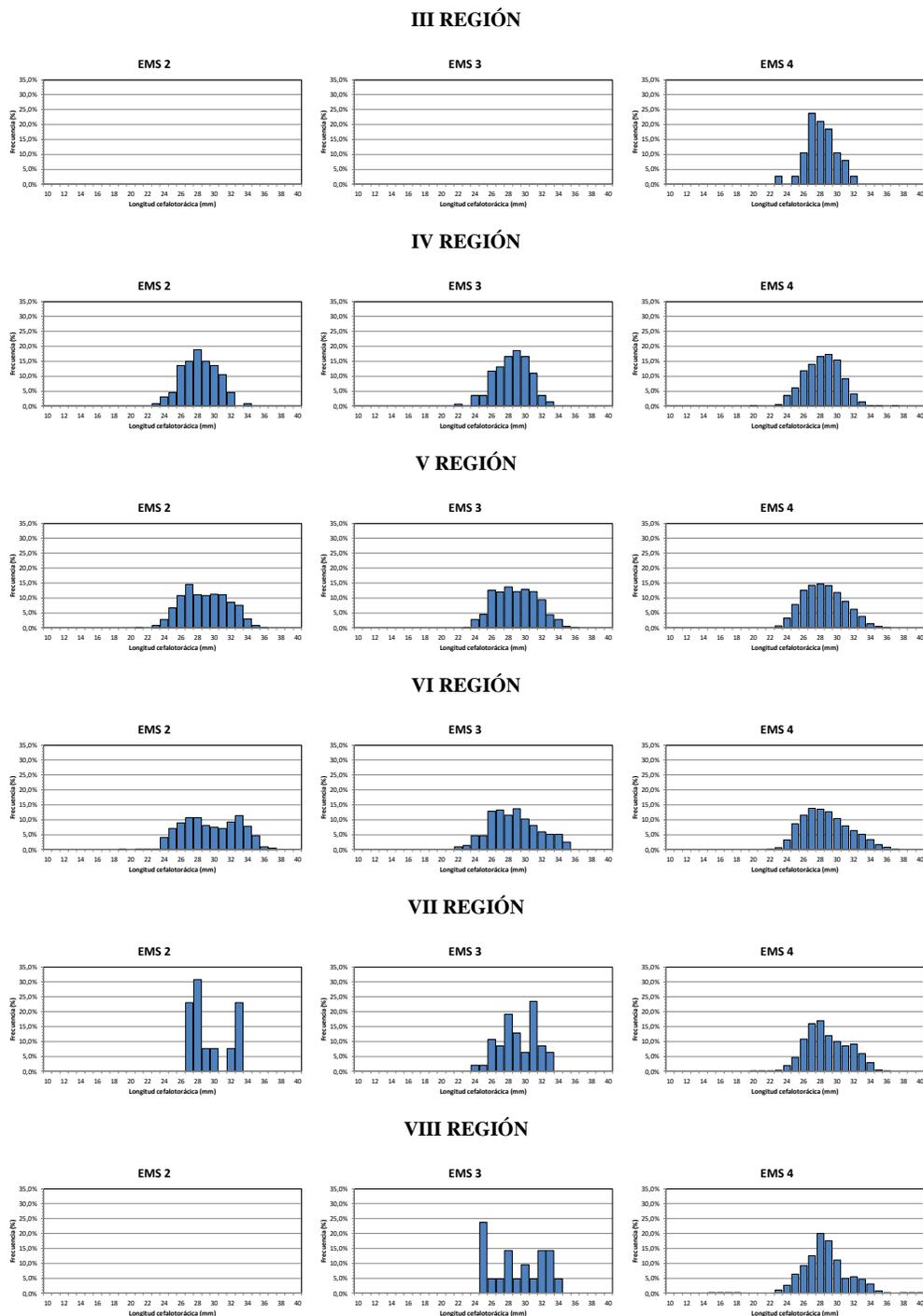


Fig. 33. Distribuci3n de frecuencia de tama1os de las hembras ov3feras de camar3n nailon por estado de desarrollo de los huevos y Regi3n.

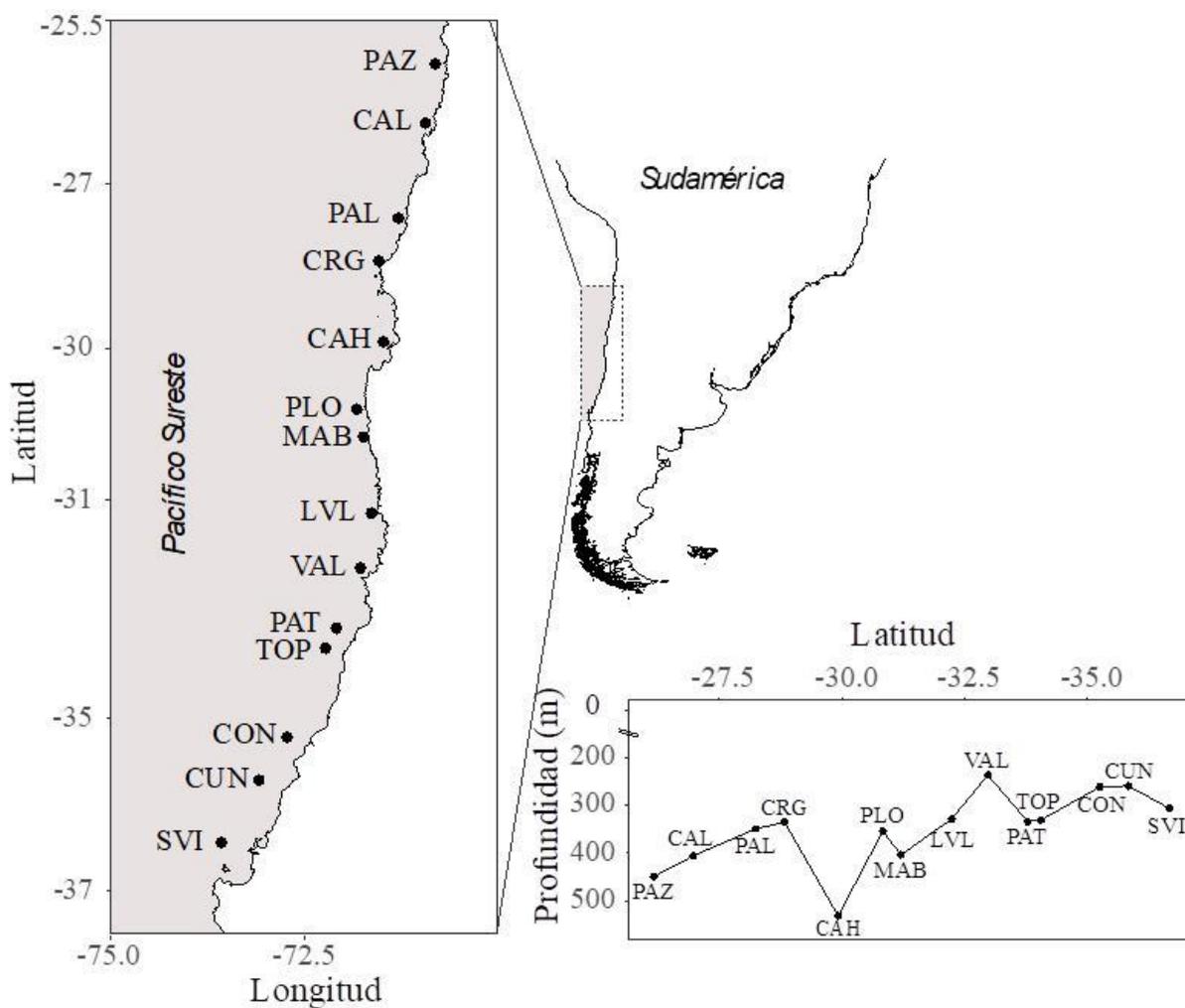


Fig. 34. Mapa del muestreo latitudinal y batimétrico de *Heterocarpus reedi*, abarcando el área latitudinal en que se desarrolla la pesca de la especie, la cual comprende gran parte del rango latitudinal y batimétrico de su distribución geográfica (144 - 424m) (Acuña & Arancibia, 1996).

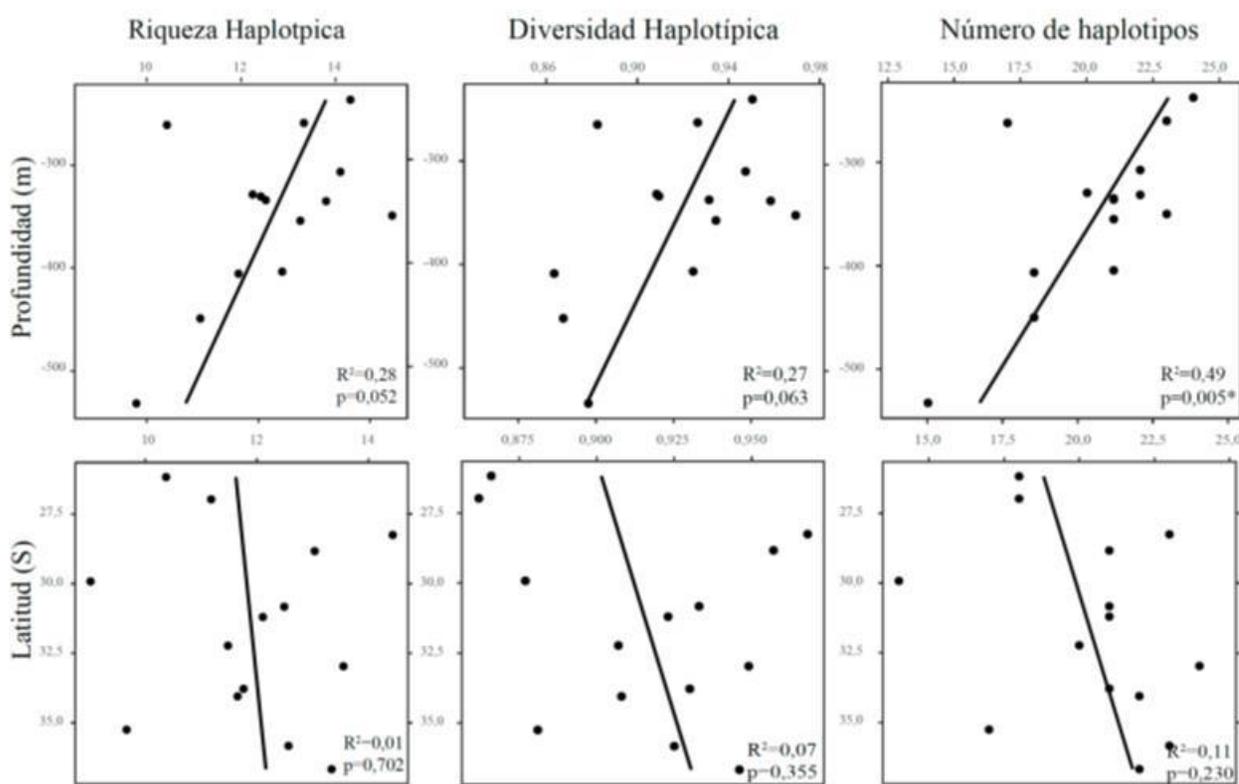


Fig. 35. Correlaci3n de medidas de diversidad haplotípica del gen COI en *Heterocarpus reedi* respecto a latitud y profundidad. Los tres gráfcos superiores presentan la relaci3n de la profundidad con la riqueza haplotípica, diversidad haplotípica y número de haplotipos, respectivamente. Los gráfcos del panel inferior muestran las mismas relaciones, pero respecto a la latitud. Valores significativos con *.

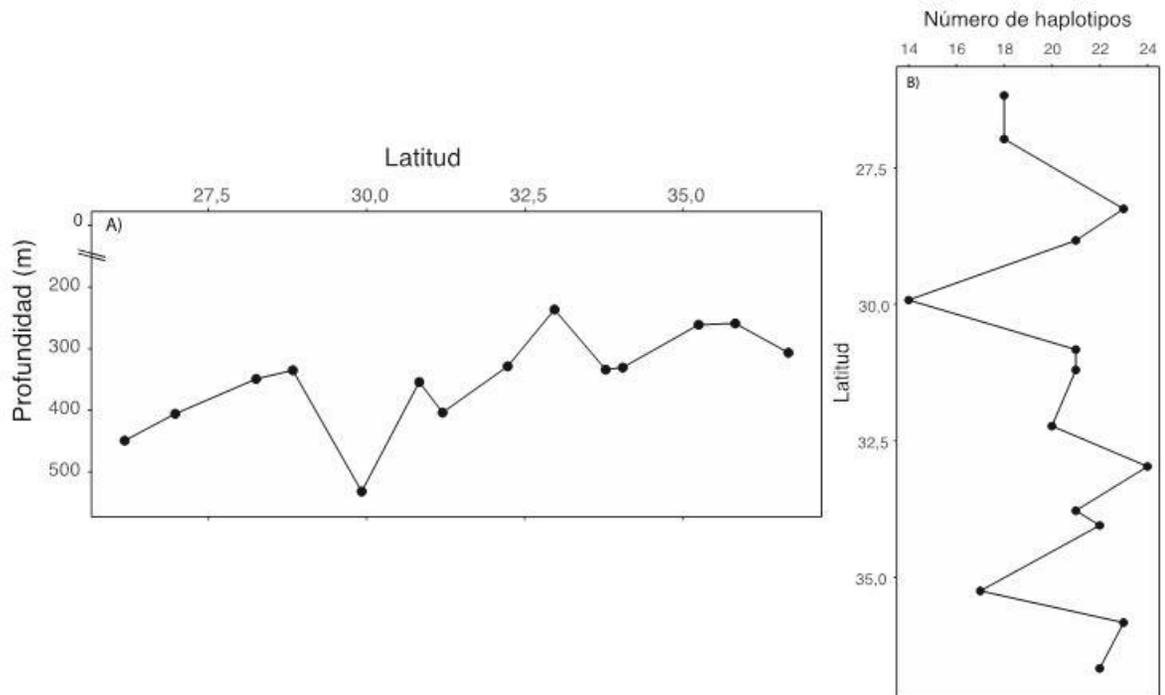


Fig. 36. Relaci3n entre el n3mero de haplotipos y la profundidad, respecto al rango latitudinal estudiado.

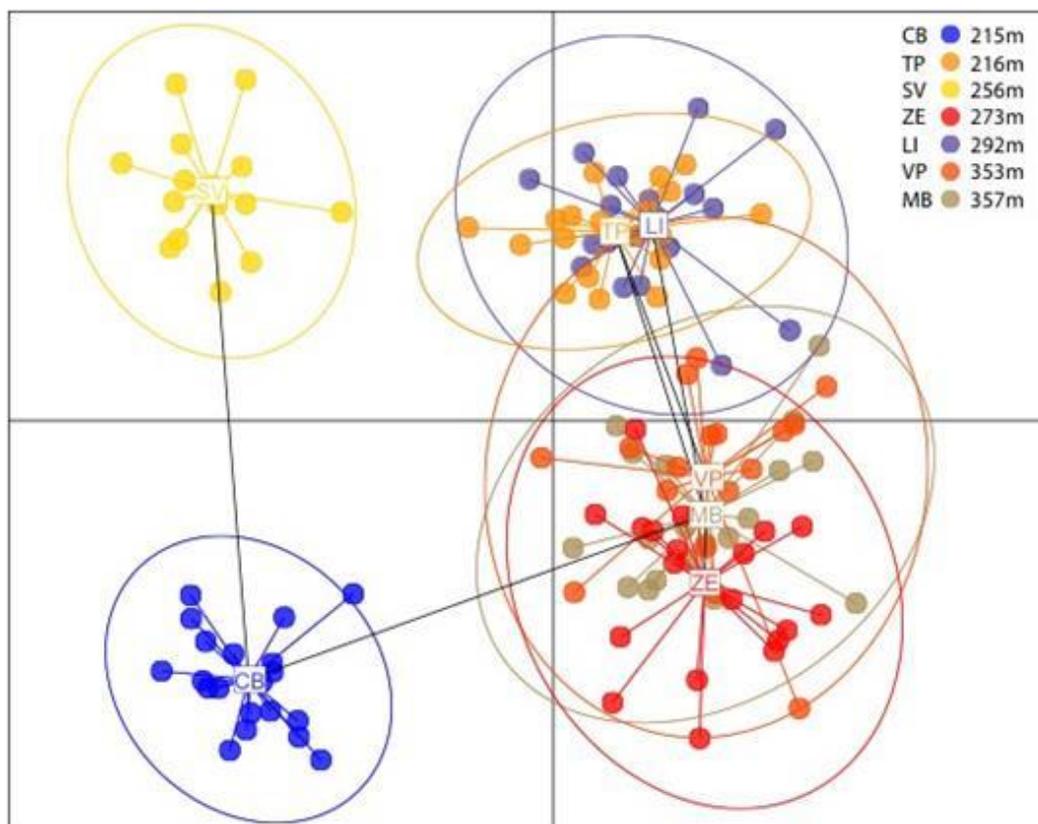


Fig. 37. Análisis Discriminante de Componentes Principales (DAPC, en inglés) para los sitios estudiados utilizando SNP-GBS en *Heterocarpus reedi*. Se muestra la estructura genética general de las localidades seleccionadas para GBS y las profundidades de cada una de ellas.

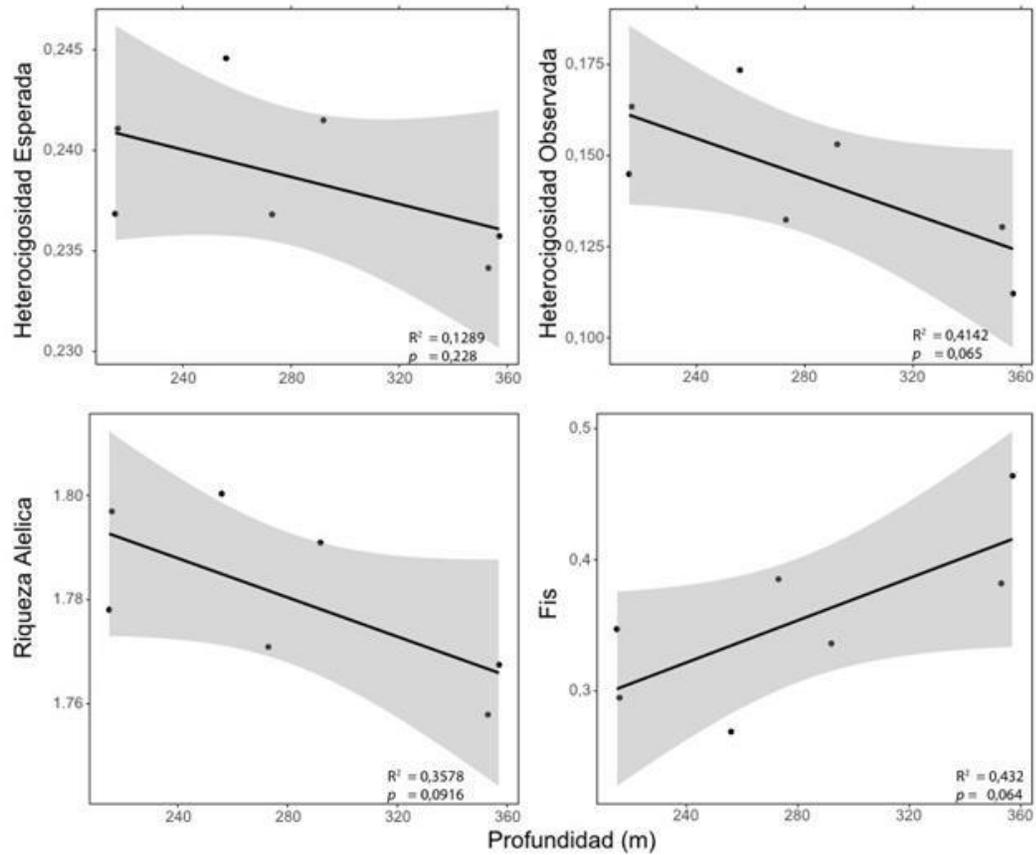


Fig. 38. Correlaci3n de medidas de diversidad genética de SNPs-GBS en *Heterocarpus reedi* respecto a profundidad. En los gráfcos se muestra la relaci3n de la profundidad con la Heterocigosidad esperada, Heterocigosidad observada, riqueza alélica corregida por el tama1o muestral e índice de consanguinidad (Fis).

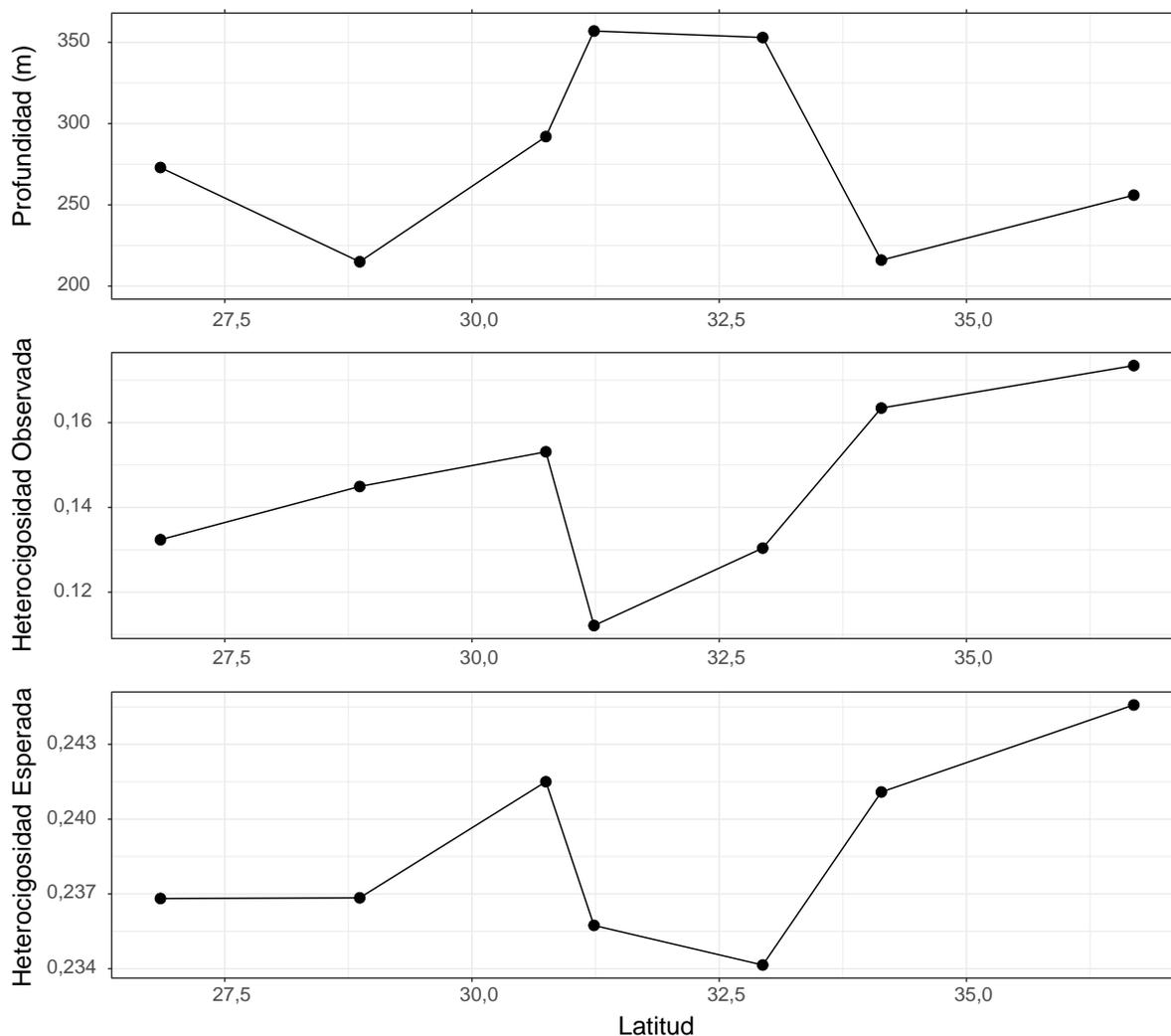


Fig. 39. Relaci3n entre las heterocigosidades (Observada y esperada) y la profundidad respecto al rango latitudinal estudiado para SNPs-GBS en *Heterocarpus reedi*.

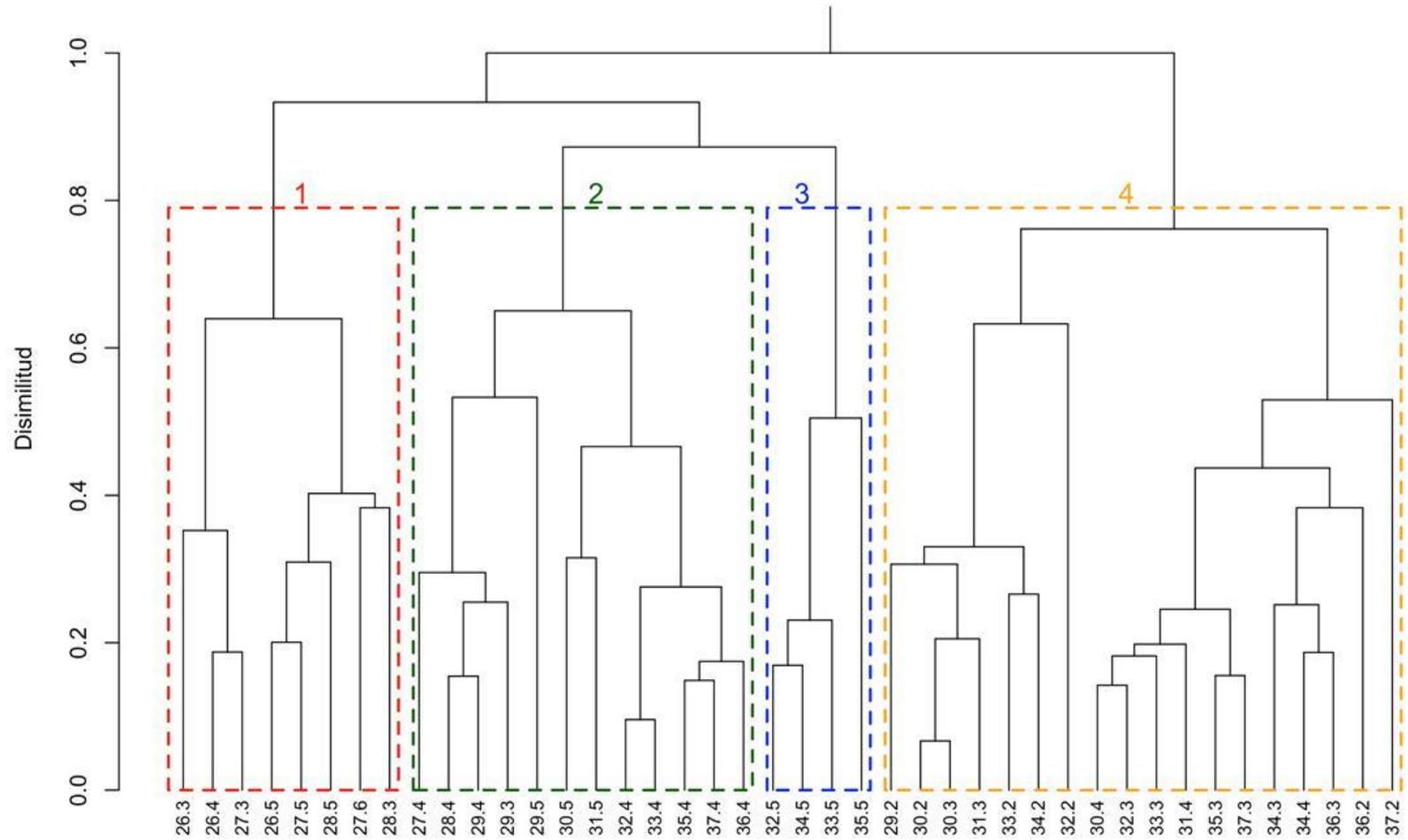


Fig. 40. Análisis de clasificaci3n de la CPUE de la fauna acompa~ante presente en las capturas de camar3n nailon de las Regiones II a VIII; nlaces: 464. Nomenclatura: 1, 2, 3 y 4 corresponden a los grupos de estaciones de muestreo (celdas) o ensambles identificados.

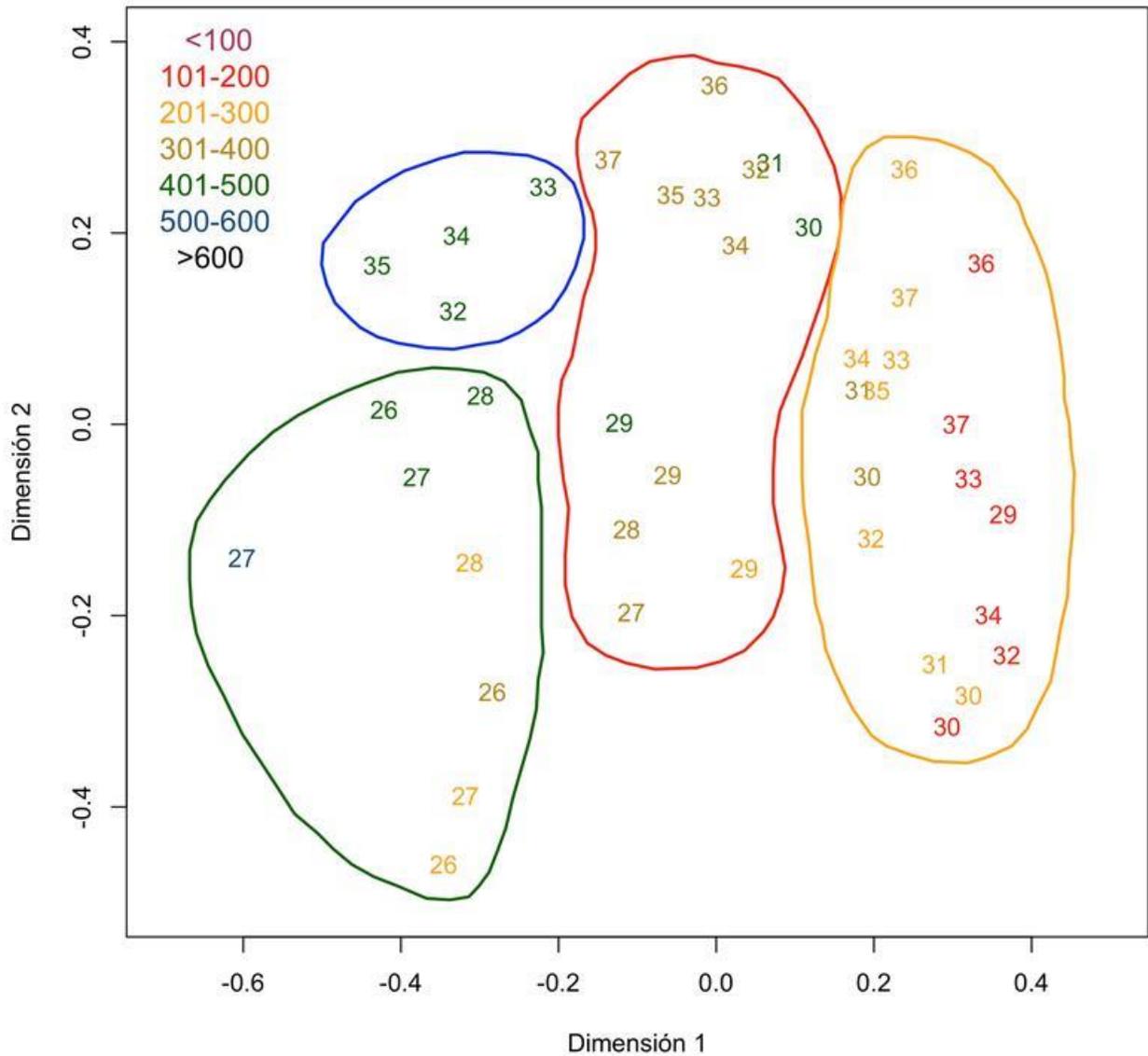


Fig. 41. Análisis de ordenación (MDS) de la CPUE ($t \cdot km^{-2}$) de la fauna acompañante presente de camar3n nailon de las Regiones II a VIII. Los n3meros corresponden a la latitud y los colores a la profundidad. $n_{lances} = 461$.

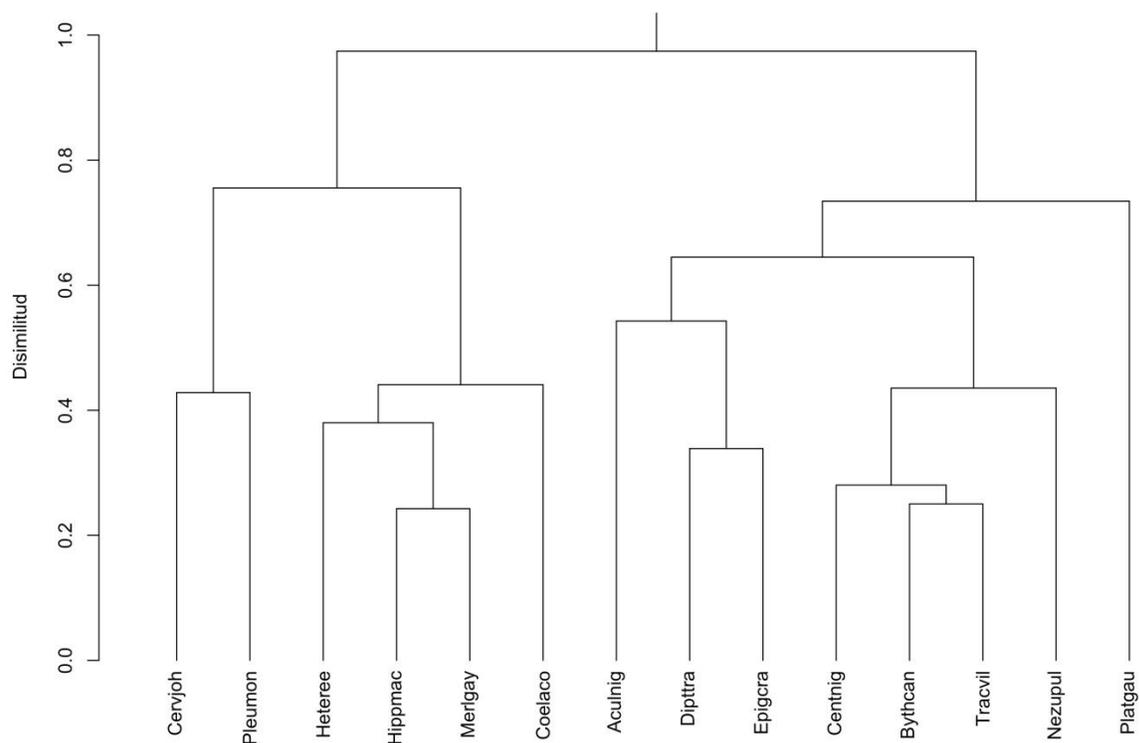


Fig. 42. Análisis de clasificaci3n (cluster) de la CPUE de la fauna acompaãante presente en las capturas de camar3n nailon de las Regiones II a VIII; n_{lances} : 461.

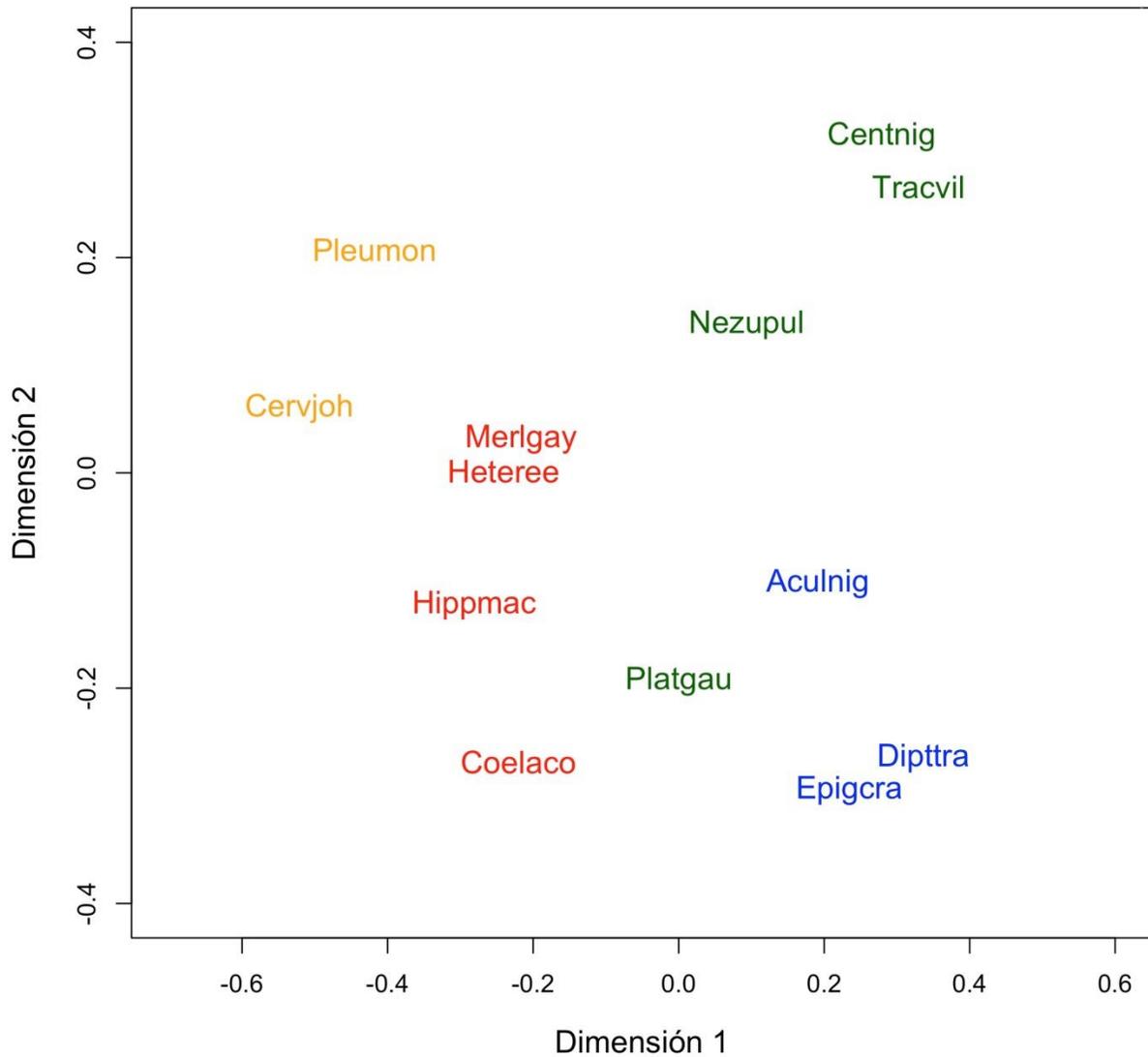


Fig. 43. An3lisis de ordenaci3n (MDS) de la CPUE de la fauna acompa1ante presente en las capturas de camar3n nailon de las Regiones II a VIII; $n_{\text{lances}}: 461$.

