

INFORME FINAL

FIP N° 2009-16

EVALUACION DIRECTA DE CAMARON NAILON ENTRE LA II Y VIII REGIONES, AÑO 2009

**UNIDADES EJECUTORAS: AREA DE PESQUERIAS
DEPTO. BIOLOGIA MARINA
UNIVERSIDAD CATOLICA DEL NORTE
- SEDE COQUIMBO**

**DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA
UNIVERSIDAD DE CONCEPCION**

COQUIMBO, Agosto de 2010

COMPOSICIÓN Y ORGANIZACIÓN DEL EQUIPO PROFESIONAL Y TÉCNICO

ID	NOMBRE	TÍTULO/GRADO	FUNCIÓN EN EL PROYECTO
UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE			
1	Enzo Acuña	M.Sc. Oceanógrafo	Coordinación. Jefe de Proyecto. Análisis y elaboración de informes.
2	Alex Cortés	Biólogo Marino	Análisis Información Netmind (APA), Plano de redes, Análisis y cartografía SIG, Estructura de tallas.
3	Viviana López	Biólogo Marino	Coordinadora muestreos a bordo II-III Región, laboratorio, planificación. Digitación datos.
4	Ximena Bennett	Biólogo	Coordinadora muestreos a bordo IV-VIII Región, laboratorio, planificación. Digitación datos.
5	Juan Carlos Villarroel	MSc Ciencias del Mar	Manejo a bordo de equipo Netmind, Proporción sexual.
9	Danny Rivera	Téc. Pesquero	Muestreo a bordo II-VIII Regiones, Muestreo frecuencia y biológico-específico en laboratorio.
10	Gino Pallotti	Téc. Acuicultura	Muestreo a bordo II-VIII Regiones, Muestreo frecuencia y biológico-específico en laboratorio.
11	Claudia Valenzuela	Téc. Pesquero	Muestreo frecuencia y biológico-específico en laboratorio.
12	N.N. 1	Téc. Pesquero	Muestreo frecuencia y biológico-específico en laboratorio.
13	N.N. 2	Téc. Pesquero	Muestreo frecuencia y biológico-específico en laboratorio.
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN			
14	Hugo Arancibia	Dr.Sc. Naturales	Coordinación muestreos zona Sur. Fauna acompañante.
15	Luis Cubillos	Biólogo Pesquero	Distribución CPUE, cálculo de abundancia y biomasa.
16	Sergio Neira	Ph.D. Ecología Marina	Modelos multi-específicos modelo EwE, estimaciones M2 y consumo
17	Mónica Barros	MSc Pesquerías	Coordinación general, Analisis geoestadísticos
18	Ma. José Zúñiga	Biólogo Marino	Asistente técnica objetivos específicos 1 y 2. Confección informes.
19	Juan Pineda	Biólogo Marino	Asistente objetivo específico 4 (by-catch), análisis comunitarios.
CONSULTORES INDEPENDIENTES			
20	Luis Cid	Ph.D. Estadística	Análisis estadísticos, diseño de muestreo. Biomasa método Thompson (1992).
21	Rubén Alarcón	M.Sc. Pesquerías	Biomasa, distribución, composición e importancia relativa. Potencial Reproductivo.

Este documento debe citarse:

Acuña, E., R. Alarcón, H. Arancibia, L. Cid, A. Cortés y L. Cubillos. 2010. Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2009. Informes Técnicos FIP. FIP/IT N° 2009-16, 277 pp.

RESUMEN EJECUTIVO

En el presente documento, se informa sobre las actividades realizadas durante la ejecución de los cruceros de evaluación directa de la especie camarón nailon en el litoral entre la II y VIII Regiones.

En el área de estudio, el muestreo estuvo dirigido tanto a los caladeros como a las zonas intercaladeros conocidos de la especie. Al interior de cada caladero, en la plataforma continental y talud de las siete Regiones, se utilizó un muestreo probabilístico (estocástico) que corresponde a un muestreo estratificado por celdas. Para definir los estratos, se consideró la posición conocida de los caladeros de la especie, obtenida en estudios anteriores realizados por la Universidad Católica del Norte, así como otras instituciones nacionales.

Se llevó a cabo el 100% de los lances propuestos y ejecutando 98 lances adicionales, siendo más exitosos aquellos efectuados dentro de los caladeros que los de las zonas intercaladeros. En la II Región, se obtuvo una proporción de lances positivos para la especie de un 14,3%, mientras que en la III Región se registró un 69,0% de lances positivos para la especie objetivo; de la IV a la VI Región se registró éxito de lances positivos para camarón nailon superior al 80%, con una captura equivalente al 80,5%, 83,2% y 82,4%, respectivamente. En la VII Región, se obtuvo la mayor proporción de lances positivos para la especie con un 94,4%, seguido de la VIII Región donde se registró un 93,2% de lances positivos para la especie objetivo.

El muestreo biológico del estudio consideró la medición (LC, mm) de un total de 49.567 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 especie específica, se pesó 20.635 ejemplares (41,6%).

El rango de tallas global de camarón nailon (sexos combinados) en toda el área de estudio correspondió a 11,0 - 48,5 mm LC, mientras los rangos observados en las distintas regiones corresponden a 23,4 – 32,1 mm LC en la II Región; 13,4 – 34,4 mm LC en la III Región, 11,1 – 42,5 en la IV Región; 15,5 – 46,7 mm LC en la V Región; 14,0 – 48,5 mm LC en la VI Región; 11,1 – 39,3 mm LC en la VII Región y 11,0 – 38,8 mm LC en la VIII Región. En términos

globales, se observa una tendencia a encontrar una mayor fracción de tallas mayores de norte a sur.

Desde el punto de vista de la proporción sexual, se observa que predominan las hembras en todas las regiones, sólo se exceptúa la VIII Región con una mayor proporción de machos. El mayor porcentaje de hembras se encuentra en la II Región (98,18%), siendo de 56,14% para toda el área de estudio.

Durante el período de estudio, entre la II y VIII regiones, se analizaron 18.050 hembras ovíferas de camarón nailon con huevos en distintos estados de desarrollo embrionario, sin embargo el 42,24% de las hembras portadoras se encontraba en el estado 4, con un escaso número de estados tempranos (1).

El análisis de la distribución espacial de los lances de pesca (tanto negativos como positivos), y el valor de la captura por unidad de área barrida (cpua, ton/km^2) por latitud, revelaron la presencia de 31 focos de abundancia de camarón nailon, cuyos límites fueron determinados aplicando el “Enfoque Geoestadístico Transitivo”, ocupando un área equivalente a 2.887 km^2 . En el análisis geoestadístico se incluyó el 98,1% de los lances de pesca efectivamente realizados entre la II y VIII Regiones ($n = 536$).

El análisis de variogramas direccionales reveló la presencia de efecto anisotrópico de la distribución espacial de las densidades poblacionales de camarón nailon en las tres ZAGs. En la ZAG-1 y ZAG-3 se observó anisotropía geométrica en la dirección N-S y en la dirección NE-SW respectivamente, asociada a la orientación de la costa, mientras que en la ZAG-2, se observó anisotropía zonal. El modelo de variograma teórico que mostró el mejor ajuste, mediante el procedimiento de mínimos cuadrados ponderados (Cressie, 1993) fue el modelo exponencial en la ZAG-1, el gaussiano en la ZAG-2 y el esférico en la ZAG-3.

El centro de gravedad de la densidad poblacional de camarón nailon (ton/km^2) en el año 2009, se encontró en $33^{\circ}27,1'S$ (inercia: $I = 5,259^{\circ}S$) y $72^{\circ}12,3'W$ ($I = 0,438^{\circ}W$). Se observa un desplazamiento hacia el sur del centro de gravedad entre los años 2004 y 2006, manteniéndose tal condición en los últimos años de la serie (2008-2009). El análisis de la evolución temporal del

índice de Gini respecto de la biomasa entre el año 2000 y 2009, exceptuando el año 2000 y 2007 donde no se realizaron cruceros de evaluación directa, mostró una tendencia creciente, consecuente con la tendencia de las biomásas. El índice de Gini para toda el área de estudio en el año 2009 alcanzó a 0,689 revelando un alto grado de concentración de la densidad poblacional de camarón nílón en el área de estudio.

La estimación de biomasa total del stock de camarón nílón (*H. reedi*) en la plataforma y talud continental de las Regiones II a VIII, estimada mediante el enfoque geoestadístico, alcanzó a 38.058,1 toneladas (D.E. = 19.421,1 tons). El intervalo de confianza de la biomasa es entre 37.509,3 tons (límite inferior) y 38.606,9 tons (límite superior). La biomasa total del stock de camarón nílón estimada mediante el estimador de la Distribución Delta lognormal alcanzó 41.381,4 tons (intervalo de confianza, IC: 23.277,8 - 61.165,0 tons). Mediante el método de las microceldas de estimación geoestadística se estimó una biomasa de 37.351,1 ton (IC: 36.398,7 - 38.303,5) y por el método del estimador de razón, la biomasa de camarón nílón fue calculada en 34.184,4 tons.

El método de vecinos naturales utilizado como alternativa al enfoque geoestadístico transitivo para la estimación del área de los focos de abundancia de camarón nílón produjo una subestimación neta del área ocupada por el stock de - 4,0%, lo que se tradujo en la subestimación de la biomasa en 3,5%, respectivamente. Adicionalmente, se destaca que el método de vecinos naturales, en el caso del camarón nílón, produce subestimaciones significativas del área de los focos de abundancia. Más aún, el método de vecinos naturales no resuelve la estimación del área de focos pequeños, conformados por uno o dos lances o en los casos en que éstos se encuentran alineados latitudinal o longitudinalmente.

Se analiza la fauna disponible al arte de pesca de arrastre camaronero para identificar su composición específica y la importancia relativa de las especies, así como identificar asociaciones mediante análisis multivariados. En el área de estudio, de la II a VIII Regiones, las estaciones corresponden a los lances de pesca y como variable se utilizó la captura por unidad de esfuerzo estandarizada (CPUE, $\text{ton} \cdot \text{km}^{-2}$). Para las principales especies de la fauna acompañante se estimó la frecuencia de ocurrencia (porcentaje en número), captura (ton) e 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. Se utilizó Análisis de Dendrograma (Cluster Analysis) y Escalamiento Multidimensional (MDS, Multi-Dimensional Scaling) para la identificación y caracterización de las asociaciones en el área de estudio.

La fauna acompañante contribuyó con 50% en peso respecto de la captura total (considerando sólo al camarón nailon como especie objetivo), mientras que si también se considera al langostino colorado y el langostino amarillo como especies objetivo, entonces la contribución de la fauna acompañante disminuye a 18%. La fauna acompañante estuvo compuesta por 45 taxa, aunque el 98% de la CPUE estuvo compuesta sólo por 10 especies, destacando el lenguado de ojos grandes (*Hippoglossina macrops*), merluza común (*Merluccius gayi*), langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*), langostino amarillo (*Cervimunida johni*) y el pejerrata (*Coelorinchus aconcagua*), las que fueron las especies más relevantes de la fauna acompañante, tanto latitudinal como batimétricamente.

Con la aplicación de análisis multivariados se identificó cuatro asociaciones faunísticas, ubicándose los gradientes batimétricos entre 200-300 y 250-450 m de profundidad. La profundidad es la principal causa en la identificación de las asociaciones del by-catch, mientras que la latitud es un elemento secundario. En otras palabras, la fauna acompañante en las capturas del recurso camarón nailon se segrega primero batimétricamente (en profundidad) y luego latitudinalmente (en el sentido norte-sur).

El primer ensamble se distribuyó entre los 25 y 37°S, y batimétricamente entre 100 y 350 m de profundidad, siendo las especies más relevantes *P. monodon* y *C. johni*. El segundo ensamble se distribuyó entre los 25 y 37°S, y batimétricamente entre los 200 y 400 m de profundidad, siendo las especies más relevantes *P. monodon* y *M. gayi*. El tercer ensamble se distribuyó también entre los 25 y 37°S, y batimétricamente entre los 250 y 450 m de profundidad, siendo las especies más relevantes *M. gayi* y *C. aconcagua*. El cuarto ensamble es más austral, distribuyéndose entre los 32 y 36°S, y batimétricamente entre 300 y 450 m de profundidad, siendo las especies más relevantes *Dipturus chilensis*, *Aculeola nigra* y *Nezumia pulchella*.

Las especies de mayor importancia relativa en la fauna acompañante de camarón nailon son langostino colorado, langostino amarillo, lenguado de ojos grandes, merluza común y pejerrata, tanto respecto a la captura total incluyendo la especie objetivo como respecto de la captura total de la fauna acompañante (sin considerar al camarón, que es la especie objetivo). Estas mismas especies son las más relevantes en los gradientes batimétrico y latitudinal.

La situación del camarón nailon se evaluó con un modelo edad-estructurado, el cual permitió una buena explicación de los datos observados, particularmente de la estructura de tallas en los cruceros de evaluación y la biomasa evaluada mediante el método de área barrida. Se observó una recuperación de la biomasa total y explotable del camarón nailon desde el 2000 al 2007, debido al ingreso de reclutamientos altos en 2003 y 2005. Las tasas de explotación fluctuaron entre 9,5 y 15% entre 2003 y 2009, lo que ha permitido el aumento de la biomasa explotable a niveles de 38 mil toneladas en el 2009.

Se estimó el efecto de la mortalidad por predación en el stock de camarón nailon de la V a VIII Regiones para los años 2000 y 2005, utilizando resultados de dos modelos ecotróficos Ecosim with Ecosim (EwE) que representan la trama trófica de esa zona en los períodos mencionados. La mortalidad natural (M) representó la principal fuente de mortalidad total en camarón nailon en ambos años, aunque el coeficiente denominado “otras mortalidades” (M0) más importante que el coeficiente de mortalidad por predación (M2). Además, los modelos EwE indicaron que la mortalidad por pesca (F) fue poco relevante en ambos años. La baja importancia de la pesca como fuente de mortalidad se reflejó también en la mayor importancia del consumo de camarón por los predadores comparada con la remoción por pesca (desembarques). El valor de M calculado por EwE fue mucho mayor a lo informado en otros estudios, como por ejemplo aquellos de dinámica poblacional monoespecífica para el stock de camarón nailon. Por lo tanto, aunque se reconoce alguna potencial fuente de incertidumbre en el estimado de M0 mediante EwE, nuestros resultados indican la posibilidad que los valores de M utilizados en los modelos de dinámica poblacional previos para camarón nailon estén subestimados. Entonces, se propone avanzar en la complementación de los modelos monoespecíficos con modelos multiespecíficos (EwE), ya que estos últimos pueden alimentar a los primeros con rangos con mayor sentido ecológico para parámetros sensibles (como M y M2) para los modelos de dinámica poblacional.

INDICE GENERAL

RESUMEN EJECUTIVO	iii
INDICE GENERAL	viii
INDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xix
1. Objetivos	1
1.1. Objetivo General	1
1.2. Objetivo Específicos	1
2. Antecedentes	2
2.1. Generalidades	2
2.2. Administración de la pesquería de camarón nailon	5
3. Metodología de trabajo	9
3.1. Generalidades	9
3.2. Estandarización de las naves	9
3.3. Análisis de las redes de arrastre y levantamiento de planos	10
3.4. Medición directa de la abertura de punta de alas (APA)	11
3.4.1. Modelo funcional de la APA	14
3.5. Registros de información (datos) del lance y capturas	15
3.5.1. Datos del lance	15
3.5.2. Datos de capturas	15
3.5.2.1. Captura por lance	15
3.5.2.2. Captura estandarizada por lance	16
3.5.3. Muestreos de longitud cefalotorácica y biológico-específicos	16
3.6. Diseño de muestreo	16
3.6.1. Método de muestreo	17
3.6.2. Criterios de estratificación	19
3.6.3. Diseño muestral propuesto	20
3.6.3.1. Unidad muestral	21
3.6.3.2. Estrategia de muestreo (Proceso de Aleatorización)	22
3.6.3.3. Tamaño de la muestra	24
3.6.3.4. Definición de estratos, transectas y lances	25

3.6.4.	Estimación del soporte muestral.....	27
3.6.5.	Estimación de las componentes de varianza	30
3.6.6.	Determinación de la grilla para lances de monitoreo	31
3.6.7.	Análisis del gradiente latitudinal de abundancia.....	32
3.6.8.	Determinación de la densidad en cada lance.....	33
3.7.	Aplicaciones SIG para el manejo y tratamiento de la información.....	36
3.7.1.	Presentación.....	36
3.7.2.	Georreferenciación de los lances de pesca	38
3.7.3.	Metodología de implementación de bases de datos	38
3.7.4.	Procesamiento y tratamiento de la información	39
3.8.	OBJETIVO ESPECÍFICO 1.....	40
3.8.1.	Distribución espacial de la densidad de camarón nailon.....	40
3.8.2.	Análisis espacio-temporal de la distribución espacial de camarón nailon	46
3.9.	OBJETIVO ESPECÍFICO 2.....	47
3.9.1.	Estimación de biomasa.....	54
3.9.1.1.	Método geoestadístico intrínseco	54
3.9.1.2.	Método de la Distribución Delta-lognormal	56
3.9.1.3.	Estimador de razón.....	57
3.9.1.4.	Microceldas de estimación geoestadística.....	58
3.9.1.5.	Estimación de la Biomasa mediante Muestreo Estratificado.....	60
3.9.2.	Estimación del área de los focos de abundancia	63
3.9.2.1.	Geoestadística transitiva.....	63
3.9.2.2.	Método alternativo de estimación del área de los focos de abundancia	65
3.9.3.	Relación longitud-peso.....	71
3.9.4.	Pesos medios por intervalo de talla	73
3.9.5.	Distribución espacial y batimétrica de la longitud media	74
3.10.	OBJETIVO ESPECÍFICO 3.....	75
3.10.1.	Muestreo biológico a bordo de la nave	75
3.10.2.	Tamaño de muestra	75
3.10.3.	Determinación del estado de desarrollo embrionario de huevos.....	76
3.10.4.	Proporción sexual	77

3.10.5. Talla promedio de madurez.....	78
3.11. OBJETIVO ESPECÍFICO 4.....	79
3.11.1. Introducción.....	79
3.11.2. Metodología.....	80
3.11.2.1. Descripción de la abundancia de la fauna acompañante	80
3.11.2.2. Identificación de asociaciones.....	81
3.11.2.3. Determinación de diferencias entre asociaciones.....	82
3.11.2.4. Contribución de cada especie en la (dis)similitud.....	83
3.12. OBJETIVO ESPECÍFICO 5.....	84
3.13. Objetivo Específico 6 (adicional ofrecido).....	93
3.13.1. Modelo Chile central ajustado a series de tiempo	93
3.13.2. Ecopath el modelo con balance de masa	93
4. RESULTADOS.....	96
4.1. Aspectos operacionales de los cruceros.....	96
4.1. Estandarización de las naves y estimación directa de la APA	98
4.1.1. Estandarización de las naves	98
4.1.2. Modelo funcional de la APA.....	99
4.2. Capturas y densidad local (CPUA) por lance de pesca.	100
4.3. Aspectos biológicos.....	100
4.3.1. Capturas y muestreo biológico.....	100
4.3.2. Composición de tamaños.....	101
4.3.2.1. Machos por foco.....	101
4.3.2.2. Hembras por foco	101
4.3.2.3. Sexos combinados por Región.	106
4.3.2.4. Machos por Región	107
4.3.2.5. Hembras por Región.....	107
4.4.2.6. Relación longitud-peso.....	109
4.5. Objetivo Específico 1	111
4.5.1. Identificación de focos de abundancia.	111
4.5.2. Análisis estructural	118
4.5.3. Análisis espacio-temporal de la distribución espacial de camarón nylon ..	120
4.5.3.1. Centro de gravedad e inercia.....	120

4.5.3.2.	Índice de Gini	121
4.6.	Objetivo Específico 2	123
4.6.1.	Enfoque geoestadístico.....	123
4.6.2.	Método de la Distribución Delta-lognormal	127
4.6.3.	Estimador de razón	129
4.6.4.	Microceldas de estimación geoestadística.....	130
4.6.5.	Muestreo Estratificado.	131
4.6.6.	Método alternativo de estimación del área de los focos de abundancia.....	133
4.7.	Objetivo Específico N° 3.	135
4.7.1.	Condición reproductiva del camarón nailon	135
4.7.1.1.	Estados de madurez embrionaria de las hembras ovíferas	135
4.7.1.2.	Distribución de hembras ovíferas por Región.....	135
4.7.1.3.	Distribución de la talla corporal de hembras ovíferas por estado de madurez embrionaria.....	136
4.7.1.4.	Distribución geográfica global de las hembras ovíferas por estado de madurez embrionaria.....	139
4.7.1.5.	Distribución batimétrica de las hembras ovíferas según su estado de madurez embrionaria.....	141
4.7.2.	Proporción sexual.....	142
4.7.2.1.	Proporción sexual por Región.	142
4.7.2.2.	Proporción sexual a la talla por Región.....	142
4.7.2.3.	Proporción sexual por foco de abundancia.	145
4.7.3.	Talla promedio de madurez sexual.....	146
4.8.	Objetivo Específico N° 4.	147
4.8.1.	Descripción de la abundancia de la fauna acompañante	147
4.8.1.1.	Composición específica general de la fauna acompañante	147
4.8.1.2.	Distribución de la fauna acompañante en sentido latitudinal.....	149
4.8.1.3.	Distribución de la fauna acompañante en sentido batimétrico.....	154
4.8.1.4.	Identificación de asociaciones específicas	158
4.8.2.	Detección de diferencias entre asociaciones	162
4.8.2.1.	Análisis de similitud (ANOSIM)	162
4.8.2.2.	Contribución de cada especie en la similitud de los ensambles ...	162

4.8.2.3. Contribución de cada especie en la disimilitud.....	164
4.9. Objetivo Específico N° 5.	166
4.9.1. Situación actual y lineamientos de manejo	170
4.10. Objetivo Específico N° 6 (Adicional).....	172
4.10.1. Estimación de coeficientes de mortalidad para el stock de camarón nailon de la V a VIII Regiones, años 2000 y 2005	174
4.10.3. Comparación de la magnitud de la mortalidad natural (M)) estimada mediante EwE para el stock de camarón nailon y aquellas obtenidas mediante modelos mono-específicos.....	175
5. Análisis y discusión de resultados	177
6. Conclusiones	184
7. Taller de difusión.	186
8. Referencias Bibliográficas.	191
9. Anexos	200
10. Plan detallado de asignación del personal profesional y técnico.	254
10.1. Total de Horas asignadas.....	254
10.1.1. Objetivo específico 1.....	254
10.1.2. Objetivo específico 2.....	255
10.1.3. Objetivo específico 3.....	256
10.1.4. Objetivo específico 4.....	257
10.1.5. Objetivo específico 5.....	258
10.1.6. Objetivo específico 6 (Adicional).	259

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Proyectos de evaluación directa e indirecta de camarón nailon licitados por el FIP y financiados por empresas pesqueras, instituciones ejecutoras y autor(es).	4
Tabla 2.	Cuotas globales anuales de captura (ton) de camarón nailon asignadas en el período 2004-2008, fracciones intra-anuales y Decretos correspondientes en la unidad de pesquería II-VIII Regiones.....	7
Tabla 3.	Definición de estratos y sus correspondientes tamaños muestrales indicados como número de transectas. La tercera columna corresponde a la distancia entre el límite norte y el límite sur del estrato, medido en minutos. La tercera columna corresponde a la longitud del estrato, y la Columna 4 corresponde las densidades medias obtenidas de los proyectos FIP N° 2006-11 y FIP N° 2008-17, utilizadas en el presente proyecto para los coeficientes de proporcionalidad con aquella densidad.....	26
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.....	30
Tabla 5.	Componentes de varianzas para modelo de dos factores aleatorio balanceado.....	30
Tabla 6.	Variabes operativas del estudio de evaluación directa de camarón nailon entre la V y VIII Regiones.....	96
Tabla 7.	Número de lances propuestos y efectuados totales en los caladeros históricos de camarón nailon, por Región.....	97
Tabla 8.	Lances con captura de camarón nailon por Región y porcentaje con respecto a los lances efectuados en cada caso.	97
Tabla 9.	Resultados de la prueba estadística t-Student de comparación de medias con varianzas desiguales (Sokal & Rohlf, 1979) entre el esfuerzo de pesca = área barrido promedio (km ²) entre las embarcaciones PAM “LONQUIMAY” y L/M “DON JOSÉ MIGUEL”	98
Tabla 10.	Parámetros de la relación funcional entre la APA (variable dependiente) y las variables independientes <i>LCC</i> , <i>Prof</i> y <i>Vel</i> en el PAM “Lonquimay” y L/M “Don José Miguel”. <i>pdg</i> = parámetro de dispersión de la familia gaussiana.	99
Tabla 11.	Esfuerzo total de muestreo de frecuencia (medidos) y biológico específicos (pesados) de la captura de camarón nailon entre la V y VIII Regiones.	100
Tabla 12.	Parámetros de la relación talla-peso de camarón nailon (<i>H. reedi</i> , ambos sexos) por foco y total. SCR = suma de cuadrados residuales.....	110
Tabla 13.	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.	111
Tabla 14.	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.....	112
Tabla 15.	Fracción de área (km ²) de los caladeros de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) dentro y fuera de las 5 mn de exclusión artesanal.	115

Tabla 16.	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>). SCR: suma de cuadrados de los residuos, VNE: Varianza no explicada.	118
Tabla 17.	Densidad poblacional (cpua, ton/km ²) promedio, desviación estándar, tamaño de muestra (n) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) por fracción de área de los focos de abundancia entre la II y VIII Región. ARPA: 1 = DENTRO, 2 = FUERA.	124
Tabla 18.	Densidad poblacional (cpua, ton/km ²) promedio, desviación estándar, tamaño de muestra (n) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) por Región.	125
Tabla 19.	Biomasa estimada (toneladas) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>), error estándar de la estimación (EEE, tons) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) por foco de abundancia entre la II y VIII Región.	126
Tabla 20.	Biomasa estimada (toneladas) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) por Región, fuera y dentro de la ARPA. ARPA: 1 = DENTRO, 2 = FUERA.	127
Tabla 21.	Biomasa estimada (toneladas) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>), error estándar de la estimación (EEE, tons) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) por foco de abundancia entre la II y VIII Región. Distribución Delta.	129
Tabla 22.	Biomasa (tons) e intervalos de confianza inferior (LI, tons) y superior (LS, tons) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) entre la II y VIII Región, por foco.	130
Tabla 23.	Biomasa estimada (toneladas) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) por foco de abundancia entre la V y VIII Región. Microceldas de estimación geoestadística.	131
Tabla 24.	Biomasa de Camarón por estrato y total (tons), área de los estratos (km ²), cpua (tons/km ²) e intervalos de confianza del 95% para el estimador de biomasa total.	132
Tabla 25.	Biomasa de Camarón nailon por región y total (tons), área de las regiones (km ²), cpua (tons/km ²) e intervalos de confianza del 95% por región y para el estimador de biomasa total.	132
Tabla 26.	Estimación del área de los focos de abundancia de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) por el enfoque geostatístico transitivo (G.T.) y el método de vecinos naturales (V.N.), diferencia (Dif., %) entre ambos estimadores, densidad poblacional promedio (cpua, ton/km ²) por foco y estimaciones de biomasa (tons) para cada método de estimación de área.	134
Tabla 27.	Distribución por región de las hembras ovíferas de camarón nailon, según estado de desarrollo.	136
Tabla 28.	Características morfométricas de las hembras de camarón nailon, por estado de desarrollo de los huevos.	136
Tabla 29.	Distribución de frecuencia de tamaño y estados de madurez de camarón nailon. ...	138
Tabla 30.	Distribución del estado de madurez embrionario de hembras ovíferas de camarón nailon por Región.	140

Tabla 31.	Distribución de frecuencia por rango de profundidad y estados de madurez de camarón nailon.....	141
Tabla 32.	Proporción sexual (%) de los ejemplares de camarón nailon medidos en el muestreo de frecuencia de tallas por región.	142
Tabla 33.	Proporción sexual a la talla en camarón nailon, entre la II y VIII Regiones.	144
Tabla 34.	Listado de las especies que conforman la fauna acompañante de camarón nailon en este proyecto. CPUE = captura por unidad de esfuerzo estandarizada; IRFA= índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante (se excluye camarón nailon); IRRO = índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso del recurso objetivo y fauna acompañante (se incluye camarón nailon). Clave: 0.0 = < 0.05.....	148
Tabla 35.	Listado de las especies que conforman la fauna acompañante en las capturas de camarón nailon, ordenados por región. CPUE = captura por unidad de esfuerzo estandarizada; IRFA= índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante (se excluye camarón nailon); IRRO = índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso del recurso objetivo y fauna acompañante (se incluye camarón nailon). Clave: 0.0 = < 0.05.....	150
Tabla 36.	Fauna acompañante en las capturas de camarón nailon, ordenados por estratos de profundidad. CPUE = captura por unidad de esfuerzo estandarizada; IRFA= índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante (se excluye camarón nailon); IRRO = índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso del recurso objetivo y fauna acompañante (se incluye camarón nailon). Clave: 0.0 = < 0.05.....	155
Tabla 37.	Distribución latitudinal y batimétrica de los grupos identificados.	160
Tabla 38.	Fauna acompañante en las capturas de camarón nailon, ordenados por ensambles identificados mediante métodos de clasificación y ordenación. IRFA= índice de importancia relativa respecto a la CPUE de la fauna acompañante. Clave: 0.0 = <0.05	160
Tabla 39.	Análisis de Similitud (ANOSIM) para la determinación de diferencias significativas entre los ensambles identificados a partir de la matriz de similitud de Bray-Curtis. p = 0,001. Clave: Los números corresponden a los diferentes ensambles identificados (1 a 4); “ne” corresponde a aquellos lances que en el dendrograma no constituyeron un grupo.	162
Tabla 40.	Especies de mayor contribución a la similitud de las muestras (lances) en cada grupo.	163
Tabla 41.	Especies de mayor contribución a la disimilitud entre grupos.	164
Tabla 42.	Parámetros del modelo de evaluación del stock de camarón nailon.	166
Tabla 43.	Resumen de la evaluación de la biomasa total, explotable, desovante de camarón nailon, y tasa de explotación anual, II-VIII Región.....	170
Tabla 44.	Especies de mayor importancia relativa de la fauna acompañante respecto a la captura total. IRFA= índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante, IRRO= índice de importancia relativa respecto a la CPUE del recurso objetivo (camarón nailon).....	185
Tabla 45.	Lista de participantes al Taller de Difusión de Resultados del Proyecto FIP N° 2009-16.....	187

Tabla 46. Parámetros de la relación funcional entre el tiempo de retardo (TR, min) y la profundidad (m).	205
--	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Imagen de salida <i>on line</i> del sistema NETMIND utilizado para la estimación de apertura de punta de alas (APA). A la derecha, la flecha roja muestra el momento que se considera como t1 de inicio del arrastre.	11
Fig. 2. Distribución latitudinal de los estratos a partir de los resultados del Proyecto FIP N° 2006-11 (Acuña <i>et al.</i> , 2007).	21
Fig. 3. Distribución latitudinal de los estratos a partir de los resultados del Proyecto FIP N° 2008-17 (Acuña <i>et al.</i> , en ejecución).	21
Fig. 4. Ejemplo de las “capas temáticas” de parte de la Región de Coquimbo y la información desplegada en forma paralela proporcionada por el SIG.	37
Fig. 5. Distribución espacial de la densidad de langostino amarillo en el Foco 14 identificado en el marco del Proyecto FIP 2004-11. Izquierda: mapa de superficie. Derecha: mapa de contornos.	45
Fig. 6. Simulación de una grilla de muestreo. (A) 100% estaciones positivas para recurso objetivo; (B) 70% estaciones positivas para recurso objetivo.	48
Fig. 7. Disminución de la densidad media poblacional en el caso del estimador de la media aritmética. La línea negra continua representa la reducción de la media aritmética cuando la densidad es homogénea en toda el área de estudio.	49
Fig. 8. Intervalo de confianza de la estimación de biomasa para la media aritmética.	49
Fig. 9. Simulación de la densidad poblacional medida a través del estimador de razón (A); y varianza de la estimación de biomasa (número de veces respecto de un 100% estaciones positivas para el recurso objetivo) (B).	51
Fig. 10. Disminución de la densidad media poblacional en el caso del estimador de la Distribución Delta Lognormal (puntos negros) y el estimador geoestadístico (puntos rojos).	52
Fig. 11. Razón de la varianza de estimación de la biomasa (número de veces respecto de un 100% estaciones positivas) según el estimador de la Distribución Delta Lognormal (puntos negros) y el estimador geoestadístico (puntos rojos).	53
Fig. 12. Mosaicos de Delaunay y Dirichlet para un conjunto de datos espaciales.	66
Fig. 13. Mosaico Dirichlet de un conjunto de datos espaciales antes y después de la inserción del punto P_n	68
Fig. 14. Diagrama del mecanismo de inserción de un punto fuera del polígono convexo (a) y generación de un nuevo polígono de estimación (b, c).	70
Fig. 15. Relación entre los Triángulos de Delaunay (izquierda) y los polígonos de Voronoi (derecha). Tomado de Kulka <i>et al.</i> (2005).	71
Fig. 16. Distribución de frecuencias de tamaño de machos de camarón nailon (<i>H. reedi</i>). Focos 1 a 15.	102

Fig. 17.	Distribución de frecuencias de tamaño de machos de camarón nailon (<i>H. reedi</i>). Focos 16 a 31.	103
Fig. 18.	Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de camarón nailon (<i>H. reedi</i>). Focos 1 a 15.	104
Fig. 19.	Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de camarón nailon (<i>H. reedi</i>). Focos 16 a 31.	105
Fig. 20.	Distribución de frecuencias de tamaño de camarón nailon (<i>H. reedi</i>), sexos combinados por región.	106
Fig. 21.	Distribución de frecuencias de tamaño de machos de camarón nailon (<i>H. reedi</i>), por región.	108
Fig. 22.	Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de camarón nailon (<i>H. reedi</i>), por región.	109
Fig. 23.	Disposición espacial de los lances de pesca de camarón nailon entre la II y VIII regiones, año 2009 en las ZAGs 1 y 2. Puntos rojos = lances positivos para camarón; puntos grises = lances negativos.	113
Fig. 24.	Disposición espacial de los lances de pesca de camarón nailon entre la II y VIII regiones, año 2009 en la ZAG-3. Puntos rojos = lances positivos para camarón; puntos grises = lances negativos.	114
Fig. 25.	Disposición espacial de los focos de abundancia de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) en la ZAG-1 (Focos 1 a 15) y ZAG-2 (Focos 16 a 19). La línea azul representa el límite del Area de Reserva de la Pesca Artesanal (ARPA).	116
Fig. 26.	Disposición espacial de los focos de abundancia de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) en la ZAG-3 (Focos 20 a 31). La línea azul representa el límite del Area de Reserva de la Pesca Artesanal (ARPA).	117
Fig. 27.	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).	119
Fig. 28.	Centro de gravedad (puntos negros) de la densidad poblacional (ton/Km^2) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) en sentido latitudinal entre la II y VIII Regiones. Las barras verticales representan la inercia (<i>I</i>).	120
Fig. 29.	Curvas de Lorenz para la distribución de la densidad poblacional (ton/Km^2) de camarón nailon (<i>Heterocarpus reedi</i>) en la unidad de pesquería norte (II-IV Regiones, línea azul), unidad de pesquería sur (V-VIII Regiones, línea roja) y para toda en área de estudio (línea negra).	122
Fig. 30.	Evolucion temporal del indice de Gini (línea roja) entre el año 2000 y 2009, para la distribución de la densidad poblacional (ton/km^2) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>), y la biomasa total (tons, línea negra) en toda en área de estudio.	122
Fig. 31.	Distribución de frecuencias del logaritmo de la captura por unidad de área ($\ln[\text{cpua}]$) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) en la ZAG-1 (arriba izquierda), ZAG-2 (arriba derecha) y ZAG-3 (abajo).	128
Fig. 32.	Distribución de frecuencia de tamaños de las hembras ovíferas de camarón nailon por estado de desarrollo de los huevos.	137
Fig. 33.	Proporción sexual de camarón nailon, por foco de abundancia.	145