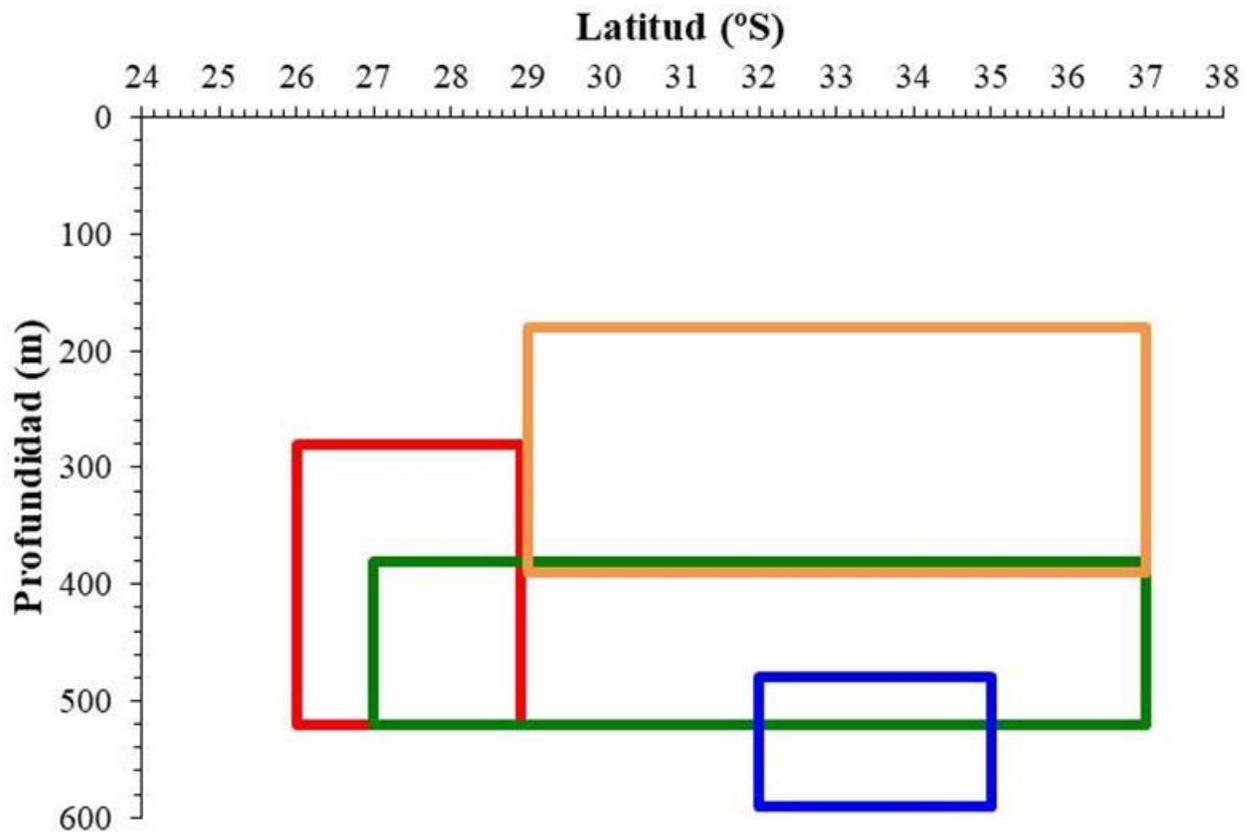


Fig. 44. Esquema de la distribución espacial (latitudinal y batimétrica) de las asociaciones de especies de la fauna acompañante de camar3n nailon en la evaluaci3n directa del ao 2018. Ensamblés: 1: línea roja; 2: línea verde; 3: línea azul; y 4: línea anaranjada.

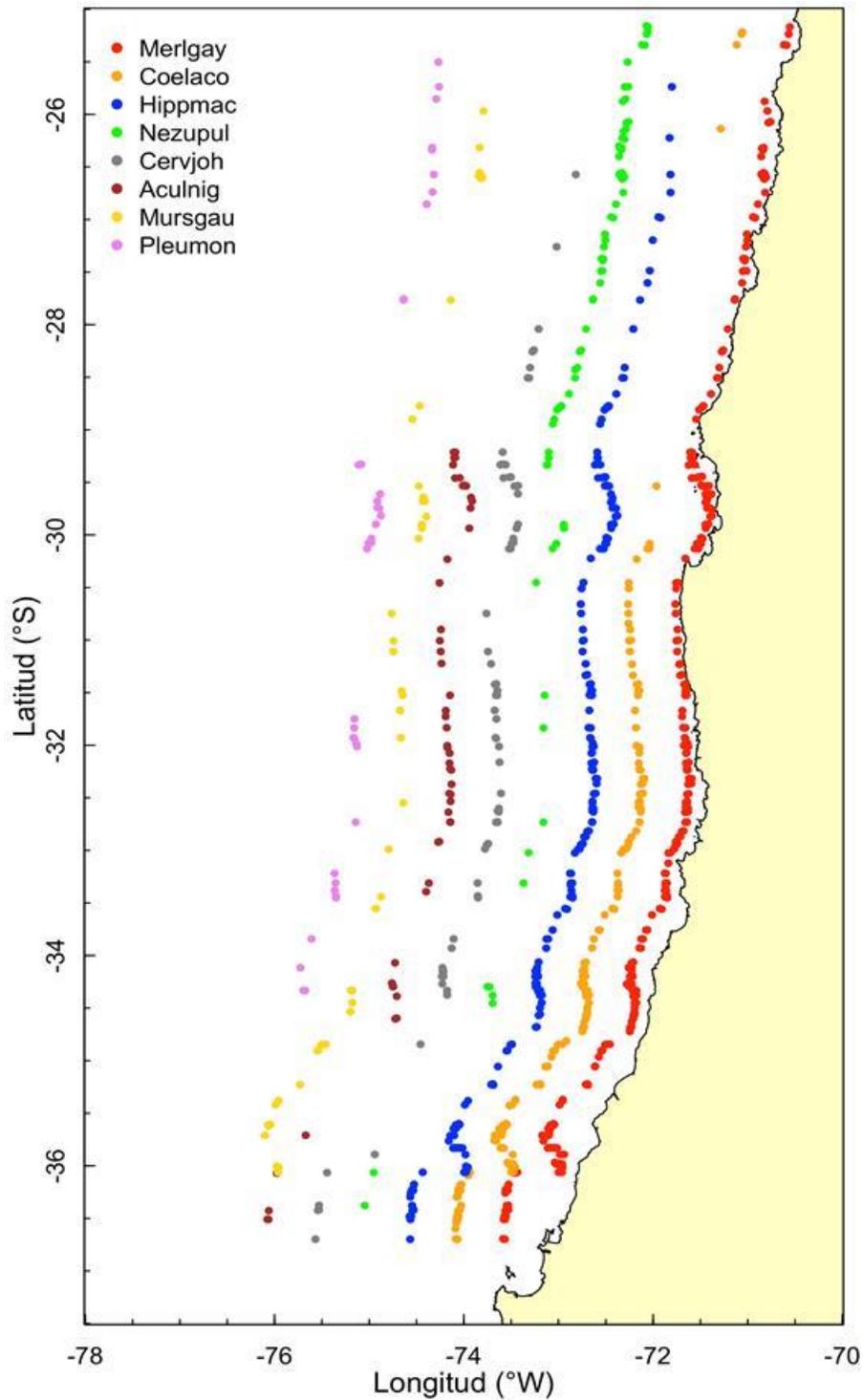


Fig. 45. Distribuci3n espacial de los lances de pesca de las principales especies de la fauna acompa1ante de camar3n nailon, a1o 2018.

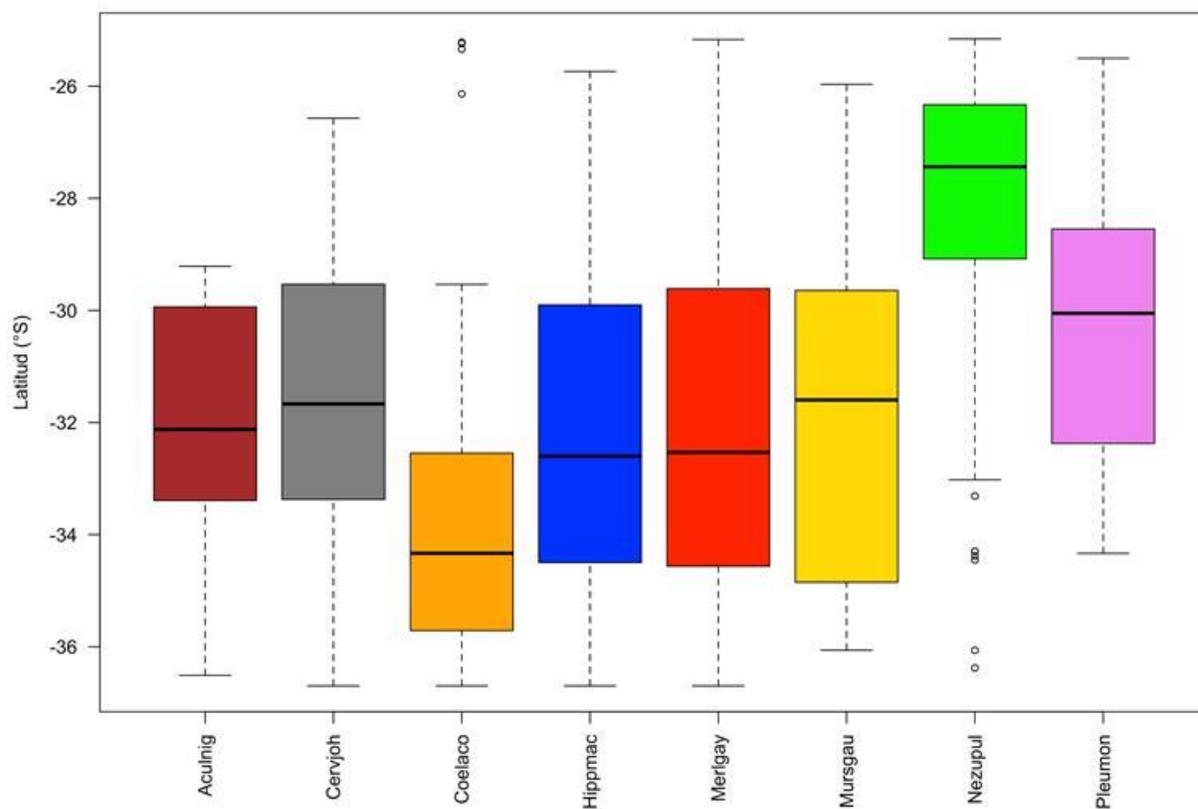


Fig. 46. Boxplot de la distribuci3n latitudinal de las principales especies de la fauna acompa1ante de camar3n nailon, a1o 2018.

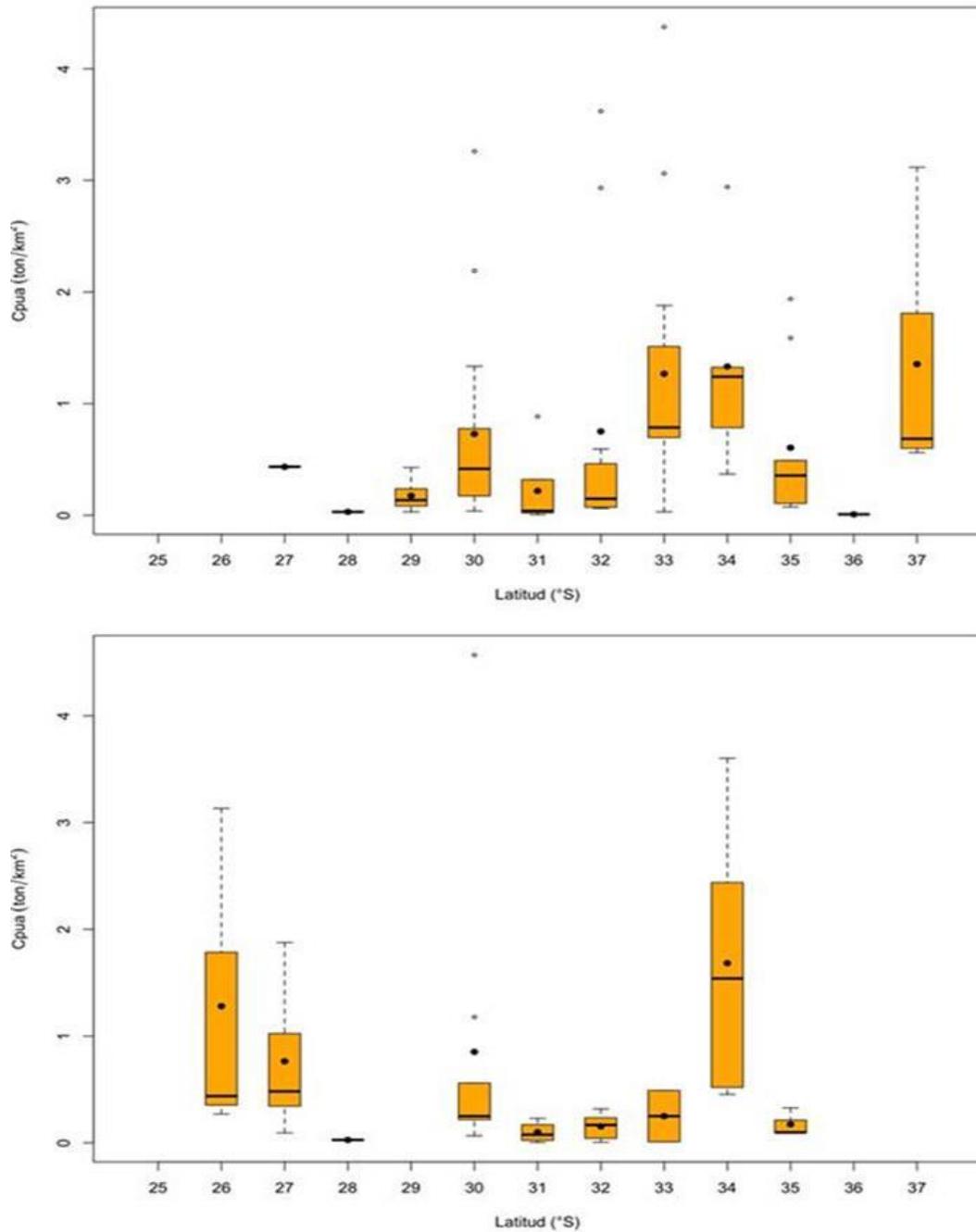


Fig. 47. Boxplot de la captura por unidad de esfuerzo (t/km^2) de langostino amarillo (*C. johni*, arriba) y langostino colorado (*P. monodon*, abajo) por latitud en la evaluaci3n directa de camar3n nailon, a3o 2018. En cada barra, el punto representa la media y la lnea la mediana.

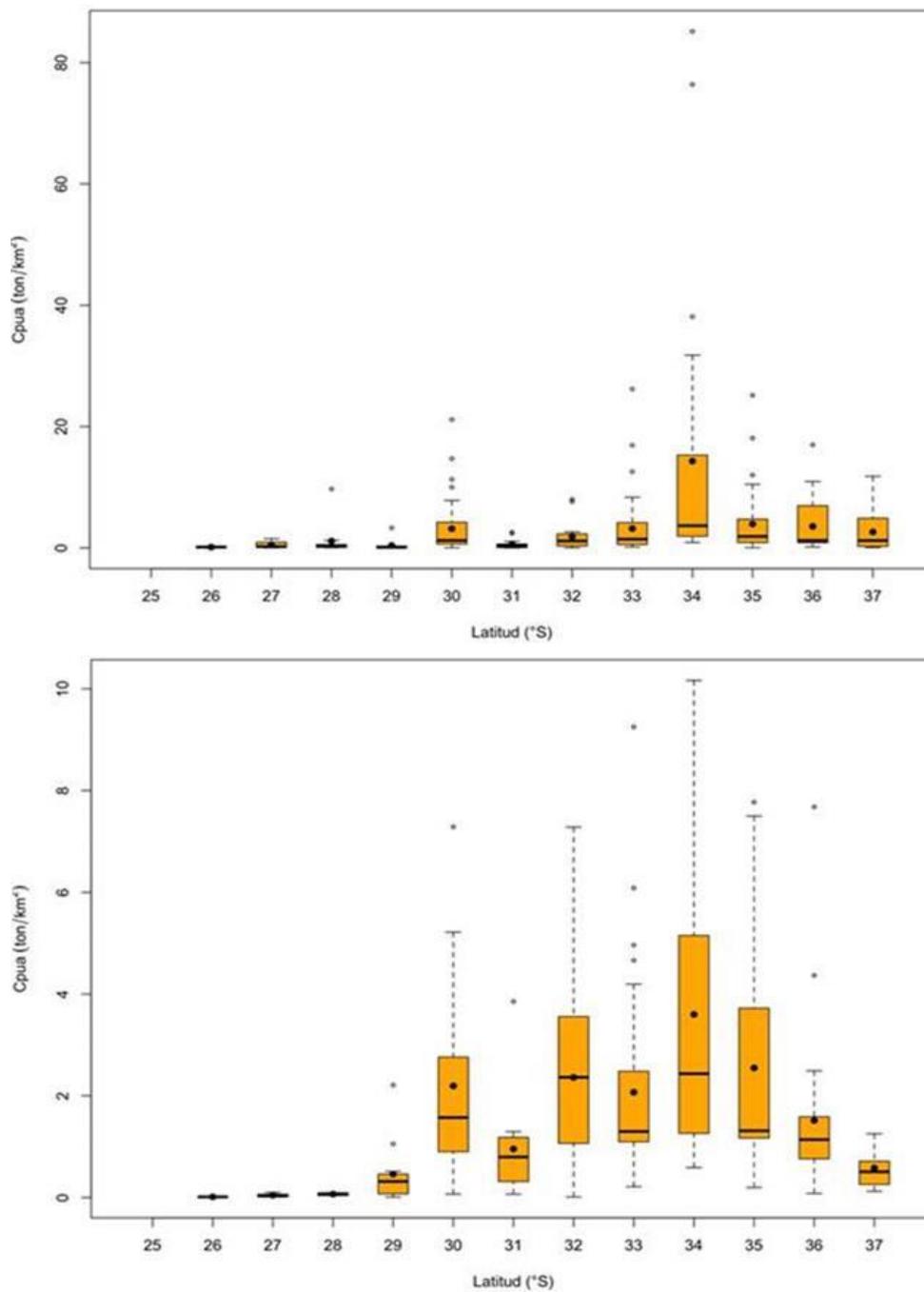


Fig. 48. Boxplot de la captura por unidad de esfuerzo (t/km^2) de merluza com3n (*M. gayi*, arriba) y lenguado de ojos grandes (*H. macrops*, abajo) por latitud en la evaluaci3n directa de camar3n nailon, a3o 2018. En cada barra, el punto representa la media y la l3nea la mediana.

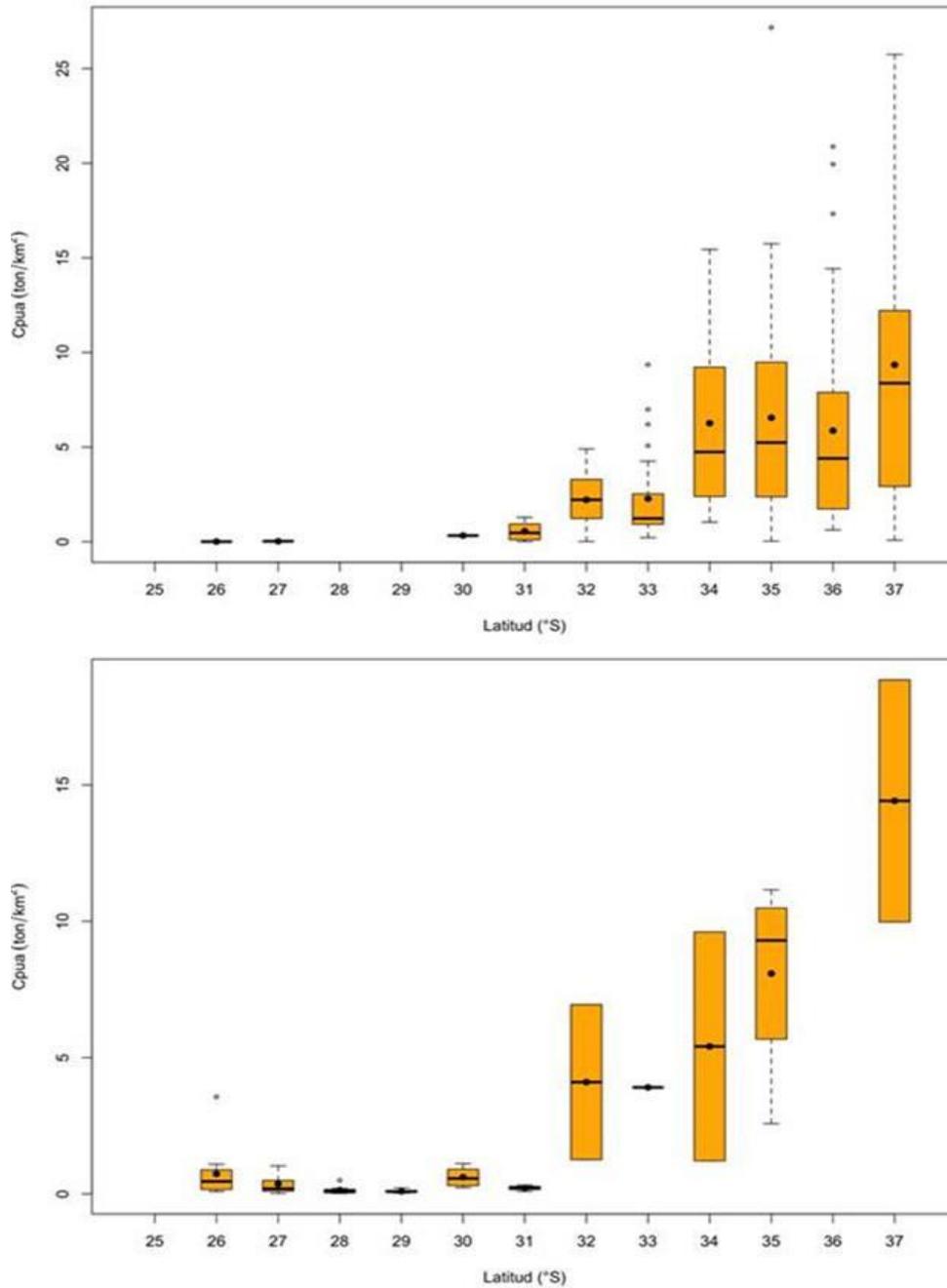


Fig. 49. Boxplot de la captura por unidad de esfuerzo (t/km^2) de pejerrata azul (*C. aconcagua*, arriba) y granadero (*N. pulchella*, abajo) por latitud en la evaluaci3n directa de camar3n nailon, a3o 2018. En cada barra, el punto representa la media y la l3nea la mediana.

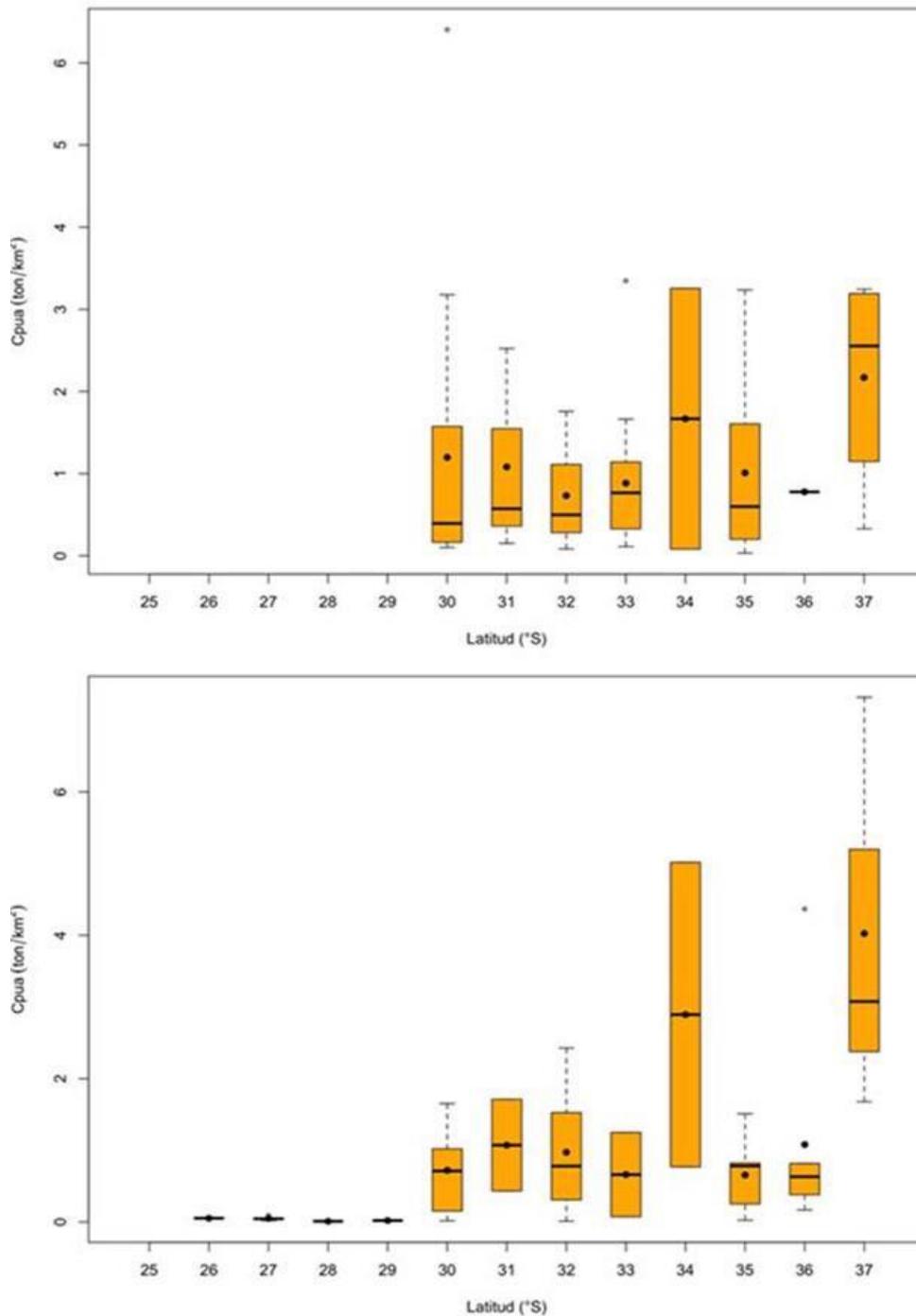


Fig. 50. Boxplot de la captura por unidad de esfuerzo (t/km^2) de tibur3n gato (*A. nigra*, arriba) y jaiba paco (*P. gaudichaudi*, abajo) por latitud en la evaluaci3n directa de camar3n nailon, a3o 2018. En cada barra, el punto representa la media y la l3nea la mediana.

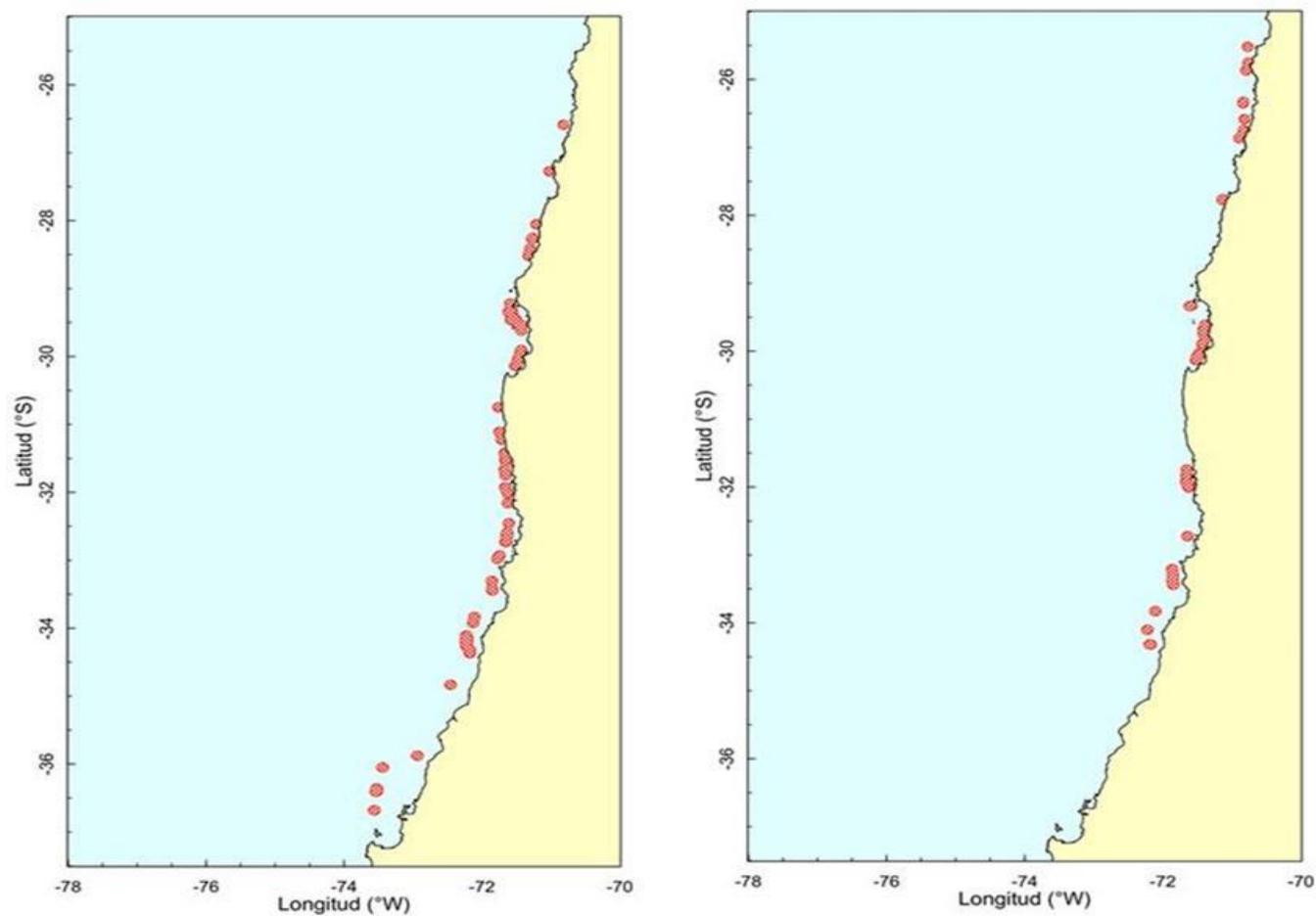


Fig. 51. Disposici3n del 1rea de distribuci3n de langostino amarillo (*C. johni*, izquierda) y langostino colorado (*P. monodon*, derecha) como fauna acompa1ante de camar3n nailon en la evaluaci3n directa del a1o 2018.

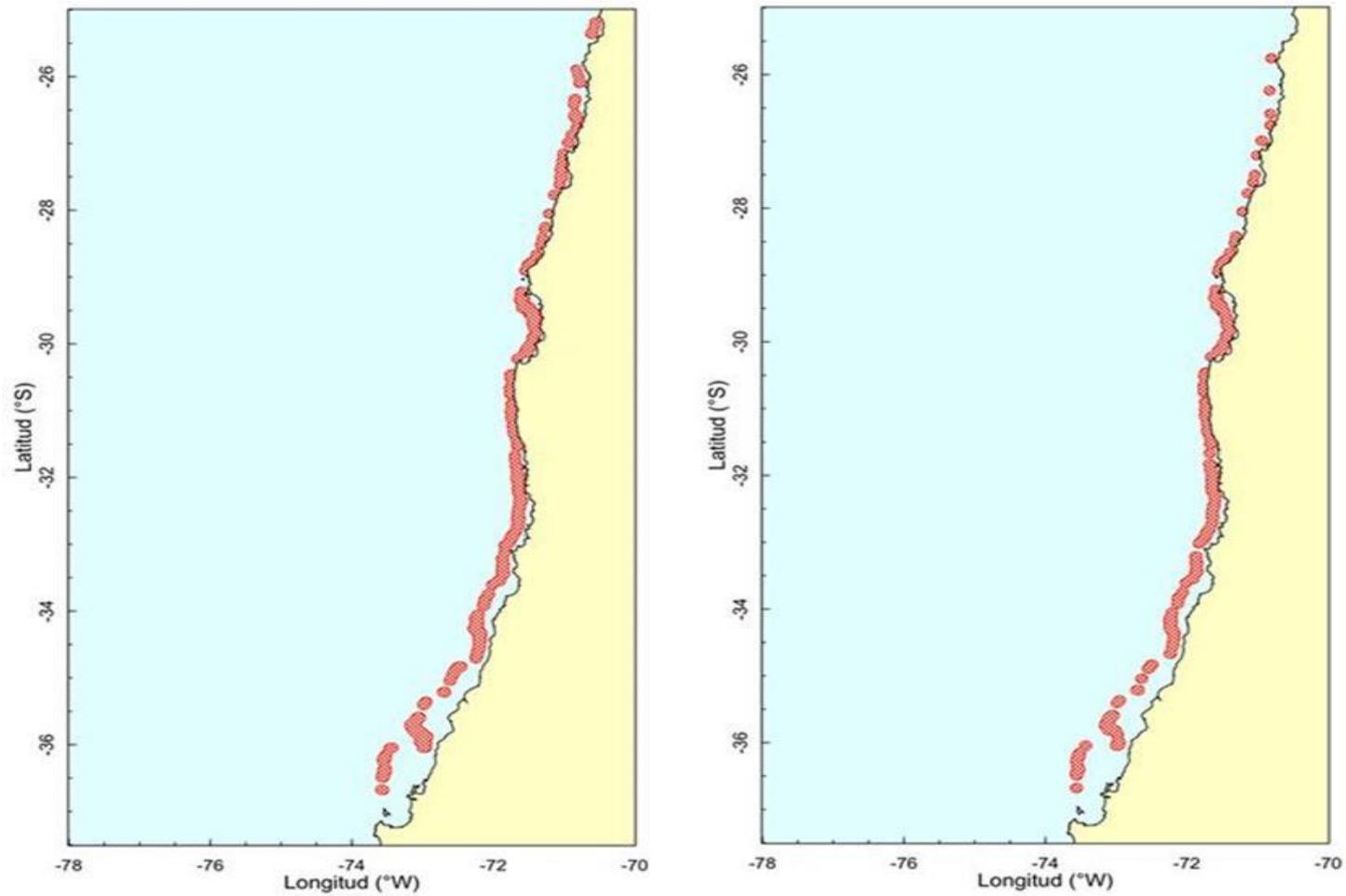


Fig. 52. Disposici3n del 1rea de distribuci3n de merluza com3n (*M. gayi*, izquierda) y lenguado de ojos grandes (*H. macrops*, derecha) como fauna acompa1ada de camar3n nylon en la evaluaci3n directa del a1o 2018.

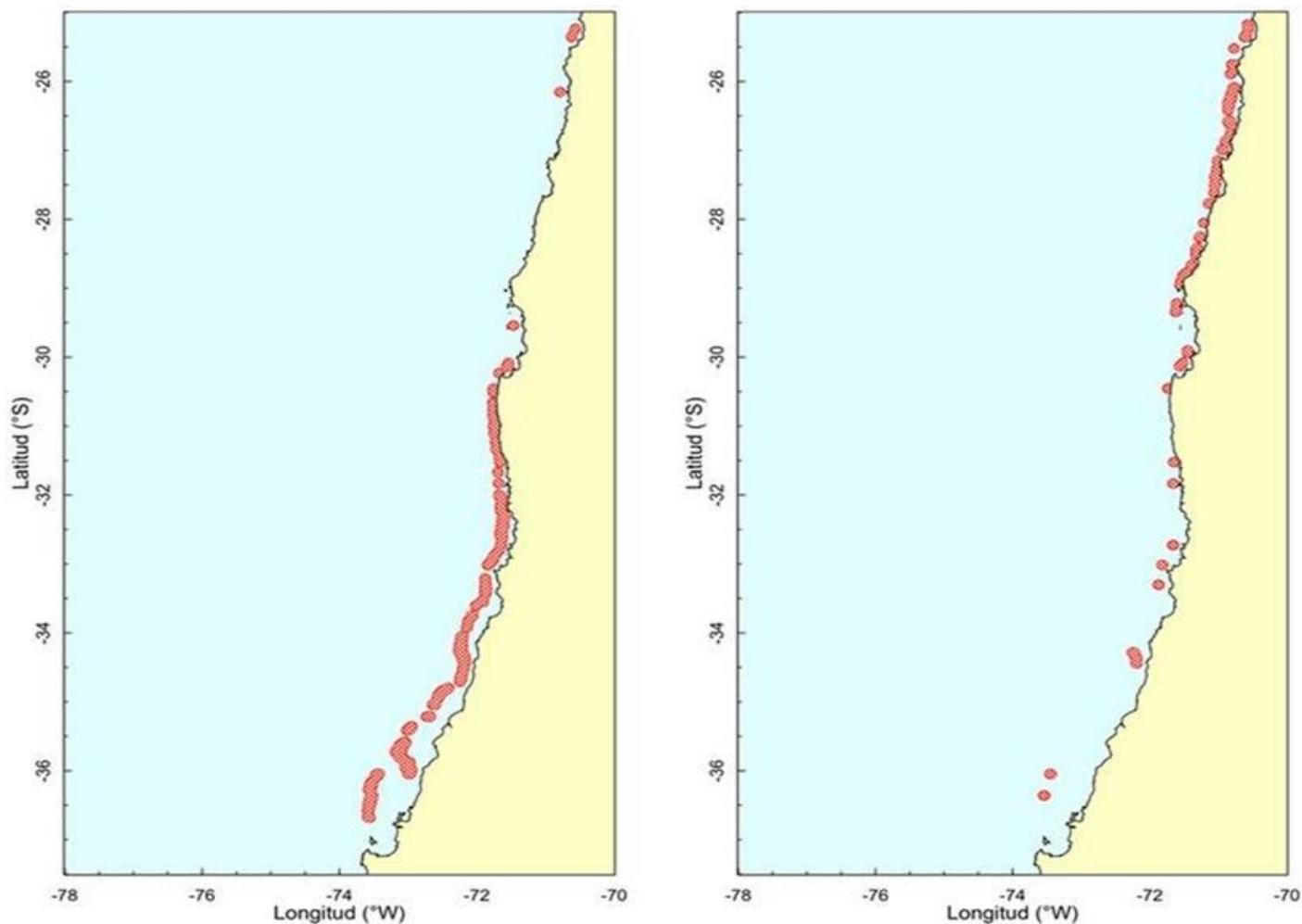


Fig. 53. Disposici3n del 1rea de distribuci3n de pejerrata azul (*C. aconcagua*, izquierda) y granadero (*N. pulchella*, derecha) como fauna acompa1ada de camar3n nailon en la evaluaci3n directa del a1o 2018.