Fig. 34.	Ojiva de madurez sexual estimada para el recurso camarón nailon en toda el área de estudio. Se indica la talla bajo el criterio del L _{50%}	146
Fig. 35.	Análisis de clasificación de la CPUE de la fauna acompañante presente en las capturas de camarón nailon en las Regiones II a VIII (N° lances: 378).....	158
Fig. 36.	Análisis de ordenación (MDS) de la abundancia relativa (CPUE) de la fauna acompañante presente en las capturas de camarón nailon en las Regiones II a VIII. Los símbolos corresponden a los diferentes ensamblajes identificados (1 a 4); “ne” corresponde a aquellos lances que en el dendrograma no constituyeron un grupo (n° lances: 378).....	159
Fig. 37.	Curvas de crecimiento en longitud de camarón nailon, y de selectividad estimadas por el modelo de evolución (Tabla 42).	167
Fig. 38.	Frecuencia de tallas de camarón nailon en los cruceros de evaluación por área barrida (barras) y estimadas con el modelo de evaluación (líneas).	168
Fig. 39.	Camarón nailon, capturas, biomasa, tasa de explotación y reclutamiento en la unidad de pesquería (II-VIII Región), entre 1990 y 2009.	169
Fig. 40.	Evolución de la tasa de explotación en función de la biomasa explotable de camarón nailon en el periodo 1990-2009, II – VIII Regiones.....	171
Fig. 41.	Proyecciones de biomasa explotable con capturas constantes durante 5 años.	171
Fig. 42.	Coefficientes de mortalidad en camarón nailon, años 2000 y 2005, estimados mediante dos modelos ecotróficos que representan la trama trófica en Chile central (V-VIII Regiones).....	174
Fig. 43.	Comparación entre el consumo de camarón nailon por sus principales predadores y los desembarques de la misma especie, años 2000 y 2005.....	175
Fig. 44.	Comparación de coeficientes de mortalidad natural (M) estimados por distintos autores y en este estudio mediante modelos EwE. En este último caso se presenta el promedio de M obtenido mediante EwE en los años 2000 y 2005.	176
Fig. 45.	Invitación a participar en el Taller de Difusión de resultados del proyecto FIP 2009-16 y díptico con las actividades, realizado en Coquimbo, el 9 de abril de 2010.	188
Fig. 46.	Relación funcional entre el tiempo de retardo (mins) y la profundidad (m).	206
Fig. 47.	Distribución espacial de la densidad (tons/km ²) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) entre la II y VIII Regiones (Focos 1 a 4).....	224
Fig. 48.	Distribución espacial de la densidad (tons/km ²) de camarón nilon (<i>H. reedi</i>) entre la II y VIII Regiones (Focos 5 a 9).....	225
Fig. 49.	Distribución espacial de la densidad (tons/km ²) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) entre la II y VIII Regiones (Focos 10 a 13).....	226
Fig. 50.	Distribución espacial de la densidad (tons/km ²) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) entre la II y VIII Regiones (Focos 14 a 16).....	227
Fig. 51.	Distribución espacial de la densidad (tons/km ²) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) entre la II y VIII Regiones (Focos 17 y 18).....	228
Fig. 52.	Distribución espacial de la densidad (tons/km ²) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) entre la II y VIII Regiones (Focos 19 a 21).....	229
Fig. 53.	Distribución espacial de la densidad (tons/km ²) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) entre la II y VIII Regiones (Focos 22 y 23).....	230

Fig. 54.	Distribución espacial de la densidad (tons/km ²) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) entre la II y VIII Regiones (Focos 24 a 28).....	231
Fig. 55.	Distribución espacial de la densidad (tons/km ²) de camarón nailon (<i>H. reedi</i>) entre la II y VIII Regiones (Focos 29 a 31).....	232

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Planos de las redes.....	201
Anexo 2.	Relación entre el tiempo de retardo y la profundidad.....	204
Anexo 3.	Fechas y lugares geográficos de los muestreos. DJM = Don Jose Miguel; F = Foche.....	208
Anexo 4.	Registros de posición, distancia lineal recorrida, área barrida, abertura de punta de alas, captura y cpua de camarón nailon.	210
Anexo 5.	Sistema NETMIND para medición de APA.....	221
Anexo 6.	Distribución espacial de la densidad (tons/km ²) de camarón nailon por zona de análisis geoestadístico.....	223
Anexo 7.	Biomasa (tons) y abundancia (miles de ejemplares) de camarón nailon por caladero, sexo, dentro y fuera del ARPA y Región.....	233

1. Objetivos

1.1. Objetivo General

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

1.2. Objetivo Específicos

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

2. Antecedentes.

2.1. Generalidades.

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

Los *métodos indirectos* requieren una serie de varios años de datos de capturas totales, composición numérica por edad en la captura y esfuerzo de pesca, con una amplia cobertura espacial y temporal de muestreos rutinarios y de registros del desembarque. La serie de datos debe cubrir, al menos, tantos años como grupos de edad estén presentes en la pesquería, lo que, en el caso del camarón nailon, es de 7 años en machos y 6 en hembras o incluso más (Acuña *et al.*, 1997, 2002).

Los *métodos directos* se caracterizan por su relativa rapidez y sencillez, y se aplican frecuentemente a la evaluación de crustáceos bentónicos, siendo uno de los más utilizados el **método del área barrida**. Desde mediados de los años 90 este método ha sido aplicado a recursos pesqueros de las Regiones III y IV, como por ejemplo a langostino amarillo (Pavez *et al.*, 1994), Acuña *et al.* (1995) y otros. Acuña y Arancibia (1996) recurrieron a esta metodología para evaluar la biomasa del camarón nailon en las Regiones II a IV mediante el uso de 15 embarcaciones arrastreras camaroneras, siguiendo un riguroso esquema científico o de muestreo en una Pesca de Investigación autorizada por la Subsecretaría de Pesca a la Universidad Católica del Norte (Resolución N° 1.882 de 18/12/1995). Anteriormente, Arancibia y Mora (1992) aplicaron el método de área barrida para evaluar la biomasa de merluza común (*Merluccius gayi*) entre San Antonio y Corral utilizando información obtenida a bordo de embarcaciones industriales arrastreras merluceras, sin desviar la intencionalidad de captura, entre mediados de 1991 y mediados de 1992. Un tiempo después, Arancibia & Mora (1995) aplicaron este método a la evaluación de merluza común bajo un esquema de muestreo científico usando también naves comerciales merluceras arrastreras.

El camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) fue descrito por Bahamonde (1955) a partir de ejemplares capturados en Valparaíso y San Antonio en alrededor de 320 m de profundidad, y es

considerada una morfoespecie, la única conocida para el Océano Pacífico Suroriental. El área de dispersión se extiende frente a la costa chilena entre Taltal (25°19' S) y Puerto Saavedra (39°00' S), a profundidades entre 155 y 424 m, con fondo de arcilla, roca sedimentaria (laja), arena fangosa o fango (Bahamonde y Henríquez, 1970), aunque Acuña y Arancibia (1996) detectaron su presencia en 23°48' S, extendiendo su distribución hasta el sur de Antofagasta.

Bahamonde y Henríquez (1970) entregan datos biológicos y de explotación. Su aparición en la pesquería se inicia en 1950 como fauna acompañante de merluza común, registrándose capturas comerciales desde 1954 (Arana & Nakanishi, 1971), siendo Coquimbo, Guayacán, Quintero, Valparaíso, San Antonio, Talcahuano y Tomé los puertos de desembarque. Arana y Tiffou (1970) estudiaron la madurez sexual, sexualidad y fecundidad de la especie en muestras obtenidas frente a Valparaíso, informando que a los 25,5 mm de longitud cefalotorácica el 50% de las hembras portaban huevos. Posteriormente, Andrade y Báez (1980) estudiaron la fauna acompañante de crustáceos decápodos en la pesquería de camarón nailon en la zona de Quintero. Más tarde, Acuña *et al.* (1995) analizaron las capturas de camarón nailon como fauna acompañante en la pesca de langostino amarillo (*Cervimunida johni*). Acuña y Arancibia (1996) analizaron la comunidad en las capturas de camarón nailon y lo propio ha ocurrido en evaluaciones directas posteriores de camarón nailon en su unidad de pesquería (Roa *et al.*, 1998; Acuña *et al.*, 2000, 2002, 2007; Escuela de Ciencias del Mar, 2001, Arana *et al.*, 2003, 2004, 2005, 2006).

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

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

Código Proyecto	Nombre proyecto	Ejecutor	Fuente
FIP N° 96-09	Evaluación directa del stock de camarón nailon en la zona centro-norte.	P. Universidad Católica de Valparaíso	Pavez <i>et al.</i> (1996)
Empresas Pesqueras de la IV Región	Evaluación directa del stock de camarón nailon por el método de área barrida en la zona de operación de la flota arrastrera de las Regiones III y IV.	UCN + INPESCA	Acuña & Arancibia (1996)
FIP N° 95-06	Análisis de la pesquería y evaluación indirecta del stock de camarón nailon (II a VIII Regiones).	UCN + INPESCA	Acuña <i>et al.</i> (1997).
FIP N° 97-24	Evaluación directa del stock de camarón nailon en el litoral de la II a VIII Regiones.	Instituto de Fomento Pesquero	Canales <i>et al.</i> (1999)
FIP N° 98-03	Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones.	Universidad de Concepción	Roa <i>et al.</i> (1999)
Empresas Pesqueras de la IV Región	Monitoreo de la pesquería de crustáceos realizada por la flota de la IV Región.	UCN	Acuña <i>et al.</i> (1999)
FIP N° 99-08	Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, 1999.	UCN + UdeC	Acuña <i>et al.</i> (2000)
Empresas Pesqueras de la IV Región	Monitoreo de la pesquería de crustáceos realizada por la flota de la IV Región, temporada 1999.	UCN	Acuña <i>et al.</i> (2000)
FIP N° 2000-05	Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, 1999.	PUCV + IFOP	Arana <i>et al.</i> (2000)
Empresas Pesqueras de la IV Región	Monitoreo de la pesquería de crustáceos realizada por la flota de la IV Región, temporada 2000.	UCN	Acuña <i>et al.</i> (2001)
FIP N° 2001-05	Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2001.	UCN + UdeC	Acuña <i>et al.</i> (2002)
FIP N° 2002-05	Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2002.	PUCV + IFOP	Arana <i>et al.</i> (2003)
FIP N° 2003-05	Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2003.	PUCV + IFOP	Arana <i>et al.</i> (2004)
FIP N° 2004-10	Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2004.	PUCV + IFOP	Arana <i>et al.</i> (2005)
FIP N° 2005-08	Evaluación directa de camarón nailon y gamba entre la II y VIII Regiones, año 2005.	PUCV + IFOP	Arana <i>et al.</i> (2006)
FIP N° 2006-11	Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2006.	UCN + UdeC + IFOP	Acuña <i>et al.</i> (2007)
FIP N° 2008-17	Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2006.	UCN + UdeC	Acuña <i>et al.</i> (2009)

2.2. Administración de la pesquería de camarón nailon

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

Una vez concretado el cambio de estado a plena explotación de esta pesquería del camarón nailon, se fijó una cuota de 8.000 ton para el año 1996 (D.E. N° 259 de 1995), agregándose luego 2.000 ton (D.E. N° 222 Exento de 26/09/1996). Posteriormente, se ha ido estableciendo anualmente cuotas globales, con un rango entre 10.000 ton como máximo (año 1997) y 4.770 ton como mínimo (año 2004), volviendo la pesquería a cuotas globales levemente mayores a 5.000 ton los años 2005, 2006 y 2007. Desde el año 1998, las cuotas anuales comenzaron a ser fraccionadas en cuatrimestres, a saber: 1 de enero al 30 de abril, 1 de mayo al 31 de agosto y 1 de septiembre al 31 de diciembre. También en el año 1998 se estableció por primera vez una veda biológica reproductiva para la especie en toda el área de la pesquería entre el 1 de julio y 31 de agosto (D.E. N° 92 de 22/01/1998), la que se mantiene hasta ahora.

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

Paralelamente, debido a un nivel de biomasa notablemente disminuido del stock de camarón nailon, según lo mostraron las evaluaciones de stock y la evolución de los rendimientos de pesca, se estableció una veda total entre el límite norte de la V Región y el límite sur de la X Región (D.E. N° 423 de 22/12/2000) desde el 1 de enero al 31 de diciembre de 2001, lo que se mantuvo hasta el año 2003 cuando se reabre, a partir del 1° de enero, la pesquería de la especie en la V y VI Regiones (D.E. N° 1.129 de 26/12/2002). El recurso vuelve a ser declarado en veda en la VI Región a fines del 2003 (D.E. N° 856 de 22/12/2003). En la Tabla 2 se presenta un resumen de las cuotas globales anuales de este recurso en el período 2000-2009, las distintas fracciones intra- anuales y los Decretos correspondientes. En esta se observa que desde el año 2003 en adelante la proporción mayor de la cuota industrial ha ido cambiando desde la III a la IV región y posteriormente a la VII Región (2006-2007) para regresar nuevamente a la IV Región en las cuotas del 2008 - 2009.

Otro tema importante de administración para la pesquería del camarón nailon, por su eventual presencia dentro del área de reserva a la pesca artesanal (ARPA) corresponde al ejercicio de actividades pesqueras extractivas en dicha zona o “ventanas de penetración”, las que se han establecido secuencialmente en la III y IV Regiones a partir del año 1997 (Resoluciones N° 314 modificada por la N° 339 de 13/03/1998; Resoluciones N° 574 de 15/03/2000 y N° 575 de 15/03/2000; Resoluciones N° 735 de 15/04/2002 y N° 734 de 16/04/2002; y Resoluciones N° 1030 de 15/04/2004 y N° 1543 de 4/06/2004).

Una última medida de administración aplicada a la pesquería del camarón nailon 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 destacable que, por primera vez desde el año 1996, en el año 2007 no se realizó ningún estudio de evaluación directa de camarón nailon, lo que significó romper irremediabilmente la secuencia que se había logrado estructurar en más de 10 años. No ha habido ninguna explicación concreta al respecto por parte de la agencia del Estado que administra los recursos pesqueros.

Tabla 2. Cuotas globales anuales de captura (ton) de camarón nailon asignadas en el período 2004-2008, fracciones intra-anales y Decretos correspondientes en la unidad de pesquería II-VIII Regiones.

Cuatrimestre	2004		2005		2006		2007		2008		2009	
	Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal
Cuota Sp. Objetivo	4.630		4.925		4.890		4.890		4.945		4.945	
Cuota por flota	3.644	911	3.940	985	3.912	978	3.912	978	3.956	989	3.956	989
Cuota II Región	310	20	170	39	197	20	196	49	105	35	57	35
1º Ene. - 31 Mar.	96	6	53	11	89	9	88	22	47	16	25	16
1º Abr. - 31 Ago.	102	7	56	11	49	5	49	12	26	9	14	9
1º Sep. - 31 Dic.	112	7	61	17	59	6	59	15	32	10	18	10
Cuota III Región	1.041	418	602	294	393	265	421	214	536	208	408	122
1º Ene. - 31 Mar.	323	130	187	78	177	119	190	96	241	94	184	54
1º Abr. - 31 Ago.	343	138	198	83	98	66	105	54	134	52	102	31
1º Sep. - 31 Dic.	375	150	217	133	118	80	126	64	161	62	122	37
Cuota IV Región	1.089	313	1.378	395	980	357	898	324	1.466	350	1.520	405
1º Ene. - 31 Mar.	338	97	427	105	441	161	404	146	660	158	684	182
1º Abr. - 31 Ago.	359	103	455	112	245	89	225	81	366	88	380	102
1º Sep. - 31 Dic.	392	113	496	178	294	107	269	97	440	104	456	121
Cuota V Región	775	134	728	256	289	306	226	361	537	380	549	409
1º Ene. - 31 Mar.	240	42	226	68	130	138	102	162	242	171	247	184
1º Abr. - 31 Ago.	256	44	240	73	72	77	56	90	134	95	137	102
1º Sep. - 31 Dic.	279	48	262	115	87	91	68	109	161	114	165	123
Cuota VI Región					368	10	479	10	269	5	307	6
1º Ene. - 31 Mar.					166	5	215	5	121	2	138	3
1º Abr. - 31 Ago.					92	2	120	2	67	1	77	1
1º Sep. - 31 Dic.					110	3	144	3	81	2	92	2
Cuota VII Región	429	26	1.062	1	1.246	10	1.213	10	900	5	944	6
1º Ene. - 31 Mar.	133	8	155		560	5	546	5	405	2	425	3
1º Abr. - 31 Ago.	142	9	166		312	2	303	2	225	1	236	1
1º Sep. - 31 Dic.	154	9	741		374	3	364	3	270	2	283	2
Cuota VIII Región					439	10	479	10	143	6	171	6
1º Ene. - 31 Mar.					197	5	215	5	64	2	77	3
1º Abr. - 31 Ago.					110	2	120	2	36	2	43	1
1º Sep. - 31 Dic.					132	3	144	3	43	2	51	2
Investigación	140		130		160		155		155		155	
Fauna acompañante	60	15	60	15	64	16	68	17	80	20	80	20
En Langostino colorado	36	9	36	9	25	5	32	11	25	7	25	7
En Langostino amarillo III-IV	16	4	16	4	30	10	25	5	30	12	30	12
En Langostino amarillo V-VIII									12		12	
En Merluza común	4	1	4	1	5		6		7		7	
En Gamba	4	1	4	1	1	1	5	1	6	1	6	1
Total anual (tons)	4.770		5.130		5.130		5.130		5.200		5.200	
Decreto	D.E. N° 829 de 22.12.2003		D.Ex. N° 1.019 de 16-12-2004 modificado por D. Ex. N° 1336 de 08-11-2005		D.Ex. N° 1.560 de 21.12.2005		D.Ex. N° 1.523 de 21-12-2006		D.Ex. N° 1.775 de 18-12-2007		D.Ex. N° 1.675 de 23-12-2008	

* 1º Ene-30 Abr.; ** 1º May.-31 Ago.

3. Metodología de trabajo.

3.1. Generalidades

En atención a las Bases Especiales del Proyecto FIP N° 2009-16 se realizó un crucero de evaluación directa por el método de área barrida desde la II a la VIII Regiones, el que se ha venido aplicando en Chile desde inicios de los años 90 para el stock de camarón nailon, prospeccionando en zonas rastreables entre los veriles de 100 y 600 metros de profundidad, excluyendo la primera milla marina medida desde la costa.

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

En atención al numeral 5.10 de las Bases Especiales, los mapas de distribución de la densidad del recurso camarón nailon en el área de estudio (II a VIII Regiones) se entregan en escala 1:1.000.000, considerando las Cartas Náuticas electrónicas 1000, 2000 y 3000 del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico (SHOA) de la Armada de Chile.

3.2. Estandarización de las naves

Considerando que se utilizó más de una nave para efectuar los lances de pesca en la extensa área de estudio es necesario proceder a estandarizar el poder de pesca de cada nave, ya que se asume que no son homogéneas. Este procedimiento metodológico fue fundamental para proceder después con la estimación de la captura por unidad de esfuerzo (cpue) a la forma estandarizada (CPUE = CPUTA).

Por lo tanto, la estandarización de las naves se justifica si aquellas no son homogéneas, esto es, en cuanto a sus características físicas o en su poder de pesca. El método más directo se encuentra

en FAO Documentos Técnicos de Pesca 306/1 (1997, págs. 303 y 304). Allí se define “la potencia de pesca relativa” de cada nave i , que se denomina “poder de pesca relativo” (ρ_i), como:

$$\rho_i = \frac{f_i}{f_s}$$

donde: f_i corresponde al esfuerzo de pesca estándar; i representa a la i -ésima nave y s a la nave estándar.

Se seleccionó la nave estándar, de entre las que participaron en el proyecto, después de analizar el esfuerzo de pesca para todos los lances de pesca efectuados por nave durante el período de estudio, midiéndose en este caso el esfuerzo como el área barrida. El criterio de selección de la nave estándar correspondió a aquella nave que presenta el menor coeficiente de variación (CV) del esfuerzo. Se comparó los esfuerzos = áreas barridas promedio entre las naves (Sokal & Rohlf, 1981) mediante la aplicación del test t-Student para probar la existencia de diferencias significativas. En el caso que tales diferencias ocurran, entonces se procede a corregir el esfuerzo de pesca nominal (por ejemplo, distancia de barrido), ponderándolo por el poder de pesca relativo de cada nave.

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

Según el numeral 5.5 de las Bases Especiales se debe adjuntar los planos de los artes de pesca bajo las normas que sugiere el Catálogo FAO de Planos de Aparejos de Pesca (FAO, 1972). Al respecto, independiente del hecho que el PAM industrial LONQUIMAY utiliza una red de las mismas características que aquella del PAM FOCHE y que es construida por los mismos rederos, se efectuó un nuevo plano dibujado con el software qCAD de Linux de diseño de planos, para lo que se registró las dimensiones de las estructuras de la red tales como relinga, borlón y lachas, así como la cantidad y tamaño de mallas por cuerpo, las dimensiones de los paños, el material y diámetro de los hilos, y la razón de corte de cada cuerpo, tanto para el panel superior como para el inferior. Lo propio se realizó para la red utilizada por la LM DON JOSE MIGUEL, ya que se

disponía de los planos de la red utilizada por las naves operadas por esa Empresa de la III Región. Los planos señalados se entregan en el Anexo 1.

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

La medición electrónica directa de la APA se efectuó con el Sistema NETMIND. Durante la ejecución del crucero se efectuaron mediciones electrónicas de APA de manera instantánea durante todo el lance conectando el equipo NETMIND con un notebook a bordo y almacenando los registros en memoria. A la vez, con un tercer sensor electrónico adosado a la red se pudo conocer exactamente el tiempo cronológico cuando la red toca fondo en el calado, y comienza efectivamente a operar, hasta el término del lance, cuando se inicia el virado. Cabe señalar que, en tal sentido, para cada lance de pesca que cuenta con este sensor de contacto, se registra la hora en que se suelta los portalones, la hora en que se fija el winche y la hora en que la red toca el fondo (Fig. 1).



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

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

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

Dado que los lances de pesca tienen una duración de 15 minutos efectivos de arrastre (desde que la red toca el fondo hasta que se inicia el virado), las mediciones de APA por lance permiten determinar los estadígrafos descriptivos de tendencia central de APA (promedio, moda, mediana) y de dispersión (desviación estándar). La duración del tiempo efectivo de arrastre de 15 min ya ha sido discutida en proyectos análogos anteriores y es lo que se viene aplicando desde al menos 4 años evaluaciones directas de crustáceos.

En el proyecto se efectuaron lances de 15 minutos de arrastre efectivo, ya que ésta es ahora la tendencia a nivel mundial (Gerard Conan, *com. pers.*, 2003), tal como se aplicó en los proyectos FIP N° 2003-03, FIP N° 2004-11, FIP N° 2005-09, FIP N° 2006-04, FIP N° 2007-19 para la evaluación de la biomasa de los recursos langostino colorado y langostino amarillo de la II a VIII Regiones. Por lo tanto, lo que se hace ahora es abordar con aquella experiencia la evaluación del recurso camarón nailon. Las razones principales son:

- en geoestadística tradicional cada muestra corresponde a una medida puntual en el mapa. Un lance largo funciona como un computador obteniendo promedios al metro cuadrado a lo largo del lance, entonces borra parte de la estructura espacial. En geoestadística este efecto se denomina “regularización” y resulta en variogramas deformados. Es difícil corregir los datos pues, en el caso de lances de arrastre, el

promedio se obtiene según un recorrido largo y estrecho, con rumbos a veces variables;

- a un lance largo le corresponden normalmente capturas importantes. Pero, es muy difícil muestrear dentro de las capturas de un lance. La distribución de las especies y de las tallas dentro del copo no es nada de aleatoria. Por el contrario, en muchas ocasiones se detecta estratificación de la pesca en el copo. Luego, es preferible tener capturas pequeñas y contar y/o medir todos los individuos capturados. Luego, el hecho de muestrear dentro de un copo se introduce mayor variabilidad, obteniéndose mayor sesgo y falta de precisión en relación a la dispersión espacial natural del recurso en el piso marino;
- antiguamente, los métodos de navegación eran muy poco precisos, por lo que se utilizaba métodos de cálculo de biomasa no georreferenciados. Los lances largos permitían borrar un poco de variabilidad. Actualmente, por el contrario, la meta es utilizar el conocimiento de la variabilidad espacial para mejorar las estimaciones. Sobre el particular, los lances cortos (15 minutos) permiten un mejor conocimiento de esta variabilidad;
- las características de pesca de la red van siendo modificadas conforme transcurre el lance y tiende a llenarse el copo. Esto significa que el agua no entra a la red ni filtra bien en la red cuando está llena, por lo que las especies en parte se escapan en vez de ser retenidas por las mallas. Esto trae como consecuencia obtener capturas que no son proporcionales al largo del lance. Por el contrario, los lances cortos limitan la incidencia de este efecto;
- para proceder con lances cortos, por todas las razones expuestas arriba, la condición es que la distancia recorrida por la red debe que ser medida con la más alta precisión posible. Por lo tanto, se requiere determinar exactamente cuándo la red llega al fondo en el calado y cuándo se inicia el levantamiento de la red desde el fondo en el virado. En nuestro caso, los registros son efectuados electrónicamente.

3.4.1. Modelo funcional de la APA

En aquellos lances de pesca en que no se utilizó el equipo NETMIND se consideró un lapso promedio de n minutos desde que se lanza la red hasta que ella toca fondo, para contabilizar el tiempo de arrastre, dependiendo de la profundidad ya que existe una relación entre el tiempo en que la red llega al fondo y la profundidad de la columna de agua. Los tiempos indicados son valores determinados a bordo por los profesionales del equipo de investigadores a partir de la observación de lances de pesca en los cuales se contó con el sistema de sensores de NETMIND en el marco de los proyectos FIP N° 2003-03, FIP N° 2004-11, FIP N° 2005-09, FIP N° 2006-11, FIP N° 2007-19, FIP N° 2008-16 y FIP N° 2008-17 (Anexo 2), habiéndose construido modelos funcionales de la APA respecto de distintas variables asociadas al lance de pesca mediante métodos de regresión múltiple (FIP N° 2003-03, FIP N° 2004-11) y modelos lineales generalizados (GLMs, FIP N° 2005-09, FIP N° 2006-11, FIP N° 2007-19, FIP N° 2008-16 y FIP N° 2008-17).

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

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

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

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

3.5.1. Datos del lance

A bordo, además de los registros señalados anteriormente, en cada lance se registró adecuadamente (grados, minutos y segundos con 2 decimales) la geoposición con GPS cuando la red toca fondo y al inicio del virado (inicio y fin del lance, respectivamente). El momento en que la red está efectivamente sobre el fondo fue registrado mediante un sensor de ángulo de NORTHSTAR Technicals ubicado en el piso anterior de la red. La profundidad (m) del piso marino se registró mediante un ecosonda en los mismos tiempos del lance. La velocidad de arrastre se obtuvo de las lecturas del mismo GPS a distintos tiempos de operación de la red, determinándose después el promedio y la varianza. La distancia recorrida por la red entre los tiempos de inicio del arrastre sobre el fondo y el virado se determinó con el Teorema de Pitágoras (FAO Doc. Téc. Pesca 306/1, pág. 351, 1995).

3.5.2. Datos de capturas

3.5.2.1. Captura por lance

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

En cada lance, la fauna acompañante fue separada de la(s) especie(s) objetivo y se procedió a su muestreo y contabilización (en peso), según se detalla en la descripción metodológica del Objetivo Específico 4. Los procedimientos e identificación de especies han sido aplicados por el

Equipo Profesional 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° 2006-11, FIP N° 2007-19, FIP N° 2008-16 y FIP N° 2008-17.

3.5.2.2. Captura estandarizada por lance

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

3.5.3. Muestreos de longitud cefalotorácica y biológico-específicos

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

3.6. Diseño de muestreo

En el presente estudio, el enfoque muestral que se propone, de acuerdo a las bases del proyecto (TBR) para la evaluación directa de la biomasa del camarón, corresponderá a un *muestreo*

estratificado, en que la definición de los estratos se hará acorde con los focos de abundancia históricos. Para este efecto se utilizarán los criterios que a continuación se detallan.

Los antecedentes obtenidos de evaluaciones anteriores, principalmente a partir del año 2006 (FIP N° 2006-11), permiten definir las zonas de abundancia “históricas”, la que corresponde a una distribución esencialmente latitudinal y relativamente continua, permitiendo, no obstante, definir con relativa precisión los límites latitudinales y longitudinales de las zonas de abundancia. Al interior de tales zonas históricas de abundancia se realizará 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.

3.6.1. Método de muestreo

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

La importancia de reconocer agregaciones es que permite precisar la mejor estrategia de muestreo. Nos hemos inclinado a suponer que los esquemas de muestreo propuestos históricamente para la evaluación del recurso camarón nailon mediante área barrida han sido ineficientes en discriminar la distribución espacial agregada del recurso, lo que ha traído como

resultado que la distribución sea del tipo continua. En otras palabras, lo más probable es que tales resultados se deban a la incorrecta estrategia de muestreo utilizada más que a la distribución natural del recurso. En efecto, Pérez & Defeo (2003) señalan que las diferencias encontradas en el coeficiente de capturabilidad (q) del recurso camarón nailon entre las Regiones III y IV se deberían a diferentes “patches” (=agregaciones), refutando de esta manera que la distribución sea continua.

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

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

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

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

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

Para lograr estos objetivos, teniendo en consideración las exigencias de los TBR y principalmente las propiedades distribucionales de la población en estudio más arriba discutidas, se utilizó una estrategia de aleatorización correspondiente a un muestreo estratificado.

3.6.2. 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. Esta estrategia de muestreo tiene la ventaja, por sobre otras estrategias de muestreo, que tiende a minimizar las varianzas de los estimadores, reduciendo los tamaños muestrales mínimos necesarios para lograr un mismo nivel de precisión y confianza de éstos.

En estas condiciones, es necesario definir adicionalmente la “**estrategia o criterio de estratificación**”, que corresponde a la identificación de las propiedades distribucionales de la población que permitan identificar los segmentos de ella que sean internamente homogéneos y que por 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 promedio de aproximadamente 4 mn en la mayor parte de la distribución latitudinal. Sin embargo, dada la extensa distribución N-S (casi 1.600 km lineales), no parece razonable aceptar sensu stricto que la distribución del stock de camarón nailon sea continua. Esto es fundamental pues ayuda a precisar una estrategia de muestreo más ad hoc para este recurso que la que se ha venido utilizando, y que ha consistido en transectas perpendiculares a la costa y equidistanciadas entre sí (Arana *et al.*, 2004).

En el caso de la distribución del camarón nailon, éste no se distribuye en áreas (focos) de abundancia o “*caladeros*”, sino que tiene una distribución relativamente continua en toda la región, aún cuando presenta distintas densidades a lo largo de dicha área, condición que permite identificar zonas de diferentes densidades asociadas con su posición latitudinal y que 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 últimas también un factor relevante en la determinación de los tamaños muestrales. Por lo anterior, en este estudio se utilizó como criterio de estratificación las densidades medias observadas en las distintas áreas de extracción del recurso, las que, de acuerdo con lo observado en los resultados de los proyectos anteriores, particularmente los más recientes, (FIP N° 2006-11 y FIP N° 2008-17), muestran un claro gradiente latitudinal (Fig. 2 y 3).

3.6.3. Diseño muestral propuesto

Como se mencionó, 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:

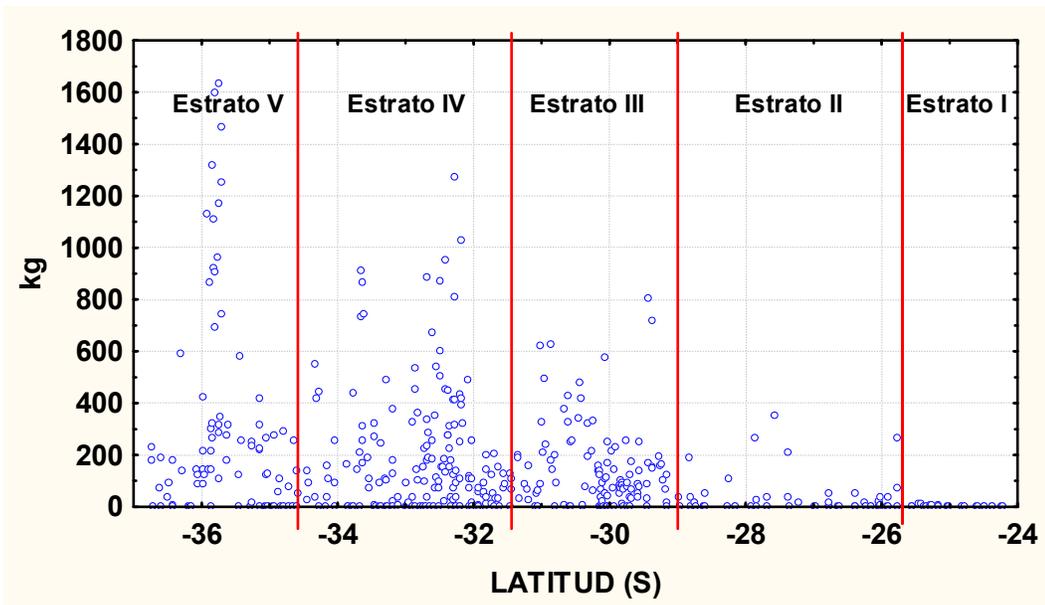


Fig. 2. Distribución latitudinal de los estratos a partir de los resultados del Proyecto FIP N° 2006-11 (Acuña *et al.*, 2007).

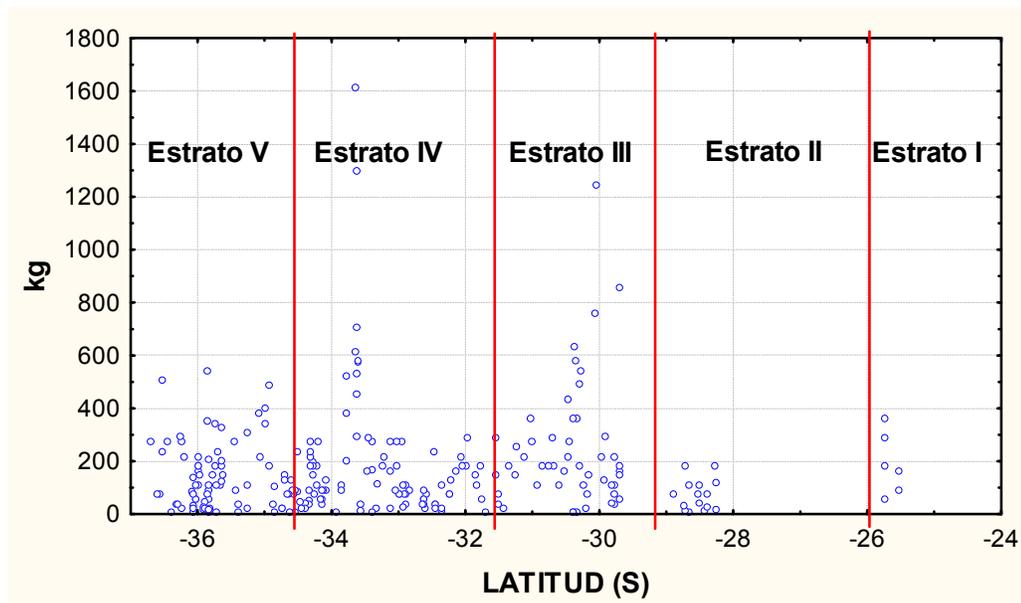


Fig. 3. Distribución latitudinal de los estratos a partir de los resultados del Proyecto FIP N° 2008-17 (Acuña *et al.*, en ejecución).