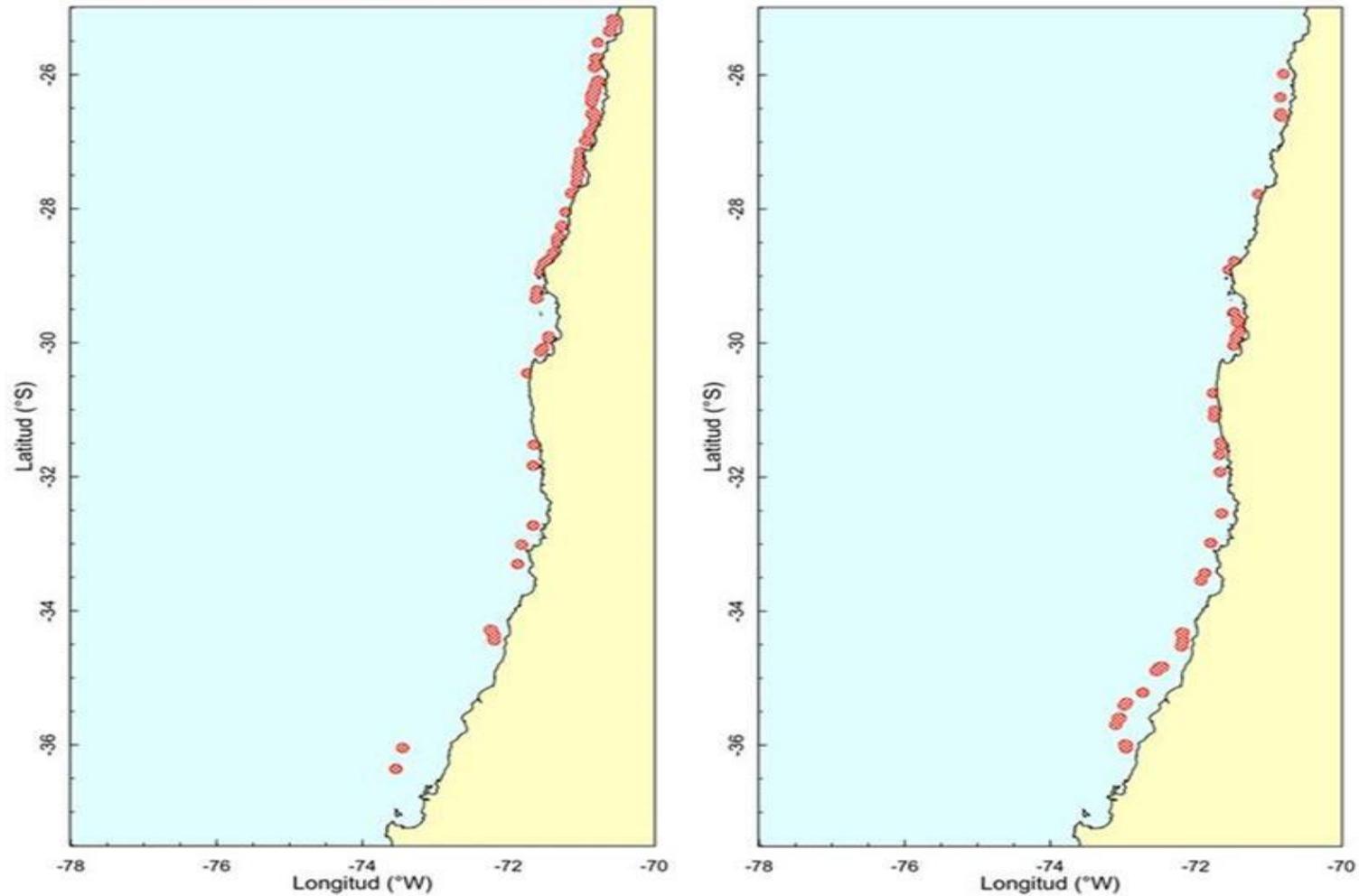


Fig. 54. Disposici3n del 1rea de distribuci3n de tibur3n gato (*A. nigra*, izquierda) y jaiba paco (*P. gaudichaudi*, derecha) como fauna acompa1ante de camar3n nailon en la evaluaci3n directa del a1o 2018.

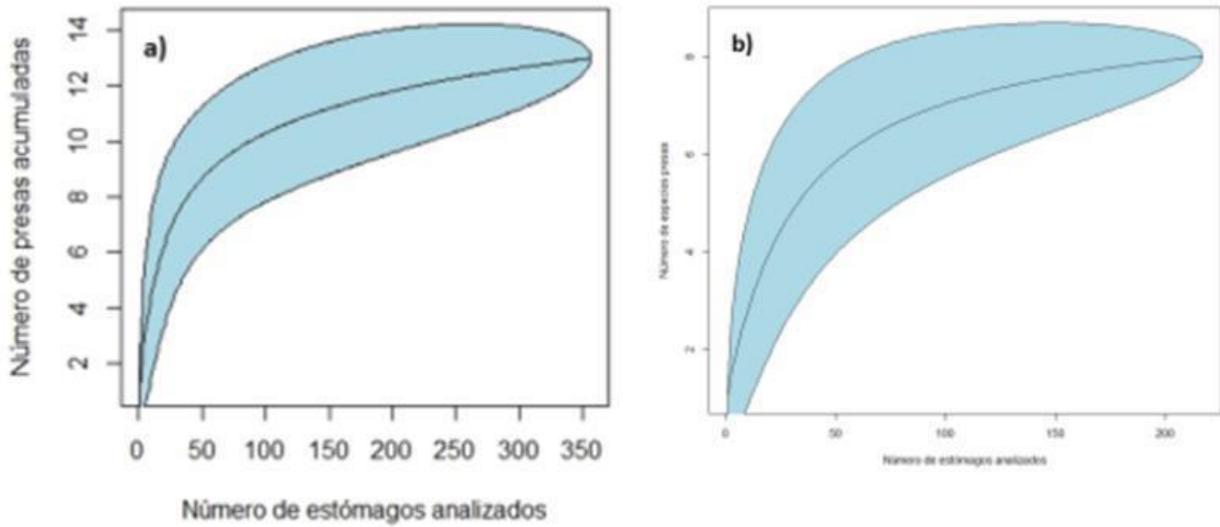


Fig. 55. Curvas de diversidad trófica para *Merluccius gayi*: a) macrozona norte; b) macrozona sur.

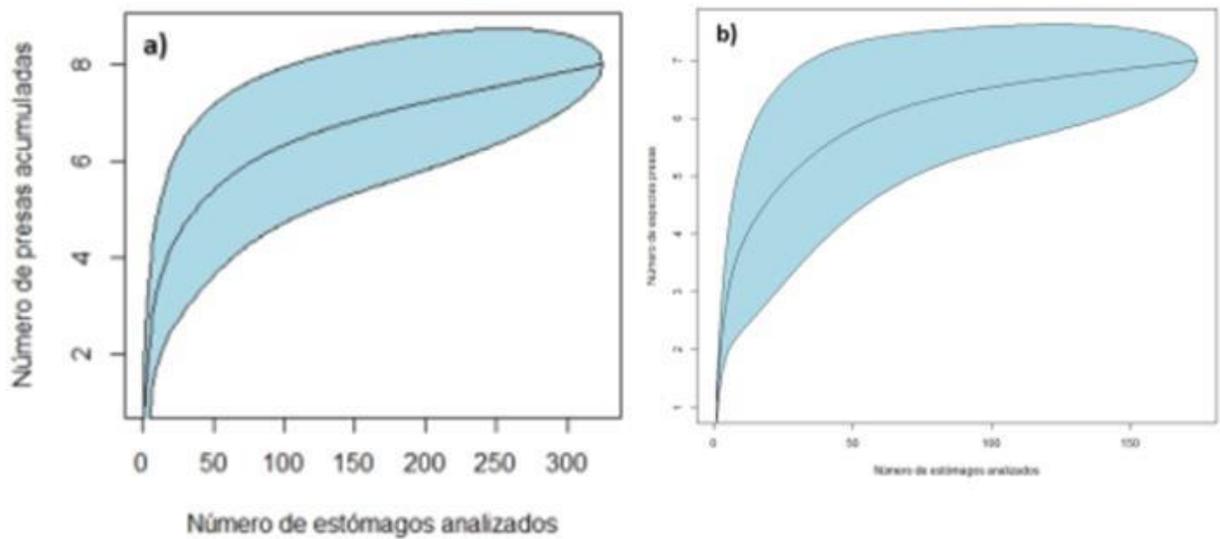


Fig. 56. Curvas de diversidad trófica para *Hippoglossina macrops*: a) macrozona norte; b) macrozona sur.

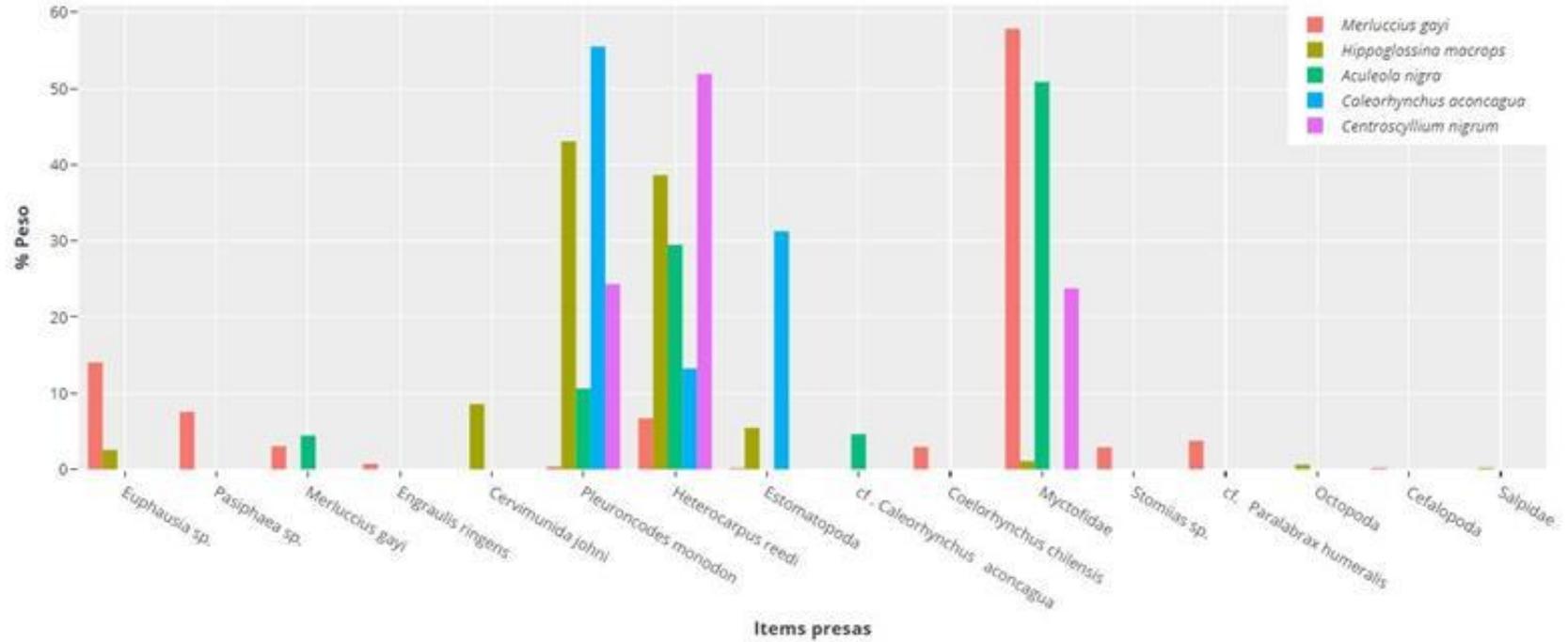


Fig. 57. Alimentación de cinco especies de peces presentes en la fauna acompañante. Crucero de camarón nailon, 2018. Macrozona Norte.

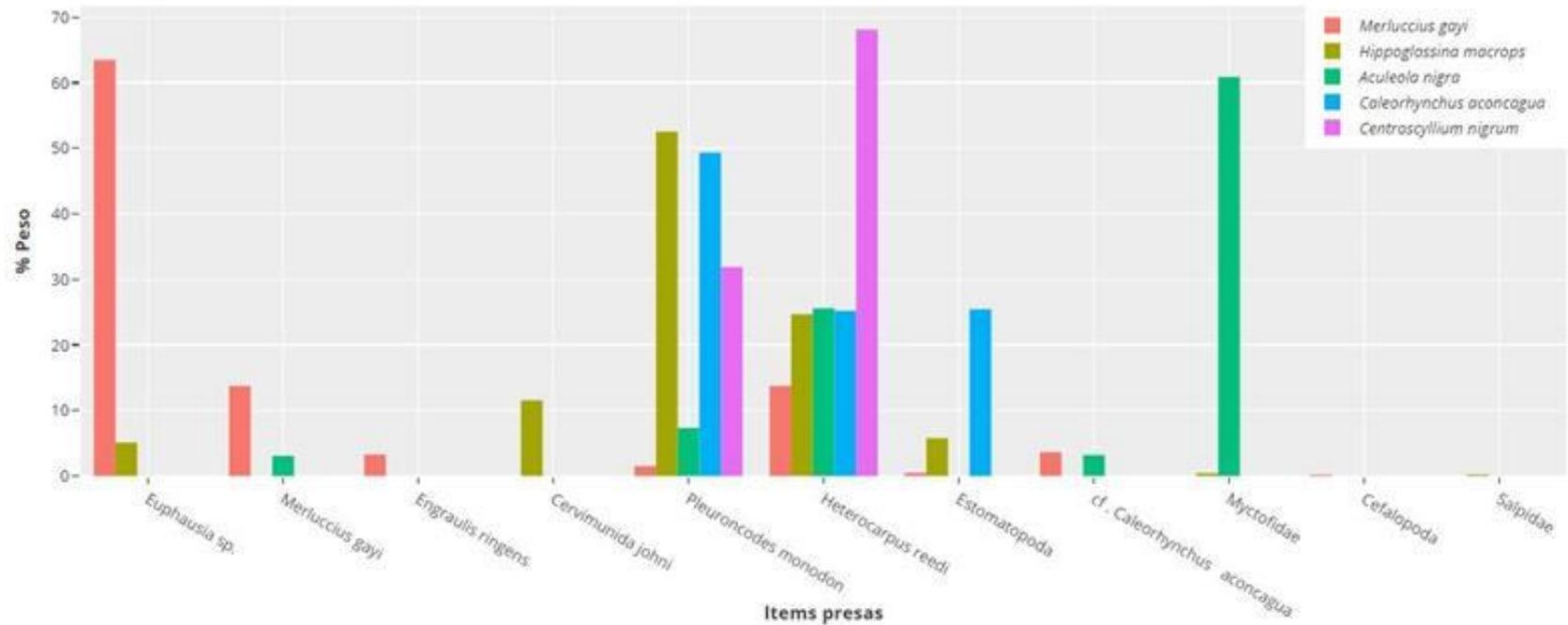


Fig. 58. Alimentaci3n de cinco especies de peces presentes en la fauna acompa1ante. Crucero de camar3n nailon, 2018. Macrozona Sur.

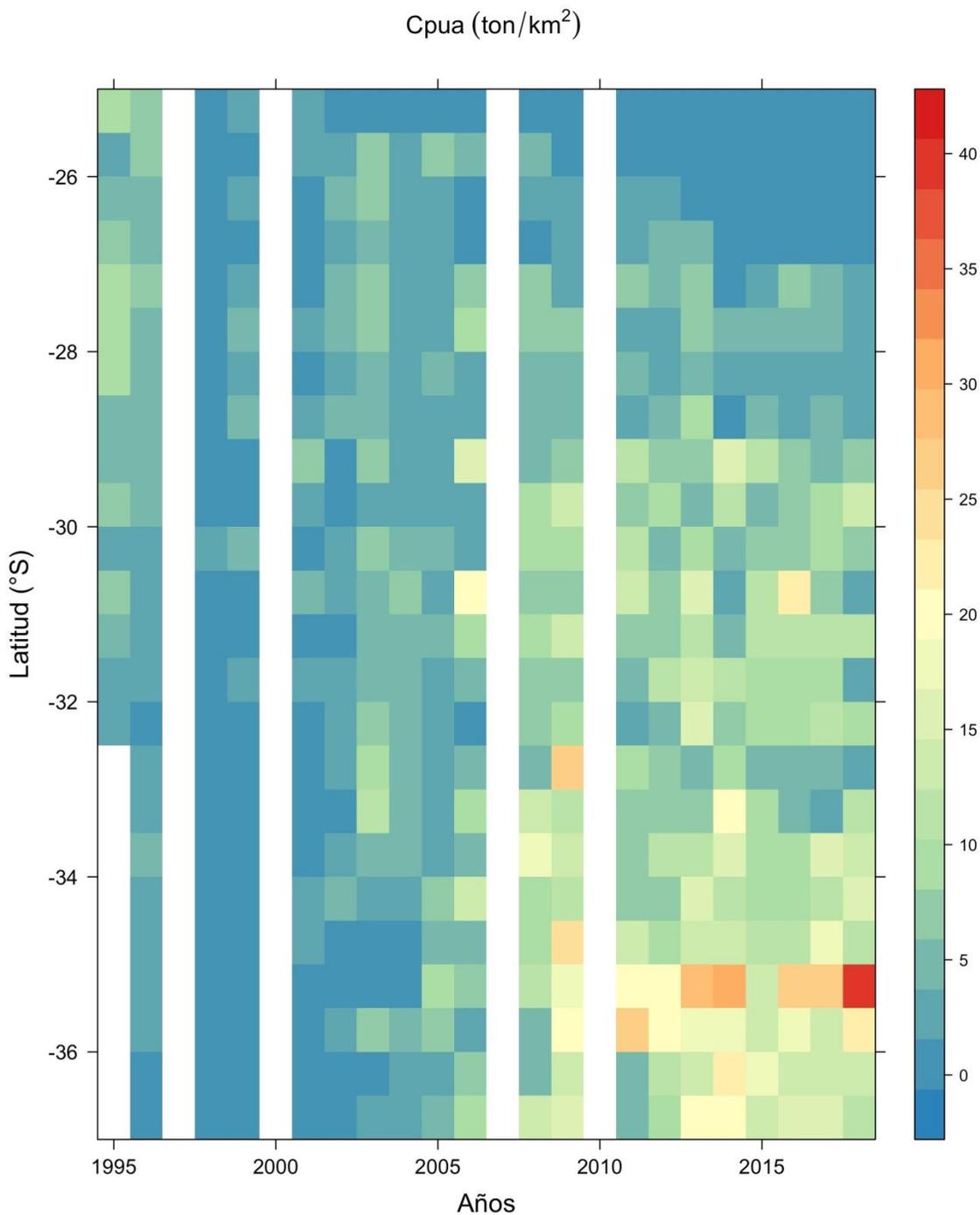


Fig. 59. Distribuci3n espacio-temporal de la densidad poblacional, representada por la captura por unidad de 1rea (cpua, t/km²) acumulada de camar3n nailon entre 1995 y 2018.

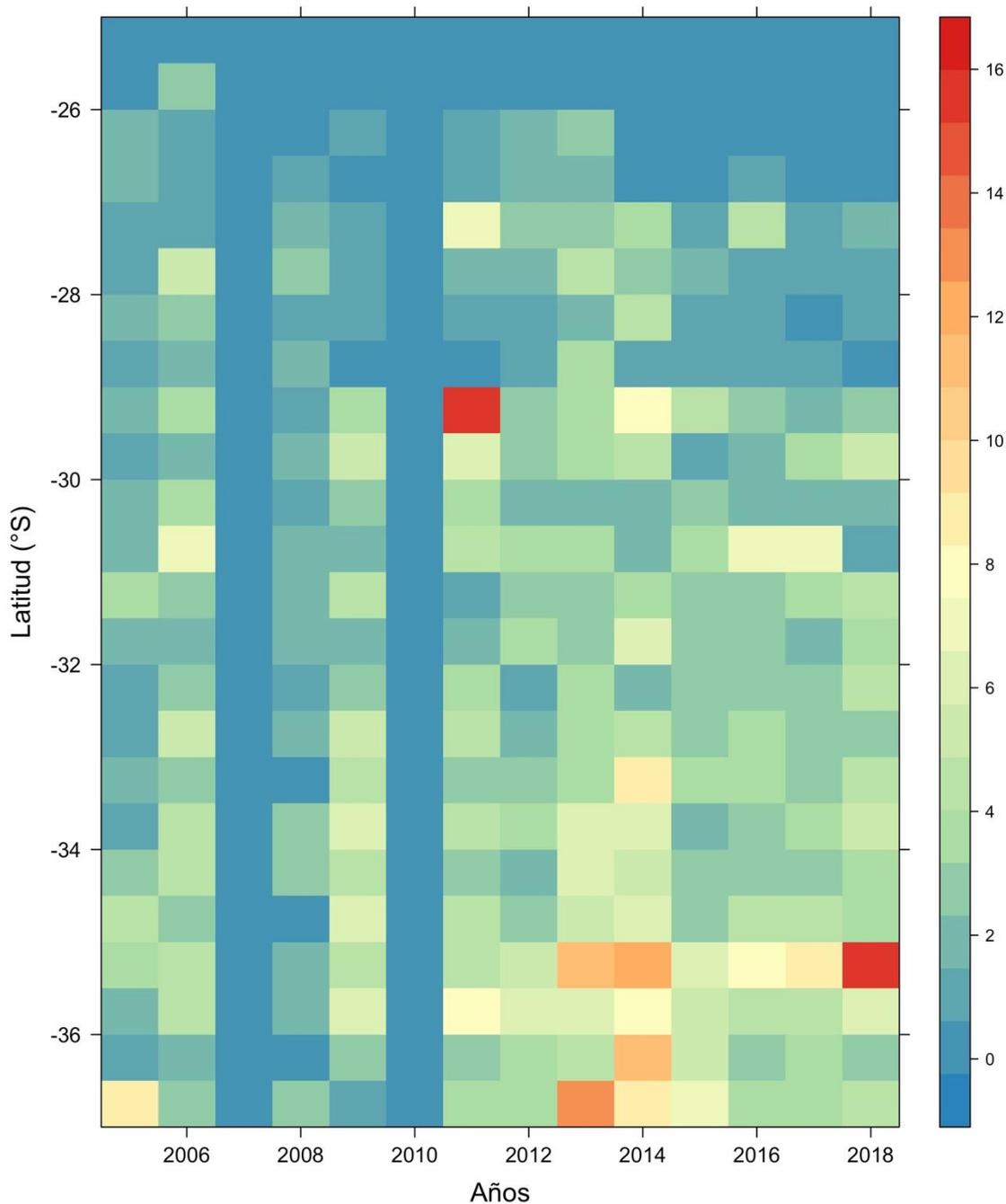


Fig. 60. Distribuci3n espacio-temporal del potencial reproductivo (mil millones de huevos potenciales, MHP) de camar3n nailon entre 2005 y 2018.



Sergio Lillo Vega, Director Ejecutivo (S) Instituto de Fomento Pesquero y Enzo Acuña Soto, Jefe de Proyecto, Universidad Cat3lica del Norte, les saludan muy cordialmente y tienen el especial agrado de invitarle a participar del Taller de Difusi3n de Resultados del Proyecto "Evaluaci3n directa de camar3n nailon entre la II y VIII Regiones, a3o 2018", actividad organizada por el Departamento de Biolog3a Marina de la Universidad Cat3lica del Norte-Sede Coquimbo e IFOP.

Esta actividad tendr3 lugar desde las 11:00 horas del d3a viernes 26 de abril de 2019, en el Sal3n Auditorio del Museo de Historia Natural de Valpara3so, ubicado en calle Condell 1546.

Agradecemos confirmar su asistencia a los e-mail eaacuna@ucn.cl y/o acortesh@ucn.cl

Valpara3so, 23 de abril de 2019.

Fig. 61. Invitaci3n a participar en el Taller de Difusi3n de resultados del proyecto "Evaluaci3n directa de camar3n nailon entre la II y VIII Regiones, a3o 2018".



LISTADO DE ASISTENCIA

Proyecto "Evaluaci3n directa de camar3n nailon entre la II y VIII Regiones, a3o 2018"
Viernes, 26 de abril de 2019 - Sal3n Auditorio del Museo de Historia Natural de Valpara3so

Nº	NOMBRE	RUT	EMAIL	FIRMA
1	SERGIO LILLO	7354770-9	sergio.lillo@ifop.cl	[Firma]
2	Maria fernanda Jimenez	2274466-9	mariafernanda.jimenez@ifop.cl	[Firma]
3	MAXIMILIANO ZILBERVO	8.961.391-4	maximiliano.zilbervo@ifop.cl	[Firma]
4	AMAROS QUINTANILLA G	11.359.295-8	amaros.quintanilla@unquimbo.uchile.cl	[Firma]
5	Gerson MUIÑOZ	13897062-3	gmunoz@surzosta.cl	[Firma]
6	Diana Parraga Velandia	21.810.710-6	diana.parraga@ifop.cl	[Firma]
7	Pedro Pabloza Bastias	12.850.900-3	pedro.pabloza@ucv.cl	[Firma]
8	ANDRÉS FLORES S.	8.607.701-1	aflores19187@utla.cl	[Firma]
9				
10				
11				

Fig. 62. Listado (nombre, instituci3n y correo electr3nico) de los participantes en el Taller de Difusi3n de Resultados del Proyecto "Evaluaci3n directa de camar3n nailon entre la II y VIII Regiones, a3o 2018".



10. TABLAS

TABLAS



Tabla 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

Tabla 2. Número de lances de pesca totales, con captura de camarón nailon (Heteree), y proporción de lances positivos respecto del total.

Año	Lances de pesca		
	Total	Heteree	%
2003	493	386	78,30
2004	634	408	64,35
2005	607	413	68,04
2006	483	270	55,90
2007			
2008	565	409	72,39
2009	536	434	80,97
2010			
2011	460	320	69,57
2012	553	436	78,84
2013	502	362	72,11
2014	478	295	61,72
2015	477	362	75,89
2016	463	345	74,51
2017	484	366	75,62
Total	6.735	4.806	71,36
Prom.	518	370	



Tabla 3. N3mero promedio de lances de pesca por rango de latitud ejecutados en las evaluaciones directas de Icamar3n nailon entre 2003 y 2017. Se incluye el n3mero total de lances de pesca propuesto para la evaluaci3n 2018.

Latitud	N3mero de lances		
	Total	Positivos	Propuesto
25°00' – 25°59'	27	10	25
26°00' – 26°59'	42	19	40
27°00' – 27°59'	27	17	25
28°00' – 28°59'	31	22	30
29°00' – 29°59'	58	43	55
30°00' – 30°59'	40	33	40
31°00' – 31°59'	37	30	35
32°00' – 32°59'	62	46	60
33°00' – 33°59'	53	38	50
34°00' – 34°59'	53	40	50
35°00' – 35°59'	49	37	45
36°00' – 36°59'	49	31	45
Total	528	366	500

Tabla 4. Tabla de ANOVA para un modelo de un factor de efectos aleatorios. FV = Fuente de variaci3n, 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	$SCTO = \sum \sum (Y_{ij} - \bar{Y}_{..})^2$		



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

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

Tabla 6. Variables operativas del estudio de evaluación directa de camarón nailon 2018 entre la II y VIII Regiones.

VARIABLE OPERATIVA	VALOR	(%)	TOTAL
Período	15/08/2018 - 11/11/2018		
Rango de Latitud	25° 9,24' S - 36° 42,2' S		
Rango de Profundidad (m)	107 - 687		
Lances propuestos OTE	500		
Lances investigación ejecutados	432		461
Lances complementarios	29		
Total lances ejecutados	461	92,0%	
Lances con pesca	323	70,1%	100%
Lances sin pesca	138	29,9%	
Lances con captura de camarón	284	61,6%	100%
Lances sin captura de camarón	177	38,4%	
Tiempo total de arrastre (horas)	150,75	100%	
Tiempo de arrastre con pesca (hrs)	118,76	78,8%	
Tiempo de arrastre con captura de camarón	101,18	67,1%	
Tiempo de arrastre sin captura	32,00	21,2%	



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

LATITUD	PROPUESTOS	EJECUTADOS
25°00' – 25°59'	25	25
26°00' – 26°59'	40	36
27°00' – 27°59'	25	17
28°00' – 28°59'	30	25
29°00' – 29°59'	55	58
30°00' – 30°59'	40	28
31°00' – 31°59'	35	29
32°00' – 32°59'	60	64
33°00' – 33°59'	50	33
34°00' – 34°59'	50	54
35°00' – 35°59'	45	46
36°00' – 36°59'	45	46
TOTAL	500	461

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

LATITUD	PROPUESTOS	CON CAPTURA	%
25°00' – 25°59'	25	25	4,0
26°00' – 26°59'	36	36	19,4
27°00' – 27°59'	17	17	41,2
28°00' – 28°59'	25	25	64,0
29°00' – 29°59'	58	58	62,1
30°00' – 30°59'	28	28	71,4
31°00' – 31°59'	29	29	51,7
32°00' – 32°59'	64	64	73,4
33°00' – 33°59'	33	33	72,7
34°00' – 34°59'	54	54	83,3
35°00' – 35°59'	46	46	84,8
36°00' – 36°59'	46	46	58,7
TOTAL	461	461	



Tabla 9. Parámetros de la relación funcional entre la APA (variable dependiente) y las variables independientes *LCC*, *Prof* y *Vel* en el PAM Lonquimay y la L/M Don José Miguel, *pdg* = parámetro de dispersión de la familia gaussiana.

Variable	PAM Lonquimay	L/M José Miguel
<i>Prof:LCC</i>	-1,5041	-1,5874
<i>Vel</i>	-1,3914	-1,9544
Constante	14,8428	13,3890
<i>pdg</i>	0,8980	0,8894

Tabla 10. Resultados de la modelación GAM entre la CPUA (kg/km²) de camarón nailon con las variables predictoras y porcentaje de la devianza (%Dev). gl = grados de libertad.

Variable	gl	F	Valor p	%Dev.
Latitud (°S)	4,758	9,225	1,476 x 10 ⁻⁹ ***	35,79
Longitud (°W)	1,001	2,355	1,255 x 10 ⁻¹	7,53
Profundidad (m)	3,679	5,978	4,754 x 10 ⁻⁵ ***	27,67
log(CPUA _{Cervjoh} +1)	2,856	5,143	1,118 x 10 ⁻³ **	21,48
log(CPUA _{Pleumon} +1)	1,000	0,065	7,994 x 10 ⁻¹	7,52

*** p < 0,001, ** p < 0,01

Tabla 11. 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	25° 41' 30,0"	30° 16' 42,5"	162
2	30° 16' 42,5"	33° 30' 29,4"	123
3	33° 30' 29,4"	36° 44' 41,5"	154
Total			439

Tabla 12. L3mites latitudinales de los focos de abundancia de camar3n nailon (*H. reedi*) y 3rea (km²) correspondiente entre la II y VIII Regiones.

Caladero	L3mites latitudinales (°S)		3rea (km ²)
	Norte	Sur	
1	25° 43' 54,9"	25° 44' 35,1"	0,781
2	26° 08' 48,4"	26° 19' 37,4"	43,564
3	26° 57' 47,4"	27° 13' 16,8"	71,939
4	27° 21' 12,0"	28° 03' 30,4"	196,813
5	28° 14' 36,9"	28° 57' 34,8"	147,873
6	29° 11' 26,5"	30° 14' 31,7"	578,897
7	30° 20' 22,9"	30° 45' 54,2"	92,100
8	30° 53' 17,1"	31° 07' 27,2"	48,286
9	31° 12' 50,5"	31° 32' 25,1"	99,593
10	31° 39' 18,7"	31° 50' 42,7"	31,576
11	31° 58' 26,3"	32° 05' 22,4"	36,689
12	32° 09' 17,7"	32° 22' 57,7"	63,076
13	32° 26' 28,2"	32° 44' 50,7"	86,818
14	32° 47' 59,2"	33° 27' 29,9"	181,785
15	33° 32' 18,6"	33° 56' 37,8"	86,660
16	34° 02' 46,5"	34° 44' 10,9"	207,782
17	34° 49' 53,0"	35° 04' 12,5"	65,530
18	35° 12' 19,9"	35° 14' 53,0"	20,059
19	35° 21' 24,9"	35° 26' 16,3"	22,806
20	35° 35' 15,4"	36° 04' 25,0"	208,300
21	36° 02' 58,3"	36° 04' 24,8"	6,751
22	36° 09' 51,3"	36° 33' 07,7"	87,248
23	36° 41' 02,7"	36° 42' 23,5"	5,356
Total			2.390,282



Tabla 13. 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	0,649	83,1	0,132	16,9	0,781
2		0,0	43,564	100,0	43,564
3	53,776	74,8	18,163	25,2	71,939
4	131,035	66,6	65,778	33,4	196,813
5	126,048	85,2	21,825	14,8	147,873
6	141,493	24,4	437,404	75,6	578,897
7	92,1	100,0		0,0	92,1
8	45,284	93,8	3,002	6,2	48,286
9	89,769	90,1	9,824	9,9	99,593
10		0,0	31,576	100,0	31,576
11	0,287	0,8	36,402	99,2	36,689
12	5,426	8,6	57,65	91,4	63,076
13		0,0	86,818	100,0	86,818
14	1,169	0,6	180,616	99,4	181,785
15		0,0	86,66	100,0	86,66
16		0,0	207,782	100,0	207,782
17		0,0	65,53	100,0	65,53
18		0,0	20,059	100,0	20,059
19		0,0	22,806	100,0	22,806
20		0,0	208,3	100,0	208,3
21		0,0	6,751	100,0	6,751
22		0,0	87,248	100,0	87,248
23		0,0	5,356	100,0	5,356
Total	687,036	28,7	1703,246	71,3	2390,282

Tabla 14. 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)	14,286	21,819	106,009
Sill	65,942	69,240	344,474
Nugget	32,329	68,394	216,068
VNE (%)	32,9	49,7	38,5



Tabla 15. Densidad poblacional (cpua, t/km²) promedio (Prom.), mínima (Mín.), máxima (Máx.), tamaño de muestra (n) y coeficiente de variación (CV) 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 (t/km ²)					
		Prom.	D.E.	Mín.	Máx.	n	CV
1.1	1	0,198	0,004	0,190	0,205	62	0,021
1.2	2	0,206	0,002	0,203	0,208	12	0,007
2.1	2	0,379	0,112	0,111	0,492	4351	0,296
3.1	1	1,375	0,279	0,790	2,808	5374	0,275
3.2	2	0,964	0,100	0,750	1,151	1819	0,104
4.1	1	1,856	0,248	1,183	2,581	13102	0,188
4.2	2	2,169	0,233	1,693	2,609	6580	0,107
5.1	1	1,921	0,398	0,882	3,652	12593	0,324
5.2	2	1,837	0,146	1,539	2,571	2190	0,153
6.1	1	8,453	1,691	3,086	18,607	14153	0,308
6.2	2	10,426	2,472	3,181	28,656	43748	0,498
7.1	1	3,523	1,500	1,405	5,306	9211	0,426
8.1	1	5,237	1,221	3,888	7,912	4529	0,233
8.2	2	5,803	0,126	4,311	7,247	300	0,146
9.1	1	13,247	0,790	11,246	14,620	8986	0,060
9.2	2	12,881	0,399	11,723	13,427	981	0,031
10.1	2	5,733	3,269	2,308	11,539	3153	0,570
11.1	1	6,042	0,220	5,693	6,468	30	0,036
11.2	2	7,358	2,003	3,710	12,140	3634	0,272
12.1	1	13,878	0,868	9,071	18,688	537	0,180
12.2	2	14,224	1,447	8,056	19,500	5765	0,296
13.1	2	7,001	1,199	4,846	8,952	8675	0,171
14.1	1	14,724	0,406	13,592	15,160	118	0,028
14.2	2	10,361	3,424	3,728	16,335	18036	0,330
15.1	2	13,477	1,116	10,780	18,375	8651	0,162
16.1	2	8,518	1,790	4,224	15,174	20757	0,323
17.1	2	19,263	2,515	13,361	24,301	6560	0,131
18.1	2	36,570	0,889	35,033	38,149	1996	0,024
19.1	2	43,826	4,931	34,188	50,464	2280	0,113
20.1	2	11,197	3,993	4,341	35,199	20829	0,470
21.1	2	17,131	0,910	15,134	18,341	675	0,053
22.1	2	11,488	1,974	7,707	14,053	8737	0,172
23.1	2	4,871	0,154	4,630	5,213	530	0,032





Tabla 16. Densidad poblacional (cpua, t/km²) promedio, desviación estándar, tamaño de muestra (n), mínimo (Min.), máximo (Max.) y coeficiente de variación (CV) de camarón nailon (*H. reedi*) por Región.

Región	cpua (t/km ²)					
	Prom.	D.E.	Min.	Máx.	n	CV
2	0,202	0,0028	0,190	0,208	74	0,024
3	1,590	0,2351	0,111	3,652	46.009	0,377
4	9,342	1,4269	1,405	28,657	89.178	0,518
5	11,682	1,6943	3,728	18,808	40.505	0,372
6	10,950	1,7293	4,224	15,174	20.510	0,302
7	24,533	3,1532	5,692	50,464	31.227	0,511
8	9,751	0,9512	4,341	18,341	11.451	0,311

Tabla 17. Biomasa estimada (toneladas) de camarón nailon (*H. reedi*), desviación estándar (D.E., t) e intervalos de confianza ($\alpha=95\%$, LI = límite inferior; LS = límite superior) por foco de abundancia entre la II y VIII Región.

Foco	Biomasa (t)				
	Estimada	D.E.	LI	LS	CV
1	0,2	0,00	0,15	0,16	0,017
2	16,5	4,88	11,63	21,39	0,296
3	117,4	26,83	88,76	145,99	0,229
4	397,0	48,28	334,90	459,11	0,122
5	301,3	80,72	215,08	387,58	0,268
6	6.311,2	1.945,36	3.896,40	8725,91	0,308
7	324,5	138,11	186,40	462,62	0,426
8	251,3	55,31	195,58	307,02	0,220
9	1.315,7	71,04	1.240,88	1.390,58	0,054
10	181,0	103,21	77,81	284,23	0,570
11	269,6	72,90	196,62	342,55	0,270
12	684,3	134,58	539,75	828,86	0,197
13	607,8	104,06	503,73	711,85	0,171
14	1.888,5	618,44	1.269,61	2.507,44	0,327
15	1.342,0	167,75	1.173,52	1.510,54	0,125
16	2.215,5	663,66	1.549,59	2.881,45	0,300
17	1.262,3	164,78	1.097,55	1.427,11	0,131
18	733,6	17,82	715,73	751,38	0,024
19	999,5	112,46	887,05	1.111,96	0,113
20	3.344,5	1.394,76	1.938,21	4.750,77	0,417
21	115,7	6,14	109,51	121,80	0,053
22	1.002,3	172,24	830,08	1.174,55	0,172
23	26,1	0,83	25,26	26,92	0,032
Total	23.707,8	2.594,7	17.083,8	30.331,7	0,109



Tabla 18. Biomasa estimada (toneladas) de camar3n nailon (*H. reedi*) por Regi3n, fuera y dentro de la ARPA, y proporci3n (%) de la biomasa total.

Regi3n	Biomasa (t)		
	Dentro	Fuera	Total
2	0,13	0,03	0,16
3	613,2	219,1	832,2
4	3.296,7	5.439,8	8736,5
5	75,6	4.272,6	4348,3
6	0,0	2.241,2	2241,2
7	0,0	6.322,1	6322,1
8	0,0	1.227,4	1227,4
Total (%)	3.985,6 (16,8)	19.722,2 (83,2)	23.707,8

Tabla 19. Par3metros del variograma te3rico seg3n el modelo de variograma con deriva externa y enfoque “top-cut”. VNE: Varianza no explicada.

Par3metro	Deriva externa	Top-cut
Modelo	Gaussiano	Gaussiano
Rango (Km)	55,209	51,585
Sill	43,382	15,825
Nugget	63,246	43,412
VNE (%)	59,3	73,3



Tabla 20. Biomasa estimada (toneladas) de camarón nailon (*H. reedi*), desviación estándar (D.E., t) e intervalos de confianza ($\alpha=95\%$, LI = límite inferior; LS = límite superior) por foco de abundancia. Enfoque geoestadístico con deriva externa.