3.6.3.1. Unidad muestral

Sobre el área de abundancia se define una grilla de 1,0 * 1,0 mn de orientación N-S y E-W, al interior de la cual se generan *celdas básicas* donde se efectúan los lances. Se define como **unidad**

muestral a una transecta de orientación longitudinal, sobre las celdas básicas ya definidas, de 4 mn de largo en promedio, con tres lances por transecta en promedio. De acuerdo con la definición de Unidad Muestral antes entregada, las mediciones (lances) de esta transecta se realizan, alternamente, en una de cada dos celdas básicas, hasta cubrir completamente la longitud de la transecta. Para efectos de estimación, las medidas de la unidad muestral son entonces las de la transecta, lo que entrega como resultado final un promedio ponderado por la longitud de la transecta.

3.6.3.2. Estrategia de muestreo (Proceso de Aleatorización)

Las Bases Especiales del Proyecto FIP N° 2009-16 indican que se debe intensificar el muestreo en las áreas de abundancia (focos) que se detecte. Una interpretación de estas Bases exigiría la aplicación de un método de muestreo adaptativo (Thompson 1992), el que es recomendado para poblaciones agregadas en clusters. Sin embargo, como ya se ha señalado, estudios anteriores han mostrado que la distribución del recurso es preferentemente uniforme a lo largo de un gradiente latitudinal presentando, al mismo tiempo, diferencias de densidad claramente delimitadas. La distribución espacial del recurso, sumada a las diferencias en densidad, permitirían utilizar un diseño muestral diferente que considere la información histórica disponible, la que, de acuerdo a las Bases, permitiría una intensificación del muestreo en aquellas zonas reconocidamente de mayor abundancia. Por lo tanto, se propone reemplazar la componente adaptativa de las estrategias de muestreo, por el conocimiento de la información histórica que permite definir, *a priori*, las áreas de mayor abundancia en las que se debe intensificar el esfuerzo muestral. En particular, se utilizaron los resultados de los proyectos FIP N° 2006-11 y FIP N° 2008-17, recientemente realizados por el Equipo de Trabajo UCN – UdeC, más IFOP en el primero de ellos. La Figura 2 muestra las abundancias calculadas respecto de las latitudes en las que fueron realizados los lances, lo que permite tener una estimación actualizada de las zonas de mayor abundancia, y que son aquellas en las que se debería intensificar el esfuerzo muestral. Esta estrategia corresponde entonces a un muestreo estratificado, en el que el criterio de estratificación está determinado por la latitud y la definición de los tamaños muestrales correspondientes es

proporcional al tamaño de los estratos y a la densidad media observada en evaluaciones anteriores.

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

Cada estrato estuvo conformado por un número fijo y conocido de celdas básicas, las que definieron el tamaño N_h del estrato. Dada la distribución de la especie ya discutida, el proceso de aleatorización al interior de cada estrato se realizó en sentido latitudinal, a partir del límite norte de cada estrato, de acuerdo al siguiente procedimiento:

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

Este procedimiento permitió seleccionar, en forma completamente aleatoria los lugares desde donde se seleccionaron las muestras. En cada ubicación seleccionada se realizó una transecta de orientación Este – Oeste, seleccionando como primera celda básica a

muestrear, la que se encontraba más próxima a la línea de la costa y que correspondiera a la zona de abundancia previamente seleccionada (dependiendo de la profundidad a la que ésta se ubicaba). A partir de esa primera celda se realizaron las transectas antes definidas (unidad muestral), hasta cubrir enteramente la zona de abundancia. Esta estrategia permitió muestrear completamente el área de abundancia en sentido E- O y por lo tanto definir los límites longitudinales de las zonas de abundancia. Es importante destacar que, dada la distribución del recurso en la zona de interés, es relevante enfocar este estudio a la determinación de los bordes tanto longitudinal como latitudinal.

3.6.3.3. Tamaño de la muestra

En todo estudio destinado a la estimación de biomasa los tamaños muestrales se deben calcular teniendo en consideración tres elementos esenciales, a saber: (i) varianza de la población; (ii) nivel de confianza de la estimación; y (iii) nivel de error deseado para los estimadores. Estos son tratados a continuación:

1. Varianza de la población

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

2. Nivel de confianza de la estimación

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

3. Nivel de error deseado para los estimadores

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

No obstante lo anterior, en estudios como éste es frecuente que los tamaños muestrales estén determinados por factores externos a los tres antes mencionados. En efecto, estas restricciones corresponden frecuentemente al tiempo disponible para ejecutar los estudios y, principalmente, el presupuesto disponible, lo que condiciona los resultados finales y los niveles de precisión y confianza que definen los tamaños muestrales que es posible obtener con los recursos disponibles. Esta es exactamente la situación en este tipo de proyectos.

Considerando las restricciones recién comentadas, el número total de lances a realizar es de aproximadamente 500, los que se distribuyen estratificadamente de acuerdo al siguiente esquema:

3.6.3.4. Definición de estratos, transectas y lances.

Como se ha analizado, el stock de camarón nailon se distribuye como una franja delgada que se extiende latitudinalmente entre la II y VIII Regiones. Sin embargo, la densidad a lo largo de esta franja no es uniforme. En las Fig. 2 y 3 se muestra la distribución latitudinal de las abundancias observadas y reportadas por los proyectos FIP N° 2006-11 y FIP N° 2008-17, respectivamente. Las zonas se separaron en cinco estratos, de acuerdo con lo exhibido en la Tabla 3, que corresponden a las regiones geográficas delimitadas por los rangos latitudinales que se indican y que poseen diferentes densidades medias.

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

función de la extensión latitudinal de los estratos, que se muestra en la columna 3 de la Tabla 3. Para intensificar el muestreo en las áreas de mayor abundancia se consideró la abundancia media (medida en kg de captura por lance) obtenida en el proyecto FIP N° 2008-17, que se muestra en la columna 4 de la Tabla 3. El estrato 3 muestra la mayor densidad, en tanto el estrato 2 la menor. Los estratos 1 y 4 tienen densidades medias parecidas, en tanto que el estrato 5 presenta una densidad aproximadamente un 70% menor que la de los estratos 1 y 4.

Tabla 3. Definición de estratos y sus correspondientes tamaños muestrales indicados como número de transectas. La tercera columna corresponde a la distancia entre el límite norte y el límite sur del estrato, medido en minutos. La tercera columna corresponde a la longitud del estrato, y la Columna 4 corresponde las densidades medias obtenidas de los proyectos FIP N° 2006-11 y FIP N° 2008-17, utilizadas en el presente proyecto para los coeficientes de proporcionalidad con aquella densidad.

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

Consecuentemente, sobre la base de los resultados anteriores, se propone que el factor de proporcionalidad para la intensidad de muestreo esté relacionado con la abundancia media del recurso en el respectivo estrato. Se considerará, entonces, que el estratos 2 tienen un factor de abundancia igual a 1, lo que corresponde a una transecta cada 10'. A los estratos 1, 4 y 5 se les asigna un factor de proporcionalidad por abundancia igual a 2, lo que significa una transecta cada 5'. Al estrato se le asigna un factor de proporcionalidad por abundancia igual a 3 con transectas cada 4'.

De acuerdo con estos criterios, la Tabla 3, muestra los resultados del número de transectas y lances propuestos. Para determinar el número de lances, se estimó que en promedio se realizaran 3 lances por transecta.

Estos resultados permiten definir extensiones latitudinales del stock de camarón nailon que tienen densidades relativamente homogéneas y que sirven para definir las dimensiones de los estratos. Estos estratos, están limitados por adelgazamientos o estrangulamientos del stock relacionados con accidentes de la topografía tales como puntas y bahías, donde no se realizaron transectas.

3.6.4. Estimación del soporte muestral

De acuerdo con las bases del proyecto (TBR) se debía hacer una estimación del soporte muestral, como una forma de estimar la variabilidad intra celda, a partir del hecho que todo proceso de estimación (de biomasa) está basado en muestras, es decir, en una observación parcial de la población y que las mediciones, que permiten estimar los parámetros poblacionales de interés (densidad media), se realizan sobre la unidad muestral (cuadrícula de 1 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 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 en este caso) al interior de una unidad muestral no es necesariamente uniforme.

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

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

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

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

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

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

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

en que

μ media general.

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

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

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

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

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

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

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

3.6.5. Estimación de las componentes de varianza

En función de lo anterior, en este estudio se propone incrementar en 25% la intensidad de remuestreo al interior de cada celda de referencia, lo que significa que dentro de cada una de éstas se realizaron cinco, en lugar de las cuatro réplicas efectuadas en el proyecto FIP N° 2007-19. Ello permite obtener una estimación mejor y más comparable 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 anterior, despejando la componente requerida (Tabla 5).

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

COMPONENTE	ESTIMACIÓN
σ_τ^2	$\frac{CMTR - CME}{r}$
σ_ε^2	CME

Se considera que la información de las celdas replicadas, y coincidiendo con las recomendaciones del proyecto metodológico FIP N° 2006-19 (Acuña *et al.*, 2008), pudiera servir de base para evaluar variaciones temporales, estableciendo estaciones de seguimiento en posiciones fijas, que

podieran 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.

3.6.6. Determinación de la grilla para lances de monitoreo

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

1. Dado que las estrategias muestrales utilizadas a partir del año 2006 (FIP N° 2006-04), se han basado en el muestreo estratificado, que incluye la selección de una muestra aleatoria al interior de cada estrato y que han utilizado básicamente los mismos estratos y, en lo posible, ubicaciones similares de los lances, se realizó un estudio de la ubicación de los lances durante los últimos cuatro años de investigación. Este estudio permitió determinar aquellos lances que se han realizado dentro de la misma unidad muestral (cuadrícula de 1x1mn). Así, las estaciones de monitoreo permanente se seleccionaron preferentemente entre aquellas celdas que han sido muestreadas un mayor número de veces durante el periodo. Esto permite, convenientemente, disponer de información histórica sobre el comportamiento del recurso a partir del año 2006 y no del año 2009, como sería el caso si no se usara este método. Con ello, los resultados de este estudio, permiten disponer de inmediato de información sobre la evolución del recurso durante los últimos 5 años, con las consiguientes ventajas para el análisis posterior.
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 y teniendo en consideración las restricciones mencionadas en los párrafos precedentes, respecto de sus posiciones históricas (últimos cuatro a cinco años).

3.6.7. Análisis del gradiente latitudinal de abundancia

Si bien los criterios de estratificación permiten definir claramente la ubicación y tamaño de los estratos, en base a los antecedentes históricos de captura en los caladeros así definidos, estos criterios, y no obstante la distribución de los estratos es claramente latitudinal, hasta la fecha no se ha realizado un análisis de las variaciones latitudinales de la abundancia de los recursos. Este estudio se puede realizar de dos formas diferentes.

a) Variaciones latitudinales absolutas de la densidad.

En este caso se propone realizar un estudio de las variaciones latitudinales de la densidad, tomando como referencia los resultados estimados en densidad promedio por Km², estimados cada 5 mn de latitud. Este análisis entrega información detallada sobre la distribución latitudinal del recurso referido a la densidad media esperada.

b) Variaciones latitudinales diferenciales de la densidad.

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

Adicionalmente, el análisis anterior se puede extrapolar a evaluaciones anteriores, y obtener, además de una medida de la asociación espacial, una de las variaciones temporales de ésta. Este tipo de estudios no se ha realizado anteriormente, por lo que constituye un aporte metodológico innovador y de alto valor para la comprensión de la dinámica espacio-temporal de la abundancia de las especies. En efecto, sólo en la medida que sea posible mantener durante un periodo prolongado estas estaciones de monitoreo, será posible construir las series temporales necesarias para establecer las correlaciones seriales que permitan evaluar la asociación entre los patrones de abundancia y biomasa estimados por los métodos antes propuestos y, por ejemplo, variables ambientales oceanográficas correspondientes las zonas de muestreo. Para este efecto es posible evaluar, en base a la información secuencial recolectada, la existencia de relaciones de causalidad según Granger, (Pierce and Haugh, 1977), entre el conjunto de variables ambientales-oceanográficas y la biomasa estimada y eventualmente otros parámetros biológicos de interés.

3.6.8. 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 en una franja de fondo marino que será barrida por la red antes que ésta pase, y luego conocer la captura una vez que ha pasado la red. Si se contara con varios de esos recuentos antes que pase la red y después que lo haga, entonces se podría estimar a como el promedio de la razón entre la captura y la abundancia antes que pase la red. Luego, la varianza del estimador se podría calcular mediante las repeticiones de la observación.

Obviamente, este método directo no es factible de ser implementado pues requeriría de equipamiento de video submarino que no está disponible para los fines de este proyecto. En consecuencia, se asumirá que el coeficiente de capturabilidad local (a) es igual a 1. El supuesto anterior se apoya, además, en que el diseño de muestreo propuesto se aplica sobre el área de distribución de los recursos objetivo y que el arte de pesca está especialmente diseñado para la captura de éstos.

El tercer término en la definición de la densidad del recurso es el área barrida ($A(x,y)$) en cada lance, que se calcula como el producto entre la distancia recorrida por la red y la abertura de punta de alas (APA). La distancia recorrida se calcula mediante las lecturas del GPS a lo largo del recorrido de la red durante cada arrastre. Si la nave describe una trayectoria lineal, entonces basta con medir la distancia con la primera y la última lectura, y utilizar el Teorema de Pitágoras. Si, en cambio, la nave describe una trayectoria no lineal, entonces se utilizará varias lecturas del GPS y varias aplicaciones parciales del Teorema de Pitágoras para aproximarse a la distancia recorrida. Se supone que no hay error en esta medición de distancia. La APA, en cambio, suele variar durante el arrastre, dependiendo de las condiciones del fondo, de la velocidad y rumbo de las corrientes, de la velocidad y rumbo de la embarcación y de la cantidad de pesca. Entonces, se determinará esta variación mediante lecturas secuenciales del APA con el equipamiento

electrónico NETMIND, implementado en los barcos que participarán en el crucero. Luego, se tiene $n_{APA}(x, y)$ lecturas electrónicas de APA en el lance l en la posición $(x, y)_l$, entonces la APA a utilizar en la determinación de la densidad local, es decir para cada lance, será

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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.

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

3.7.1. Presentación

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

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

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

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

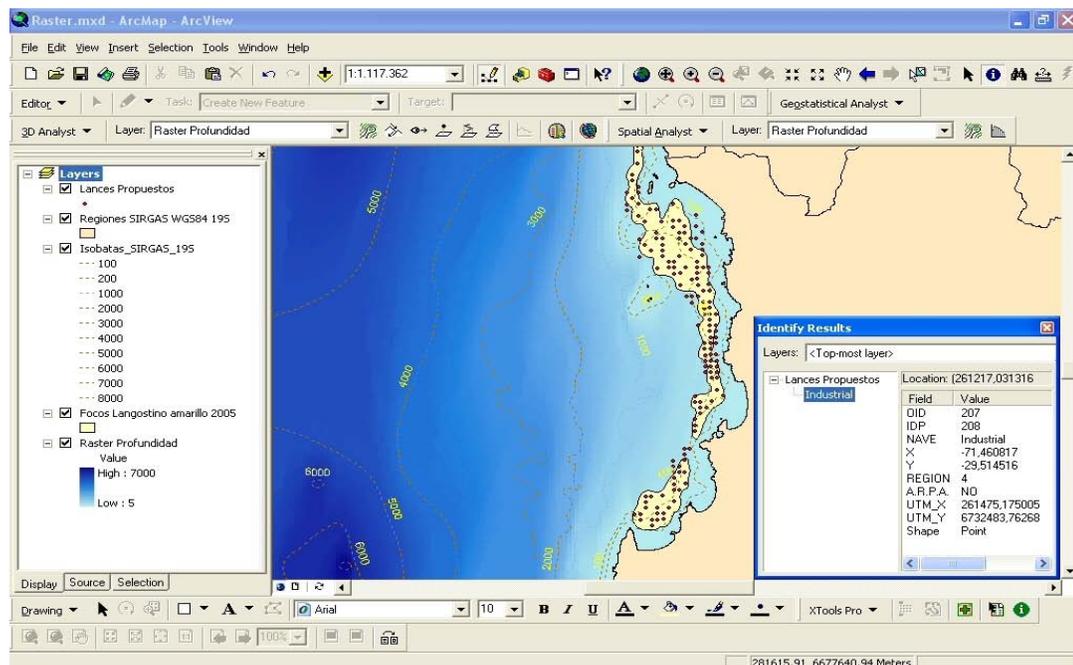


Fig. 4. Ejemplo de las “capas temáticas” de parte de la Región de Coquimbo y la información desplegada en forma paralela proporcionada por el SIG.

Las capacidades anteriores permiten, además, realizar análisis y simulaciones que son una ayuda muy valiosa para la asignación eficaz de recursos. Cabe destacar que las posibilidades de análisis espacial y de representación sobre la pantalla quedan definidas, no por la capacidad del equipamiento o por el software sino por la cantidad y calidad de información que dispone el sistema. La información se prepara sobre planillas de cálculo, que se pueden ir integrando a las

bases de datos de modo de mantener la información mejor actualizada y completa posible (FAO, 1996).

3.7.2. Georreferenciación de los lances de pesca

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

Para mejorar la precisión de la ubicación de los lances de pesca y reducir las fuentes de error de observación, todos los posicionadores satelitales fueron configurados y calibrados con el mismo datum. Adicionalmente, para la localización de los lances de pesca y, posteriormente, los focos de abundancia del recurso objetivo, se dispuso del modelo digital de terreno (DEM) creado en la Universidad Católica del Norte, a partir de una base de puntos georreferenciados con valores batimétricos y que ha sido utilizado en los proyectos FIP 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 y FIP N° 2008-17.

3.7.3. Metodología de implementación de bases de datos

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

3.7.4. Procesamiento y tratamiento de la información

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

3.8. OBJETIVO ESPECÍFICO 1

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

3.8.1. Distribución espacial de la densidad de camarón nailon

El análisis de la distribución espacial del recurso camarón nailon se entiende acá en un sentido amplio. La técnica de análisis más apropiada para este efecto es la geoestadística (Petitgas, 1993; Rivoirard *et al.*, 2000), la que ha venido usándose en Chile para estudiar la distribución espacial de recursos de crustáceos desde 1996 y ya constituye una herramienta estándar (Roa & Tapia, 1998; Acuña & Arancibia, 2001; Páramo & Roa, 2003; Acuña *et al.*, 2003; Acuña *et al.*, 2005a, b, Acuña *et al.*, 2007). Una propiedad importante de este método de análisis es que supone que la variable medida localmente (densidad poblacional o captura por unidad de área = CPUA) es la realización de una variable aleatoria y, por lo tanto, se puede dar cuenta rigurosamente del error en la determinación de la variable localmente.

Para esto se define que el parámetro *nugget* del modelo de variograma está compuesto de la suma de dos efectos independientes: el error de observación debido a la variabilidad del APA y la micro-varianza debida a covarianzas espaciales a distancias menores que la menor distancia entre las muestras. Por esto es que el término de error en la ecuación de la densidad local total, que es debido a la APA, se toma en cuenta en el análisis de la distribución espacial mediante geoestadística. El análisis geoestadístico, cuando se aplica con todas las especificaciones correctas y cuando se cuenta con una estimación independiente del error de observación debido a la variabilidad de la APA dentro de cada lance, cumple con el requerimiento de las Bases Especiales de incluir el efecto de la variabilidad de la misma. Esto es así tanto en el análisis de la distribución espacial (Obj. Espec. 1) como en la estimación de biomasa (Obj. Espec. 2).

Se supuso la existencia de *estacionariedad de segundo orden* de la distribución espacial de la densidad poblacional de camarón nailon, es decir, que la media del proceso aleatorio bajo estudio es constante en el área de prospección y la covarianza entre dos puntos de muestreo depende sólo de sus distancias relativas (Isaaks & Srivastava, 1989). Este no es un requerimiento muy fuerte

pues en la etapa de interpolación por kriging sólo se necesita la ausencia de una tendencia en la vecindad de los puntos observados. La variante teórica a utilizar es la *geoestadística intrínseca*, que se basa en un modelo de covarianza espacial. En este caso en particular, ese modelo corresponde al variograma (Journel & Huijbregts 1978), definido como la esperanza de la variable aleatoria $(Z(x)+Z(x+h))^2$, ó

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

para el modelo esférico, y

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

para el modelo exponencial, y

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

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

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

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

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

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

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

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

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

datos para estimar el valor de la variable en ese punto, utilizando el modelo de variograma y parámetros de *kriging* seleccionados.

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

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

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

donde ω_i representa las ponderaciones asignadas a cada localidad muestreada.

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

El mapeo geoestadístico se implementó en la última versión del programa SURFER, el SURFER 8, que incorpora la posibilidad de incluir los parámetros del variograma teórico ajustado para la interpolación por *kriging* al interior de los focos de abundancia identificados. Al respecto, en este

mismo programa se puede incluir la grilla de interpolación previamente definida y construir los mapas de distribución de la densidad deseados.

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

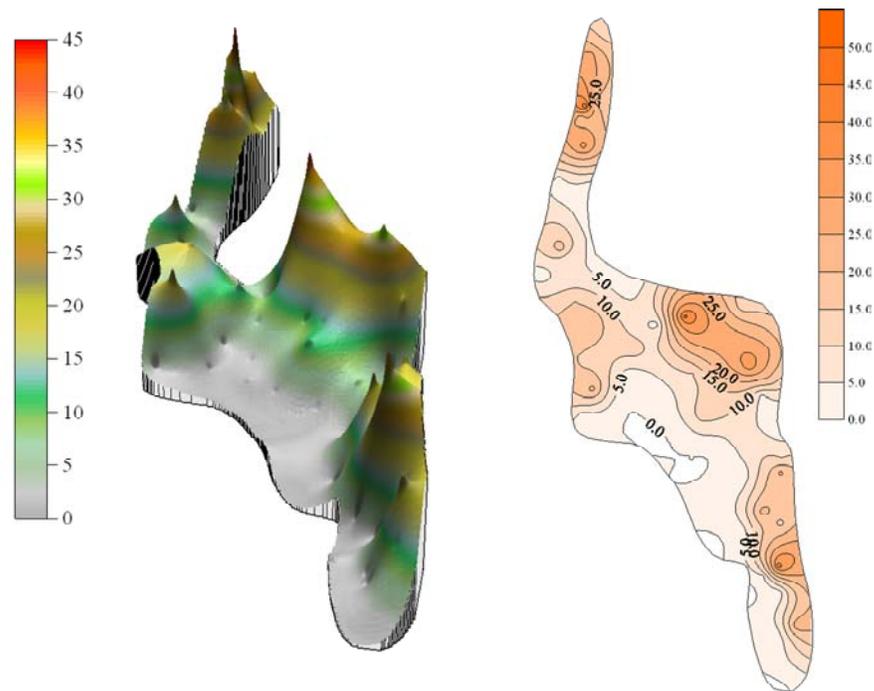


Fig. 5. Distribución espacial de la densidad de langostino amarillo en el Foco 14 identificado en el marco del Proyecto FIP 2004-11. Izquierda: mapa de superficie. Derecha: mapa de contornos.

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

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

- (i) la posición y tamaño de los focos de abundancia de camarón nailon
- (ii) el centro de gravedad (CG) de la densidad poblacional (cpua, ton/Km²)

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

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

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

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

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

El índice de Gini es una medida de concentración, y como tal tratan de destacar el mayor o menor grado de igualdad en la distribución de los valores de la variable (en este caso la densidad poblacional), son por tanto indicadores del grado de agregación de la variable. El coeficiente de Gini es un número entre 0 y 1, en donde 0 se corresponde con la perfecta homogeneidad y 1 se corresponde con la perfecta concentración (Medina, 2001; Mayor, 2004; Gastwirth *et al.*, 2005).

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

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

3.9. OBJETIVO ESPECÍFICO 2

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

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

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

Simulaciones realizadas con datos del Proyecto FIP N° 2006-04, en el marco del Proyecto FIP N° 2006-19 (Acuña *et al.*, 2007) “**Estandarización de procedimientos metodológicos para la evaluación de crustáceos demersales a través del método de área barrida**”, para una grilla regular de muestreo (Fig. 6) indican que en el caso de la media aritmética, a medida que disminuye el número de estaciones positivas, la media muestral se reduce de manera proporcional (Fig. 7).

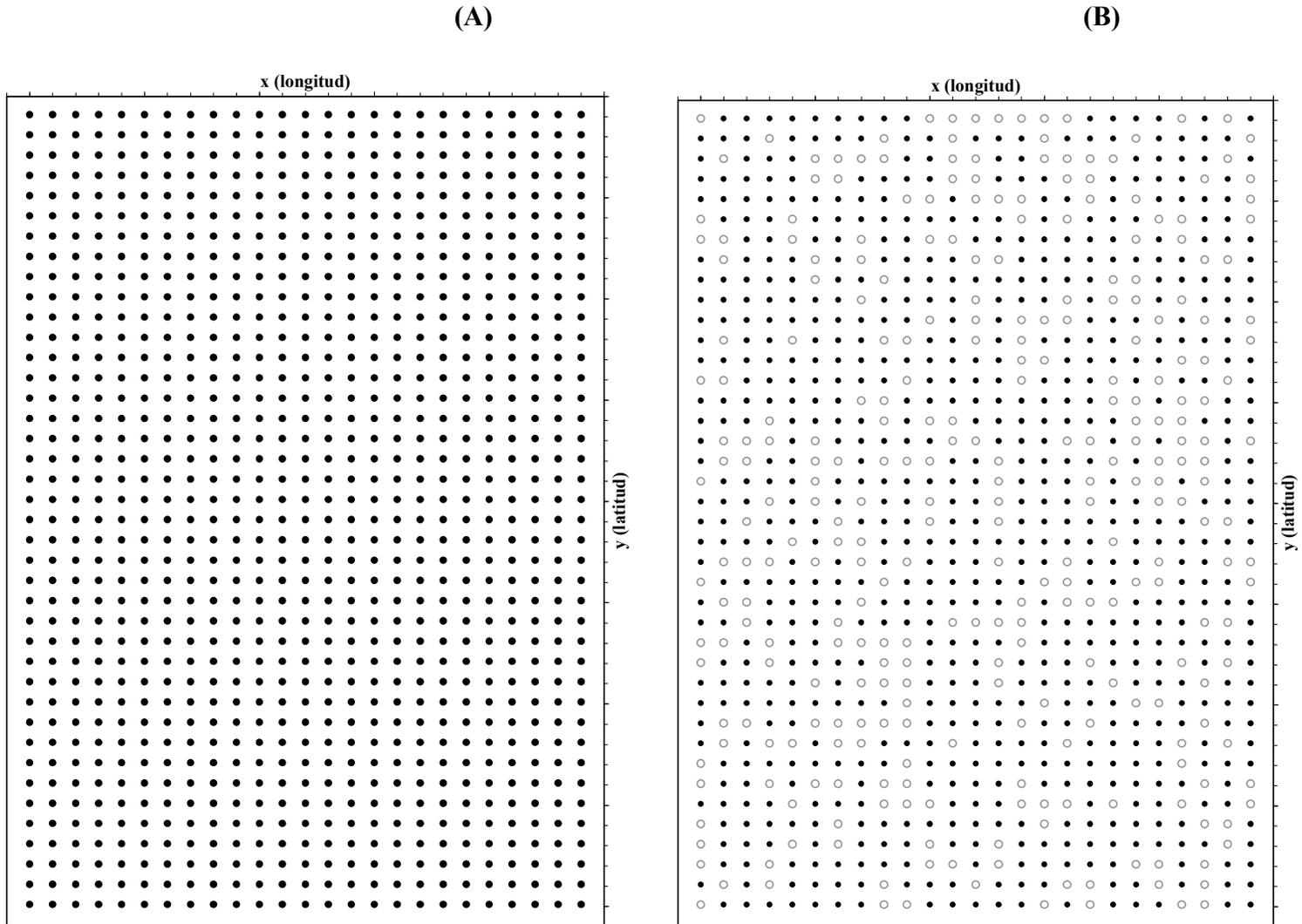


Fig. 6. Simulación de una grilla de muestreo. (A) 100% estaciones positivas para recurso objetivo; (B) 70% estaciones positivas para recurso objetivo.

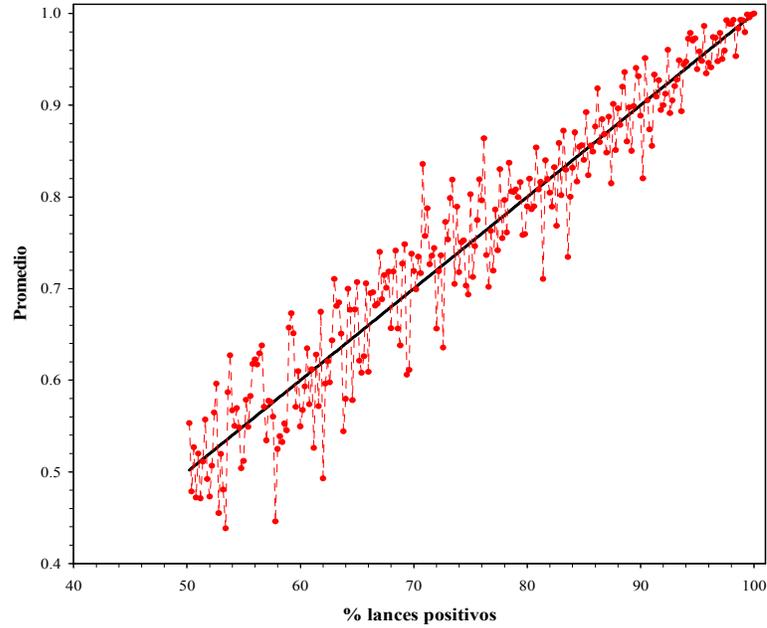


Fig. 7. Disminución de la densidad media poblacional en el caso del estimador de la media aritmética. La línea negra continua representa la reducción de la media aritmética cuando la densidad es homogénea en toda el área de estudio.

Adicionalmente, en el caso de la varianza del estimador de biomasa, medido a través del intervalo de confianza, se observa que con una disminución del número de estaciones positivas el intervalo se incrementa (Fig. 8).

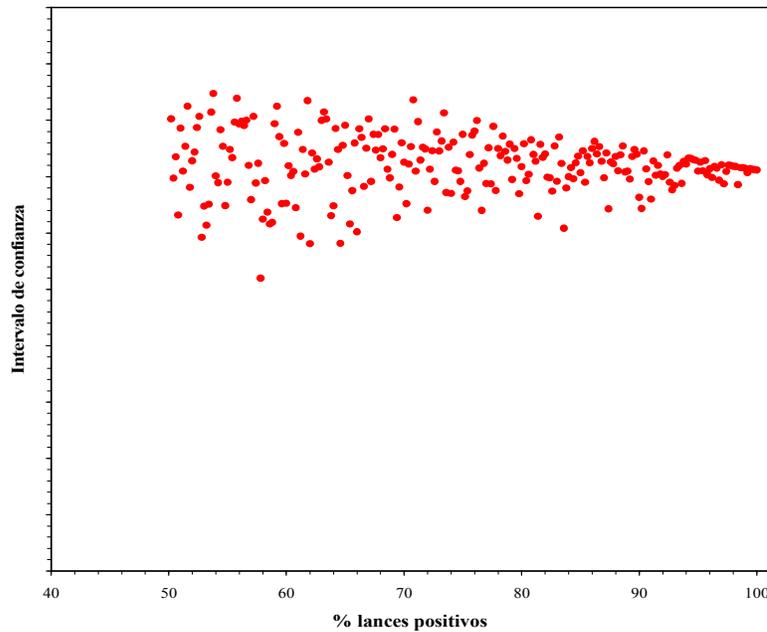


Fig. 8. Intervalo de confianza de la estimación de biomasa para la media aritmética.

En el caso del estimador de razón, como medida de la densidad poblacional promedio, no obstante no muestra una tendencia decreciente a medida que se reduce en número de estaciones positivas, sí se incrementa claramente en su variabilidad (Fig. 9), lo que conduce a estimaciones de biomasa hasta 1,2 veces superior a la biomasa observada cuando se tiene el 100% de estaciones positivas para el recurso objetivo, o hasta 20% menor (Fig. 9)

En el caso del estimador de densidad poblacional del 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 (Fig. 10).

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 2,2 veces. En cambio, con el estimador de la Distribución Delta Lognormal, la razón de cambio de la varianza de estimación se incrementa en hasta 18 veces (Fig. 11).

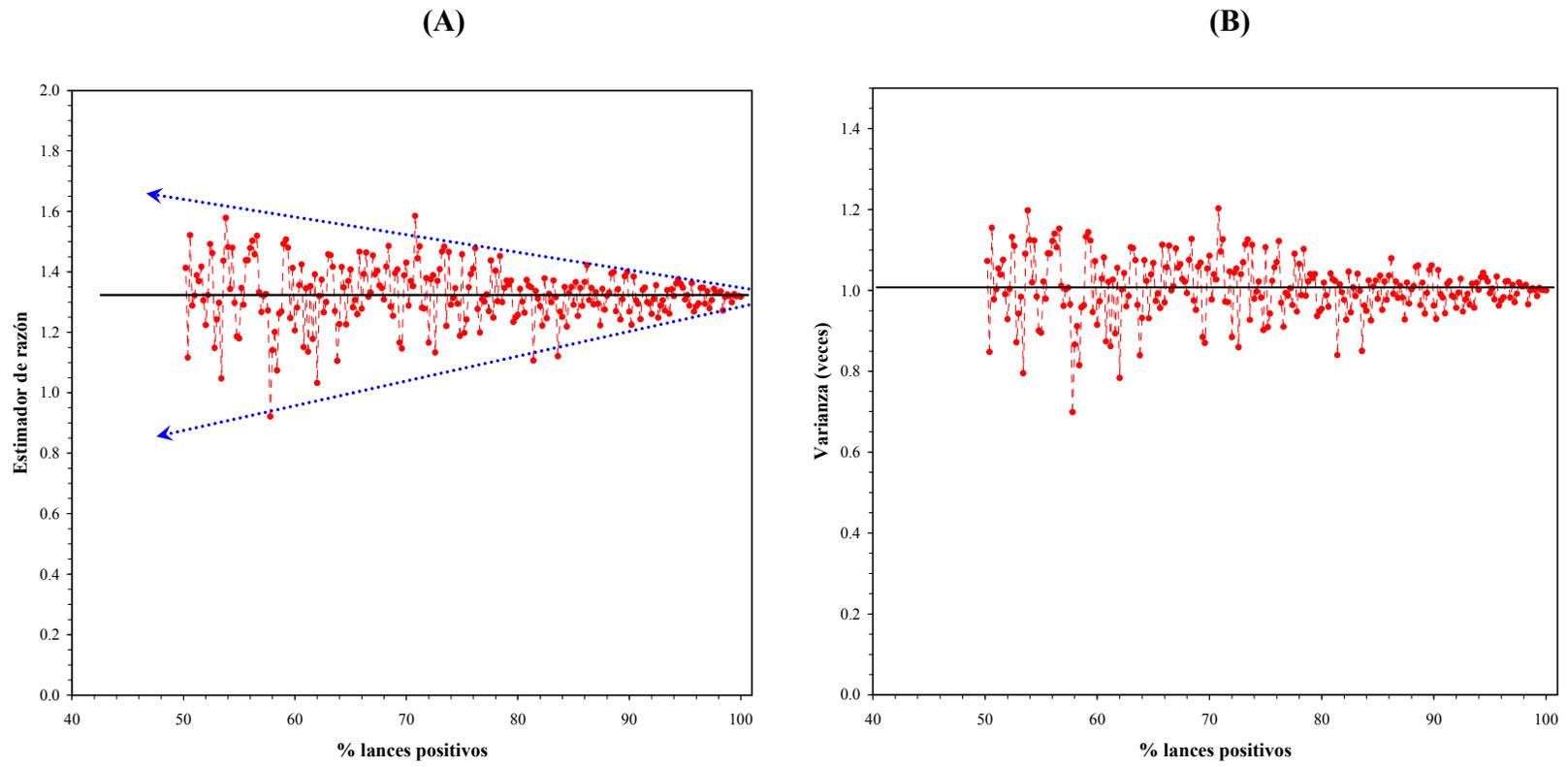


Fig. 9. Simulación de la densidad poblacional medida a través del estimador de razón (A); y varianza de la estimación de biomasa (número de veces respecto de un 100% estaciones positivas para el recurso objetivo) (B).