Foco	Biomasa (t)			
	Estimada	D.E.	LI	LS
1	0,5	0,01	0,44	0,47
2	8,8	4,06	4,78	12,90
3	99,1	13,00	86,12	112,12
4	427,8	50,48	377,36	478,32
5	266,9	57,17	209,75	324,10
6	5.412,9	755,56	4.657,33	6.168,45
7	392,2	104,15	288,00	496,30
8	304,4	48,37	255,98	352,73
9	978,0	24,53	953,43	1.002,49
10	282,1	10,03	272,11	292,18
11	297,8	4,21	293,55	301,97
12	504,8	12,62	492,17	517,41
13	635,9	30,57	605,32	666,46
14	1.768,1	310,57	1.457,48	2.078,62
15	1.252,0	53,00	1.198,95	1.304,95
16	2.109,4	558,46	1.550,98	2.667,91
17	1.444,5	168,61	1.275,92	1.613,13
18	556,1	16,16	539,90	572,21
19	743,4	6,73	736,68	750,14
20	3.654,6	1.315,50	2.339,12	4.970,13
21	100,6	1,59	99,03	102,21
	967,9	137,12	830,76	1.104,99
	48,5	1,09	47,44	49,61
Total	22.256,2	1.618,0	18.572,6	25.939,8



Tabla 21. Biomasa estimada (toneladas) de camar3n nailon (*H. reedi*) e intervalos de confianza ($\alpha=95\%$, LI = l3mite inferior; LS = l3mite superior) por Regi3n. Enfoque geoestad3stico con deriva externa.

Regi3n	Biomasa (t)		
	Estimada	LI	LS
II	0,46	0,44	0,47
III	802,7	678,0	927,4
IV	7.704,7	6.757,6	8.651,7
V	4.001,5	3.596,0	4.407,0
VI	2.154,1	1.597,8	2.710,5
VII	6.385,4	4.884,8	7.886,0
VIII	1.207,3	1.057,9	1.356,8
Total	22.256,2	18.572,6	25.939,8



Tabla 22. Biomasa estimada (toneladas) de camarón nailon (*H. reedi*), desviación estándar (D.E., t) e intervalos de confianza ($\alpha=95\%$, LI = límite inferior; LS = límite superior) por foco de abundancia. Método “top-cut”.

Foco	Biomasa (t)			
	Estimada	D.E.	LI	LS
1	1,2	0,01	1,16	1,18
2	12,7	0,94	11,71	13,58
3	112,8	7,57	105,24	120,37
4	477,4	10,5	466,9	487,9
5	348,8	22,4	326,5	371,2
6	4.474,2	547,4	3.926,8	5.021,5
7	392,4	63,0	329,3	455,4
8	297,9	35,7	262,1	333,6
9	920,1	21,3	898,8	941,3
10	252,5	11,3	241,3	263,8
11	256,6	0,6	256,0	257,2
12	448,1	2,6	445,6	450,7
13	616,3	2,4	613,9	618,7
14	1.716,9	268,8	1.448,0	1.985,7
15	1.103,3	17,7	1.085,6	1.121,0
16	2.076,8	313,0	1.763,8	2.389,8
17	995,5	70,9	924,6	1.066,4
18	349,0	6,9	342,1	355,9
19	430,3	3,0	427,3	433,3
20	2.653,5	602,9	2.050,7	3.256,4
21	82,3	0,4	81,8	82,7
22	879,1	82,1	797,0	961,1
23	39,7	0,6	39,1	40,3
Total	18.937,3	2.091,7	16.845,5	21.029,0

El intervalo de confianza en el foco 1,2 y 3 aparece con un decimal más para destacar la diferencia entre ambos.



Tabla 23. Biomasa estimada (toneladas) de camarón nailon (*H. reedi*) e intervalos de confianza ($\alpha=95\%$, LI = límite inferior; LS = límite superior) por Región. Método “top-cut”.

Región	Biomasa (t)		
	Estimada	LI	LS
II	1,17	1,16	1,18
III	951,7	910,3	993,1
IV	6.625,4	5.946,2	7.304,7
V	3.747,5	3.456,6	4.038,4
VI	2.095,2	1.783,4	2.407,0
VII	4.408,6	3.728,8	5.088,3
VIII	1.107,6	1.019,0	1.196,3
Total	18.937,3	16.845,5	21.029,0

El intervalo de confianza en II Región aparece con un decimal más para destacar la diferencia entre ambos.



Tabla 24. Esfuerzo total de muestreo de frecuencia (medidos) y biológico específicos (pesados) de la captura de camarón nailon entre la II y VIII Regiones.

Región	Foco	Machos		Hembras	
		Medidos	Pesados	Medidos	Pesados
II	1	49	19	101	33
III	2	187	65	310	136
	3	113	38	187	62
	4	391	107	559	193
	5	648	167	820	226
IV	6	2947	1019	3650	1277
	7	289	78	611	222
	8	136	42	628	223
	9	443	153	756	247
	10	270	95	180	55
	11	632	212	718	238
	12*	493	152	1609	550
V	13	745	254	904	324
	14	1396	497	2359	861
	15*	598	211	602	189
VI	16*	2393	851	2887	1011
VII	17	557	352	1356	449
	18	637	40	450	160
	19	192	64	408	136
VIII	20*	1979	636	2521	864
	21	276	97	174	53
	22	1433	519	867	281
	23	205	64	95	36
TOTAL		17009	5732	22752	7826

*Foco mayormente localizado en la Región



Tabla 25. Longitud cefalotorácica (LC, mm) promedio, desviación estándar (D.E.) y tamaño de muestra (n) de camarón nailon (*H. reedi*) por sexo y foco. Año 2018.

Foco	Machos			Hembras			Sexos combinados		
	LC	D.E.	n	LC	D.E.	n	LC	D.E.	n
1	24,62	2,324	49	26,22	2,769	101	25,70	2,730	150
2	24,60	2,861	187	26,05	3,630	310	25,50	3,431	497
3	22,27	2,672	219	25,13	3,632	231	23,74	3,505	450
4	24,82	2,796	391	25,70	2,969	559	25,34	2,930	950
5	23,94	2,517	744	24,76	3,169	874	24,38	2,916	1618
6	24,69	2,642	3006	25,86	2,756	3741	25,34	2,767	6747
7	26,67	2,201	289	29,04	2,432	611	28,28	2,605	900
8	25,74	2,252	136	28,66	2,089	628	28,14	2,394	764
9	26,63	1,844	443	28,39	1,963	756	27,74	2,099	1199
10	25,46	2,696	270	27,75	3,175	180	26,38	3,103	450
11	27,26	2,040	632	28,58	2,276	718	27,96	2,265	1350
12	26,95	2,288	493	28,78	2,405	1609	28,35	2,500	2102
13	26,76	2,089	745	28,52	2,585	904	27,72	2,529	1649
14	26,15	2,725	1396	28,70	2,838	2359	27,75	3,057	3755
15	26,06	2,359	598	28,43	3,304	602	27,25	3,107	1200
16	26,34	2,666	2393	28,76	3,282	2887	27,67	3,250	5280
17	26,54	2,359	557	28,42	2,540	943	27,72	2,636	1500
18	27,07	2,406	150	29,85	2,310	450	29,15	2,625	600
19	26,50	2,657	192	28,92	2,721	408	28,15	2,925	600
20	26,25	2,277	2044	28,62	2,842	2606	27,58	2,862	4650
21	27,31	2,242	276	28,06	2,533	174	27,60	2,384	450
22	27,27	2,196	1594	28,66	2,865	1006	27,81	2,567	2600
23	26,58	2,190	205	28,01	2,563	95	27,03	2,404	300



Tabla 26. Distribución por región de las hembras ovíferas de camarón nailon, según estado de desarrollo (EMS).

REGIÓN		EMS 2	EMS 3	EMS 4	TOTAL
III	Medidos			38	38
	Pesados			16	16
IV	Medidos	133	145	2.074	2.352
	Pesados	49	40	716	805
V	Medidos	612	461	2.853	3.926
	Pesados	219	145	933	1.297
VI	Medidos	410	234	1.522	2.166
	Pesados	128	87	480	695
VII	Medidos	13	47	2.574	2.634
	Pesados	7	14	839	860
VIII	Medidos	4	21	749	774
	Pesados	1	6	256	263
Total Medidos		1.172	908	9.810	11.890
Total Pesados		404	292	3.240	3.936

Tabla 27. Características morfométricas de las hembras de camarón nailon, por estado de desarrollo de los huevos.

DATO	ESTADO			TOTAL
	EMS 2	EMS 3	EMS 4	
n	1.172	908	9.810	11.890
Prom. LC	29,56	29,30	29,04	29,11
D.E. LC	2,91	2,56	2,46	2,52
Mín. LC	19,98	22,12	15,80	15,80
Máx. LC	37,66	36,58	38,36	38,36



Tabla 28. Distribución del estado de madurez embrionario de hembras ovíferas de camarón nailon por Región.

REGIÓN		ESTADO			TOTAL
		EMS 2	EMS 3	EMS 4	
III	n			38	38
	Prom. LC			28,61	28,61
	DE LC			1,78	1,78
	Mín. LC			23,76	23,76
	Máx. LC			32,19	32,19
IV	n	133	145	2.074	2.352
	Prom. LC	28,74	28,89	28,78	28,78
	DE LC	2,11	2,07	2,10	2,10
	Mín. LC	23,10	22,95	20,37	20,37
	Máx. LC	34,08	33,46	37,59	37,59
V	n	612	461	2.853	3.926
	Prom. LC	29,40	29,41	28,90	29,04
	DE LC	2,72	2,51	2,43	2,50
	Mín. LC	21,12	23,53	23,13	21,12
	Máx. LC	36,00	36,58	36,84	36,84
VI	n	410	234	1.522	2.166
	Prom. LC	30,05	29,26	29,17	29,35
	DE LC	3,33	2,90	2,78	2,92
	Mín. LC	19,98	22,12	22,82	19,98
	Máx. LC	37,66	35,83	37,00	37,66
VII	n	13	47	2.574	2.634
	Prom. LC	29,96	29,63	29,32	29,33
	DE LC	2,41	2,30	2,51	2,51
	Mín. LC	27,43	24,56	20,48	20,48
	Máx. LC	33,85	33,79	36,73	36,73
VIII	n	4	21	749	774
	Prom. LC	29,49	29,60	29,07	29,09
	DE LC	2,09	3,12	2,52	2,53
	Mín. LC	26,92	25,23	15,80	15,80
	Máx. LC	32,02	34,79	38,36	38,36



Tabla 29. Distribución de frecuencia por rango de profundidad y estados de madurez (EMS) de camarón nailon.

PROFUNDIDAD (m)		ESTADO			TOTAL
		EMS 2	EMS 3	EMS 4	
150 - 200	N	15	23	532	570
	%	1,28%	2,53%	5,42%	4,79%
200 - 250	N	309	191	2.186	2.686
	%	26,37%	21,04%	22,28%	22,59%
250 - 300	N	331	267	3.003	3.601
	%	28,24%	29,41%	30,61%	30,29%
300 - 350	N	283	296	2.281	2.860
	%	24,15%	32,60%	23,25%	24,05%
350 - 400	N	204	99	1.189	1.492
	%	17,41%	10,90%	12,12%	12,55%
400 - 450	N	19	22	463	504
	%	1,62%	2,42%	4,72%	4,24%
450 - 500	N			59	59
	%	0,00%	0,00%	0,60%	0,50%
500 - 550	N	11	10	97	118
	%	0,94%	1,10%	0,99%	0,99%

Tabla 30. 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	$1,625 \times 10^{-4}$	3,253	36,8	52
2	$5,792 \times 10^{-4}$	2,856	140,7	201
3	$2,793 \times 10^{-4}$	3,095	44,1	151
4	$1,203 \times 10^{-4}$	3,331	219,8	300
5	$2,524 \times 10^{-4}$	3,086	248,8	443
6	$3,645 \times 10^{-4}$	2,990	1218,6	2446
7	$9,572 \times 10^{-5}$	3,396	429,6	300
8	$1,423 \times 10^{-4}$	3,311	458,5	265
9	$2,184 \times 10^{-4}$	3,195	666,9	400
10	$1,398 \times 10^{-4}$	3,315	238,0	150
11	$6,711 \times 10^{-5}$	3,531	827,2	450
12	$2,978 \times 10^{-4}$	3,106	1362,4	702
13	$1,443 \times 10^{-4}$	3,336	1571,9	578
14	$8,158 \times 10^{-5}$	3,502	3174,8	1358
15	$2,177 \times 10^{-4}$	3,203	597,0	400
16	$2,224 \times 10^{-4}$	3,213	3904,4	1862
17	$2,427 \times 10^{-4}$	3,188	1146,4	500
18	$3,231 \times 10^{-4}$	3,095	437,6	200
19	$2,493 \times 10^{-4}$	3,183	541,0	200
20	$8,587 \times 10^{-5}$	3,491	3038,2	1550
21	$2,020 \times 10^{-4}$	3,219	292,9	150
22	$8,987 \times 10^{-5}$	3,481	1981,1	1100
23	$2,800 \times 10^{-4}$	3,129	136,9	100



Tabla 31. Localidades de muestreo de *Heterocarpus reedi*. Se detallan los acrónimos para cada sitio de muestreo, las coordenadas geográficas, la profundidad del lance y la cantidad de individuos por sitio para los cuales se obtuvo secuencias del gen mitocondrial COI para los análisis de diversidad y diferenciación genética.

Localidad	Acrónimo	Coordenadas	Prof. del lance (m)	n
Pan de Azúcar	PAZ	26°10'S - 70°48'W	449	33
Caldera	CAL	26°58'S - 70°56'W	405,5	29
Punta Lobos	PAL	28°15'S - 71°17'W	349	30
Cruz Grande	CRG	28°50'S - 71°32'W	335	31
Caleta de Hornos	CAH	29°55'S - 71°28'W	503 - 560	29
Piedra Lobos	PLO	30°50'S - 71°45'W	352 - 356	31
Mancha Blanca	MAB	31°12'S - 71°44'W	402 - 405	32
Los Vilos	LVL	32°14'S - 71°38'W	328,5	32
Valparaíso	VAL	32°58'S - 71°46'W	236 - 237	33
Punta Toro	PAT	33°47'S - 72°05'W	334	34
Topocalma	TOP	34°03'S - 72°13'W	327 - 334	35
Constitución	CON	35°15'S - 72°43'W	261	33
Cunaripe	CUN	35°50'S - 73°05'W	259	34
San Vicente	SVI	36°40'S - 73°34'W	305 - 308	31
Total				447



Tabla 32. Diversidad genética de *Heterocarpus reedi*. Para cada sitio de muestreo (ver acrónimos en Tabla 1) se indica el número de haplotipos (H), la riqueza haplotípica corregida por tamaño muestral (Rh), el número de sitios segregantes o nucleotídicos (S), la diversidad haplotípica (h) y nucleotídica (π). Se incluyen además los valores para el conjunto de datos (fila Total).

Localidad	H	Rh	S	h	π
PAZ	18	11,137	29	0,866	0,0061
CAL	18	11,946	38	0,862	0,0075
PAL	23	15,199	31	0,968	0,0066
CRG	21	13,8	28	0,957	0,0063
CAH	14	9,784	21	0,877	0,0050
PLO	21	13,255	35	0,933	0,0060
MAB	21	12,871	34	0,923	0,0075
LVL	20	12,246	24	0,907	0,0046
VAL	24	14,315	35	0,949	0,0062
PAT	21	12,525	35	0,93	0,0057
TOP	22	12,419	34	0,908	0,0055
CON	17	10,431	27	0,881	0,0049
CUN	23	13,331	36	0,925	0,0064
SVI	22	14,103	35	0,946	0,0066
Total	211	13,728	139	0,914	0,0060

Tabla 33. Resultados del modelo de redundancia (RDA) para determinar la contribución relativa de variables espaciales/batimétricas en la diversidad genética. La tabla muestra las fuentes de variación (variables explicativas), grados de libertad, la varianza, el F-ratio y la probabilidad asociada. El modelo general es significativo con un $p = 0,01$.

Fuente de Variación	GL	Varianza	F	Valor p-
Latitud	1	0,9073	1,8291	0,179
Longitud	1	0,0505	0,1018	0,799
Profundidad	1	3,8481	7,7577	0,025
Residuo	10	4,9603		



Tabla 34. Diversidad genética de *Heterocarpus reedi* para SNP-GBS. Para cada sitio de muestreo se indica la profundidad del lance en metros (m), la latitud, y los parámetros de Riqueza Alélica (Ar), Heterocigosidad Esperada y Observada (He, Ho, respectivamente) y el índice de consanguinidad (Fis).

Site	N	Profundidad (m)	Latitud	Ar	He	Ho	Fis
CB	20	215	28°51,910	1,778	0,237	0,145	0,347
TP	19	216	34°08,368	1,797	0,241	0,163	0,295
SV	16	256	36°41,490	1,8	0,245	0,173	0,269
ZE	20	273	26°51,020	1,771	0,237	0,132	0,385
LI	19	292	30°44,821	1,791	0,242	0,153	0,336
VP	17	353	32°56,405	1,758	0,234	0,13	0,382
MB	19	357	31°14,063	1,767	0,236	0,112	0,464
Total	130						

Tabla 35. Captura (kg) por especie de la fauna acompañante en lances de pesca de camarón nailon. IRFA = índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante (se excluye camarón nailon); IRRO = índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso (se incluye camarón nailon).

Nombre científico	Nombre vernacular	Acrónimo	Captura total (kg)	IRRO (%)	IRFA (%)
<i>Cervimunida johni</i>	Langostino amarillo	Cervjoh	23.235,7	15,33	29,73
<i>Merluccius gayi</i>	Merluza común	Merlgay	17.610,0	11,62	22,53
<i>Coelorrinchus aconcagua</i>	Pejerrata	Coelaco	14.113,5	9,31	18,06
<i>Pleuroncodes monodon</i>	Langostino colorado	Pleumon	8.713,1	5,75	11,15
<i>Hippoglossina macrops</i>	Lenguado ojos grandes	Hippmac	6.369,7	4,20	8,15
<i>Nezumia pulchella</i>	Pejerrata	Nezupul	1.389,3	0,92	1,78
<i>Aculeola nigra</i>	Tiburón gato	Aculnig	869,5	0,57	1,11
<i>Platymera gaudichaudii</i>	Jaiba paco	Mursgau	801,7	0,53	1,03
<i>Trachyrinchus villegai</i>	Pejerrata	Tracvil	601,7	0,40	0,77
<i>Centroscyllium nigrum</i>	Tiburón	Centnig	581,5	0,38	0,74
<i>Bythalaelurus canescens</i>	Tiburón, pejegato oscuro	Halacan	540,5	0,36	0,69
<i>Dipturus trachyderma</i>	Raya volantín	Dipttra	530,4	0,35	0,68
<i>Epigonus crassicaudus</i>	Besugo	Epigcra	419,9	0,28	0,54
<i>Genypterus chilensis</i>	Congrio colorado	Genychi	317,3	0,21	0,41
<i>Cancer porteri</i>	Jaiba limón	Cancpor	275,4	0,18	0,35



Nombre científico	Nombre vernacular	Acrónimo	Captura total (kg)	IRRO (%)	IRFA (%)
<i>Apristurus nasutus</i>	Tiburón	Aprinas	213,3	0,14	0,27
<i>Coelorinchus chilensis</i>	Pejerrata	Coelchi	188,7	0,12	0,24
<i>Lophorochinia parabranchia</i>	Jaiba mochilera	Lophpar	188,1	0,12	0,24
<i>Rajella nigerrima</i>		Rajenig	182,0	0,12	0,23
<i>Psammobatis rudis</i>	Raya	Psamrud	133,5	0,09	0,17
<i>Genypterus blacodes</i>	Congrio dorado	Genybla	125,0	0,08	0,16
<i>Cherublemma emmelas</i>	Brótula negra	Cheremm	78,8	0,05	0,10
<i>Genypterus maculatus</i>	Congrio negro	Genymac	71,1	0,05	0,09
<i>Opisthoteuthis</i> sp.	Pulpo globoso	Opisthoteut	61,3	0,04	0,08
<i>Discopyge tschudii</i>	Tembladera	Disctsc	49,0	0,03	0,06
<i>Deania calcea</i>	Tollo pajarito	Deancal	42,9	0,03	0,05
<i>Coryphaenoides delsolari</i>	Granadero pichirata	Halidio	42,4	0,03	0,05
<i>Gurgesiella furvescens</i>	Gurgusiela	Gurgfur	41,6	0,03	0,05
<i>Sebastes oculatus</i>	Chancharro	Sebaocu	40,4	0,03	0,05
<i>Centroscymnus crepidater</i>	Tiburón	Centre	40,0	0,03	0,05
<i>Notophycis marginata</i>		Notomar	34,8	0,02	0,04
<i>Eptatretus polytrema</i>	Anguila babosa	Eptapol	33,4	0,02	0,04
<i>Paralomis granulosa</i>	Centollón	Paragra	29,5	0,02	0,04
<i>Trachyrinchus helolepis</i>	Pejerrata	Trachel	21,1	0,01	0,03
<i>Glyphocrangon alata</i>	Camarón acorazado	Glypala	20,8	0,01	0,03
<i>Xenomystax atrarius</i>	Anguila	Xenoatr	19,8	0,01	0,03
<i>Alepocephalus</i> sp.	Barba negra	Alepoceph	16,5	0,01	0,02
<i>Guttigadus kongi</i>		Guttkon	13,6	0,01	0,02
<i>Macruronus magellanicus</i>	Merluza de cola	Macrmag	12,7	0,01	0,02
<i>Coelorinchus fasciatus</i>	Pejerrata	Coelfas	10,7	0,01	0,01
<i>Libidoclaea granaria</i>	Jaiba araña	Libigra	10,5	0,01	0,01
<i>Dosidicus gigas</i>	Jibia	Dosigig	8,0	0,01	0,01
Octópodo	Pulpo	Octopod	7,7	0,01	0,01
<i>Mustelus mento</i>	Tollo fino	Mustmen	5,0	< 0,01	0,01
<i>Pseudoxenomystax albescens</i>	Congrio plateado	Pseualb	5,0	< 0,01	0,01
<i>Coryphaenoides delsolari</i>	Granadero	Corydel	4,7	< 0,01	0,01
<i>Bathyraja multispinis</i>	Raya chica	Bathmul	4,3	< 0,01	0,01
<i>Hydrolagus macrophthalmus</i>	Quimera	Hydrmac	3,9	< 0,01	< 0,01
<i>Geotria australis</i>	Lamprea	Geotaus	3,4	< 0,01	< 0,01
<i>Hoplostethus atlanticus</i>	Orange roughy	Hoplatl	2,9	< 0,01	< 0,01
<i>Hoplostethus mento</i>		Hoplmen	2,0	< 0,01	< 0,01
<i>Bathyraja griseocauda</i>	Raya de cola gris	Bathgri	2,0	< 0,01	< 0,01
Porifera	Esponja	Poriphera	2,0	< 0,01	< 0,01
<i>Notacanthus sexspinis</i>	Pez fantasma	Notasex	1,9	< 0,01	< 0,01
<i>Callorinchus callorhynchus</i>	Pejegallo	Callcal	1,5	< 0,01	< 0,01
<i>Ophichthus remiger</i>	Anguila	Ophirem	1,4	< 0,01	< 0,01
<i>Pachycara suspectum</i>		Pachsus	1,2	< 0,01	< 0,01



Nombre científico	Nombre vernacular	Acrónimo	Captura total (kg)	IRRO (%)	IRFA (%)
<i>Projasus bahamondei</i>	Langosta enana	Projbah	0,9	< 0,01	< 0,01
<i>Bathybembix humboldti</i>	Caracol	Bathhum	0,8	< 0,01	< 0,01
<i>Cataetyx rubrirostris</i>	Anguila rosada	Catarub	0,7	< 0,01	< 0,01
<i>Prolatilus jugularis</i>	Blanquillo	Proljug	0,5	< 0,01	< 0,01
Stomatopoda	Zapateador	Stomatop	0,5	< 0,01	< 0,01
<i>Loligo gahi</i>	Calamar	Loligah	0,4	< 0,01	< 0,01
<i>Stereomastis suhmi</i>	Camarón navaja	Stersuh	0,4	< 0,01	< 0,01
<i>Beryx splendens</i>	Alfonsino	Beryspl	0,3	< 0,01	< 0,01
<i>Argyrolepecus affinis</i>		Argyaff	0,3	< 0,01	< 0,01
Holoturidae	Holoturia	Holoturidae	0,2	< 0,01	< 0,01
<i>Idiacanthus antrostomus</i>	Dragón negro	Idiaant	0,2	< 0,01	< 0,01
<i>Psammobatis scobina</i>	Raya chica	Psamsco	0,2	< 0,01	< 0,01
<i>Cancer edwardsi</i>	Jaiba marmola	Cancedw	0,1	< 0,01	< 0,01
<i>Munidopsis barrerae</i>	Langostino de profundidad	Munibar	0,1	< 0,01	< 0,01
<i>Aristostomias lunifer</i>	Dragón barbudo	Arislun	0,1	< 0,01	< 0,01

Tabla 36. Captura por unidad de esfuerzo (CPUE, t/km²) y fracción de lances positivos de las especies que conforman la fauna acompañante en las capturas de camarón nailon.

Nombre científico	Nombre vernacular	Acrónimo	CPUE (t/km ²)	Lances positivos (%)
<i>Cervimunida johni</i>	Langostino amarillo	Cervjoh	14,038	16,5
<i>Merluccius gayi</i>	Merluza común	Merlgay	3,325	67,0
<i>Coelorinchus aconcagua</i>	Pejerrata	Coelaco	4,340	38,8
<i>Pleuroncodes monodon</i>	Langostino colorado	Pleumon	10,957	8,8
<i>Hippoglossina macrops</i>	Lenguado ojos grandes	Hippmac	1,661	46,3
<i>Nezumia pulchella</i>	Pejerrata	Nezupul	1,643	17,6
<i>Aculeola nigra</i>	Tiburón gato	Aculnig	0,848	11,9
<i>Platymera gaudichaudii</i>	Jaiba paco	Mursgau	0,869	11,2
<i>Trachyrinchus villegai</i>	Pejerrata	Tracvil	0,694	17,0
<i>Centroscyllium nigrum</i>	Tiburón	Centnig	0,638	17,0
<i>Bythaelurus canescens</i>	Tiburón pejegato oscuro	Halacan	0,401	20,5
<i>Dipturus trachyderma</i>	Raya volantín	Dipttra	0,645	9,9
<i>Epigonus crassicaudus</i>	Besugo	Epigcra	0,813	7,9
<i>Genypterus chilensis</i>	Congrio colorado	Genychi	5,589	0,9
<i>Cancer porteri</i>	Jaiba limón	Cancpor	1,154	3,1
<i>Apristurus nasutus</i>	Tiburón	Aprinas	1,233	2,9
<i>Coelorinchus chilensis</i>	Pejerrata	Coelchi	2,431	1,5
<i>Lophorochinia parabanchia</i>	Jaiba mochilera	Lophpar	0,342	11,7
<i>Rajella nigerrima</i>		Rajenig	2,838	0,9



Nombre científico	Nombre vernacular	Acrónimo	CPUE (t/km ²)	Lances positivos (%)
<i>Psammobatis rudis</i>	Raya	Psamrud	0,149	7,9
<i>Genypterus blacodes</i>	Congrio dorado	Genybla	4,277	0,4
<i>Cherublemma emmelas</i>	Brótula negra	Cheremm	0,184	9,7
<i>Genypterus maculatus</i>	Congrio negro	Genymac	0,658	1,8
<i>Opisthoteuthis</i> sp.	Pulpo globoso	Opisthoteut	0,176	7,7
<i>Discopyge tschudii</i>	Tembladera	Disctsc	0,770	0,9
<i>Deania calcea</i>	Tollo pajarito	Deancal	0,639	1,3
<i>Coryphaenoides delsolari</i>	Granadero pichirata	Halidio	0,475	1,5
<i>Gurgesiella furvescens</i>	Gurgusiela	Gurgfur	0,148	5,3
<i>Sebastes oculatus</i>	Chancharro	Sebaocu	0,273	2,4
<i>Centroscymnus crepidater</i>	Tiburón	Centcre	3,236	0,2
<i>Notophycis marginata</i>		Notomar	0,369	1,5
<i>Eptatretus polytrema</i>	Anguila babosa	Eptapol	0,266	2,6
<i>Paralomis granulosa</i>	Centollón	Paragra	0,219	1,5
<i>Trachyrinchus helolepis</i>	Pejerrata	Trachel	0,125	3,5
<i>Glyphocrangon alata</i>	Camarón acorazado	Glypala	0,214	2,0
<i>Xenomystax atrarius</i>	Anguila	Xenoatr	0,069	6,4
<i>Alepocephalus</i> sp.	Barba negra	Alepoceph	0,065	5,3
<i>Guttigadus kongi</i>		Guttkon	0,055	2,6
<i>Macruronus magellanicus</i>	Merluza de cola	Macrmag	0,184	1,1
<i>Coelorinchus fasciatus</i>	Pejerrata	Coelfas	0,506	0,4
<i>Libidoctaea granaria</i>	Jaiba araña	Libigra	0,397	0,4
<i>Dosidicus gigas</i>	Jibia	Dosigig	0,229	0,7
Octópodo	Pulpo	Octopod	0,033	5,1
<i>Mustelus mento</i>	Tollo fino	Mustmen	0,165	0,4
<i>Pseudoxenomystax albescens</i>	Congrio plateado	Pseualb	0,137	0,4
<i>Coryphaenoides delsolari</i>	Granadero	Corydel	0,167	0,7
<i>Bathyraja multispinis</i>	Raya chica	Bathmul	0,124	0,7
<i>Hydrolagus macrophthalmus</i>	Quimera	Hydrmac	0,122	0,7
<i>Geotria australis</i>	Lamprea	Geotaus	0,171	0,4
<i>Hoplostethus atlanticus</i>	Orange roughy	Hoplatl	0,027	2,4
<i>Hoplostethus mento</i>		Hoplmen	0,043	0,9
<i>Bathyraja griseocauda</i>	Raya de cola gris	Bathgri	0,041	0,2
Porifera	Esponja	Poriphera	0,197	0,2
<i>Notacanthus sexspinis</i>	Pez fantasma	Notasex	0,020	1,5
<i>Callorinchus callorhynchus</i>	Pejegallo	Callcal	0,046	0,4
<i>Ophichthus remiger</i>	Anguila	Ophirem	0,026	1,1
<i>Pachycara suspectum</i>		Pachsus	0,021	0,9
<i>Projasus bahamondei</i>	Langosta enana	Projbah	0,070	0,2
<i>Bathybembix humboldti</i>	Caracol	Bathhum	0,030	0,4
<i>Cataetyx rubrirostris</i>	Anguila rosada	Catarub	0,064	0,2
<i>Prolatilus jugularis</i>	Blanquillo	Proljug	0,055	0,2
Stomatopoda	Zapateador	Stomatop	0,037	0,2



Nombre científico	Nombre vernacular	Acrónimo	CPUE (t/km ²)	Lances positivos (%)
<i>Loligo gahi</i>	Calamar	Loligah	0,007	1,3
<i>Stereomastis suhmi</i>	Camarón navaja	Stersuh	0,015	0,4
<i>Beryx splendens</i>	Alfonsino	Beryspl	0,013	0,4
<i>Argyroteleus affinis</i>		Argyaff	0,008	0,7
Holoturidae	Holoturia	Holoturidae	0,018	0,2
<i>Idiacanthus antrostomus</i>	Dragón negro	Idiaant	0,016	0,2
<i>Psammobatis scobina</i>	Raya chica	Psamsco	0,016	0,2
<i>Cancer edwardsi</i>	Jaiba marmola	Cancedw	0,010	0,2
<i>Munidopsis barrerae</i>	Langostino de profundidad	Munibar	0,010	0,2
<i>Aristostomias lunifer</i>	Dragón barbudo	Arislun	0,002	0,2

Tabla 37. Especies que conforman la fauna acompañante de camarón nailon, ordenados por región. CPUE = captura por unidad de esfuerzo estandarizada; IRFA= índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante (se excluye camarón nailon); IRRO= índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso incluido camarón nailon.

Región	Acrónimo	Total lances	Lances positivos (%)	CPUE total fauna acompañante (t*km ⁻²)	CPUE (t*km ⁻²)	IRRO (%)	IRFA (%)
II	Pleumon	25	12,00	0,797	22,320	68,93	69,25
	Nezupul		44,00		0,723	8,44	8,47
	Lophpar		28,00		1,079	8,15	8,18
	Centnig		40,00		0,481	5,06	5,08
	Tracvil		36,00		0,282	2,72	2,73
	Opisthoteut		32,00		0,232	1,94	1,94
	Merlgay		24,00		0,147	0,91	0,92
	Bythcan		36,00		0,087	0,82	0,83
	Heteree		4,00		0,407	0,47	
	Xenoatr		16,00		0,101	0,42	0,42
	Alepoceph		24,00		0,056	0,35	0,35
	Epigcra		8,00		0,160	0,31	0,31
	Cheremm		28,00		0,041	0,31	0,31
	Coelchi		4,00		0,219	0,21	0,21
	Octopod		32,00		0,020	0,18	0,18
	Hoplatl		20,00		0,032	0,17	0,17
	Trachel		16,00		0,029	0,12	0,12
	Aprinas		8,00		0,057	0,12	0,12
	Dosigig		4,00		0,104	0,10	0,10
	Catarub		4,00		0,064	0,07	0,07
Pgau		4,00		0,052	0,05	0,05	
Coelaco		12,00		0,012	0,04	0,04	



Región	Acrónimo	Total lances	Lances positivos (%)	CPUE total fauna acompañante (t*km ⁻²)	CPUE (t*km ⁻²)	IRRO (%)	IRFA (%)
	Gurgfur		8,00		0,011	0,02	0,02
	Corydel		4,00		0,021	0,02	0,02
	Glypala		8,00		0,009	0,02	0,02
	Hippmac		4,00		0,014	0,02	0,02
	Beryspl		4,00		0,011	0,01	0,01
	Cancpor		4,00		0,010	0,01	0,01
	Munibar		4,00		0,010	0,01	0,01
	Notasex		4,00		0,010	0,01	0,01
III	Heterec	78	35,90	0,560	3,256	30,48	
	Pleumon		8,97		10,156	26,52	38,14
	Merlgay		53,85		0,667	9,82	14,13
	Cervjoh		10,26		3,397	9,32	13,41
	Nezupul		62,82		0,242	4,07	5,86
	Tracvil		51,28		0,262	3,58	5,15
	Centnig		51,28		0,252	3,52	5,06
	Cheremm		47,44		0,214	2,72	3,92
	Hippmac		28,21		0,285	2,12	3,05
	Lophpar		46,15		0,159	1,94	2,79
	Opisthoteut		32,05		0,171	1,49	2,15
	Bythcan		51,28		0,095	1,31	1,88
	Xenoatr		32,05		0,064	0,57	0,81
	Alepoceph		21,79		0,073	0,44	0,64
	Coelfas		2,56		0,506	0,38	0,55
	Gurgfur		16,67		0,052	0,23	0,34
	Trachel		11,54		0,068	0,21	0,30
	Octopod		16,67		0,041	0,19	0,27
	Corydel		2,56		0,242	0,16	0,23
	Eptapol		14,10		0,031	0,12	0,18
	Platgau		10,26		0,038	0,11	0,15
	Hydrmac		2,56		0,157	0,10	0,15
	Coelchi		3,85		0,090	0,10	0,14
	Geotaus		1,28		0,245	0,09	0,12
	Poriphera		1,28		0,197	0,07	0,10
	Halidio		5,13		0,050	0,07	0,10
	Hoplatl		7,69		0,023	0,04	0,06
	Aprinas		2,56		0,056	0,04	0,06
	Paragra		1,28		0,107	0,04	0,05
	Epigcra		2,56		0,061	0,03	0,05
	Ophirem		2,56		0,030	0,02	0,03
	Glypala		6,41		0,011	0,02	0,03
	Proljug		1,28		0,055	0,02	0,03
	Coelaco		1,28		0,028	0,01	0,02
	Cancpor		2,56		0,014	0,01	0,01
	Loligah		6,41		0,005	0,01	0,01



Región	Acrónimo	Total lances	Lances positivos (%)	CPUE total fauna acompañante (t*km ⁻²)	CPUE (t*km ⁻²)	IRRO (%)	IRFA (%)
	Argyaff		2,56		0,011	0,01	0,01
	Holoturidae		1,28		0,018	0,01	0,01
	Cancedw		1,28		0,010	< 0,01	0,01
	Hoplmen		1,28		0,001	< 0,01	< 0,01
IV	Heteree	128	63,28	4,633	13,564	45,89	
	Cervjoh		27,34		9,833	19,87	36,72
	Merlgay		71,09		3,166	13,69	25,30
	Pleumon		15,63		6,574	8,94	16,51
	Hippmac		54,69		1,774	5,89	10,89
	Coelaco		21,88		1,283	1,63	3,01
	Aculnig		21,88		0,870	0,97	1,79
	Platgau		14,06		0,664	0,63	1,16
	Cancpor		3,91		3,045	0,52	0,97
	Nezupul		8,59		1,118	0,42	0,77
	Aprinas		1,56		3,258	0,31	0,58
	Centnig		4,69		0,716	0,21	0,40
	Bythcan		8,59		0,395	0,17	0,32
	Tracvil		3,13		0,868	0,15	0,27
	Lophpar		7,81		0,401	0,15	0,27
	Epigcra		3,91		0,745	0,12	0,23
	Notomar		5,47		0,369	0,09	0,17
	Halidio		0,78		1,230	0,08	0,15
	Gurgfur		1,56		0,574	0,06	0,11
	Rajenig		1,56		0,547	0,06	0,11
	Psamrud		4,69		0,164	0,05	0,09
	Dipttra		2,34		0,400	0,04	0,08
	Trachel		1,56		0,203	0,02	0,03
	Coelchi		0,78		0,306	0,01	0,02
	Daencal		3,13		0,057	0,01	0,01
	Guttkon		1,56		0,070	0,01	0,01
	Macrmag		0,78		0,096	< 0,01	0,01
	Calcal		0,78		0,080	< 0,01	< 0,01
	Alepoceph		0,78		0,033	< 0,01	< 0,01
	Ophirem		2,34		0,023	< 0,01	< 0,01
	Notasex		1,56		0,025	< 0,01	< 0,01
	Pachus		2,34		0,013	< 0,01	< 0,01
	Octopod		0,78		0,057	< 0,01	< 0,01
	Stomatop		0,78		0,037	< 0,01	< 0,01
	Arislun		0,78		0,002	< 0,01	< 0,01
V	Cervjoh	82	19,51	5,163	22,415	29,38	40,89
	Heteree		71,95		8,824	28,13	