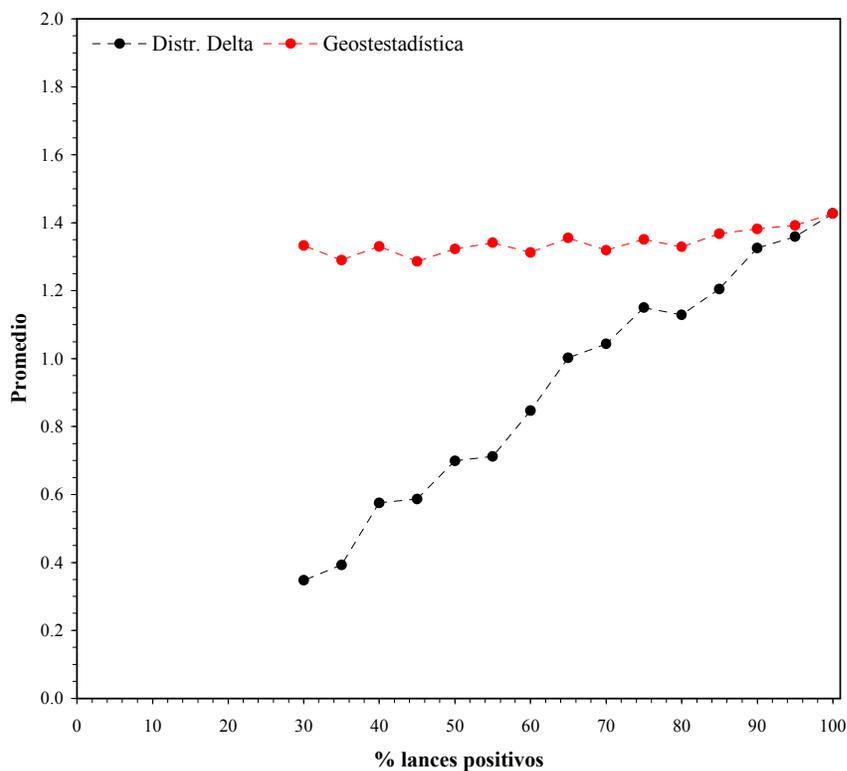


Fig. 10. Disminución de la densidad media poblacional en el caso del estimador de la Distribución Delta Lognormal (puntos negros) y el estimador geoestadístico (puntos rojos).

En atención a los rigurosos y claros antecedentes anteriores, se propone que el **“mejor estimador de densidad media”** para el cálculo de la biomasa vulnerable de camarón nailon corresponde al estimador geoestadístico. No obstante lo anterior, y con propósitos estrictamente comparativos, en el presente estudio se estimará la biomasa vulnerable total (tons) de camarón nailon independientemente mediante cuatro métodos, a saber, (i) método geoestadístico intrínseco, (ii) estimador de razón, y (iii) método de las microceldas de estimación geoestadística.

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

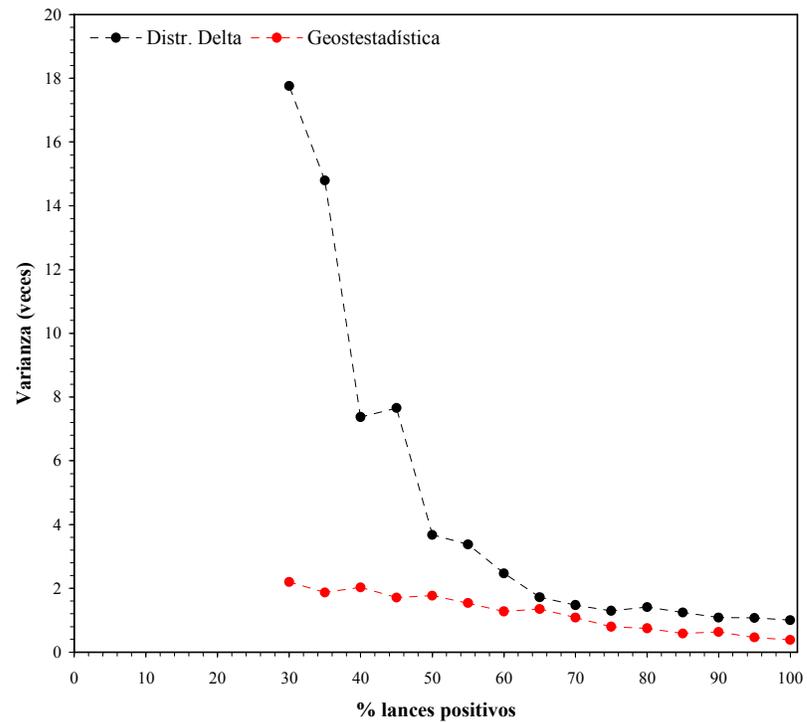
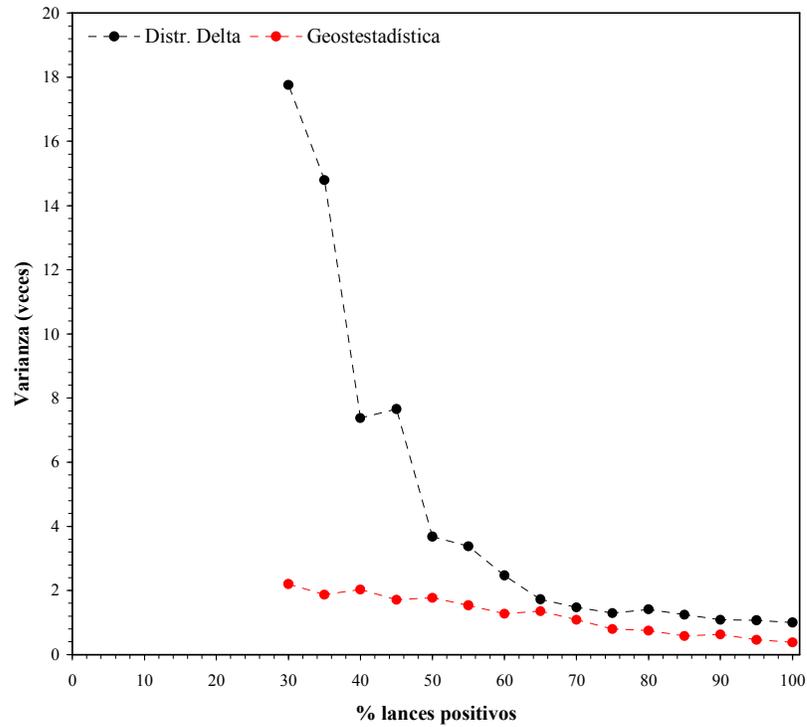


Fig. 11. Razón de la varianza de estimación de la biomasa (número de veces respecto de un 100% estaciones positivas) según el estimador de la Distribución Delta Lognormal (puntos negros) y el estimador geoestadístico (puntos rojos).

3.9.1. Estimación de biomasa

3.9.1.1. Método geoestadístico intrínseco

Los métodos presentados para el objetivo específico 1, de distribución espacial de la densidad en peso total, de machos y de hembras, fueron utilizados en esta parte para estimar la biomasa mediante la integración a través de la grilla generada por kriging dentro de un polígono que define el área del stock en cada estrato y foco de abundancia. Dentro de cada uno de estos polígonos, la densidad media (z^*) se obtuvo promediando las estimaciones locales calculadas en cada uno de los m nodos de la grilla que cubre cada área de estudio. La biomasa total (B) y de cada sexo por estrato y foco de abundancia, y para el área de exclusión artesanal y el resto del área, todos estos cálculos por separado, fue estimada a través del producto entre la densidad media obtenida por kriging (z_{kg}^*), el área total cubierta por el stock, S , y el recíproco del coeficiente de capturabilidad local promedio, cuya expresión es

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

Se ha evitado aquí introducir una enorme cantidad de subíndices para indicar las distintas particiones de la biomasa solicitadas en las Bases Especiales, pero se debe entender que éstos se aplicaron a todas esas particiones. El área S no puede ser estimada estadísticamente utilizando la teoría intrínseca de la geoestadística pues ésta no permite ‘efecto de borde’, es decir, interacción entre la densidad y el hábitat (Petitgas y Lafont 1997). Sin embargo, es posible estimar S y su varianza de estimación transformando los datos de $z(x, y)$ con la función indicadora para utilizar luego la teoría geoestadística transitiva (Petitgas y Lafont 1997). Este tema será tratado más adelante en este capítulo. Considérese 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 y Lafont 1997). La varianza de estimación de z_{kg}^* corresponde al varianza del error, de la forma

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

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

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

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

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

3.9.1.2. Método de la Distribución Delta-lognormal

Considerando que la captura por unidad de esfuerzo (CPUE = CPUA) en las faenas de pesca comerciales y científicas orientadas a crustáceos como camarón nailon y langostinos (colorado y amarillo) se distribuye en forma asimétrica lognormal, entonces, para cuantificar la biomasa de este recurso, ignorando criterios espaciales, es posible utilizar un estimador de densidad media derivado del modelo de la Distribución Delta, cuya forma simplemente es

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3.9.1.3. Estimador de razón

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

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

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

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

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

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

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

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

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

entonces,

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

3.9.1.4. Microceldas de estimación geostatística

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

1. Definición de una grilla de interpolación con tamaño de malla regular de dimensiones conocidas de tamaño menor a la distancia promedio entre estaciones de muestreo, por

ejemplo 1 x 1 Km², al interior de los focos de abundancia. Luego, el nodo de la grilla se asume el punto medio (x_0, y_0) de un polígono regular de tamaño (superficie) también conocido o celda de estimación.

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

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

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

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

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

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

con intervalos de confianza equivalentes a:

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

y

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

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

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

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

3.9.1.5. Estimación de la Biomasa mediante Muestreo Estratificado.

Supuestos del modelo.

Asumiendo que al interior de cada estrato la distribución de la biomasa es relativamente homogénea, es posible cumplir con los supuestos asociados a la estrategia de muestreo sistemático que requiere que el recurso se distribuya uniformemente en toda el área (Cochran, 1977; Thompson, 1992). Con esta estrategia de muestreo se consigue tres objetivos, a saber:

- Primero, aumentar la intensidad de muestreo en las zonas de mayor abundancia, como se ha establecido en las Bases Especiales del proyecto.
- Segundo, se reduce la varianza del estimador al considerar separadamente estratos internamente homogéneos, ello, según lo establecido por la teoría de muestreo tiende a reducir la varianza y los tamaños muestrales mínimos necesarios para lograr a misma precisión y confianza de los estimadores.
- Por otro lado, el muestreo independiente dentro de los focos o zonas de abundancia permite obtener una estimación estadística objetiva del área del stock en cada área por separado.

Esta estrategia de muestreo permite estimar con relativa facilidad la abundancia promedio \bar{y}_{ST} y su varianza respectiva $Var(\bar{y}_{ST})$, mediante las expresiones

Sea L el número de estratos considerados, luego N_h y n_h , $h= 1, 2, \dots, L$, corresponden al tamaño del estrato y de la muestra seleccionada desde es estrato h respectivo, entonces los estimadores de la media y varianzas poblacionales son, respectivamente

$$\bar{y}_{ST} = \sum_{h=1}^L W_h \cdot \bar{y}_h$$

$$Var(\bar{y}_{ST}) = \left(\sum_{h=1}^L W_h^2 \right) \cdot Var(\bar{y}_h),$$

cuyo estimador muestral es de la forma

$$S^2(\bar{y}_{ST}) = \sum_{h=1}^L W_h^2 \frac{S_h^2}{n_h} \frac{N_h - n_h}{N_h}$$

donde \bar{y}_h es el promedio muestral y S_h^2 la varianza muestral de cada estrato h , con $h = 1, 2, \dots, L$ y W_h corresponde a un coeficiente de ponderación por estrato y que puede estar determinado, por ejemplo, por el tamaño de cada estrato.

De esta misma forma, considerando $N = \sum_{h=1}^L N_h$, pueden obtenerse los estimadores para los totales poblacionales

$$\hat{Y}_{ST} = N \cdot \bar{y}_{ST}$$

con varianza estimada por

$$S^2(\hat{Y}_{ST}) = \sum_{h=1}^L N_h (N_h - n_h) \frac{S_h^2}{n_h}$$

A partir de estas expresiones es posible obtener los límites de confianza para el total poblacional mediante la expresión

$$N \cdot \bar{y}_{ST} \pm t_{1-\alpha/2} \sqrt{\sum_{h=1}^L N_h (N_h - n_h) \frac{S_h^2}{n_h}}$$

En que $t_{1-\alpha/2}$ corresponde al percentil $(1-\alpha/2)(/)*100\%$ de la distribución t-Student. Se usa para estos efectos una distribución studentizada debido a que no se conoce el valor verdadero de la varianza poblacional. Cuando los tamaños muestrales son suficientemente grandes, esta distribución puede aproximarse, sin embargo, a la distribución normal, utilizando en dicho caso:

$$N \cdot \bar{y}_{ST} \pm z_{1-\alpha/2} \sqrt{\sum_{h=1}^L N_h (N_h - n_h) \frac{S_h^2}{n_h}}$$

Los criterios de ponderación de los estratos obedecen, en este caso, a una asignación de ponderaciones proporcionales al tamaño de cada estrato (medido en km²).

El error asociado en la estimación depende de tres factores: (i) el tamaño de la muestra, (ii) el nivel de confianza (se utiliza el 95%) y (iii) la varianza (hasta el momento desconocida). En consecuencia, el error asociado a la estimación de biomasa será determinado a partir del intervalo de confianza una vez conocidas las varianzas muestrales.

En resumen, en estudios de evaluación directa de la biomasa de recursos bentónicos, como el camarón nailon, la estrategia tradicional ha sido aplicar, a la luz de los resultados obtenidos, esquemas de muestreo estadísticamente inadecuados para las características distribucionales de la población en toda el área, posiblemente y, entre otras razones, por condicionamientos impuestos por el tipo de análisis a realizar (los que requieren de un cierto patrón para la distribución espacial de las muestras). En términos generales, el tipo de muestreo propuesto ahora implica mayor eficiencia en el uso del esfuerzo de muestreo, mayor precisión en la determinación de los focos de abundancia y la obtención de estimadores más eficientes (respecto del error cuadrático medio).

3.9.2. Estimación del área de los focos de abundancia

3.9.2.1. Geoestadística transitiva

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

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

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

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

Como la estimación de la densidad media ya está cubierta por el uso de la geoestadística intrínseca y por el método Delta-lognormal, sólo interesa estimar el área S . Convenientemente, entonces, se realiza 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 unos y ceros. Esta técnica permite que la doble integral sobre la latitud y la longitud, multiplicada por el área de influencia de cada unidad muestral, sea inmediatamente igual al área de la partición espacial del stock que se está considerando. Sea S el área total que cubre la distribución espacial de la función indicadora $I(x, y)$, entonces la cantidad a ser estimada es

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

y su estimador geoestadístico transitivo es

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

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

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

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

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

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

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

3.9.2.2. Método alternativo de estimación del área de los focos de abundancia

Con el propósito de evaluar el impacto del área de los focos de abundancia en la estimación de biomasa de camarón nailon, y contrastar estos resultados con la estimación mediante geoestadística transitiva, se propuso realizar una estimación alternativa del área de los focos de abundancia. Para este efecto se empleó el “**Método de Interpolación de Vecinos Naturales**”.

El diagrama de Voronoi (1908) y su complemento, Delaunay tessellation (cubrimiento de una superficie con baldosas), son construcciones geométricas ampliamente usadas en el campo de la geometría computacional. En el caso de la estimación de polígonos de abundancia a partir de datos muestrales se considera el espacio Euclidiano bi-dimensional (\mathbf{R}^2); la teoría sin embargo, es aplicable en un marco general k -dimensional (Sukumar, 1997).

Considerando un conjunto distinto de puntos (nodos) $P = \{p_1, p_2, \dots, p_N\}$ en \mathbf{R}^2 . El polígono de Voronoi o Thiessen de p_n se define como

$$T_N = \{x \in \mathbf{R}^2 : d(x, x_n) < d(x, x_m) \quad \forall \quad m \neq n\}$$

donde $d(,)$ es la métrica Euclidiana. Cada polígono T_n es la intersección de varios espacios semiabiertos, cada uno siendo delimitado por el bisector perpendicular. En términos simples, el polígono T_n puede ser visto como el lugar más cercano a p_n que cualquier otro nodo. Generalizando, se observa que el diagrama de Voronoi para un conjunto de nodos divide el plano bidimensional en un conjunto de regiones. Los triángulos de Delaunay son construidos conectando los nodos cuyas celdas de Voronoi tienen límites comunes (Fig. 12). La triangulación de Delaunay y los diagramas de Voronoi son estructuras duales, cada una contiene la misma información, pero representada en diferente forma.