Región	Acrónimo	Total lances	Lances positivos (%)	CPUE total fauna acompañante (t*km ⁻²)	CPUE (t*km ⁻²)	IRRO (%)	IRFA (%)
	Merlgay		69,51		5,164	16,91	23,53
	Pleumon		8,54		27,262	9,80	13,63
	Hippmac		56,10		2,077	5,99	8,33
	Coelaco		47,56		2,786	5,64	7,84
	Aculnig		15,85		0,616	0,61	0,86
	Nezupul		3,66		4,849	0,50	0,70
	Bythcan		21,95		0,465	0,48	0,67
	Epigcra		10,98		1,228	0,37	0,52
	Diptra		14,63		0,876	0,36	0,50
	Rajenig		1,22		8,137	0,26	0,36
	Platgau		4,88		1,670	0,24	0,33
	Aprinas		7,32		1,085	0,23	0,32
	Centnig		9,76		0,857	0,22	0,31
	Tracvil		10,98		0,746	0,22	0,31
	Psamrud		18,29		0,182	0,18	0,24
	Canpor		3,66		0,571	0,13	0,18
	Daencal		1,22		3,255	0,10	0,14
	Disctsc		2,44		1,166	0,09	0,13
	Glypala		2,44		0,687	0,05	0,07
	Gurgfur		8,54		0,124	0,03	0,04
	Halidio		1,22		0,605	0,02	0,03
	Paragra		3,66		0,039	0,01	0,01
	Macrmag		2,44		0,122	0,01	0,01
	Bathmul		2,44		0,091	0,01	0,01
	Genymac		1,22		0,135	0,01	0,01
	Pseualb		1,22		0,125	0,01	0,01
	Hoplmen		2,44		0,047	< 0,01	< 0,01
	Projbah		1,22		0,070	< 0,01	< 0,01
	Bathhum		2,44		0,030	< 0,01	< 0,01
	Libigra		1,22		0,033	< 0,01	< 0,01
	Stersuh		2,44		0,015	< 0,01	< 0,01
	Beryspl		1,22		0,015	< 0,01	< 0,01
	Idiaant		1,22		0,016	< 0,01	< 0,01
	Loligah		1,22		0,016	< 0,01	< 0,01
	Psamsco		1,22		0,016	< 0,01	< 0,01
	Argyaff		1,22		0,004	< 0,01	< 0,01
VI	Heteree	43	86,05	5,021	13,495	44,73	
	Coelaco		67,44		6,542	17,71	32,05
	Merlgay		83,72		3,779	12,34	22,32
	Cervjoh		20,93		13,998	9,30	16,83
	Hippmac		53,49		2,324	4,80	8,69
	Nezupul		9,30		8,407	2,80	5,07
	Genychi		4,65		10,143	1,78	3,22
	Coelchi		4,65		7,041	1,05	1,90



Región	Acrónimo	Total lances	Lances positivos (%)	CPUE total fauna acompañante (t*km ⁻²)	CPUE (t*km ⁻²)	IRRO (%)	IRFA (%)
	Diptra		20,93		0,746	0,94	1,71
	Bythcan		16,28		1,078	0,81	1,47
	Acunig		18,60		0,890	0,74	1,35
	Genybla		2,33		7,059	0,70	1,27
	Pleumon		6,98		3,134	0,65	1,18
	Tracvil		11,63		1,244	0,54	0,97
	Centcre		2,33		3,236	0,23	0,42
	Platgau		9,30		0,680	0,19	0,35
	Eptapol		2,33		1,765	0,18	0,32
	Genymac		2,33		1,765	0,18	0,32
	Centnig		6,98		0,305	0,14	0,25
	Psamrud		6,98		0,160	0,04	0,06
	Cancpor		2,33		0,385	0,03	0,05
	Guttkon		6,98		0,030	0,02	0,04
	Halidio		2,33		0,185	0,01	0,03
	Aprinas		2,33		0,148	0,01	0,02
	Bathgri		2,33		0,041	0,01	0,02
	Bathmul		2,33		0,211	0,01	0,02
	Dosigig		2,33		0,158	0,01	0,02
	Macrmag		2,33		0,075	0,01	0,01
	Hydrmac		2,33		0,074	0,01	0,01
	Hoplmen		2,33		0,065	< 0,01	0,01
	Notasex		4,65		0,024	< 0,01	0,01
	Pachus		2,33		0,050	< 0,01	0,01
	Opisthoteut		2,33		0,041	< 0,01	0,01
	Octopod		2,33		0,024	< 0,01	< 0,01
	Epigcra		2,33		0,003	< 0,01	< 0,01
VII	Heteree	60	80,00	7,096	29,946	77,75	
	Coelaco		75,00		4,467	11,21	50,40
	Merlgay		75,00		2,672	6,72	30,21
	Hippmac		48,33		1,273	2,11	9,50
	Platgau		23,33		0,815	0,78	3,49
	Epigcra		15,00		1,014	0,36	1,62
	Diptra		23,33		0,370	0,32	1,44
	Cervjoh		3,33		1,292	0,14	0,61
	Tracvil		8,33		0,664	0,12	0,54
	Genymac		10,00		0,513	0,11	0,49
	Psamrud		16,67		0,104	0,10	0,45
	Bythcan		6,67		0,287	0,09	0,42
	Disctsc		3,33		0,417	0,04	0,18
	Centnig		6,67		0,216	0,03	0,15
	Acunig		1,67		0,778	0,03	0,13
	Cancpor		1,67		0,401	0,03	0,13
	Macrmag		1,67		0,555	0,02	0,09



Región	Acrónimo	Total lances	Lances positivos (%)	CPUE total fauna acompañante (t*km ⁻²)	CPUE (t*km ⁻²)	IRRO (%)	IRFA (%)
	Guttkon		10,00		0,089	0,02	0,08
	Mustmen		3,33		0,165	0,01	0,06
	Geotaus		1,67		0,099	< 0,01	0,01
	Daencal		1,67		0,039	< 0,01	0,01
	Opisthoteut		1,67		0,039	< 0,01	0,01
	Sebaocu		3,33		0,016	< 0,01	0,01
VIII	Heteree	45	55,56	6,341	17,913	48,61	
	Coelaco		68,89		7,311	23,25	45,23
	Cervjoh		11,11		15,910	12,93	25,16
	Merlgay		60,00		2,356	6,02	11,72
	Nezupul		4,44		14,542	1,95	3,79
	Centnig		13,33		3,085	1,25	2,43
	Tracvil		11,11		2,665	1,08	2,10
	Hippmac		42,22		0,592	0,92	1,80
	Platgau		4,44		4,824	0,87	1,69
	Aculnig		8,89		2,154	0,67	1,31
	Dipttra		15,56		1,007	0,54	1,06
	Epigcra		17,78		0,884	0,52	1,01
	Bythcan		8,89		1,168	0,38	0,75
	Rajenig		2,22		5,172	0,33	0,63
	Sebaocu		20,00		0,324	0,22	0,42
	Paragra		6,67		0,691	0,14	0,26
	Genychi		4,44		0,486	0,07	0,14
	Cancpor		2,22		0,513	0,05	0,11
	Libigra		2,22		0,817	0,05	0,11
	Trachel		2,22		0,696	0,04	0,08
	Dosigig		2,22		0,393	0,03	0,05
	Genybla		2,22		0,409	0,03	0,05
	Psamrud		4,44		0,186	0,03	0,05
	Pseualb		2,22		0,148	0,02	0,03
	Guttkon		2,22		0,074	0,01	0,01
	Calcal		2,22		0,025	< 0,01	0,01
	Notasex		4,44		0,016	< 0,01	0,01



Tabla 38. Fauna acompañante de camarón nailon, ordenados por estratos de profundidad. CPUE = captura por unidad de esfuerzo estandarizada; IRFA= índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante (se excluye los langostinos colorado y amarillo); IRRO= índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso incluido camarón nailon.

Prof. (m)	Acrónimo	Total lances	Lances positivos (%)	CPUE total fauna (t*km ⁻²)	CPUE (t*km ⁻²)	IRRO (%)	IRFA (%)
100-199	Cervjoh	30	53,33	12,626	24,130	36,87	51,57
	Heteree		23,33		29,263	28,51	
	Pleumon		23,33		22,913	15,53	21,73
	Merlgay		60,00		6,068	11,55	16,15
	Hippmac		56,67		2,880	5,27	7,37
	Coelaco		16,67		3,249	1,93	2,70
	Platgau		3,33		2,428	0,15	0,20
	Aculnig		3,33		0,810	0,10	0,14
	Cancpor		3,33		0,809	0,05	0,07
	Sebaocu		3,33		0,421	0,02	0,03
	Epigcra		3,33		0,337	0,02	0,03
	Centnig		3,33		0,042	< 0,01	< 0,01
	200-299	Heteree	184	63,59	6,191	18,300	48,72
Cervjoh			21,20		11,462	14,63	28,54
Merlgay			74,46		4,359	14,21	27,72
Coelaco			48,91		4,548	9,60	18,71
Pleumon			9,78		8,887	5,08	9,91
Hippmac			60,33		1,756	4,50	8,78
Nezupul			9,24		3,989	0,90	1,76
Platgau			13,59		0,942	0,66	1,28
Genychi			0,54		17,884	0,36	0,70
Cancpor			4,89		1,403	0,31	0,60
Epigcra			4,35		1,618	0,23	0,44
Genybla			0,54		7,059	0,14	0,28
Aculnig			3,80		0,779	0,12	0,23
Genymac			3,80		0,741	0,08	0,16
Dipttra			6,52		0,228	0,08	0,15
Psamrud			8,15		0,144	0,07	0,14
Bythcan			7,07		0,207	0,05	0,10
Disctsc			1,63		0,721	0,04	0,08
Sebaocu			4,35		0,301	0,04	0,08
Coelchi			1,09		1,412	0,04	0,07
Eptapol			0,54		1,765	0,04	0,07
Cheremm			4,89		0,198	0,02	0,04
Centnig			6,52		0,116	0,02	0,03
Tracvil			3,26		0,148	0,01	0,02
Opisthoteut			2,72		0,199	0,01	0,02
Lophpar			3,80		0,154	0,01	0,02
Paragra			1,09		0,114	0,01	0,02
Dosigig		0,54		0,393	0,01	0,01	
Gurgfur		0,54		0,243	< 0,01	0,01	



Prof. (m)	Acónimo	Total lances	Lances positivos (%)	CPUE total fauna (t*km ⁻²)	CPUE (t*km ⁻²)	IRRO (%)	IRFA (%)
	Mustmen		0,54		0,114	< 0,01	< 0,01
	Xenoatr		1,63		0,054	< 0,01	< 0,01
	Alepoceph		0,54		0,184	< 0,01	< 0,01
	Hoplatl		1,09		0,058	< 0,01	< 0,01
	Pachsus		0,54		0,050	< 0,01	< 0,01
	Notasex		0,54		0,039	< 0,01	< 0,01
	Octopod		1,09		0,024	< 0,01	< 0,01
	Libigra		0,54		0,033	< 0,01	< 0,01
	Bathmul		0,54		0,024	< 0,01	< 0,01
	Loligah		1,09		0,011	< 0,01	< 0,01
	Beryspl		0,54		0,015	< 0,01	< 0,01
	Psamsco		0,54		0,016	< 0,01	< 0,01
300-399	Heteree	178	73,03	3,033	11,757	56,63	
	Coelaco		41,01		4,464	13,26	30,58
	Cervjoh		11,24		12,510	7,79	17,96
	Merlgay		68,54		1,673	7,38	17,01
	Hippmac		42,13		1,196	3,43	7,91
	Pleumon		8,43		7,082	2,89	6,67
	Nezupul		23,03		1,258	1,29	2,97
	Dipttra		16,85		0,896	1,05	2,42
	Aculnig		17,98		0,631	1,03	2,37
	Tracvil		24,72		0,851	1,00	2,30
	Centnig		23,60		0,738	0,93	2,16
	Bythcan		31,46		0,297	0,60	1,39
	Mursgau		11,80		0,701	0,47	1,09
	Epigera		11,24		0,622	0,47	1,07
	Coelchi		1,69		4,634	0,36	0,83
	Lophpar		16,85		0,431	0,34	0,78
	Rajenig		1,12		2,841	0,18	0,42
	Psamrud		10,67		0,152	0,17	0,38
	Cheremm		14,04		0,227	0,13	0,30
	Notomar		3,93		0,369	0,08	0,19
	Opisthoteut		9,55		0,167	0,07	0,16
	Paragra		2,81		0,333	0,05	0,12
	Aprinas		2,25		0,389	0,05	0,11
	Trachel		3,93		0,199	0,04	0,09
	Disctsc		0,56		0,910	0,04	0,08
	Genychi		1,69		0,334	0,03	0,07
	Guttkon		6,18		0,050	0,03	0,06
	Xenoatr		7,87		0,080	0,03	0,06
	Macrmag		2,25		0,210	0,03	0,06
	Libigra		0,56		0,817	0,02	0,05
	Alepoceph		5,06		0,078	0,02	0,04
	Gurgfur		3,93		0,072	0,01	0,03
	Cancpor		1,69		0,163	0,01	0,03



Prof. (m)	Acónimo	Total lances	Lances positivos (%)	CPUE total fauna (t*km ⁻²)	CPUE (t*km ⁻²)	IRRO (%)	IRFA (%)
	Genybla		0,56		0,409	0,01	0,03
	Bathmul		1,12		0,181	0,01	0,02
	Halidio		1,12		0,153	0,01	0,02
	Eptapol		5,62		0,031	0,01	0,02
	Mustmen		0,56		0,233	0,01	0,02
	Octopod		6,18		0,027	0,01	0,02
	Pseualb		0,56		0,148	0,01	0,02
	Sebaocu		1,12		0,089	0,01	0,01
	Bathgri		0,56		0,041	< 0,01	0,01
	Dosigig		0,56		0,158	< 0,01	0,01
	Genymac		0,56		0,135	< 0,01	0,01
	Poriphera		0,56		0,197	< 0,01	0,01
	Notasex		3,37		0,017	< 0,01	0,01
	Ophirem		2,25		0,027	< 0,01	0,01
	Geotaus		0,56		0,099	< 0,01	0,01
	Hoplmen		0,56		0,077	< 0,01	0,01
	Hydrmac		0,56		0,074	< 0,01	0,01
	Projbah		0,56		0,070	< 0,01	< 0,01
	Hoplatl		1,69		0,026	< 0,01	< 0,01
	Calcal		0,56		0,025	< 0,01	< 0,01
	Daencal		0,56		0,039	< 0,01	< 0,01
	Stomatop		0,56		0,037	< 0,01	< 0,01
	Pachsus		1,12		0,012	< 0,01	< 0,01
	Holoturidae		0,56		0,018	< 0,01	< 0,01
	Idiaant		0,56		0,016	< 0,01	< 0,01
	Argyaff		1,12		0,007	< 0,01	< 0,01
	Cancedw		0,56		0,010	< 0,01	< 0,01
	Loligah		0,56		0,011	< 0,01	< 0,01
400-499	Heteree	58	43,10	1,156	8,777	59,74	
	Aculnig		24,14		1,715	7,07	17,55
	Bythcan		37,93		0,792	4,52	11,22
	Aprinas		13,79		1,744	4,11	10,20
	Merlgay		46,55		0,585	3,98	9,88
	Centnig		36,21		0,752	3,79	9,41
	Tracvil		44,83		0,579	3,76	9,34
	Rajenig		3,45		2,835	2,33	5,79
	Nezupul		36,21		0,392	1,87	4,64
	Daencal		8,62		0,781	0,95	2,36
	Centcre		1,72		3,236	0,90	2,23
	Halidio		6,90		0,677	0,86	2,13
	Lophpar		25,86		0,236	0,76	1,88
	Hippmac		12,07		0,425	0,76	1,88
	Gurgfur		25,86		0,182	0,69	1,71
	Epigcra		12,07		0,392	0,61	1,52
	Platgau		6,90		0,521	0,48	1,19
	Diptra		5,17		0,517	0,47	1,17



Prof. (m)	Acónimo	Total lances	Lances positivos (%)	CPUE total fauna (t*km ⁻²)	CPUE (t*km ⁻²)	IRRO (%)	IRFA (%)
	Opisthoteut		20,69		0,178	0,47	1,16
	Coelaco		13,79		0,163	0,35	0,86
	Coelfas		3,45		0,506	0,24	0,60
	Alepoceph		24,14		0,051	0,17	0,43
	Xenoatr		20,69		0,059	0,16	0,39
	Cheremm		17,24		0,068	0,15	0,37
	Corydel		5,17		0,167	0,11	0,26
	Coelchi		3,45		0,191	0,09	0,23
	Octopod		17,24		0,042	0,09	0,23
	Psamrud		3,45		0,156	0,08	0,21
	Trachel		13,79		0,047	0,08	0,21
	Hydrmac		3,45		0,157	0,07	0,16
	Geotaus		1,72		0,245	0,05	0,13
	Guttkon		1,72		0,128	0,04	0,11
	Macrmag		1,72		0,096	0,03	0,08
	Hoplmen		5,17		0,030	0,02	0,06
	Calcal		1,72		0,080	0,02	0,06
	Dosigig		1,72		0,104	0,02	0,06
	Hoplatl		8,62		0,020	0,02	0,06
	Bathhum		3,45		0,030	0,02	0,04
	Catarub		1,72		0,064	0,02	0,04
	Glypala		12,07		0,008	0,01	0,03
	Proljug		1,72		0,055	0,01	0,03
	Eptapol		1,72		0,038	0,01	0,02
	Stersuh		3,45		0,015	0,01	0,02
	Ophirem		1,72		0,021	< 0,01	0,01
	Pachus		1,72		0,017	< 0,01	0,01
	Cancpor		1,72		0,017	< 0,01	0,01
	Beryspl		1,72		0,011	< 0,01	0,01
	Munibar		1,72		0,010	< 0,01	0,01
	Loligah		5,17		0,003	< 0,01	0,01
	Arislun		1,72		0,002	< 0,01	< 0,01
>500	Bythcan	3	66,67	0,458	1,639	50,31	50,31
	Glypala		66,67		0,817	25,09	25,09
	Aprinas		33,33		0,623	12,42	12,42
	Gurgfur		33,33		0,125	2,48	2,48
	Pseualb		33,33		0,125	2,48	2,48
	Opisthoteut		33,33		0,173	1,86	1,86
	Nezupul		33,33		0,115	1,24	1,24
	Trachel		33,33		0,115	1,24	1,24
	Centnig		33,33		0,092	0,99	0,99
	Halidio		33,33		0,058	0,62	0,62
	Tracvil		33,33		0,058	0,62	0,62
	Lophpar		33,33		0,035	0,37	0,37
	Argyaff		33,33		0,012	0,12	0,12
	Hoplatl		33,33		0,012	0,12	0,12



Tabla 39. Especies con aportes mayores a 1% respecto a la captura de la fauna acompañante utilizados en los análisis multivariados; $n_{\text{lances}} = 461$. IRFA= importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante.

Nombre científico	Acr3nimo	IRFA (%)
<i>Cervimunida johni</i>	Cervjoh	29,73
<i>Merluccius gayi</i>	Merlgay	22,53
<i>Coelorinchus aconcagua</i>	Coelaco	18,06
<i>Pleuroncodes monodon</i>	Pleumon	11,15
<i>Hippoglossina macrops</i>	Hippmac	8,15
<i>Nezumia pulchella</i>	Nezupul	1,78
<i>Aculeola nigra</i>	Aculnig	1,11
<i>Platymera gaudichaudi</i>	Platgau	1,03
<i>Trachyrinchus villegai</i>	Tracvil	0,77
<i>Centroscyllium nigrum</i>	Centnig	0,74
<i>Bythaelurus canescens</i>	Bythcan	0,69
<i>Dipturus trachyderma</i>	Dipttra	0,68
<i>Epigonus crassicaudus</i>	Epigcra	0,54



Tabla 40. Análisis de Similitud (ANOSIM) para probar la existencia de diferencias significativas entre los ensambles identificados desde la matriz de similitud de Bray-Curtis; $p = 0,001$. Los ensambles son identificados con números arábigos.

Contraste ensambles	R	R global
1-2	0,67	0,72
1-3	0,78	
1-4	0,73	
2-3	0,61	
2-4	0,76	
3-4	0,74	

Tabla 41. Especies con mayor contribuci3n relativa (porcentual) a la similitud de la CPUE de los lances en cada grupo.

Ensamble	Acr3nimo	Similitud promedio (%)	d.s.	Contribuci3n (%)
1	Aculnig	44,0	3,6	39,4
	Coelaco	37,3	2,8	30,1
	Merlgay	22,9	1,8	18,4
2	Pleumon	32,1	2,7	31,4
	Cervjoh	27,3	2,3	28,3
	Merlgay	26,7	1,8	20,7
	Coelaco	23,3	1,6	20,1
3	Aculnig	32,8	2,7	28,4
	Merlgay	21,5	2,1	21,1
	Hippmac	11,4	1,3	14,9
	Cervjoh	9,8	1,4	8,1
4	Cervjoh	33,9	3,4	38,2
	Merlgay	25,5	3,7	28,7
	Coelaco	18,9	2,2	21,3
	Pleumon	10,4	1,7	11,7



Tabla 42. Tamaño de muestra de estómagos con/sin contenido y total por especie y macrozona.

Especie	Macrozona Norte			Macrozona Sur		
	c/contenido	vacíos	total	c/contenido	vacíos	total
<i>Merluccius gayi</i>	356	205	561	227	174	401
<i>Hippoglossina macrops</i>	325	270	595	176	237	413
<i>Aculeola nigra</i>	79	56	135	57	134	191
<i>Caleorhynchus aconcagua</i>	85	255	340	35	22	57
<i>Centroscyllum nigrum</i>	51	73	124	24	71	95
Total	896	859	1755	519	638	1157



Tabla 43. Peso del contenido estomacal e importancia relativa (%) por item presa en el contenido estomacal de merluza común (*M. gayi*), lenguado de ojos grandes (*H. macrops*), tiburón gato (*A. nigra*), pejerrata azul (*C. aconcagua*) y tiburón (*C. nigrum*) por macrozona.

Item Presa	Macrozona Norte									
	<i>M. gayi</i>	%	<i>H. macrops</i>	%	<i>A. nigra</i>	%	<i>C. aconcagua</i>	%	<i>C. nigrum</i>	%
<i>Euphausia</i> sp.	322,58	14,03	22,85	2,54	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Pasiphaea</i> sp.	173,5	7,54	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Merluccius gayi</i>	69,8	3,03	0	0,00	17,61	4,43	0	0,00	0	0,00
<i>Engraulis ringens</i>	16,66	0,72	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Cervimunida johni</i>	0	0,00	77,24	8,57	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Pleuroncodes monodon</i>	7,67	0,33	388,15	43,06	42,16	10,60	30,65	55,51	17,51	24,32
<i>Heterocarpus reedi</i>	153,92	6,69	348,1	38,62	117,22	29,48	7,31	13,24	37,38	51,92
Estomatopoda	2,43	0,11	48,99	5,44	0	0,00	17,26	31,26	0	0,00
cf. <i>Caleorhynchus aconcagua</i>	0	0,00	0	0,00	18,38	4,62	0	0,00	0	0,00
<i>Coelorhynchus chilensis</i>	67,8	2,95	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Myctofidae	1330,6	57,86	9,72	1,08	202,3	50,87	0	0,00	17,1	23,75
<i>Stomias</i> sp.	66,5	2,89	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
cf. <i>Paralabrax humeralis</i>	86,3	3,75	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Octopoda	0	0,00	5,5	0,61	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Cefalopoda	2,1	0,09	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Salpidae	0	0,00	0,79	0,09	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Total	2299,86	100	901,34	100	397,67	100	55,22	100	71,99	100



Item Presa	Macrozona Sur									
	<i>M. gayi</i>	%	<i>H. macrops</i>	%	<i>A. nigra</i>	%	<i>C. aconcagua</i>	%	<i>C. nigrum</i>	%
<i>Euphausia</i> sp.	322,58	63,47	22,32	5,09	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Pasiphaea</i> sp.	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Merluccius gayi</i>	69,8	13,73	0	0,00	17,61	3,06	0	0,00	0	0,00
<i>Engraulis ringens</i>	16,66	3,28	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Cervimunida johni</i>	0	0,00	50,64	11,54	0	0,00	0	0,00	0	0,00
<i>Pleuroncodes monodon</i>	7,67	1,51	230,45	52,53	42,16	7,32	9,85	49,35	15,07	31,88
<i>Heterocarpus reedi</i>	69,92	13,76	108,23	24,67	147,22	25,56	5,03	25,20	32,2	68,12
Estomatopoda	2,43	0,48	25,27	5,76	0	0,00	5,08	25,45	0	0,00
cf. <i>Caleorhynchus aconcagua</i>	18,4	3,62	0	0,00	18,38	3,19	0	0,00	0	0,00
<i>Coelorhynchus chilensis</i>	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Myctofidae	0	0,00	1,02	0,23	350,61	60,87	0	0,00	0	0,00
<i>Stomias</i> sp.	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
cf. <i>Paralabrax humeralis</i>	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Octopoda	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Cefalopoda	0,75	0,15	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Salpidae	0	0,00	0,79	0,18	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Total	508,21	100	438,72	100	575,98	100	19,96	100	47,27	100



Tabla 44. Índice de similitud de Bray-Curtis. Nota: sobre la diagonal, macrozona norte; bajo la diagonal, macrozona sur.

	<i>M. gayi</i>	<i>H. macrops</i>	<i>A. nigra</i>	<i>C. aconcagua</i>	<i>C. nigrum</i>
<i>Merluccius gayi</i>	-	0,12	0,26	0,01	0,05
<i>Hippoglossina macrops</i>	0,22	-	0,26	0,12	0,13
<i>Aculeola nigra</i>	0,21	0,30	-	0,17	0,31
<i>Caleorhynchus aconcagua</i>	0,06	0,09	0,05	-	0,39
<i>Centroscyllium nigrum</i>	0,14	0,19	0,15	0,44	-

Tabla 45. Valores de consumo nutricional para la merluza común y el lenguado de ojos grandes

	<i>M. gayi</i>	<i>H. macrops</i>
Tasa evacuación gástrica (g/h)	0,28	0,25
Racion Diaria (g/dias)	9,13	2,88
Racion Diaria / Peso promedio	0,03	0,02



11. Anexos

ANEXOS



Anexo 1. Características técnicas embarcaciones y planos de las redes utilizadas.

ANEXO 1

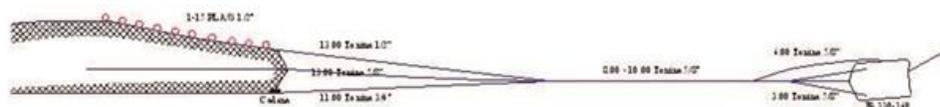
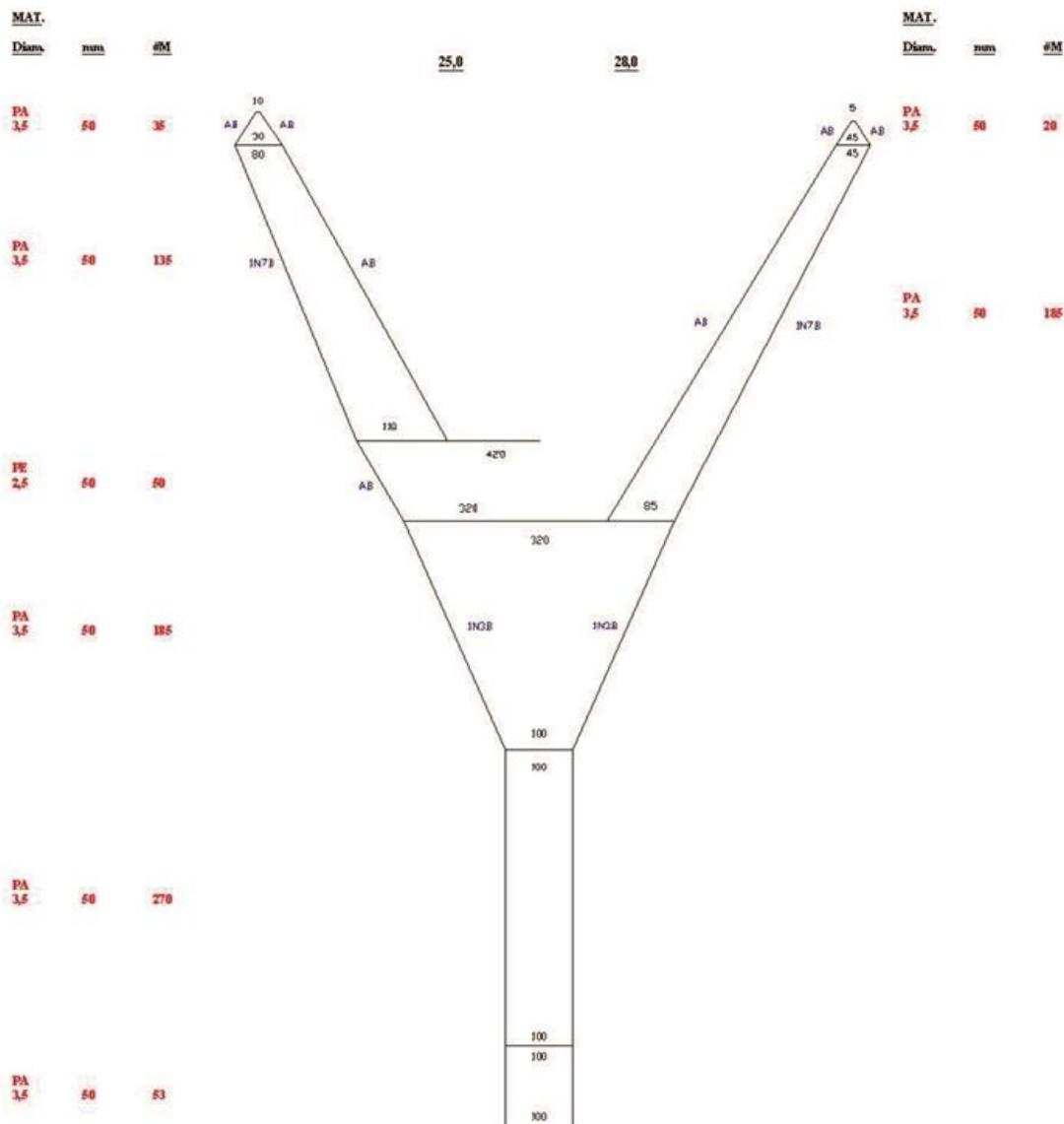
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS EMBARCACIONES Y PLANOS DE LAS REDES UTILIZADAS



RED DE ARRASTRE
Camar3n-langostino
Chile

BARCO
PAM "Lonquimay"
Loa 21,95 m.

Universidad Cat3lica del Norte
Facultad de Ciencias del Mar
Sede Coquimbo



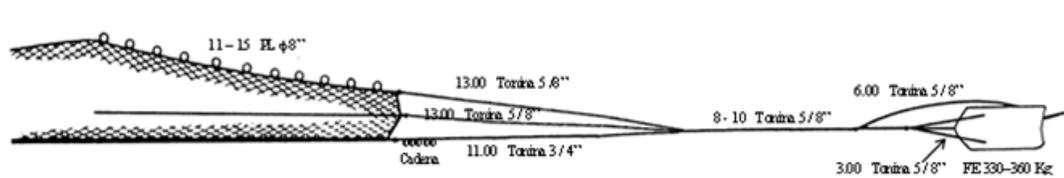
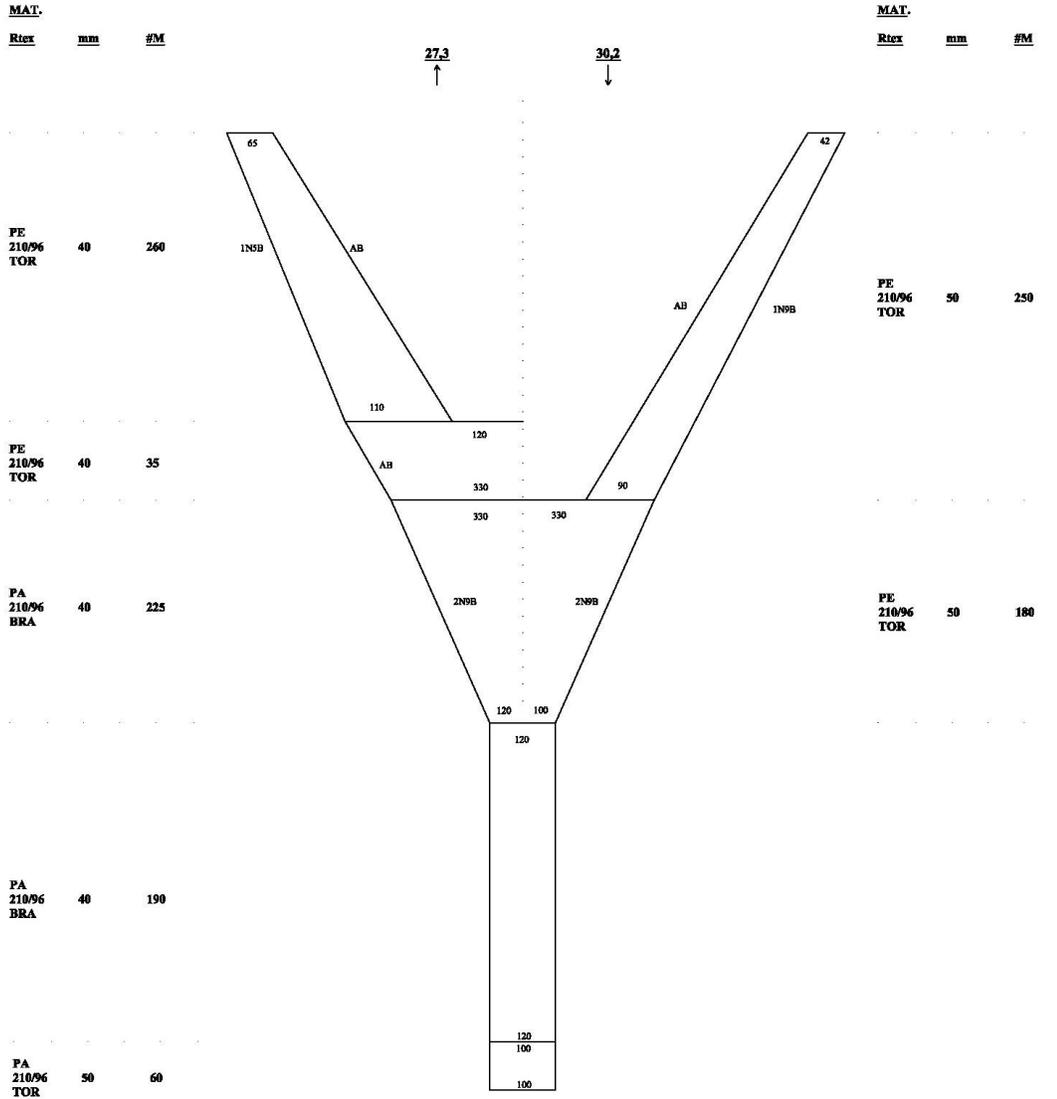


RED DE ARRASTE
Camarón-langostino
Chile

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

Bodega 47 m3.
T.R.G. 48,9

Manga 5,50 m
Puntal 2,38 m





Anexo 2. Fechas y lugares geográficos de los muestreos.

ANEXO 2

FECHAS Y LUGARES GEOGRÁFICOS DE LOS MUESTREOS



Anexo 2. Fechas y lugares geográficos de los muestreos.

FECHA	REGIÓN						
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
15-08-2018				4			
20-08-2018					11		
21-08-2018					10		
22-08-2018					10		
23-08-2018				8	2		
25-08-2018				1			
26-08-2018				5			
27-08-2018				11			
29-08-2018				10			
30-08-2018			10				
31-08-2018			11				
01-10-2018			2				
02-10-2018				10			
03-10-2018				2			
05-10-2018				4			
06-10-2018			10				
07-10-2018			4	6			
08-10-2018				13			
09-10-2018			1				
10-10-2018			1	7			
11-10-2018				1			
12-10-2018					10	1	
13-10-2018						9	
14-10-2018		9				10	
15-10-2018		11				3	5
16-10-2018		13					
17-10-2018	7	3					7
18-10-2018	10						11
19-10-2018	8						11
20-10-2018							11
22-10-2018		10				10	
23-10-2018		9				11	
24-10-2018		9				3	
25-10-2018		8					
26-10-2018		6				6	
27-10-2018						7	
30-10-2018			3				



31-10-2018			14				
------------	--	--	----	--	--	--	--

FECHA	REGI3N						
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
01-11-2018			10				
03-11-2018			13				
04-11-2018			10				
05-11-2018			10				
09-11-2018			9				
10-11-2018			12				
11-11-2018			8				
Total general	25	78	128	82	43	60	45



Anexo 3. Registros de posición y características de los lances de camarón nailon.

ANEXO 3

REGISTROS DE POSICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS LANCES DE CAMARÓN NAILON



DP	REGION	FOCO	APA (m)	LONG (O)	LAT (S)	PROF (m)	VEL (nudo)	LCC (m)	CAPT. CA (kg)
1	2	0	13,6	-70,556730	-25,155250	280	1,8	700	0,0
2	2	0	11,5	-70,570510	-25,157330	488	1,8	900	0,0
3	2	0	13,0	-70,555170	-25,168330	318	1,7	700	0,0
4	2	0	11,9	-70,569660	-25,192480	401	1,9	800	0,0
5	2	0	13,1	-70,556830	-25,215870	419	1,9	900	0,0
6	2	0	11,8	-70,566380	-25,236930	475	1,8	900	0,0
7	2	0	12,3	-70,530900	-25,248690	265	1,8	600	0,0
8	2	0	13,1	-70,548060	-25,264330	350	1,9	800	0,0
9	2	0	13,3	-70,557690	-25,338480	295	1,8	700	0,0
10	2	0	13,0	-70,569660	-25,318840	358	1,8	800	0,0
11	2	0	13,1	-70,589160	-25,342380	368	1,7	800	0,0
12	2	0	12,7	-70,616700	-25,338580	439	1,8	900	0,0
13	2	0	13,2	-70,720330	-25,519490	412	1,8	900	0,0
14	2	0	12,8	-70,768390	-25,503260	367	1,8	800	0,0
15	2	0	13,3	-70,762370	-25,563720	221	1,8	600	0,0
16	2	0	11,7	-70,762030	-25,736640	332	1,7	650	0,0
17	2	0	10,9	-70,771530	-25,720360	386	1,8	700	0,0
18	2	1	14,8	-70,801390	-25,737590	366	1,7	900	4,5
19	2	0	11,7	-70,801170	-25,726400	496	1,7	900	0,0
20	2	0	12,0	-70,792060	-25,853490	289	1,7	600	0,0
21	2	0	14,6	-70,802010	-25,872240	358	1,8	900	0,0
22	2	0	11,7	-70,821150	-25,876450	433	1,7	800	0,0
23	2	0	10,7	-70,772560	-25,970500	350	1,8	600	0,0
24	2	0	12,1	-70,792310	-25,967320	414	1,7	800	0,0
25	2	0	13,4	-70,803680	-25,987090	420	1,7	900	0,0
26	3	0	12,8	-70,759190	-26,070330	255	1,8	600	0,0
27	3	0	12,1	-70,775300	-26,090360	376	2,2	800	0,0
28	3	0	13,8	-70,781630	-26,079230	396	1,7	900	0,0
29	3	0	11,3	-70,760230	-26,139380	247	1,8	500	0,0
30	3	0	11,6	-70,773560	-26,154580	298	1,9	600	0,0
31	3	0	12,5	-70,786440	-26,136930	374	1,9	800	0,0
32	3	2	12,8	-70,811210	-26,159730	361	1,9	800	18,0
33	3	0	11,8	-70,822830	-26,141680	490	1,7	900	0,0
34	3	0	12,0	-70,787610	-26,237630	285	1,9	600	0,0
35	3	2	10,4	-70,802980	-26,234380	357	1,7	600	9,0
36	3	2	12,6	-70,826100	-26,223370	378	1,8	800	9,0
37	3	0	11,7	-70,777930	-26,221140	246	1,7	500	0,0
38	3	0	11,4	-70,814460	-26,317380	299	1,9	600	0,0
39	3	2	12,0	-70,833670	-26,316000	349	1,8	700	1,3
40	3	0	12,8	-70,849830	-26,323530	450	1,7	900	0,0



41	3	0	10,8	-70,859320	-26,301830	522	1,8	900	0,0
42	3	0	13,5	-70,835830	-26,337620	283	1,8	700	0,0
43	3	0	13,8	-70,858050	-26,400080	385	2,0	900	0,0
44	3	0	11,1	-70,839230	-26,390980	243	2,0	500	0,0
45	3	0	13,3	-70,816700	-26,572320	302	1,6	700	0,0
46	3	0	12,7	-70,832490	-26,554620	382	1,7	800	0,0
47	3	0	11,6	-70,856520	-26,568500	488	1,9	900	0,0
48	3	0	12,1	-70,843870	-26,585640	415	1,8	800	0,0
49	3	0	11,9	-70,805370	-26,597980	416	1,8	800	0,0
50	3	0	13,9	-70,817580	-26,606830	334	1,7	800	0,0
51	3	0	12,2	-70,824730	-26,615480	401	1,8	800	0,0
52	3	0	11,9	-70,831730	-26,607360	405	1,9	800	0,0
53	3	0	12,4	-70,815580	-26,743400	477	1,6	900	0,0
54	3	0	12,7	-70,830040	-26,738260	253	1,8	600	0,0
55	3	0	11,4	-70,838640	-26,725270	365	1,9	700	0,0
56	3	0	13,6	-70,852390	-26,719430	405	1,8	900	0,0
57	3	0	12,7	-70,914530	-26,851280	246	1,8	600	0,0
58	3	0	13,0	-70,892010	-26,854080	217	2,0	600	0,0
59	3	3	11,3	-70,921450	-26,983980	332	1,7	600	4,5
60	3	3	11,9	-70,930440	-26,985120	373	1,5	700	0,8
61	3	3	10,6	-70,943780	-26,975980	347	1,7	600	18,0
62	3	0	11,6	-71,001330	-27,137360	178	1,8	400	0,0
63	3	0	11,9	-71,008780	-27,139180	300	1,7	600	0,0
64	3	3	11,3	-71,004090	-27,196530	381	1,8	700	90,0
65	3	0	11,7	-71,008520	-27,256530	231	1,8	500	0,0
66	3	0	11,6	-71,019520	-27,258790	361	1,8	700	0,0
67	3	0	12,1	-71,026870	-27,374400	221	1,8	500	0,0
68	3	4	13,1	-71,047170	-27,371830	442	1,7	900	36,0
69	3	0	12,9	-71,032030	-27,391090	249	1,8	600	0,0
70	3	0	12,3	-71,013290	-27,489380	207	1,9	500	0,0
71	3	4	11,7	-71,035380	-27,486860	358	1,8	700	36,0
72	3	4	12,7	-71,050940	-27,491630	443	1,8	900	54,0
73	3	4	11,3	-71,041580	-27,607300	255	1,7	500	0,0
74	3	4	13,0	-71,058890	-27,602800	379	1,7	800	36,0
75	3	4	12,4	-71,074450	-27,604580	463	1,7	900	0,0
76	3	4	12,7	-71,117090	-27,753710	200	1,7	500	0,0
77	3	4	13,0	-71,134500	-27,755680	380	1,6	800	49,7
78	3	4	11,9	-71,138090	-27,765760	352	1,7	700	30,6
79	3	4	13,1	-71,209630	-28,041580	311	1,7	700	21,0
80	3	4	11,5	-71,221480	-28,039190	425	1,8	800	0,0
81	3	0	11,7	-71,259120	-28,241720	242	1,7	500	0,0
82	3	5	11,4	-71,274560	-28,257590	386	1,7	700	35,1



83	3	5	13,6	-71,286980	-28,258220	409	1,7	900	0,0
84	3	5	12,5	-71,300260	-28,408400	334	1,7	700	48,6
85	3	5	13,6	-71,312500	-28,409970	403	1,8	900	0,0
86	3	5	12,5	-71,324570	-28,428370	402	1,6	800	36,0
87	3	5	11,1	-71,309930	-28,506700	137	1,8	300	6,9
88	3	5	12,0	-71,324450	-28,506610	297	1,7	600	20,7
89	3	0	13,1	-71,338500	-28,504080	436	1,7	900	0,0
90	3	0	12,7	-71,419770	-28,657500	465	1,6	900	0,0
91	3	5	14,2	-71,388650	-28,658690	392	1,7	900	18,0
92	3	5	12,7	-71,414120	-28,655270	448	1,7	900	0,9
93	3	5	12,3	-71,467570	-28,772450	332	1,8	700	126,0
94	3	5	13,2	-71,472410	-28,772630	317	1,6	700	54,0
95	3	5	12,9	-71,474330	-28,782720	294	1,9	700	9,0
96	3	5	12,4	-71,485200	-28,788660	343	1,7	700	9,0
97	3	5	12,5	-71,489550	-28,787680	330	1,7	700	18,0
98	3	0	11,1	-71,500800	-28,794800	204	1,7	400	0,0
99	3	5	13,5	-71,514110	-28,809890	403	1,8	900	18,0
100	3	0	13,7	-71,527520	-28,820580	397	1,8	900	0,0
101	3	0	11,2	-71,556480	-28,971930	326	1,7	600	0,0
102	3	5	12,2	-71,544590	-28,899580	292	1,7	600	18,0
103	3	5	12,5	-71,560170	-28,945080	464	1,7	900	18,0
104	4	6	13,9	-71,589990	-29,212870	310	1,8	600	81,8
105	4	6	14,3	-71,603230	-29,214080	357	1,8	700	45,0
106	4	6	14,1	-71,607110	-29,213320	440	1,8	800	72,0
107	4	6	14,5	-71,583760	-29,267020	284	1,8	600	63,0
108	4	6	14,1	-71,589650	-29,264920	372	1,8	700	63,0
109	4	6	14,0	-71,601950	-29,266640	434	1,8	800	45,0
110	4	0	14,1	-71,526470	-29,330650	107	1,8	300	0,0
111	4	0	13,9	-71,543480	-29,336730	109	1,8	300	0,0
112	4	6	14,7	-71,558010	-29,332440	203	1,8	500	28,3
113	4	6	14,3	-71,582990	-29,328120	195	1,8	450	14,0
114	4	6	13,8	-71,600680	-29,329620	249	1,8	500	22,5
115	4	6	14,3	-71,613540	-29,333350	326	1,8	650	138,2
116	4	6	14,6	-71,623570	-29,336390	409	1,8	800	72,0
117	4	0	14,1	-71,481660	-29,444980	240	1,8	500	0,0
118	4	0	14,2	-71,494160	-29,443770	271	1,8	550	0,0
119	4	6	14,1	-71,508870	-29,450210	306	1,8	600	0,0
120	4	6	15,0	-71,522240	-29,450680	325	1,8	700	278,4
121	4	6	14,0	-71,543390	-29,456780	366	1,8	700	1.530,0
122	4	6	14,5	-71,560790	-29,448130	275	1,8	600	0,0
123	4	6	14,3	-71,581720	-29,457190	355	1,8	700	56,5
124	4	6	14,2	-71,592450	-29,459030	421	1,8	800	108,0



125	4	0	14,0	-71,408880	-29,533930	245	1,8	500	0,0
126	4	6	14,5	-71,426270	-29,531520	276	1,8	600	0,0
127	4	6	14,6	-71,446390	-29,535980	311	1,8	650	165,1
128	4	6	14,7	-71,464930	-29,535900	338	1,8	700	258,2
129	4	6	14,5	-71,476050	-29,535070	349	1,8	700	666,0
130	4	6	14,8	-71,493220	-29,526170	370	1,8	750	135,0
131	4	6	14,2	-71,509590	-29,532940	395	1,8	750	72,0
132	4	0	14,9	-71,383720	-29,610990	154	1,8	450	0,0
133	4	0	14,0	-71,397130	-29,611090	236	1,8	500	0,0
134	4	6	14,3	-71,410160	-29,610830	265	1,8	550	0,0
135	4	6	13,9	-71,428730	-29,608590	305	1,8	600	23,1
136	4	6	14,6	-71,445450	-29,611400	341	1,8	700	684,0
137	4	6	14,2	-71,422880	-29,646650	321	1,8	650	0,0
138	4	6	15,0	-71,424700	-29,643180	325	1,8	700	0,0
139	4	6	14,6	-71,429610	-29,644030	334	1,8	700	0,0
140	4	6	14,5	-71,432620	-29,646080	343	1,8	700	0,0
141	4	6	14,5	-71,430060	-29,648120	376	1,8	750	108,0
142	4	0	14,8	-71,382590	-29,679870	266	1,8	600	0,0
143	4	0	14,5	-71,397090	-29,680920	323	1,8	650	0,0
144	4	6	14,8	-71,412550	-29,678470	364	1,8	750	6,9
145	4	6	14,3	-71,433570	-29,677870	415	1,8	800	648,0
146	4	6	12,1	-71,445330	-29,689080	453	1,8	650	756,0
147	4	6	14,2	-71,381800	-29,756370	299	1,8	600	0,0
148	4	6	14,5	-71,391650	-29,746880	346	1,8	700	365,3
149	4	6	14,3	-71,412340	-29,740480	388	1,8	750	101,3
150	4	6	14,4	-71,429170	-29,744180	426	1,8	800	54,0
151	4	6	14,4	-71,365270	-29,811480	189	1,8	450	0,8
152	4	6	14,3	-71,377410	-29,817580	295	1,8	600	24,8
153	4	6	14,7	-71,396070	-29,824530	338	1,8	700	378,0
154	4	6	13,9	-71,415530	-29,895290	249	1,8	500	0,0
155	4	6	14,1	-71,427960	-29,898120	306	1,8	600	209,9
156	4	6	14,7	-71,444700	-29,901290	363	1,8	750	432,0
157	4	6	14,3	-71,425880	-29,942460	256	1,8	550	0,0
158	4	6	14,0	-71,442240	-29,937050	377	1,8	700	270,5
159	4	0	14,3	-71,448130	-30,024180	129	1,8	350	0,0
160	4	6	13,8	-71,460660	-30,029760	253	1,8	500	0,0
161	4	6	14,3	-71,477500	-30,033380	359	1,8	700	21,7
162	4	6	14,9	-71,494070	-30,025310	393	1,8	800	324,0
163	4	6	14,6	-71,476660	-30,072810	270	1,8	600	0,0
164	4	6	14,7	-71,493060	-30,081020	361	1,8	750	159,3
165	4	6	15,1	-71,505000	-30,078360	384	1,8	800	19,0
166	4	6	12,3	-71,520740	-30,081760	433	1,8	650	54,0



167	4	6	11,8	-71,536960	-30,082290	462	1,8	650	54,0
168	4	6	13,9	-71,504440	-30,131030	241	1,8	500	6,8
169	4	6	14,5	-71,521710	-30,131510	316	1,8	650	227,7
170	4	6	14,6	-71,538480	-30,130840	368	1,8	750	144,0
171	4	6	14,7	-71,560480	-30,130510	406	1,8	800	180,0
172	4	6	15,0	-71,571660	-30,125060	278	1,8	650	108,0
173	4	6	14,2	-71,658280	-30,223060	239	1,8	500	90,0
174	4	6	14,5	-71,673730	-30,231120	444	1,8	850	3,6
175	4	7	14,2	-71,728840	-30,352210	370	1,8	700	3,6
176	4	7	14,7	-71,735670	-30,452860	330	1,8	700	90,0
177	4	7	14,4	-71,756990	-30,455280	423	1,8	800	90,0
178	4	7	14,7	-71,755980	-30,509630	330	1,8	700	72,0
179	4	7	14,5	-71,773850	-30,561930	312	1,8	650	0,0
180	4	7	14,6	-71,763990	-30,657930	344	1,8	700	18,0
181	4	0	14,9	-71,747040	-30,696830	165	1,8	450	0,0
182	4	0	15,3	-71,755310	-30,699020	440	1,8	900	0,0
183	4	0	14,3	-71,743870	-30,748120	193	1,8	450	0,0
184	4	7	13,1	-71,760820	-30,746450	324	1,8	550	8,2
185	4	0	14,3	-71,759760	-30,841310	328	1,8	650	0,0
186	4	8	14,7	-71,741860	-30,899420	332	1,8	700	144,0
187	4	8	14,3	-71,733650	-31,001750	288	1,8	600	72,0
188	4	8	14,6	-71,743770	-31,006780	347	1,8	700	5,4
189	4	8	14,9	-71,753630	-31,006160	396	1,8	800	54,0
190	4	8	14,0	-71,745130	-31,108800	272	1,8	550	74,9
191	4	9	13,9	-71,712510	-31,226130	275	1,8	550	0,0
192	4	9	14,2	-71,723600	-31,230640	363	1,8	700	558,0
193	4	0	14,6	-71,736300	-31,222140	439	1,8	850	0,0
194	4	0	14,5	-71,694910	-31,329630	250	1,8	550	0,0
195	4	9	14,5	-71,713740	-31,335370	347	1,8	700	594,0
196	4	9	14,0	-71,657790	-31,416440	244	1,8	500	74,5
197	4	9	14,3	-71,671680	-31,421590	288	1,8	600	309,5
198	4	9	13,7	-71,644820	-31,480200	253	1,8	500	0,0
199	4	9	14,5	-71,657050	-31,484030	286	1,8	600	288,0
200	4	9	14,3	-71,646420	-31,525110	221	1,8	500	0,0
201	4	9	13,8	-71,659780	-31,525270	256	1,8	500	184,7
202	4	9	14,2	-71,672500	-31,521290	294	1,8	600	306,0
203	4	0	14,4	-71,674330	-31,668660	180	1,8	450	0,0
204	4	10	14,5	-71,690710	-31,670340	348	1,8	700	450,0
205	4	0	14,4	-71,654580	-31,750170	216	1,8	500	0,0
206	4	0	14,3	-71,674500	-31,748360	355	1,8	700	0,0
207	4	10	14,1	-71,692960	-31,726870	470	1,8	850	27,0
208	4	0	13,9	-71,658400	-31,835380	252	1,8	500	0,0



209	4	10	14,4	-71,672490	-31,831460	320	1,8	650	0,0
210	4	10	16,0	-71,681200	-31,833430	360	1,8	850	81,0
211	4	11	15,6	-71,637530	-31,980410	218	1,8	600	24,4
212	4	0	15,9	-71,657160	-31,982250	301	1,8	750	0,0
213	4	0	15,9	-71,673320	-31,984520	409	1,8	900	0,0
214	4	11	15,6	-71,628260	-32,011900	220	1,8	600	25,3
215	4	11	15,8	-71,641240	-32,017530	275	1,8	700	36,0
216	4	11	16,6	-71,658280	-32,006820	340	1,8	850	180,0
217	4	11	16,0	-71,673380	-32,022080	423	1,8	950	54,0
218	4	0	16,0	-71,625660	-32,066240	238	1,8	650	0,0
219	4	11	15,5	-71,646230	-32,071530	319	1,8	750	36,0
220	4	11	13,9	-71,650700	-32,075140	350	1,8	650	306,0
221	4	0	15,1	-71,623280	-32,162190	214	1,8	550	0,0
222	4	12	15,6	-71,644520	-32,168690	283	1,8	700	1.116,0
223	4	12	15,9	-71,651360	-32,169860	308	1,8	750	108,0
224	5	12	14,9	-71,642030	-32,236500	367	1,8	750	72,0
225	5	12	16,0	-71,638080	-32,223270	331	1,8	800	126,0
226	5	12	15,5	-71,632590	-32,236150	332	1,8	750	306,0
227	5	12	16,2	-71,645320	-32,223940	354	1,8	850	126,0
228	5	12	15,0	-71,647670	-32,233770	380	1,8	800	72,0
229	5	12	15,9	-71,612180	-32,285570	339	1,8	800	126,0
230	5	0	15,8	-71,631670	-32,286320	446	1,8	950	0,0
231	5	0	14,7	-71,646110	-32,285650	500	1,8	950	0,0
232	5	0	11,9	-71,664770	-32,279350	653	0,0	950	0,0
233	5	0	15,3	-71,576390	-32,313580	173	1,8	500	0,0
234	5	12	15,6	-71,592200	-32,317630	256	1,8	650	162,0
235	5	12	15,9	-71,606430	-32,316250	337	1,8	800	378,0
236	5	12	15,9	-71,619930	-32,316640	398	1,8	900	144,0
237	5	0	14,6	-71,638030	-32,323380	500	1,8	950	0,0
238	5	12	15,6	-71,596980	-32,365220	251	1,8	650	36,0
239	5	12	15,6	-71,613100	-32,364860	314	1,8	750	234,0
240	5	12	14,6	-71,629500	-32,371370	371	1,8	750	90,0
241	5	0	13,8	-71,607590	-32,457080	245	1,8	500	0,0
242	5	13	14,5	-71,625640	-32,461160	320	1,8	650	180,0
243	5	13	14,5	-71,640510	-32,467950	383	1,8	750	270,0
244	5	13	14,8	-71,653440	-32,457740	433	1,8	850	54,0
245	5	13	14,2	-71,641460	-32,547710	300	1,8	600	252,0
246	5	13	14,6	-71,654370	-32,545000	374	1,8	750	108,0
247	5	13	14,7	-71,630130	-32,601210	208	1,8	500	0,0
248	5	13	14,7	-71,641560	-32,597640	271	1,8	600	144,0
249	5	13	14,2	-71,654780	-32,589480	356	1,8	700	126,0
250	5	0	15,2	-71,631990	-32,633930	179	1,8	500	0,0



251	5	13	15,1	-71,642690	-32,624590	240	1,8	600	37,8
252	5	13	15,0	-71,662180	-32,637180	424	1,8	850	36,0
253	5	13	15,0	-71,644930	-32,731280	181	1,8	500	0,0
254	5	13	16,0	-71,659390	-32,732620	262	1,8	700	271,6
255	5	14	15,8	-71,678060	-32,814060	210	1,8	600	270,0
256	5	14	16,2	-71,695780	-32,820230	262	1,8	700	198,0
257	5	14	15,0	-71,711140	-32,868540	183	1,8	500	216,0
258	5	14	16,5	-71,728210	-32,870580	299	1,8	800	216,0
259	5	0	11,3	-71,744170	-32,863400	688	0,0	950	0,0
260	5	0	15,9	-71,746180	-32,916730	236	1,8	650	0,0
261	5	14	16,4	-71,759600	-32,916480	334	1,8	850	144,0
262	5	14	15,1	-71,771470	-32,921080	409	1,8	850	27,0
263	5	0	14,6	-71,743110	-32,935330	184	1,8	450	0,0
264	5	0	14,6	-71,745760	-32,946050	179	1,8	450	0,0
265	5	14	14,8	-71,760410	-32,942380	235	1,8	550	0,0
266	5	14	14,0	-71,778930	-32,981750	239	1,8	500	144,0
267	5	14	15,7	-71,793530	-32,989180	311	1,8	750	4,5
268	5	14	15,5	-71,812870	-32,987290	423	1,8	900	4,5
269	5	14	14,3	-71,815760	-33,022030	318	1,8	650	126,0
270	5	14	14,7	-71,826750	-33,024740	299	1,8	650	216,0
271	5	14	14,3	-71,837840	-33,024610	386	1,8	750	72,0
272	5	14	14,1	-71,838980	-33,122380	200	1,8	450	450,0
273	5	14	14,1	-71,858830	-33,124340	297	1,8	600	54,0
274	5	0	14,8	-71,877420	-33,113400	0	0,0	0	0,0
275	5	14	14,1	-71,866250	-33,219530	227	1,8	500	64,6
276	5	14	14,3	-71,876910	-33,218360	321	1,8	650	144,0
277	5	14	14,2	-71,854820	-33,310430	195	1,8	450	408,0
278	5	14	14,2	-71,869770	-33,311280	259	1,8	550	342,0
279	5	14	14,6	-71,892820	-33,319430	440	1,8	850	36,0
280	5	14	14,5	-71,862790	-33,381230	217	1,8	500	84,8
281	5	14	14,2	-71,876500	-33,380080	320	1,8	650	36,0
282	5	14	14,5	-71,898370	-33,392500	412	1,8	800	126,0
283	5	14	14,5	-71,864070	-33,444010	218	1,8	500	360,0
284	5	14	14,1	-71,874990	-33,440550	299	1,8	600	63,0
285	5	15	14,4	-71,908880	-33,559200	279	1,8	600	270,0
286	5	15	14,0	-71,929240	-33,553330	303	1,8	600	342,0
287	5	0	14,8	-71,943270	-33,550680	325	1,8	700	0,0
288	5	0	14,3	-71,999630	-33,620400	185	1,8	450	0,0
289	5	15	14,5	-72,011580	-33,613950	275	1,8	600	180,0
290	5	15	14,6	-72,022400	-33,608360	344	1,8	700	378,0
291	5	15	14,5	-72,061530	-33,757250	221	1,8	500	594,0
292	5	15	14,6	-72,074180	-33,757530	346	1,8	700	360,0



293	5	0	14,5	-72,094080	-33,763400	650	0,0	950	0,0
294	5	0	14,3	-72,108570	-33,841930	187	1,8	450	0,0
295	5	15	14,7	-72,125780	-33,843230	302	1,8	650	126,0
296	5	0	14,8	-72,141250	-33,843480	405	1,8	800	0,0
297	6	0	14,8	-72,128860	-33,929640	168	1,8	450	0,0
298	6	15	14,0	-72,144060	-33,928090	300	1,8	600	126,0
299	6	16	11,5	-72,209750	-34,062780	382	1,8	500	432,0
300	6	16	14,7	-72,227040	-34,069420	327	1,8	700	72,0
301	6	16	14,0	-72,225920	-34,116030	243	1,8	500	266,8
302	6	16	14,0	-72,238800	-34,110680	302	1,8	600	72,0
303	6	16	14,5	-72,258190	-34,115870	382	1,8	750	216,0
304	6	0	14,4	-72,214970	-34,149100	220	1,8	500	0,0
305	6	0	13,8	-72,226300	-34,145110	244	1,8	500	0,0
306	6	16	14,7	-72,242900	-34,147470	274	1,8	600	216,0
307	6	16	14,5	-72,214980	-34,198200	220	1,8	500	150,3
308	6	16	14,4	-72,232380	-34,196920	251	1,8	550	235,7
309	6	16	14,1	-72,244380	-34,199320	274	1,8	550	54,0
310	6	16	14,7	-72,227830	-34,269360	239	1,8	550	263,8
311	6	16	14,5	-72,242950	-34,263880	277	1,8	600	18,0
312	6	16	14,8	-72,259800	-34,262530	326	1,8	700	9,0
313	6	16	14,7	-72,278160	-34,271720	398	1,8	800	126,0
314	6	16	14,4	-72,228870	-34,298560	281	1,8	600	81,0
315	6	16	14,2	-72,236970	-34,294820	302	1,8	600	9,0
316	6	16	14,3	-72,239560	-34,298500	328	1,8	650	36,0
317	6	16	14,4	-72,246480	-34,295920	355	1,8	700	450,0
318	6	16	14,7	-72,250180	-34,295660	376	1,8	750	270,0
319	6	16	14,4	-72,177140	-34,333870	217	1,8	500	281,0
320	6	16	13,9	-72,193770	-34,331720	241	1,8	500	136,9
321	6	16	14,5	-72,213360	-34,340510	281	1,8	600	18,0
322	6	16	14,2	-72,176180	-34,376080	227	1,8	500	282,6
323	6	16	14,3	-72,195760	-34,379480	288	1,8	600	108,0
324	6	16	15,1	-72,208440	-34,387280	384	1,8	800	36,0
325	6	16	14,1	-72,177670	-34,449280	235	1,8	500	144,0
326	6	16	14,4	-72,195430	-34,452830	349	1,8	700	198,0
327	6	0	14,4	-72,177100	-34,495700	222	1,8	500	0,0
328	6	16	14,2	-72,195030	-34,497580	300	1,8	600	18,0
329	6	16	14,4	-72,182880	-34,531210	221	1,8	500	18,0
330	6	16	14,4	-72,197000	-34,535150	286	1,8	600	3,6
331	6	16	13,9	-72,194830	-34,557760	243	1,8	500	54,0
332	6	16	14,5	-72,208400	-34,569160	319	1,8	650	54,0
333	6	16	14,1	-72,209430	-34,596060	273	1,8	550	36,0
334	6	0	14,6	-72,224730	-34,603080	446	1,8	850	0,0



335	6	16	14,5	-72,226300	-34,629410	313	1,8	650	36,0
336	6	0	14,5	-72,244080	-34,244080	650	0,0	950	0,0
337	6	16	14,3	-72,229070	-34,678550	295	1,8	600	90,0
338	7	16	14,2	-72,242680	-34,686900	357	1,8	700	72,0
340	7	16	14,1	-72,245610	-34,722330	375	1,8	700	4,5
345	7	17	14,1	-72,457770	-34,844160	231	1,8	500	151,6
346	7	17	14,2	-72,491400	-34,844060	293	1,8	600	450,0
347	7	17	14,9	-72,510300	-34,848640	327	1,8	700	0,0
348	7	17	13,7	-72,537990	-34,903560	218	1,8	450	432,0
349	7	17	14,2	-72,548570	-34,905670	288	1,8	600	576,0
350	7	17	14,4	-72,555890	-34,907220	343	1,8	700	306,0
351	7	0	14,9	-72,563740	-34,969210	257	1,8	600	0,0
353	7	0	14,3	-72,588420	-34,967810	349	1,8	700	0,0
354	7	17	14,2	-72,614180	-35,056500	223	1,8	500	648,0
355	7	17	14,6	-72,630490	-35,062770	272	1,8	600	0,0
356	7	17	14,7	-72,639220	-35,055900	333	1,8	700	36,0
357	7	18	14,3	-72,688960	-35,231650	184	1,8	450	1.260,0
358	7	18	14,0	-72,710030	-35,226730	243	1,8	500	108,0
359	7	18	14,1	-72,730550	-35,228120	295	1,8	600	216,0
360	7	19	14,2	-72,956000	-35,381310	262	1,8	550	1.188,0
361	7	19	14,9	-72,955100	-35,369750	290	1,8	650	1.476,0
362	7	17	14,7	-72,573370	-34,963920	333	1,8	700	288,0
363	7	19	14,1	-72,988670	-35,420180	261	1,8	550	360,0
364	7	19	14,1	-73,017630	-35,427720	373	1,8	700	72,0
365	7	0	15,1	-73,028850	-35,424670	455	1,8	900	0,0
366	7	20	14,5	-73,044580	-35,606810	218	1,8	500	882,0
367	7	20	14,5	-73,069170	-35,612020	242	1,8	550	648,0
368	7	20	14,5	-73,084390	-35,612270	286	1,8	600	414,0
369	7	20	14,0	-73,085430	-35,645780	241	1,8	500	324,0
370	7	20	14,3	-73,108010	-35,645540	289	1,8	600	108,0
371	7	20	14,4	-73,126250	-35,645790	343	1,8	700	3,6
372	7	20	14,3	-73,102520	-35,710970	223	1,8	500	108,0
373	7	20	13,8	-73,119960	-35,713010	245	1,8	500	0,0
374	7	20	14,7	-73,143440	-35,714200	274	1,8	600	198,0
375	7	20	14,2	-73,161040	-35,718570	300	1,8	600	0,0
376	7	20	14,7	-73,170840	-35,709480	340	1,8	700	108,0
377	7	20	14,4	-73,158890	-35,763000	277	1,8	600	270,0
378	7	20	14,3	-73,179220	-35,755670	319	1,8	650	144,0
379	7	0	14,6	-73,014890	-35,830730	202	1,8	500	0,0
380	7	20	14,6	-73,031350	-35,832460	213	1,8	500	3,6
381	7	20	14,3	-73,044240	-35,827630	218	1,8	500	9,0
382	7	20	13,9	-73,065540	-35,827740	240	1,8	500	36,0



383	7	20	14,5	-73,077460	-35,831270	252	1,8	550	162,0
384	7	20	14,3	-73,101670	-35,826590	263	1,8	550	864,0
385	7	20	14,4	-73,112060	-35,830940	278	1,8	600	1.026,0
386	7	0	14,5	-72,940380	-35,891980	179	1,8	450	0,0
387	7	20	14,8	-72,966750	-35,891930	202	1,8	500	3,6
388	7	20	14,1	-72,983010	-35,893200	239	1,8	500	90,0
389	7	20	14,2	-73,002190	-35,893590	270	1,8	550	234,0
390	7	0	14,5	-72,961560	-35,982240	245	1,8	550	0,0
391	7	20	14,5	-72,978500	-35,982650	273	1,8	600	414,0
392	7	20	14,3	-72,990270	-35,977900	295	1,8	600	216,0
393	7	20	14,5	-73,008370	-35,979950	314	1,8	650	252,0
394	7	20	14,4	-73,026480	-35,982000	343	1,8	700	180,0
395	7	20	14,5	-73,038400	-35,968280	350	1,8	700	198,0
396	8	0	13,9	-72,957980	-36,014860	246	1,8	500	0,0
397	7	20	14,5	-72,976580	-36,005080	281	1,8	600	0,0
398	8	20	14,5	-72,994600	-36,020790	313	1,8	650	108,0
399	8	0	14,2	-72,963240	-36,061750	234	1,8	500	0,0
400	8	20	14,3	-72,976970	-36,060730	264	1,8	550	18,0
401	8	20	14,1	-72,997020	-36,061630	306	1,8	600	54,0
402	8	21	13,8	-73,435200	-36,061030	243	1,8	500	828,0
403	8	21	14,2	-73,453180	-36,064570	301	1,8	600	72,0
404	8	0	14,5	-73,465610	-36,069190	354	1,8	700	0,0
405	8	0	14,8	-73,476290	-36,070630	396	1,8	800	0,0
406	8	0	14,5	-73,494080	-36,063400	650	0,0	950	0,0
407	8	0	14,8	-73,455610	-36,092910	323	1,8	700	0,0
408	8	0	14,8	-73,477420	-36,096730	0	0,0	0	0,0
409	8	0	14,8	-73,494080	-36,096730	0	0,0	0	0,0
410	8	22	13,7	-73,526430	-36,177180	264	1,8	500	270,0
411	8	22	14,8	-73,537090	-36,180040	325	1,8	700	0,0
412	8	22	14,0	-73,533480	-36,231810	205	1,8	450	1,3
413	8	22	13,9	-73,549580	-36,231480	249	1,8	500	162,0
414	8	22	14,8	-73,558810	-36,227290	303	1,8	650	162,0
415	8	22	13,9	-73,561140	-36,258170	243	1,8	500	450,0
416	8	22	13,9	-73,574840	-36,276640	310	1,8	600	162,0
417	8	22	14,1	-73,565330	-36,295700	232	1,8	500	504,0
418	8	22	14,3	-73,575860	-36,296460	356	1,8	700	0,0
419	8	0	14,6	-73,530240	-36,376730	180	1,8	450	0,0
420	8	22	14,2	-73,546990	-36,377890	261	1,8	550	54,0
421	8	22	14,4	-73,552240	-36,379530	310	1,8	650	0,0
422	8	0	14,4	-73,530060	-36,418590	186	1,8	450	0,0
423	8	22	14,2	-73,542590	-36,422860	222	1,8	500	9,4
424	8	22	14,2	-73,560800	-36,426840	327	1,8	650	1,5



425	8	22	14,1	-73,556250	-36,478820	230	1,8	500	198,0
426	8	22	14,4	-73,561420	-36,479180	250	1,8	550	108,0
427	8	22	14,7	-73,565080	-36,476800	273	1,8	600	594,0
428	8	22	13,9	-73,572370	-36,481820	312	1,8	600	198,0
429	8	0	14,7	-73,577270	-36,482900	335	1,8	700	0,0
430	8	0	13,8	-73,544080	-36,514980	211	1,8	450	0,0
431	8	22	14,2	-73,564440	-36,509790	228	1,8	500	180,0
432	8	22	14,5	-73,577210	-36,509130	287	1,8	600	486,0
433	8	22	14,2	-73,577640	-36,539680	258	1,8	550	360,0
434	8	0	14,5	-73,592080	-36,544150	386	1,8	750	0,0
435	8	0	14,2	-73,571740	-36,601190	232	1,8	500	0,0
436	8	0	14,3	-73,588750	-36,597690	352	1,8	700	0,0
437	8	23	14,2	-73,567140	-36,698210	231	1,8	500	46,9
438	8	23	13,9	-73,584470	-36,694140	307	1,8	600	36,0
1001	6	16	15,0	-72,254480	-34,280990	349	1,8	750	2.448,0
1002	5	14	14,1	-71,870100	-33,333080	267	1,8	550	756,0
1003	4	11	14,4	-71,675130	-32,004340	361	1,8	700	342,0
1004	4	0	14,9	-71,665690	-31,928350	256	1,8	600	0,0
1005	4	0	15,5	-71,658140	-31,935260	220	1,8	600	0,0
1006	5	13	16,2	-71,640150	-32,533340	318	1,8	800	306,0
1007	5	13	15,1	-71,642560	-32,732270	183	1,8	500	0,0
1008	5	13	15,1	-71,644580	-32,729810	211	1,8	550	21,5
1009	4	11	14,9	-71,647660	-32,048090	323	1,8	700	540,0
1010	4	11	14,3	-71,643630	-32,019360	294	1,8	600	1.350,0
1011	5	14	14,6	-71,775930	-32,986240	213	1,8	500	209,0
1012	5	14	14,9	-71,751130	-32,942020	199	1,8	500	151,8
1013	5	14	13,8	-71,758960	-32,949950	212	1,8	450	37,4
1014	5	0	14,9	-71,850390	-33,451030	165	1,8	450	0,0
1015	5	0	14,7	-71,852230	-33,432890	168	1,8	450	0,0
1016	6	16	14,5	-72,238990	-34,681540	310	1,8	650	594,0
1017	7	17	14,1	-72,612310	-35,052040	226	1,8	500	1.638,0
1018	7	20	14,3	-73,052660	-35,599000	223	1,8	500	666,0
1019	7	20	14,3	-73,064330	-35,620500	222	1,8	500	5.238,0
1020	8	22	14,5	-73,561580	-36,462440	274	1,8	600	738,0
1021	8	22	14,2	-73,547010	-36,229960	229	1,8	500	576,0
1022	8	21	14,2	-73,444880	-36,065170	235	1,8	500	2.597,3
1023	7	20	14,4	-73,098060	-35,686580	226	1,8	500	306,0
1024	7	0	14,0	-72,416950	-34,812030	299	1,8	600	0,0
1025	7	17	14,4	-72,507170	-34,849200	290	1,8	600	1.548,0
1026	7	18	14,9	-72,693170	-35,221130	188	1,8	500	3.816,0
1027	4	6	14,3	-71,503580	-29,449490	296	1,8	600	0,0
1028	4	6	13,9	-71,509470	-29,448960	308	1,8	600	0,0



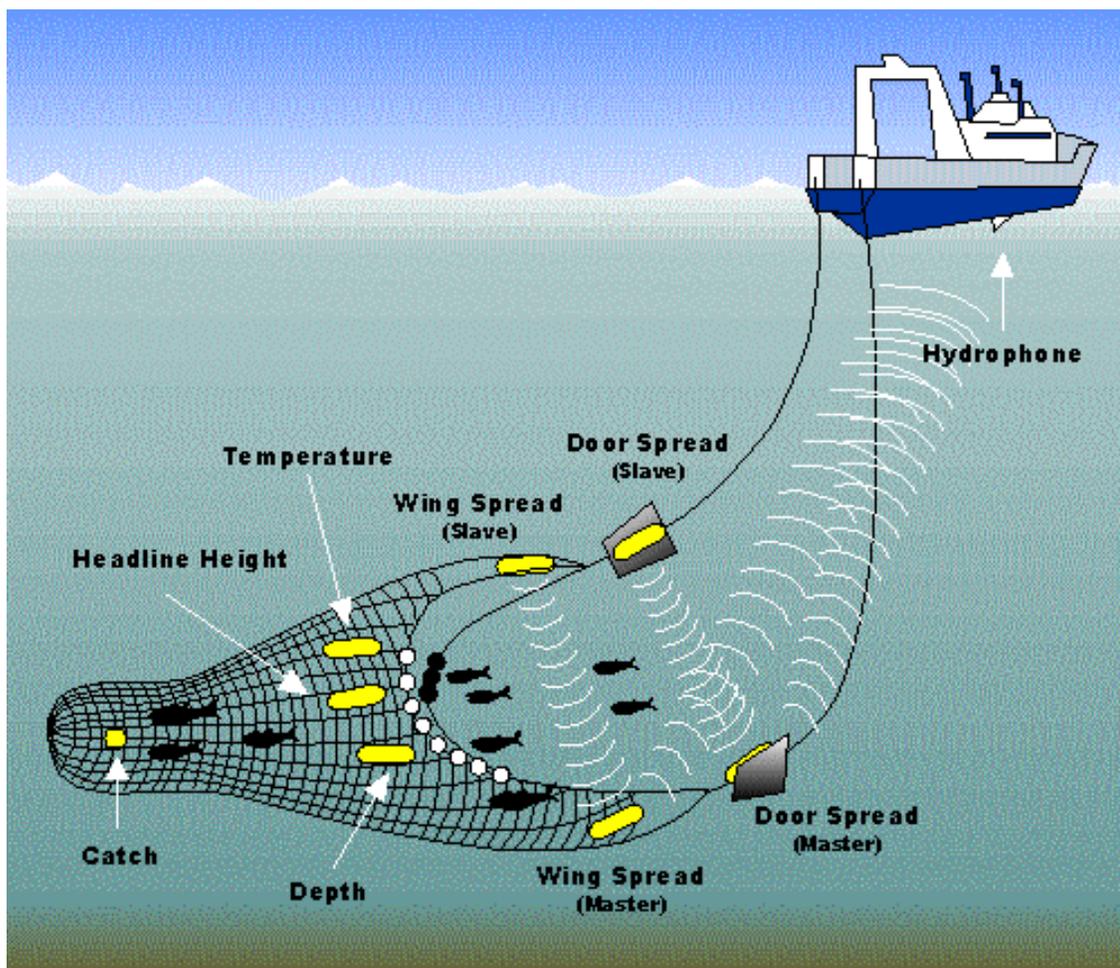
1029	4	6	14,3	-71,442750	-29,901630	359	1,8	700	504,0
------	---	---	------	------------	------------	-----	-----	-----	-------



Anexo 4. Sistema Netmind para medición de abertura de punta de alas (APA).

ANEXO 4

SISTEMA NETMIND PARA MEDICIÓN DE ABERTURA DE PUNTA DE ALAS (APA)



a)



b)



c)



Fig. 63. Equipo Wing Spread Netmind de North Star Technical, (a) Deck Unit de conexi3n entre el hidr3fono y el PC; (b) hidr3fono de remolque; (c) Sensores de abertura de alas.



ANEXO 5

**DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA
DENSIDAD (t/km²) DE CAMARÓN
NAILON ENTRE LA II Y VIII
REGIONES**

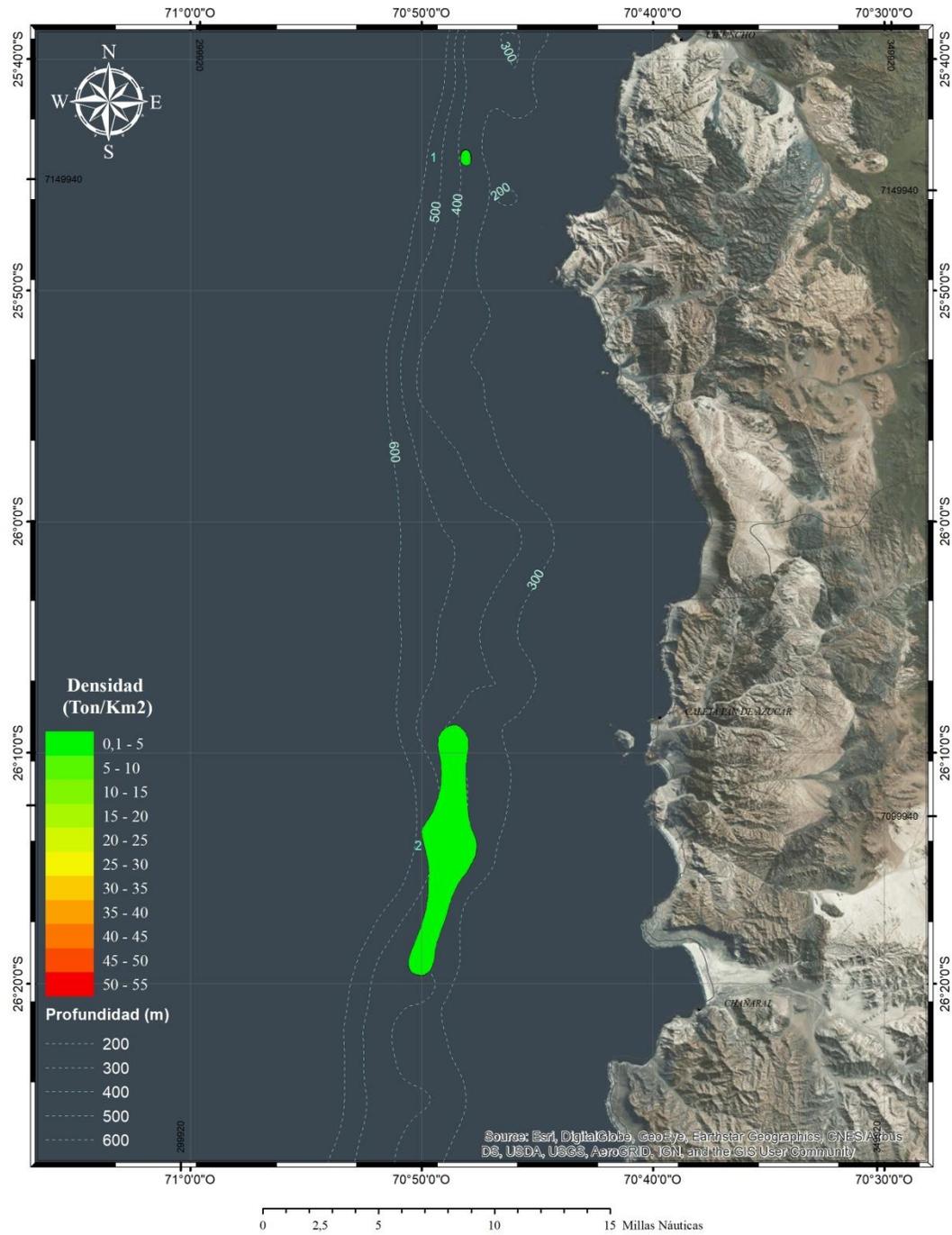


Fig. 64. Distribuci3n espacial de la densidad (t/km²) de camar3n nailon (*H. reedi*). A3o 2018. Foco 1 y 2.

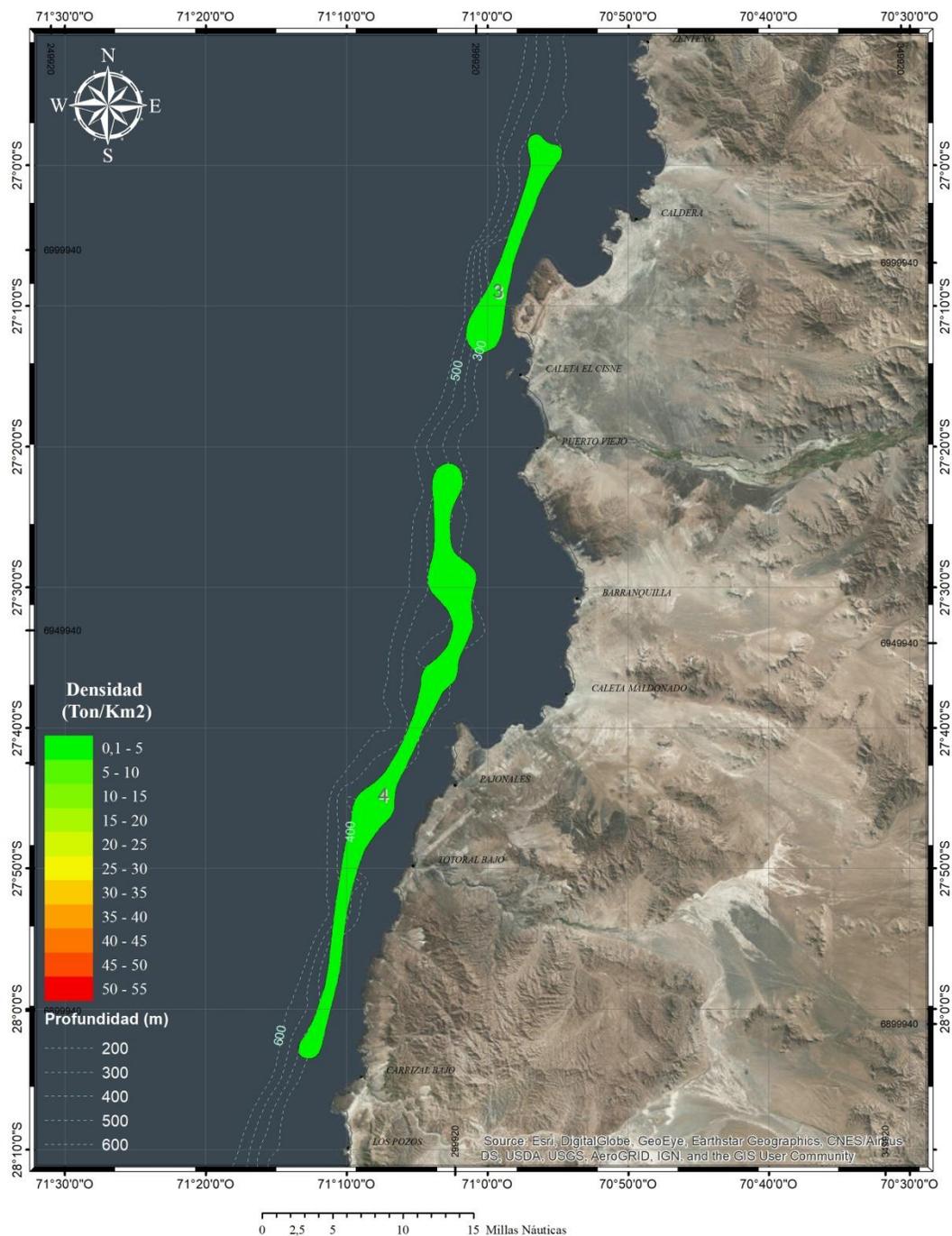


Fig. 65. Distribuci3n espacial de la densidad (t/km²) de camar3n nailon (*H. reedi*). A3o 2018. Foco 3 y 4.

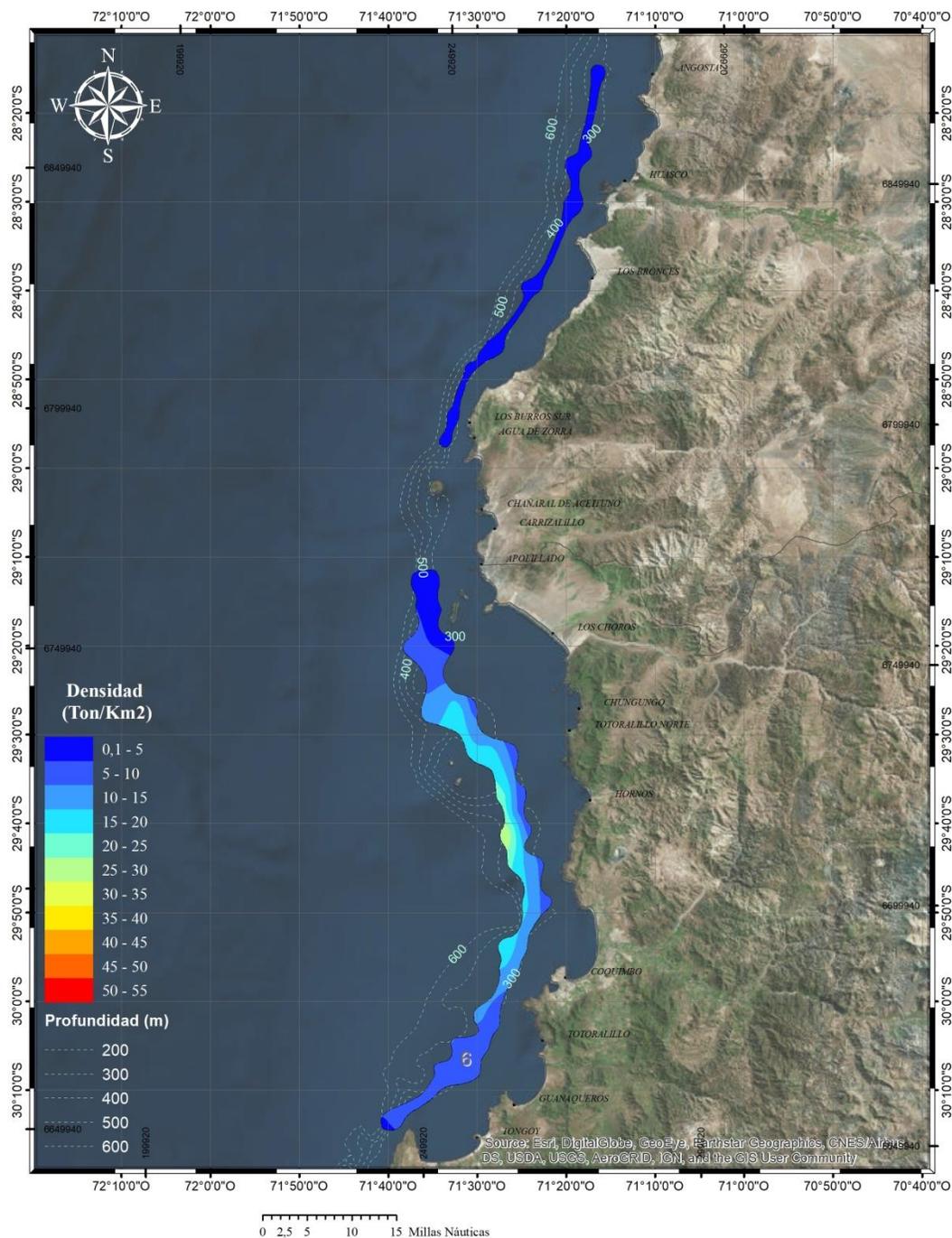


Fig. 66. Distribuci3n espacial de la densidad (t/km²) de camar3n nailon (*H. reedi*). A3o 2018. Foco 5 y 6.

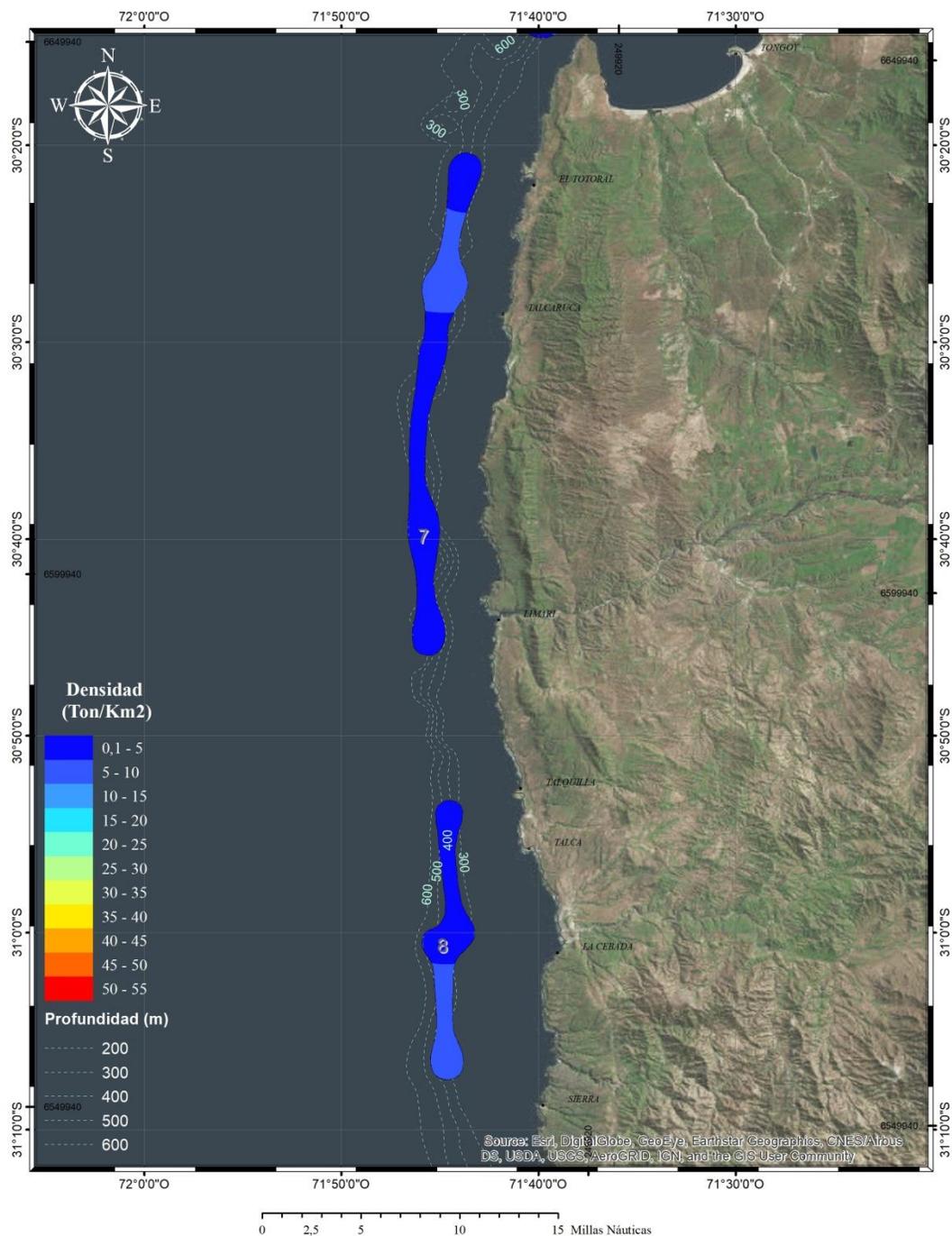


Fig. 67. Distribuci3n espacial de la densidad (t/km²) de camar3n nailon (*H. reedi*). A3o 2018. Foco 7 y 8.

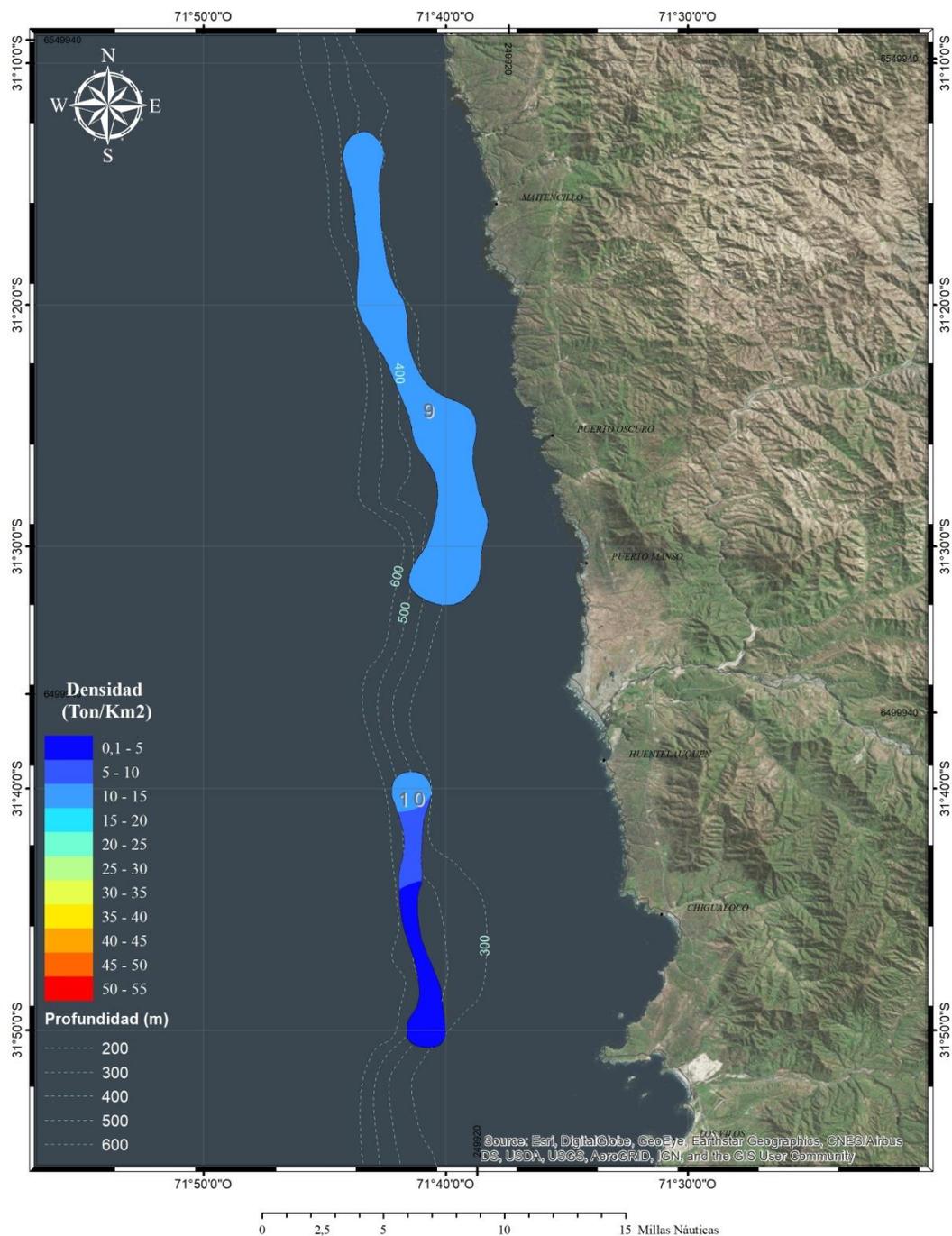


Fig. 68. Distribuci3n espacial de la densidad (t/km²) de camar3n nailon (*H. reedi*). A3o 2018. Foco 9 y 10.

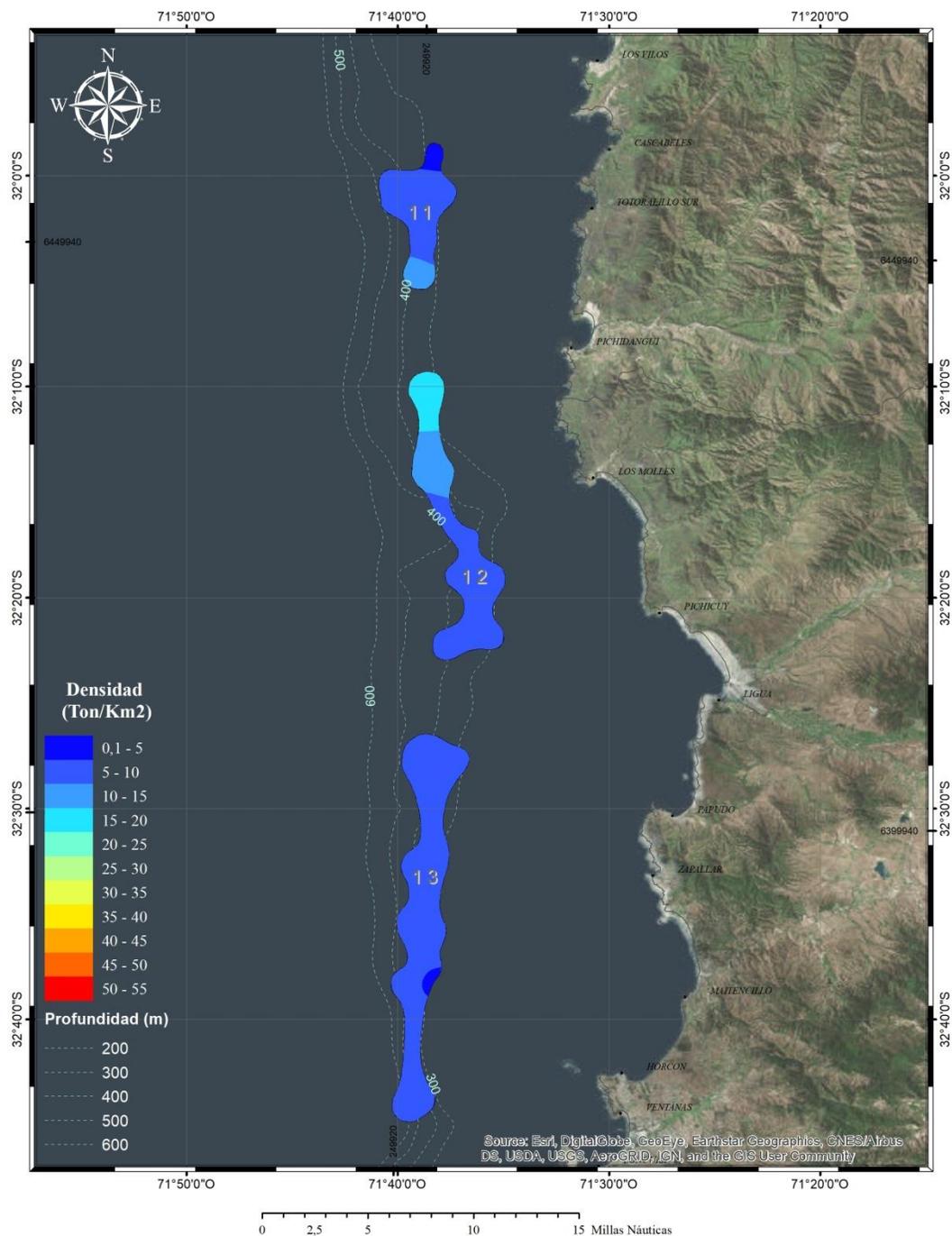


Fig. 69. Distribuci3n espacial de la densidad (t/km²) de camar3n nailon (*H. reedi*). A3o 2018. Foco 11 a 13.

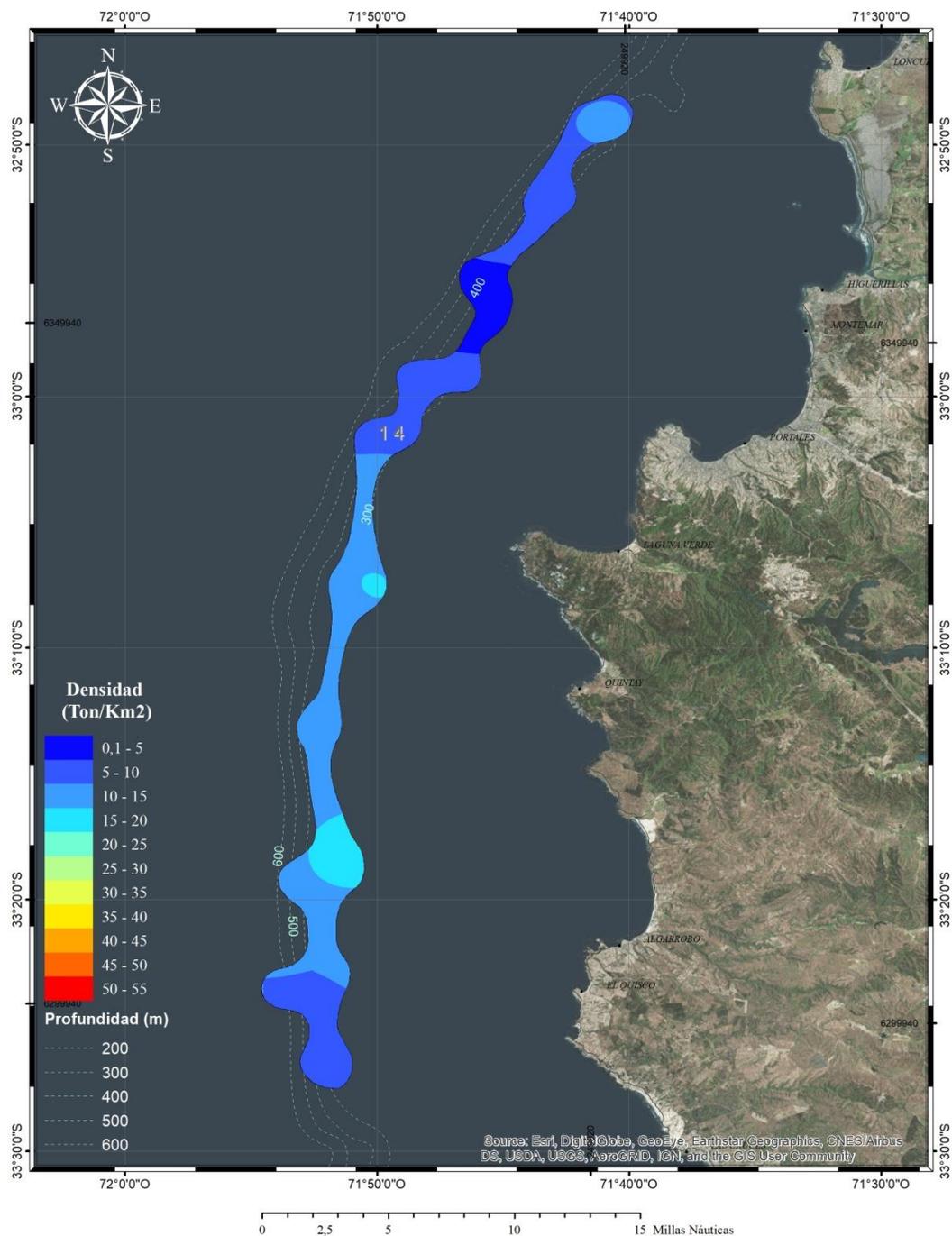


Fig. 70. Distribuci3n espacial de la densidad (t/km²) de camar3n nailon (*H. reedi*). A3o 2018. Foco 14.

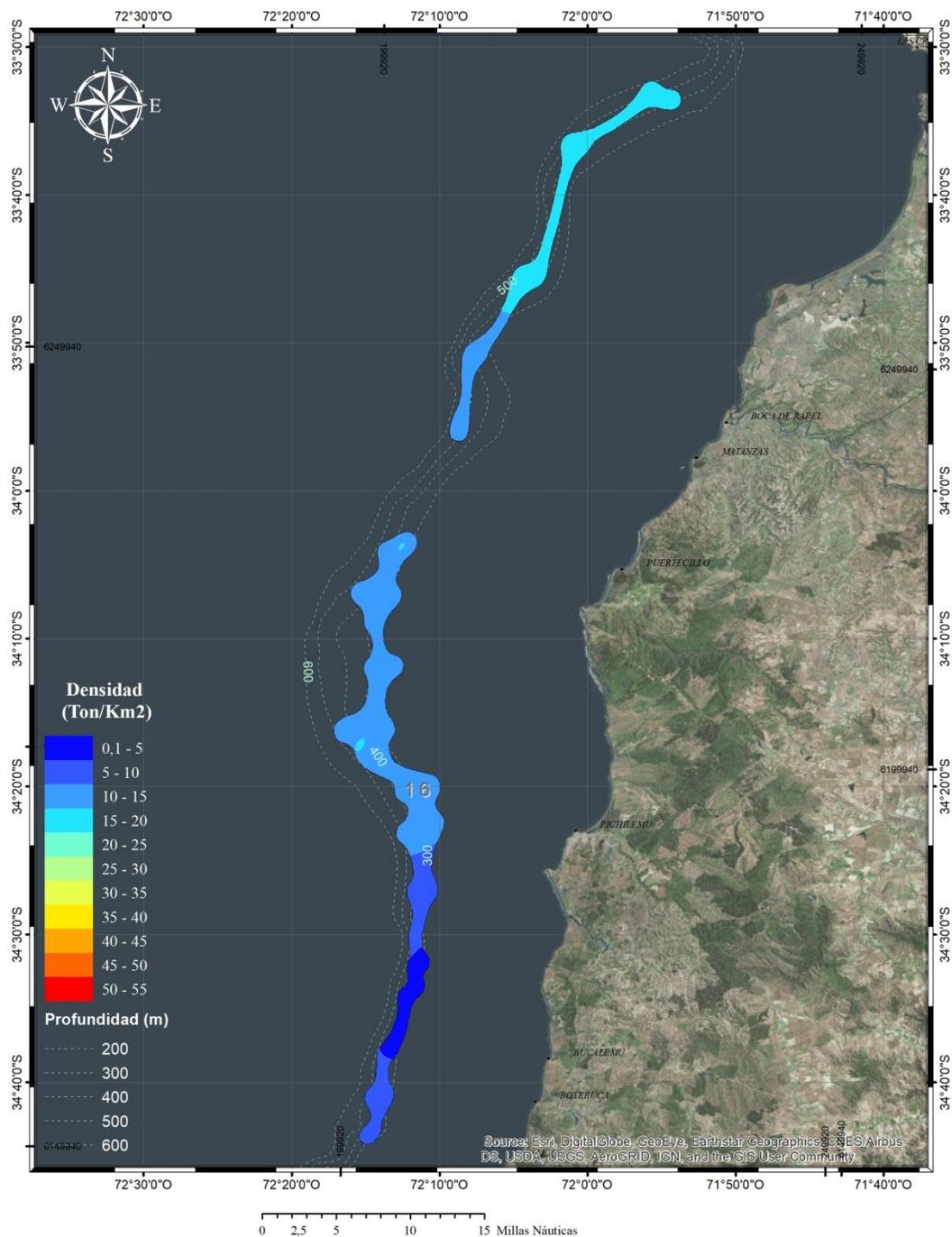


Fig. 71. Distribuci3n espacial de la densidad (t/km^2) de camar3n nailon (*H. reedi*). A3o 2018. Foco 15 y 16.

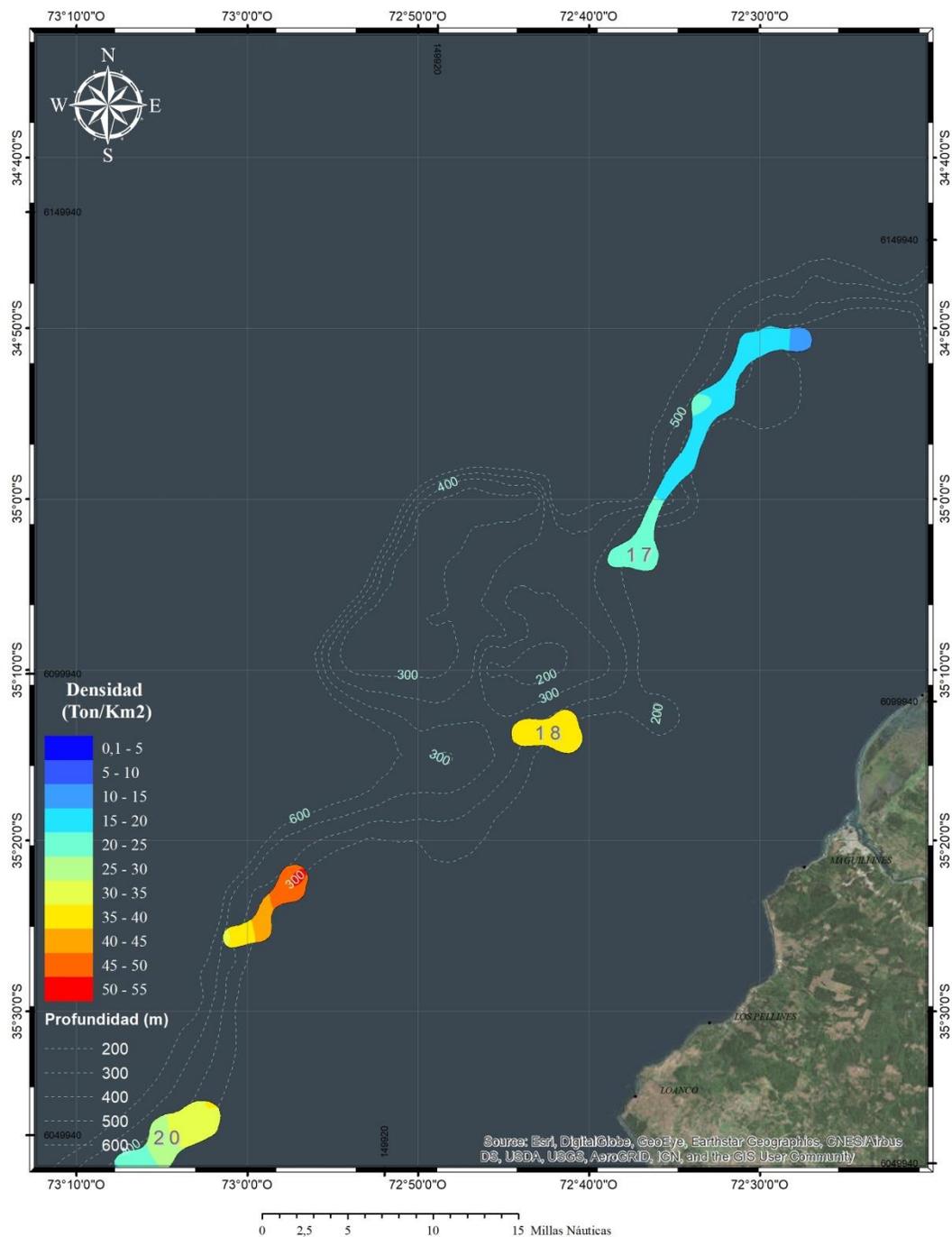


Fig. 72. Distribuci3n espacial de la densidad (t/km²) de camar3n nailon (*H. reedi*). A3o 2018. Foco 17 a 19..

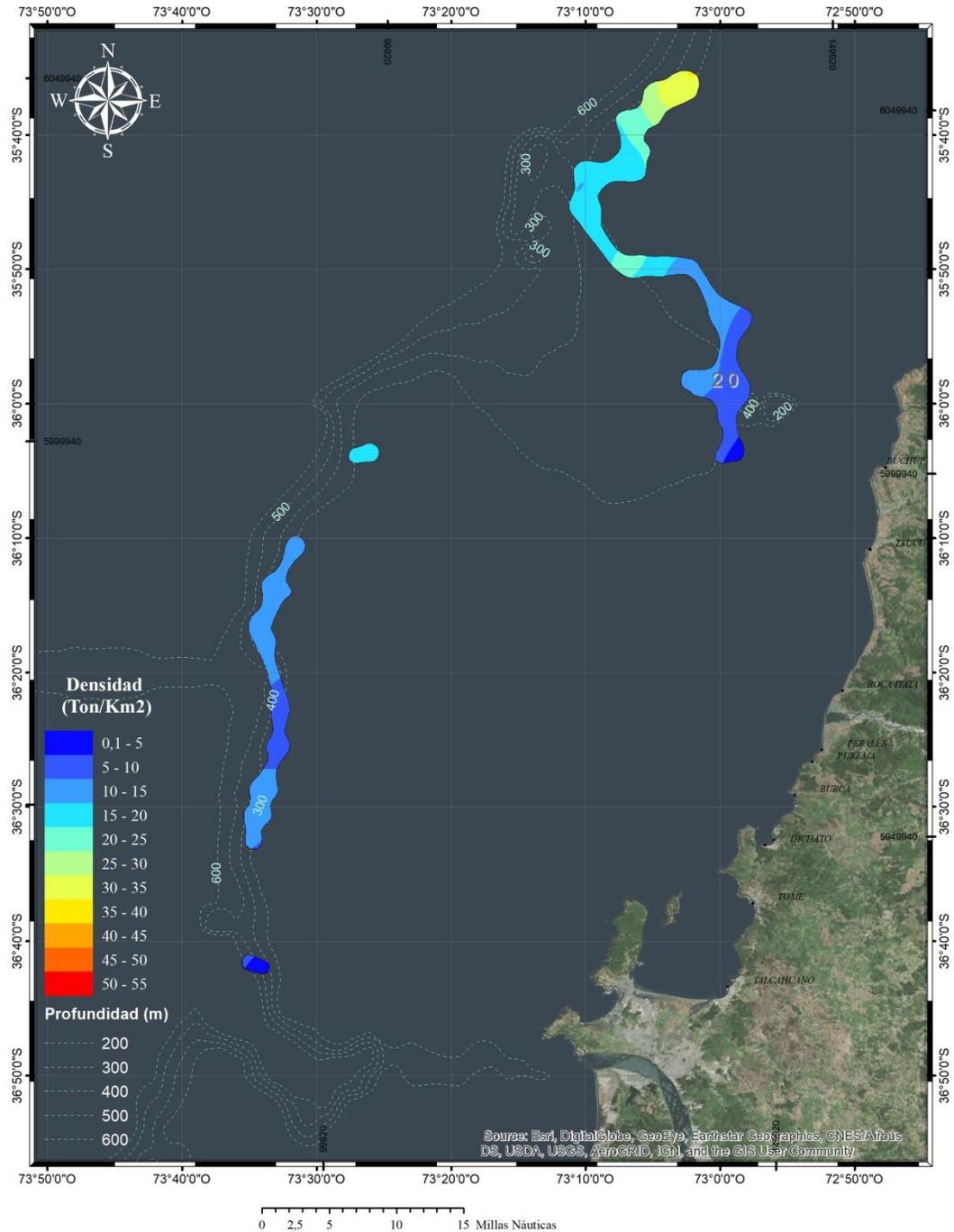


Fig. 73. Distribuci3n espacial de la densidad (t/km^2) de camar3n nailon (*H. reedi*). A3o 2018. Foco 20 a 23.



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

ANEXO 6

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



Anexo 6.1. Biomasa (t) de machos de camar3n nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero dentro de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Regi3n. Enfoque geoestadístico. Foco 1 a 12.

MC	FOCO											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10.5												
11.5												
12.5												
13.5												
14.5												
15.5												
16.5												
17.5				0.156	0.141	0.790						
18.5				0.401	0.754	2.272						0.012
19.5			1.855	1.375	1.773	5.923						
20.5	0.002		3.032	5.332	5.517	13.771	0.117		1.252		0.002	0.016
21.5	0.001		4.517	7.490	10.518	29.386	1.097	0.868	1.458		0.004	0.075
22.5	0.001		6.933	11.795	14.093	77.092	1.600	1.297	3.371		0.005	0.217
23.5	0.004		12.558	16.388	16.993	81.104	2.596	2.997	10.329		0.013	0.546
24.5	0.005		4.512	15.790	17.930	102.310	7.264	4.014	35.399		0.034	1.666
25.5	0.008		3.404	13.842	15.102	91.873	7.586	3.928	57.823		0.065	2.462
26.5	0.009		7.669	15.068	12.690	93.883	15.896	5.700	62.541		0.117	3.134
27.5	0.003		1.075	8.780	5.691	39.535	15.813	4.483	60.799		0.141	2.829
28.5				11.531	4.448	44.115	15.353	4.415	74.126		0.148	2.755
29.5	0.003			4.924	2.827	18.967	10.437	1.767	42.715		0.129	2.312
30.5				1.259	2.350	1.809	4.945	1.579	10.394		0.068	2.063
31.5					0.865		2.006	0.439			0.011	0.678
32.5						5.030					0.002	0.407
33.5												0.075
34.5												
35.5												
36.5												
37.5												
38.5												
39.5												
40.5												
Total	0.036	0.000	45.555	114.131	111.692	607.860	84.710	31.487	360.207	0.000	0.739	19.247



Anexo 6.2. Biomasa (t) de **machos** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero **dentro** de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Foco 13 a 23.



MC	FOCO											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
10.5												
11.5												
12.5												
13.5												
14.5												
15.5												
16.5												
17.5		0.002										
18.5		0.005										
19.5		0.021										
20.5		0.051										
21.5		0.094										
22.5		0.158										
23.5		0.226										
24.5		0.455										
25.5		0.555										
26.5		0.846										
27.5		0.782										
28.5		0.715										
29.5		0.656										
30.5		0.369										
31.5		0.183										
32.5		0.053										
33.5												
34.5												
35.5												
36.5												
37.5												
38.5												
39.5												
40.5												
Total	0.000	5.171	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Anexo 6.3. Biomasa (t) de **hembras** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero **dentro** de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Foco 1 a 12.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

MC	FOCO											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10.5												
11.5												
12.5												
13.5												
14.5												
15.5												
16.5												
17.5					0.071							
18.5			0.315	0.188	0.586	0.319						
19.5			1.484	0.897	2.758	4.227	0.098					
20.5	0.001		3.465	3.213	6.322	8.770	0.117	0.106			0.001	0.032
21.5	0.002		4.015	7.138	9.586	37.054	0.274					0.075
22.5	0.003		8.088	12.373	13.940	60.495	0.480	0.432	1.124		0.002	
23.5	0.004		3.966	19.003	18.569	88.345	2.225	0.999	3.873		0.005	0.322
24.5	0.004		12.031	23.335	20.122	117.893	5.341	3.823	11.800		0.021	1.863
25.5	0.011		6.808	18.662	13.524	106.366	4.894	6.982	35.197		0.036	3.932
26.5	0.013		8.628	22.955	18.274	169.815	15.617	17.844	73.913		0.080	6.845
27.5	0.018		4.300	9.484	10.528	151.146	19.292	25.215	143.997		0.134	6.830
28.5	0.013		1.201	7.137	7.625	85.286	31.063	40.995	155.425		0.161	8.625
29.5	0.019			6.344	7.421	34.761	45.360	34.642	141.492		0.217	10.003
30.5	0.003			6.824	7.833	39.437	44.054	37.501	142.545		0.129	8.418
31.5	0.002			1.844	4.327	3.985	36.616	26.355	82.302		0.104	7.765
32.5				0.817	2.382	2.188	21.195	7.307	29.102		0.068	5.364
33.5					1.569	2.395	11.128	2.693	6.011		0.026	2.238
34.5					0.573		2.049		2.201		0.005	0.409
35.5					1.251						0.006	0.179
36.5												
37.5								0.782				
38.5												
39.5												
40.5												
Total	0.093	0.000	54.301	140.214	147.261	912.482	239.803	205.676	828.982	0.000	0.995	62.900



Anexo 6.4. Biomasa (t) de **hembras** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero **dentro** de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Foco 13 a 23.

MC	FOCO										
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
10.5											
11.5											
12.5											
13.5											
14.5											
15.5											
16.5											
17.5											
18.5		0.002									
19.5		0.006									
20.5		0.011									
21.5		0.028									
22.5		0.058									
23.5		0.097									
24.5		0.295									
25.5		0.578									
26.5		1.067									
27.5		1.304									
28.5		1.482									
29.5		1.457									
30.5		1.650									
31.5		1.306									
32.5		1.260									
33.5		0.856									
34.5		0.428									
35.5		0.123									
36.5		0.034									
37.5											
38.5											
39.5											
40.5											
Total	0.000	12.042	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



Anexo 6.5. Biomasa (t) de **machos** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero **fuera** de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Foco 1 a 12.



MC	FOCO											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10.5												
11.5												
12.5												
13.5												
14.5												
15.5						0.216						
16.5						1.185						
17.5		0.022			0.008	1.929			0.294			
18.5		0.051	0.037		0.113	8.175			0.472			0.080
19.5		0.133	0.088		0.097	18.473			0.562			
20.5	0.001	0.153	0.258	0.396	0.303	40.226			0.497	0.257		0.110
21.5		0.234	0.119	1.159	0.577	92.833		0.052	2.524	0.608		0.509
22.5		0.333	0.137	1.888	0.905	151.340		0.077	2.934	0.714		1.401
23.5	0.001	0.554	0.472	1.870	1.685	200.328		0.179	1.073	8.343	1.978	3.691
24.5	0.001	0.652	0.536	7.162	2.525	271.170		0.239	4.289	10.477	5.186	11.098
25.5	0.002	1.048	0.911	4.910	1.991	282.733		0.234	11.140	15.722	10.002	16.363
26.5	0.002	0.603	0.570	6.511	1.133	367.330		0.340	11.809	19.801	18.140	20.662
27.5	0.001	0.828	0.511	6.314	1.780	224.927		0.267	15.065	10.096	21.763	18.413
28.5		0.480		4.741	1.063	165.022		0.263	11.920	9.389	22.837	17.824
29.5	0.001	0.385		7.313	1.977	110.072		0.105	5.545	7.202	19.985	14.740
30.5				4.457	1.812	53.875		0.094		4.950	10.456	13.121
31.5		0.058		2.481	0.419	11.727		0.026		0.689	1.758	3.850
32.5					0.409	4.877				0.764	0.327	2.351
33.5						2.163				0.844		0.282
34.5												
35.5												
36.5												
37.5												
38.5												
39.5												
40.5												
Total	0.009	5.534	3.639	49.202	16.797	2008.601	0.000	1.876	60.841	95.560	114.011	124.495

Anexo 6.6. Biomasa (t) de machos de camar3n nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero fuera de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Regi3n. Enfoque geoestadístico. Foco 13 a 23.



MC	FOCO										
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
10.5											
11.5											
12.5											
13.5											
14.5											
15.5											
16.5											
17.5		0.188		0.197						0.083	
18.5		0.570	0.655	0.674	0.224			0.060		0.101	
19.5		2.332	1.551	2.214	0.531		0.499	0.582		0.242	
20.5	0.520	5.557	4.095	6.185	1.245		1.756	3.224		0.433	0.036
21.5	0.457	10.234	7.986	11.602	2.898	0.927	2.043	7.810	0.447	1.703	0.083
22.5	2.837	17.207	8.339	17.282	6.282	2.133	4.723	23.004	0.776	7.381	0.143
23.5	6.969	24.519	22.695	41.054	12.989	4.271	14.464	42.818	1.785	13.229	1.149
24.5	21.904	49.421	87.308	79.848	39.007	6.941	30.967	98.431	2.892	21.466	1.620
25.5	33.105	60.363	106.819	112.529	74.271	20.426	43.379	175.649	4.450	41.018	1.977
26.5	44.676	91.954	101.352	142.853	69.143	24.778	27.827	273.753	12.044	107.893	2.469
27.5	39.472	85.032	57.610	138.813	62.724	27.788	23.854	193.527	15.544	119.129	3.846
28.5	33.155	77.710	49.768	95.555	48.045	15.518	40.089	134.892	10.795	103.559	2.301
29.5	36.322	71.317	58.601	69.157	30.786	11.099	31.691	118.023	8.351	59.920	1.449
30.5	13.694	40.074	41.704	52.962	28.716	19.142	24.874	79.818	5.854	42.560	1.113
31.5	7.625	19.859	10.932	33.783	9.793	6.043	6.891	22.031	2.674	45.688	0.684
32.5	1.209	5.744	3.055	28.835	13.523	3.329		10.539	0.845	7.892	
33.5			2.194	6.054	2.979	1.828	2.794	7.322	1.863	3.189	
34.5				3.327	3.272	2.002	6.137	1.623			
35.5				0.912							
36.5				0.997							
37.5										1.181	
38.5											
39.5											
40.5											
Total	241.945	562.081	564.664	844.833	406.428	146.225	261.988	1193.106	68.320	576.667	16.870



Anexo 6.7. Biomasa (t) de **hembras** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero **fuera** de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Foco 1 a 12.

MC	FOCO											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10.5												
11.5												
12.5												
13.5												
14.5												
15.5						0.101						
16.5						0.424						
17.5		0.011				3.251				0.098	0.037	
18.5		0.076	0.037			4.856				0.472		
19.5		0.251	0.088	0.502		10.791				0.140		
20.5		0.238	0.103	0.791	0.494	28.964		0.006			0.129	0.220
21.5		0.293	0.179	1.854	0.114	56.027					0.076	0.509
22.5	0.001	0.378	0.206	3.776	0.527	114.643		0.026		1.354	0.357	
23.5	0.001	0.302	0.393	5.299	1.054	163.072		0.060	1.073	3.389	0.833	2.181
24.5	0.001	0.652	0.536	7.521	1.541	282.998		0.228	3.064	2.694	3.257	12.817
25.5	0.002	0.890	1.214	5.319	1.550	312.677		0.416	7.659	2.734	5.557	27.563
26.5	0.003	1.844	2.279	13.953	3.926	495.343		1.063	16.533	7.377	12.412	48.612
27.5	0.004	1.301	1.662	10.524	2.445	394.752		1.503	10.634	12.291	20.675	49.869
28.5	0.003	1.310	1.570	12.446	2.184	369.157		2.443	10.926	11.860	24.894	63.294
29.5	0.004	1.156	1.429	10.637	3.948	259.363		2.065	5.545	14.404	33.463	74.881
30.5	0.001	0.795	1.057	14.857	2.693	154.508		2.235	6.168	8.662	19.867	68.959
31.5		0.581	1.557	4.963	2.974	77.887		1.571	4.103	10.328	16.112	62.775
32.5		0.381	1.072		1.228	29.702		0.435		5.346	10.468	44.248
33.5		0.277	0.235	1.015	0.899	16.396		0.160		3.378	4.005	16.832
34.5		0.075	0.258			4.724				0.931	0.808	3.692
35.5		0.163				2.573					0.894	1.208
36.5												
37.5								0.047				
38.5												
39.5												
40.5												
Total	0.020	10.974	13.875	93.457	25.577	2782.209	0.000	12.258	65.705	85.458	153.844	477.660



Anexo 6.8. Biomasa (t) de **hembras** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero **fuera** de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Foco 13 a 23.



MC	FOCO											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
10.5												
11.5												
12.5												
13.5												
14.5												
15.5												
16.5	0.063											
17.5			0.274	0.188							0.083	
18.5	0.092	0.228		0.174								
19.5	0.330	0.686	1.938	0.678	0.265			0.072				
20.5	0.390	1.144	3.185	2.756	0.311		1.171	0.693		0.144		
21.5	0.305	3.089	3.993	6.752	0.725		2.043	4.539		0.341		
22.5	0.532	6.339	6.173	9.004	2.932		0.787	6.872	0.259	2.394	0.095	
23.5	2.050	10.546	8.881	14.739	5.292		2.712	19.626	0.744	8.123	0.164	
24.5	8.950	32.032	23.465	37.426	21.427	4.165	16.516	39.390	1.701	9.660	0.561	
25.5	21.532	62.819	45.961	75.797	48.058	10.213	28.138	96.870	5.031	16.962	0.424	
26.5	33.354	116.047	73.676	110.072	91.015	28.318	63.605	197.624	4.380	28.560	1.115	
27.5	46.051	141.720	84.429	140.762	140.533	54.583	104.363	261.632	4.935	40.512	1.073	
28.5	53.828	161.119	71.384	158.671	142.355	79.806	113.586	328.027	5.813	66.768	2.100	
29.5	57.765	158.417	89.262	148.621	117.186	71.529	70.838	251.733	11.753	70.162	1.114	
30.5	42.550	179.346	80.584	146.085	81.729	80.671	51.821	212.750	4.821	46.586	0.866	
31.5	41.394	141.954	85.878	125.190	64.876	84.608	82.691	196.853	1.910	32.818	0.410	
32.5	27.807	137.036	72.746	111.640	58.149	99.858	101.487	227.450	2.957	33.002	0.453	
33.5	21.402	93.069	70.513	115.601	38.726	51.183	69.852	182.028	1.397	31.092	0.663	
34.5	6.640	46.526	29.096	92.125	29.446	18.020	24.546	96.799	0.512	29.145	0.182	
35.5	0.812	13.414	17.264	51.563	8.959	4.375	3.360	24.475	1.123	5.853		
36.5		3.696	8.664	18.494	3.916			3.951		2.149		
37.5				4.350								
38.5										1.294		
39.5												
40.5												
Total	365.847	1309.227	777.366	1370.688	855.900	587.329	737.516	2151.384	47.336	425.648	9.220	

Anexo 6.9. Abundancia (miles de ejemplares) de machos de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero dentro de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Foco 1 a 12.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISI3N INVESTIGACI3N PESQUERA

MC	FOCO											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10.5												
11.5												
12.5												
13.5												
14.5												
15.5												
16.5												
17.5				94.1	81.6	416.7						
18.5				200.7	367.1	1014.5						4.6
19.5			676.1	577.1	734.2	2259.5						
20.5	0.8		946.6	1894.6	1957.9	4524.0	42.7		369.3		0.6	4.6
21.5	0.4		1217.0	2271.1	3222.4	8372.4	341.9	236.3	369.3		1.2	18.4
22.5	0.3		1622.7	3073.9	3752.6	19173.2	427.4	303.8	738.6		1.2	45.9
23.5	0.8		2569.3	3695.2	3956.6	17711.8	598.3	607.7	1969.6		2.7	101.1
24.5	0.9		811.3	3098.9	3671.1	19725.6	1453.1	709.0	5908.8		6.2	271.0
25.5	1.3		540.9	2377.7	2732.9	15716.6	1324.9	607.7	8493.9		10.4	353.7
26.5	1.3		1081.8	2277.0	2039.5	14315.8	2436.0	776.5	8124.6		16.5	399.7
27.5	0.4		135.2	1172.7	815.8	5396.5	2136.9	540.2	7016.7		17.4	321.6
28.5				1367.5	571.1	5411.8	1837.7	472.6	7632.2		16.1	280.2
29.5	0.3			520.6	326.3	2098.8	1111.2	168.8	3939.2		12.4	211.3
30.5				119.1	244.7	181.2	470.1	135.0	861.7		5.8	170.0
31.5					81.6		171.0	33.8			0.9	50.5
32.5						416.7					0.1	27.6
33.5												4.6
34.5												
35.5												
36.5												
37.5												
38.5												
39.5												
40.5												
Total	6.4	0.0	9600.9	22740.3	24555.4	116735.3	12351.2	4591.4	45423.8	0.0	91.5	2264.7



Anexo 6.10. Abundancia (miles de ejemplares) de **machos** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero **dentro** de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Foco 13 a 23.

MC	FOCO										
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
10.5											
11.5											
12.5											
13.5											
14.5											
15.5											
16.5											
17.5		0.9									
18.5		2.4									
19.5		8.0									
20.5		16.0									
21.5		24.9									
22.5		35.7									
23.5		43.7									
24.5		76.1									
25.5		80.8									
26.5		107.6									
27.5		87.4									
28.5		70.5									
29.5		57.3									
30.5		28.7									
31.5		12.7									
32.5		3.3									
33.5											
34.5											
35.5											
36.5											
37.5											
38.5											
39.5											
40.5											
Total	0.0	656.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



Anexo 6.11. Abundancia (miles de ejemplares) de **hembras** de camar3n nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero **dentro** de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Regi3n. Enfoque geoestadístico. Foco 1 a 12.

MC	FOCO											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10.5												
11.5												
12.5												
13.5												
14.5												
15.5												
16.5												
17.5					40.8						0.1	
18.5	0.1		135.2	94.1	285.5	142.3						
19.5	0.1		540.9	376.4	1142.1	1612.4	42.7					
20.5	0.4		1081.8	1141.8	2243.4	2881.0	42.7	33.8			0.3	9.2
21.5	0.7		1081.8	2164.5	2936.8	10557.1	85.5				0.1	18.4
22.5	0.7		1893.1	3224.6	3711.8	15045.5	128.2	101.3	246.2		0.6	
23.5	0.8		811.3	4284.8	4323.7	19293.2	512.9	202.6	738.6		1.2	59.7
24.5	0.8		2163.5	4579.7	4119.7	22730.1	1068.4	675.2	1969.6		3.9	303.2
25.5	1.8		1081.8	3205.6	2447.4	18196.0	854.8	1080.3	5170.2		5.8	565.0
26.5	1.8		1217.0	3468.9	2936.8	25894.2	2393.3	2430.8	9601.8		11.3	872.8
27.5	2.2		540.9	1266.9	1509.2	20631.5	2607.0	3038.5	16618.4		16.5	776.3
28.5	1.5		135.2	846.4	978.9	10462.4	3718.2	4388.9	16003.0		17.5	877.4
29.5	2.0			670.7	856.6	3846.6	4829.4	3308.5	13048.6		20.8	914.1
30.5	0.3			645.7	815.8	3950.0	4188.3	3207.3	11817.6		11.0	693.6
31.5	0.1			156.6	407.9	362.4	3119.9	2025.6	6155.0		8.0	578.8
32.5				62.5	203.9	181.2	1624.0	506.4	1969.6		4.6	362.9
33.5					122.4	181.2	769.3	168.8	369.3		1.6	137.8
34.5					40.8		128.2		123.1		0.3	23.0
35.5					81.6						0.3	9.2
36.5												
37.5							33.8					
38.5												
39.5												
40.5												
Total	13.3	0.0	10682.3	26189.1	29205.1	155967.3	26112.9	21201.7	83830.8	0.0	103.9	6201.4



Anexo 6.12. Abundancia (miles de ejemplares) de **hembras** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero **dentro** de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Foco 13 a 23.



MC	FOCO										
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
10.5											
11.5											
12.5											
13.5											
14.5											
15.5											
16.5											
17.5											
18.5		0.9									
19.5		2.4									
20.5		3.3									
21.5		7.5									
22.5		13.2									
23.5		18.8									
24.5		49.3									
25.5		84.1									
26.5		135.8									
27.5		145.7									
28.5		146.2									
29.5		127.4									
30.5		128.3									
31.5		90.7									
32.5		78.5									
33.5		47.9									
34.5		21.6									
35.5		5.6									
36.5		1.4									
37.5											
38.5											
39.5											
40.5											
Total	0.0	1108.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Anexo 6.13. Abundancia (miles de ejemplares) de **machos** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero **fuera** de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Foco 1 a 12.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

MC	FOCO											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10.5												
11.5												
12.5												
13.5												
14.5												
15.5						163.7						
16.5						744.8						
17.5		10.5			4.5	1017.3				159.7		
18.5		21.1	16.1		55.2	3650.5				212.9		31.1
19.5		47.5	32.2		40.3	7047.3				212.9		
20.5	0.2	47.5	80.4	140.6	107.5	13214.9				159.7	89.4	31.1
21.5	0.1	63.3	32.2	351.4	176.8	26449.2		14.1		692.1	178.8	124.3
22.5	0.1	79.1	32.2	492.0	241.0	37639.0		18.1		692.1	178.8	297.0
23.5	0.2	116.0	96.5	421.7	392.4	43748.6		36.2	204.5	1703.5	424.7	683.5
24.5	0.2	121.3	96.5	1405.7	517.0	52282.5		42.3	715.9	1863.2	961.3	1805.7
25.5	0.3	174.0	144.7	843.4	360.3	48367.0		36.2	1636.4	2448.8	1609.6	2351.3
26.5	0.3	89.7	80.4	984.0	182.0	56012.4		46.3	1534.1	2715.0	2548.5	2634.6
27.5	0.1	110.7	64.3	843.4	255.1	30702.6		32.2	1738.6	1224.4	2682.6	2092.8
28.5		58.0		562.3	136.5	20244.1		28.2	1227.3	1011.5	2481.4	1813.1
29.5	0.1	42.2		773.1	228.2	12180.2		10.1	511.4	692.1	1922.5	1347.1
30.5				421.7	188.7	5396.1		8.1		425.9	894.2	1081.1
31.5		5.3		210.9	39.5	1066.6		2.0		53.2	134.1	287.0
32.5					35.1	404.0				53.2	22.4	159.0
33.5						163.7				53.2		17.4
34.5												
35.5												
36.5												
37.5												
38.5												
39.5												
40.5												
Total	1.4	986.2	675.3	7450.1	2960.1	360494.4	0.0	273.7	7568.2	14373.4	14128.4	14756.2



Anexo 6.14. Abundancia (miles de ejemplares) de **machos** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero **fuera** de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Foco 13 a 23.

MC	FOCO										
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
10.5											
11.5											
12.5											
13.5											
14.5											
15.5											
16.5											
17.5		102.2		89.9						43.6	
18.5		255.5	262.4	256.6	84.5			26.3		43.6	
19.5		868.6	524.8	712.1	168.9		157.0	212.5		87.3	
20.5	151.7	1737.2	1180.8	1693.7	337.9		471.0	989.4		130.9	10.0
21.5	113.8	2708.0	1976.9	2726.2	675.7	215.7	471.0	2029.4	113.6	436.5	20.0
22.5	606.8	3883.2	1784.6	3508.9	1267.0	431.4	942.0	5100.0	170.3	1614.9	30.0
23.5	1289.5	4751.8	4225.2	7248.3	2280.6	754.9	2511.9	8155.9	340.7	2487.8	210.2
24.5	3527.2	8277.3	14223.0	12330.7	5997.2	1078.4	4709.8	16210.5	482.6	3491.6	260.2
25.5	4665.0	8788.3	15308.4	15281.2	10051.6	2803.8	5808.8	25157.0	652.9	5804.8	280.2
26.5	5537.3	11700.7	12841.0	17143.5	8277.8	3019.5	3296.9	34280.9	1561.4	13355.4	310.3
27.5	4323.7	9503.6	6482.3	14789.2	6672.9	3019.5	2511.9	21295.0	1788.5	12962.6	430.4
28.5	3223.8	7664.2	4994.5	9076.5	4561.2	1509.7	3767.9	13103.0	1107.2	9951.1	230.2
29.5	3147.9	6233.5	5265.8	5879.9	2618.5	970.6	2668.9	10164.0	766.5	5106.5	130.1
30.5	1062.0	3116.8	3367.9	4045.5	2196.1	1509.7	1883.9	6118.7	482.6	3229.7	90.1
31.5	531.0	1379.6	796.1	2326.4	675.7	431.4	471.0	1509.0	198.7	3098.8	50.0
32.5	75.9	357.7	201.3	1796.0	844.7	215.7		647.3	56.8	480.1	
33.5			131.2	342.1	168.9	107.8	157.0	404.5	113.6	174.6	
34.5				171.0	168.9	107.8	314.0	80.9			
35.5				42.8							
36.5				42.8							
37.5										43.6	
38.5											
39.5											
40.5											
Total	28255.6	71328.1	73566.1	99502.9	47048.3	16175.8	30142.9	145484.1	7835.4	62543.2	2051.8



Anexo 6.15. Abundancia (miles de ejemplares) de **hembras** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero **fuera** de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Foco 1 a 12.

MC	FOCO												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
10.5													
11.5													
12.5													
13.5													
14.5													
15.5						76.7							
16.5						266.5							
17.5		5.3				1714.0				53.2	22.4		
18.5	0.0	31.6	16.1			2168.4				212.9			
19.5	0.0	89.7	32.2	210.9		4116.5				53.2			
20.5	0.1	73.8	32.2	281.1	175.3	9515.1		2.0			44.7	62.1	
21.5	0.1	79.1	48.2	562.3	35.1	15962.8					22.4	124.3	
22.5	0.1	89.7	48.2	984.0	140.2	28512.3		6.0		319.4	89.4		
23.5	0.2	63.3	80.4	1194.8	245.4	35612.5		12.1	204.5	692.1	178.8	403.9	
24.5	0.2	121.3	96.5	1476.0	315.5	54563.0		40.2	511.4	479.1	603.6	2085.4	
25.5	0.4	147.7	192.9	913.7	280.4	53489.4		64.4	1125.0	425.9	894.2	3960.6	
26.5	0.4	274.3	321.5	2108.5	631.0	75532.4		144.9	2147.7	1011.5	1743.7	6198.7	
27.5	0.5	174.1	209.0	1405.7	350.5	53883.8		181.1	1227.3	1490.6	2548.5	5667.9	
28.5	0.3	158.2	176.8	1476.0	280.4	45286.4		261.6	1125.0	1277.6	2705.0	6438.4	
29.5	0.4	126.6	144.7	1124.6	455.7	28700.5		197.2	511.4	1384.1	3219.1	6843.3	
30.5	0.1	79.1	96.5	1405.7	280.4	15475.6		191.1	511.4	745.3	1699.0	5682.2	
31.5	0.0	52.7	128.6	421.7	280.4	7083.9		120.7	306.8	798.5	1229.5	4679.5	
32.5		31.6	80.4		105.2	2460.5		30.2		372.6	715.4	2993.3	
33.5		21.1	16.1	70.3	70.1	1240.6		10.1		212.9	245.9	1036.4	
34.5		5.3	16.1			327.3				53.2	44.7	207.5	
35.5		10.5				163.7					44.7	62.1	
36.5													
37.5								2.0					
38.5													
39.5													
40.5													
Total	2.7	1635.0	1736.2	13635.2	3645.5	436152.0	0.0	1263.6	7670.5	9582.3	16050.9	46445.7	



Anexo 6.16. Abundancia (miles de ejemplares) de **hembras** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero **fuera** de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Foco 13 a 23.



MC	FOCO											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
10.5												
11.5												
12.5												
13.5												
14.5												
15.5												
16.5	37.9											
17.5			131.2	85.5							43.6	
18.5	37.9	102.2		66.3								
19.5	113.8	255.5	656.0	218.1	84.5			26.3				
20.5	113.8	357.7	918.4	754.8	84.5		314.0	212.5			43.6	
21.5	75.9	817.5	988.5	1586.5	168.9		471.0	1179.5			87.3	
22.5	113.8	1430.7	1320.9	1828.2	591.3		157.0	1523.5	56.8	523.7		20.0
23.5	379.3	2043.8	1653.4	2602.2	929.1		471.0	3738.2	141.9	1527.6		30.0
24.5	1441.2	5364.9	3822.6	5779.5	3294.2	647.0	2511.9	6487.1	283.9	1571.2		90.1
25.5	3034.2	9145.9	6586.7	10293.0	6504.0	1401.9	3767.9	13874.0	738.1	2400.5		60.0
26.5	4134.1	14766.3	9334.4	13209.4	10896.3	3450.8	7535.7	24747.6	567.8	3535.2		140.1
27.5	5044.3	15839.3	9499.9	14996.7	14950.7	5931.1	10989.6	28789.0	567.8	4408.1		120.1
28.5	5233.9	15890.4	7163.7	15071.7	13514.8	7764.4	10675.6	31863.5	596.2	6415.8		210.2
29.5	5006.4	13846.6	8021.0	12636.2	9967.2	6254.6	5965.8	21679.0	1078.8	5979.3		100.1
30.5	3299.7	13948.8	6507.7	11158.8	6250.6	6362.5	3924.8	16309.0	397.4	3535.2		70.1
31.5	2882.5	9861.3	6254.3	8621.0	4476.8	6039.0	5651.8	13483.1	141.9	2225.9		30.0
32.5	1744.6	8532.8	4793.2	6953.3	3632.1	6470.3	6279.8	13968.6	198.7	2007.7		30.0
33.5	1213.7	5211.7	4216.2	6531.9	2196.2	3019.5	3924.8	10056.8	85.2	1702.2		40.0
34.5	341.3	2350.4	1583.3	4735.9	1520.4	970.5	1256.0	4826.1	28.4	1440.3		10.0
35.5	37.9	613.1	857.3	2418.2	422.3	215.7	157.0	1104.4	56.8	261.9		
36.5		153.3	393.6	793.2	168.9			161.8		87.3		
37.5				171.0								
38.5											43.6	
39.5												
40.5												
Total	34286.1	120532.2	74702.3	120511.7	79652.8	48527.3	64053.5	194030.0	4939.7	37840.1		950.8

Anexo 6.17. Biomasa (t) de machos de camar3n nailon (*Heterocarpus reedi*) por Regi3n fuera y dentro de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Regi3n. Enfoque geoestadístico.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

MC	REGION - FUERA								REGION - DENTRO							
	2	3	4	5	6	7	8	2	3	4	5	6	7	8		
10.5																
11.5																
12.5																
13.5																
14.5																
15.5										0.216						
16.5										1.185						
17.5		0.297	0.790	0.002					0.029	2.224	0.188	0.094	0.103	0.083		
18.5		1.155	2.276	0.014					0.202	8.647	1.305	0.674	0.224	0.161		
19.5		5.003	5.923	0.021					0.318	19.035	3.882	1.995	1.471	0.603		
20.5	0.002	13.881	15.146	0.063				0.001	1.109	40.981	10.281	5.153	6.142	1.584		
21.5	0.001	22.524	32.834	0.148					2.090	96.017	18.620	11.667	11.040	5.372		
22.5	0.001	32.821	83.428	0.312					3.264	155.148	28.720	16.989	33.025	12.692		
23.5	0.004	45.939	97.196	0.614				0.001	4.581	211.901	55.615	41.979	72.560	19.479		
24.5	0.005	38.232	149.500	1.639				0.001	10.876	291.575	164.356	82.417	171.867	32.050		
25.5	0.008	32.348	161.986	2.305				0.002	8.860	320.194	206.508	119.360	307.669	56.450		
26.5	0.009	35.428	179.044	3.074				0.002	8.817	418.102	251.879	145.405	391.467	129.972		
27.5	0.003	15.546	121.588	2.794				0.001	9.433	273.036	192.137	144.739	305.613	142.346		
28.5		15.979	138.952	2.673					6.285	210.455	176.036	93.233	240.636	118.280		
29.5	0.003	7.751	74.683	2.300				0.001	9.675	144.050	176.720	69.507	192.840	71.247		
30.5		3.609	19.391	1.835					6.269	70.430	103.200	53.601	154.532	51.244		
31.5		0.865	2.653	0.665					2.959	15.132	39.409	32.972	46.724	49.814		
32.5			5.150	0.343					0.409	6.481	10.781	29.899	27.391	8.737		
33.5			0.022	0.053						3.290	2.194	6.054	14.923	5.052		
34.5												3.327	13.033			
35.5												0.912				
36.5												0.997				
37.5														1.181		
38.5																
39.5																
40.5																
Total	0.036	271.378	1090.562	18.855	0.000	0.000	0.000	0.009	75.176	2288.099	1441.831	860.974	1991.260	706.347		



Anexo 6.18. Biomasa (t) de **hembras** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por Región **fuera y dentro** de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico.

MC	REGION - FUERA							REGION - DENTRO						
	2	3	4	5	6	7	8	2	3	4	5	6	7	8
10.5														
11.5														
12.5														
13.5														
14.5														
15.5										0.101				
16.5										0.424	0.063			
17.5		0.071							0.011	3.386	0.274	0.188		0.083
18.5		1.089	0.319	0.002					0.114	5.328	0.320	0.112	0.062	
19.5		5.139	4.325	0.006					0.842	10.931	2.954	0.532	0.412	0.072
20.5	0.001	13.000	9.003	0.034					1.626	29.099	4.938	2.499	2.004	0.573
21.5	0.002	20.739	37.350	0.082					2.440	56.103	7.613	6.834	6.394	1.455
22.5	0.003	34.401	62.534	0.058				0.001	4.886	116.381	12.389	9.079	8.678	5.241
23.5	0.004	41.538	95.541	0.326				0.001	7.048	168.426	22.528	14.934	26.352	11.242
24.5	0.004	55.488	139.415	1.619				0.001	10.250	292.454	75.330	37.164	80.443	14.957
25.5	0.011	38.994	154.612	3.373				0.002	8.973	330.010	153.973	76.303	181.479	26.643
26.5	0.013	49.857	279.247	5.934				0.003	22.003	535.045	258.864	117.048	380.941	37.207
27.5	0.018	24.313	341.758	6.160				0.004	15.931	443.526	310.925	145.140	559.182	51.542
28.5	0.013	15.962	315.423	7.615				0.003	17.510	424.235	342.575	156.056	662.794	80.371
29.5	0.019	13.764	259.363	8.569				0.004	17.170	322.066	369.980	148.971	512.223	84.863
30.5	0.003	14.657	266.098	7.635				0.001	19.401	203.463	356.814	145.914	425.968	56.049
31.5	0.002	6.170	151.606	6.826					10.075	120.259	316.932	125.898	432.363	35.907
32.5		3.199	61.409	5.075					2.681	53.916	272.810	108.167	490.623	37.269
33.5		1.569	22.900	2.447					2.427	25.633	195.435	118.205	341.967	35.058
34.5		0.573	4.374	0.719					0.333	7.390	82.451	92.410	170.045	30.895
35.5		1.251	0.057	0.250					0.163	3.466	31.287	52.472	40.505	8.142
36.5				0.034							12.360	17.945	8.416	2.149
37.5			0.782							0.047		4.350		
38.5														1.294
39.5														
40.5														
Total	0.093	341.774	2206.116	56.764	0.000	0.000	0.000	0.020	143.884	3151.689	2830.815	1380.221	4330.851	521.012



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

MC	REGION - FUERA							REGION - DENTRO						
	2	3	4	5	6	7	8	2	3	4	5	6	7	8
10.5														
11.5														
12.5														
13.5														
14.5														
15.5										163.7				
16.5										744.8				
17.5		175.7	416.7	0.9				15.0	1177.0	102.2	42.8	47.1	43.6	
18.5		567.8	1015.9	5.6				92.4	3863.4	548.9	256.6	84.5	70.0	
19.5		1987.5	2259.5	8.0				119.9	7260.3	1393.4	641.4	477.5	218.9	
20.5	0.8	4799.1	4938.0	19.2				0.2	375.9	13464.0	3100.8	1411.1	1738.6	483.1
21.5	0.4	6710.5	9326.4	38.0				0.1	623.7	27334.2	4782.8	2748.6	2693.7	1385.9
22.5	0.3	8449.3	20657.5	68.4				0.1	844.3	38545.4	6344.0	3460.1	7025.6	2789.0
23.5	0.8	10221.0	20919.4	115.6				0.2	1026.6	46117.7	10529.6	7433.3	13307.2	3670.2
24.5	0.9	7581.4	27881.0	268.8				0.2	2140.4	55900.0	26957.7	12771.2	27396.1	5234.5
25.5	1.3	5651.5	26255.7	332.3				0.3	1522.5	54150.1	29659.4	16282.3	42931.9	8027.5
26.5	1.3	5398.3	25784.9	391.8				0.3	1336.1	62943.1	31855.9	17490.4	48351.5	16174.4
27.5	0.4	2123.8	15200.5	316.0				0.1	1273.6	36484.7	21457.3	15465.2	33243.0	15602.5
28.5		1938.6	15451.4	269.7					756.8	25096.7	17451.2	8863.4	23137.1	11446.3
29.5	0.3	846.9	7391.5	207.6				0.1	1043.5	15420.5	15609.8	5924.8	16525.8	6134.7
30.5		363.9	1703.0	149.5					610.4	6811.2	8190.5	4113.3	11859.5	3934.0
31.5		81.6	220.2	48.6					255.7	1325.5	2784.0	2278.2	3222.8	3400.2
32.5			424.8	22.9					35.1	514.3	689.0	1866.0	1707.6	536.9
33.5			1.3	3.3						234.3	131.2	342.1	838.3	288.1
34.5												171.0	671.7	
35.5												42.8		
36.5												42.8		
37.5														43.6
38.5														
39.5														
40.5														
Total	6.4	56896.6	179847.6	2266.3	0.0	0.0	0.0	1.4	12071.7	397550.7	181587.8	101647.4	235259.3	79483.4



Anexo 6.20. Abundancia (miles de ejemplares) de **hembras** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por Región **fuera y dentro** de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO / DIVISIÓN INVESTIGACIÓN PESQUERA

MC	REGION - FUERA							REGION - DENTRO						
	2	3	4	5	6	7	8	2	3	4	5	6	7	8
10.5														
11.5														
12.5														
13.5														
14.5														
15.5										76.7				
16.5										266.5	37.9			
17.5		40.8	0.1						5.3	1789.6	131.2	85.5		43.6
18.5	0.1	514.9	142.3	0.9				0.0	47.7	2381.4	140.1	42.8	23.5	
19.5	0.1	2059.4	1655.2	2.4				0.0	332.7	4169.8	1025.2	171.0	131.6	26.3
20.5	0.4	4467.0	2960.4	9.8				0.1	562.4	9561.8	1452.0	684.2	550.0	175.2
21.5	0.7	6183.0	10648.0	20.6				0.1	724.7	15985.2	1936.0	1609.5	1577.0	376.8
22.5	0.7	8829.5	15521.8	13.2				0.1	1262.1	28927.2	2725.2	1850.6	1836.9	1153.2
23.5	0.8	9419.8	20765.6	61.3				0.2	1583.9	36700.0	4270.1	2647.6	4882.1	2120.6
24.5	0.8	10862.9	26534.9	264.9				0.2	2009.2	56232.1	12399.1	5753.7	12746.3	2445.2
25.5	1.8	6734.7	25470.4	485.9				0.4	1534.7	56137.9	22168.0	10383.8	25272.1	3803.9
26.5	1.8	7622.7	40583.6	756.4				0.4	3335.3	80875.7	32806.7	14117.0	46659.5	4637.9
27.5	2.2	3317.0	43136.3	697.7				0.5	2139.3	59748.3	34793.5	15508.0	60437.4	5648.7
28.5	1.5	1960.5	34843.5	770.0				0.3	2091.5	51159.6	34012.2	14834.6	63712.9	7774.8
29.5	2.0	1527.2	25318.1	777.3				0.4	1851.5	34672.7	32776.6	12681.0	43944.1	7316.1
30.5	0.3	1461.4	23374.6	621.5				0.1	1861.7	19613.1	28237.5	11157.1	32769.3	4292.2
31.5	0.1	564.5	11838.2	502.2				0.0	883.5	10304.2	22562.4	8688.8	29880.5	2450.5
32.5		266.5	4390.8	336.5					217.2	4117.5	17455.1	6740.8	30580.6	2289.0
33.5		122.4	1530.0	145.9					177.6	1813.8	11293.4	6694.5	19209.7	1932.6
34.5		40.8	258.2	37.9					21.4	477.4	4290.2	4758.4	8638.1	1531.3
35.5		81.6	2.9	12.2					10.5	208.4	1500.4	2464.7	1870.3	371.3
36.5				1.4							546.9	769.7	354.3	87.3
37.5			33.8							2.0		171.0		
38.5														43.6
39.5														
40.5														
Total	13.3	66076.6	289008.7	5517.9	0.0	0.0	0.0	2.7	20652.0	475220.7	266559.9	121814.2	385076.4	48520.3





INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Almte. Manuel Blanco Encalada 839

Fono 56-32-2151500

Valparaíso, Chile

www.ifop.cl



www.ifop.cl