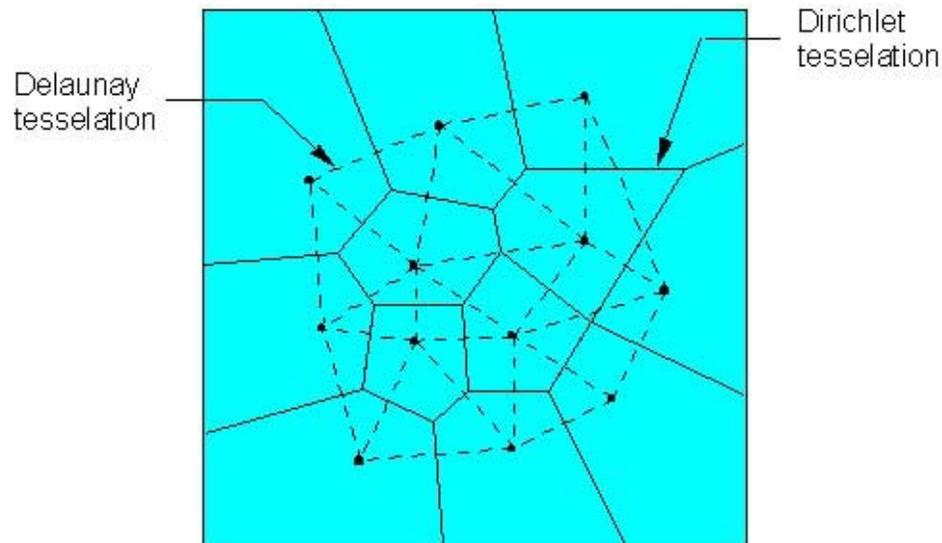


Fig. 12. Mosaicos de Delaunay y Dirichlet para un conjunto de datos espaciales.

Si T_n y T_m tienen un límite común, p_n y p_m son considerados “vecinos”. La noción de un conjunto de nodos adyacentes es generalizada por la definición de nodos “vecinos-naturales”. Los vecinos naturales de cualquier nodo son aquellos de las celdas de Voronoi adyacentes, o

equivalentemente, aquellos en que el nodo está conectado por los lados del triángulo de Delaunay. La definición anterior se hace extensiva a la estimación de cualquier punto $X(x) \in R^2 X$. Incluyendo el punto muestral X en la triangulación de Delaunay, los vecinos naturales de X son el conjunto de nodos que están conectados a él. Se debe hacer notar que el número de vecinos naturales es una función de posición de $X(x)$, y depende de la densidad nodal local (Fig. 12).

La interpolación por vecinos naturales usa una media ponderada de los datos puntuales de la vecindad para calcular un interpolante. Para definir el peso de un punto de la vecindad, Sibson (1981) introduce la idea de “coordenadas locales”. Las coordenadas locales definen el peso o cantidad de influencia que cualquier punto muestral tiene sobre el valor de la función calculada en un punto de interpolación. El peso es enteramente dependiente del área o volumen de influencia de los puntos que rodean al interpolante. El área o volumen de influencia es representado por los polítopos de Thiessen o Voronoi (Owen, 1993).

La red de polítopos de Thiessen para un conjunto de puntos muestrales es el mosaico Dirichlet (“Dirichlet tessellation”) y complemento del mosaico Delaunay, como se muestra en la Fig. 12. El mosaico Delaunay es formado por la triangulación de los puntos muestrales bajo el criterio que el vértice opuesto está contenido en el mosaico Dirichlet.

Las coordenadas locales del vecino natural son ilustradas en la Fig. 13. Los puntos 1 a 10 son puntos muestrales donde el valor z es conocido y es un punto donde se quiere interpolar un valor z . La inserción temporal de P_n en el mosaico Delaunay causará el cambio del mosaico Dirichlet resultando en nuevas áreas Thiessen para los polígonos en la vecindad de P_n . La línea segmentada muestra el mosaico Dirichlet antes de que P_n sea temporalmente insertado, y la línea continua muestra el mosaico Dirichlet después que P_n sea agregado. Sólo los puntos cuyos polígonos Thiessen han cambiado son usados para calcular los interpolantes, que en el caso de la Fig. 13, corresponden a los puntos 1, 4, 5, 6 y 9. La coordenada local $\lambda_m(n)$ para cada uno de estos puntos con respecto a P_n es definida como el área compartida por el polígono Thiessen definido por P_n y el polígono Thiessen definido por el respectivo dato antes de que P_n sea agregado.

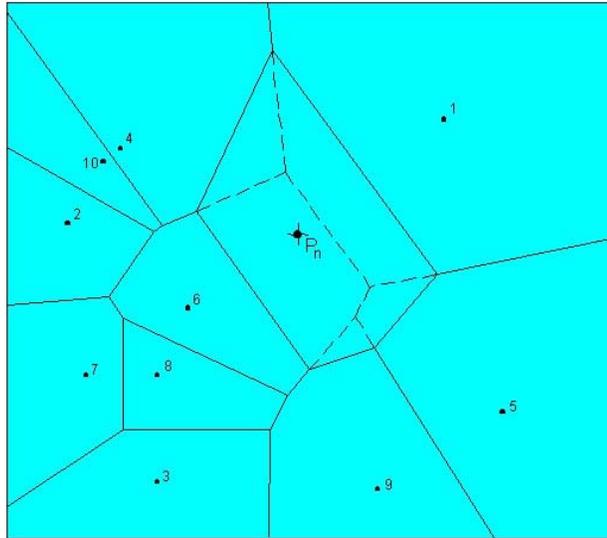


Fig. 13. Mosaico Dirichlet de un conjunto de datos espaciales antes y después de la inserción del punto P_n .

Es evidente que $\lambda_m(n)$ es un número entre cero y la unidad. Si P_n está en la misma localización que P_m (un punto muestral), entonces $\lambda_m(n)$ será la unidad. La coordenada local tiene también la propiedad que la suma de todas las coordenadas locales λ_m para cualquier interpolante P_n será 1.

$$\sum_{m=1}^n \lambda_m = 1, \quad 0 \leq \lambda_m \leq 1$$

Los datos muestrales adyacentes involucrados en la interpolación de P_n son todos aquellos puntos que definen los triángulos en la triangulación de Delaunay que son adyacentes al punto P_n temporalmente insertado. Si se define $\kappa(n)$ como el área de Thiessen de P_n y $\kappa_m(n)$ como la diferencia en el área de Thiessen del punto muestral adyacente, P_m antes y después de que P_n sea insertado, entonces la coordenada local $\lambda_m(n)$ es definida como:

$$\lambda_m = \frac{\kappa_m(n)}{\kappa(n)}$$

Conociendo las coordenadas locales o las influencias de los puntos muestrales adyacentes a P_n , el valor de la función puede ser calculada sumando los valores de la función en los puntos muestrales de la vecindad ponderados por su respectiva coordenada local como sigue:

$$f_n = \sum_{m=1}^k \lambda_m(n) f_m$$

donde k es el número de “vecinos naturales” del interpolante P_n . Refinamientos adicionales pueden ser realizados a la ecuación anterior con el propósito de incorporar gradientes, luego:

$$f_n = \sum_{m=1}^k B(\lambda_m(n)) [f_m + b_m^T (u_m - u_n)]$$

donde b_m es el gradiente estimado en P_m y u_m y u_n son las coordenadas de P_m y P_n , respectivamente. La función de combinación, B , es una función de la coordenada local λ_m .

Habiendo definido los vecinos naturales del interpolante, hay varios aspectos que deben ser resueltos en orden de implementar tal esquema, los que son divididos en las siguientes categorías:

1. Definición del mosaico Delaunay
2. Definición de los polítopos de Thiessen y sus áreas
3. Estimación de gradientes.

Para definir la vecindad y coordenadas locales para cada punto muestral en un conjunto de datos, la interpolación del vecino natural, requiere que los datos muestrales primero sean disgregados en una red de unidades básicas de área (UBA) que cumplan el criterio Delaunay. También se requiere que las UBAs definan un armazón convexo. El mosaico Delaunay de un conjunto de datos muestrales proporciona las bases para la definición del mosaico Dirichlet y el área resultante de influencia de cada punto muestral (Owen, 1993).

El algoritmo de disgregación requiere que un nuevo punto sea localizado con respecto a una de las UBAs derivadas del criterio de Delaunay (Lee & Schacter, 1980). La inserción de un nuevo

punto puede ser interna (dentro de la red de puntos muestrales) o externa, aspecto que resulta de mayor interés en este caso, dado que dichos puntos pueden pasar a constituir uno de los vértices del polígono de estimación o distribución del recurso objetivo.

Debido a que la interpolación de vecino natural requiere que los límites de la red triangulada irregular sea un polígono convexo formado por todos los datos muestrales, cualquier punto insertado fuera de dicho polígono, debe formar una UBA con todos los puntos del polígono que son visibles al nuevo punto. Un borde o cara del polígono es definido como visible si, por ejemplo, un observador situado en la nueva localización (inserción) puede trazar una línea directa al borde o cara del polígono (Fig. 14a).

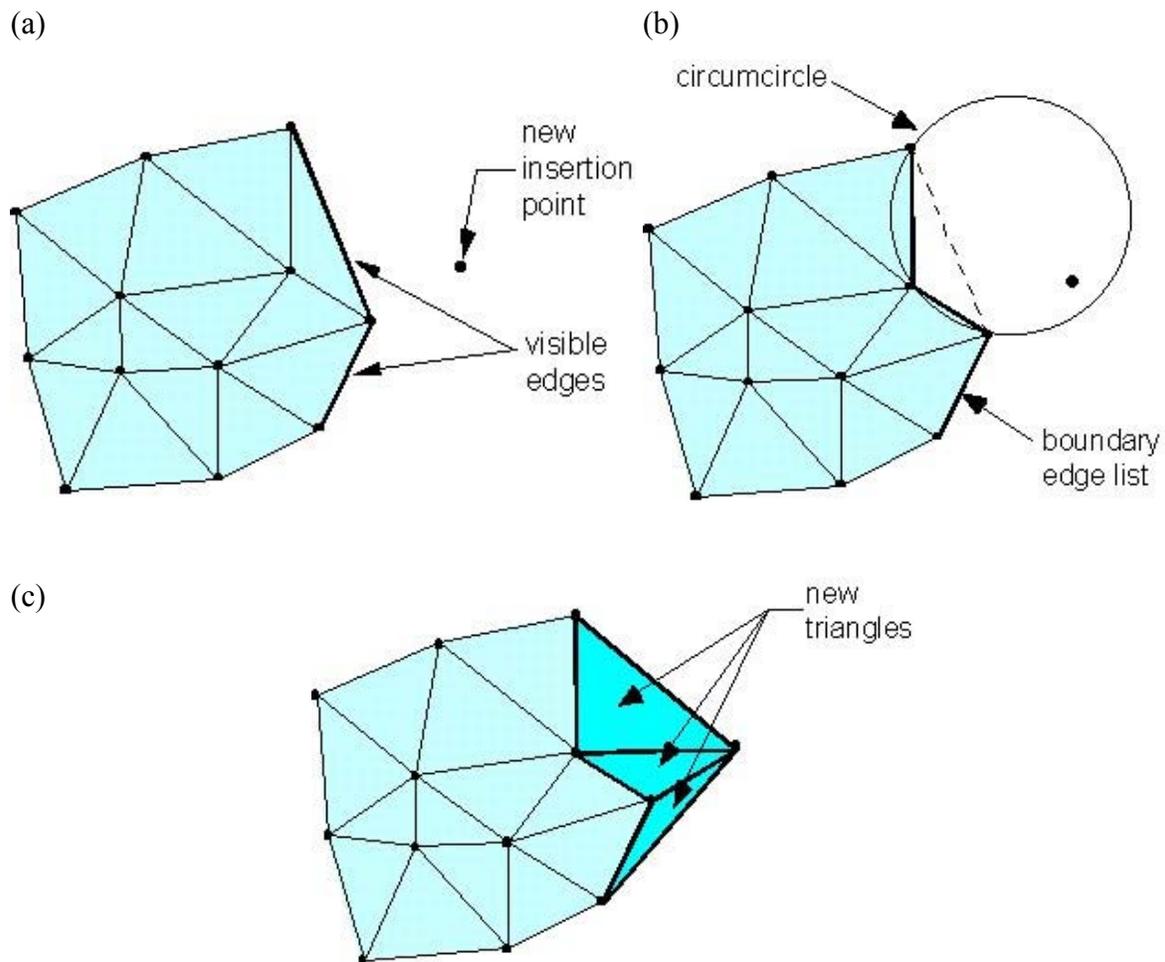


Fig. 14. Diagrama del mecanismo de inserción de un punto fuera del polígono convexo (a) y generación de un nuevo polígono de estimación (b, c).

Matemáticamente, esto es definido determinando la distancia perpendicular desde el punto a la línea infinita o plano del borde del polígono o caras. Los nuevos triángulos son formados conectando la nueva inserción con cada borde visible. Lo anterior, sin embargo, no es suficiente para generar nuevos triángulos que mantengan el criterio Delaunay. Todos los bordes adyacentes deben ser revisados para asegurarse que su circuncírculo no contiene la nueva inserción (Fig. 14b). Si se encuentra que un circuncírculo de un triángulo contiene al nuevo punto, este es borrado de polígono convexo y sus dos bordes opuestos son reemplazados (Fig. 14b) dando lugar aun nuevo polígono (Fig. 14c). Estos nuevos bordes son entonces revisados para ver que su triángulo adyacente no contenga la nueva inserción. Una vez que los bordes han sido compilados, los nuevos triángulos pueden ser generados, conectando el nuevo punto (inserción) con cada borde remanente del polígono de distribución (Fig. 14c). La Fig. 15 muestra la relación entre los triángulos de Delaunay y los polígonos de Voronoi.

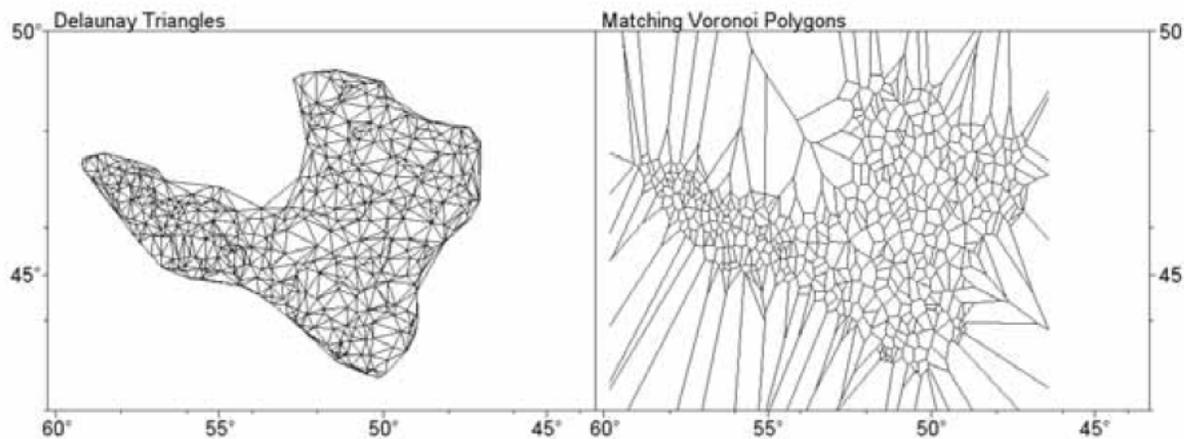


Fig. 15. Relación entre los Triángulos de Delaunay (izquierda) y los polígonos de Voronoi (derecha). Tomado de Kulka *et al.* (2005).

3.9.3. Relación longitud-peso

Unos de los aspectos básicos registrados en los estudios de la biología o biología pesquera de cualquier especie son la longitud y peso de los individuos recolectados. Ambas variables permiten caracterizar la población estudiada, como es el caso de la estructura de tamaños (o

peso), o determinar la relación longitud-peso particular. En este sentido, resulta muy frecuente observar en la literatura científica alcances respecto de la relación longitud-peso de las especies en estudio.

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

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

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

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

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

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

Sea

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3.9.4. Pesos medios por intervalo de talla

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

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

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.

3.9.5. Distribución espacial y batimétrica de la longitud media

Se investigó mediante un enfoque geoestadístico la distribución espacial y batimétrica de la longitud media de camarón nailon. Al respecto, las variables a considerar en este análisis fueron: (1) la longitud cefalotorácica promedio, y (2) la proporción de ejemplares mayores a una longitud de referencia, por ejemplo 25 mm LCT ($\% > 25$ mm LCT), considerada como el tamaño mínimo de procesamiento comercial. El propósito de este enfoque es construir cartas de la distribución espacial y batimétrica para las dos variables antes señaladas y evaluar así posibles patrones de segregación espacial por tamaño del recurso estudiado.

3.10. OBJETIVO ESPECÍFICO 3

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

3.10.1. Muestreo biológico a bordo de la nave

Después de depositar la captura en la cubierta de la embarcación se procedió a separar la especie objetivo (camarón nílón). En cada lance se pesaron 5 de estas bandejas vacías y con contenido, para determinar el peso neto promedio por bandeja. Luego, se contó el número total de bandejas con camarón para obtener la captura total en peso de cada especie. El muestreo biológico consistió en obtener estrictamente al azar 4 kg de camarón nílón. Este procedimiento ha sido utilizado por Acuña *et al.* (2002). A partir de estos datos y para mantener un nivel de precisión de muestreo adecuado, se estimó que el tamaño muestral para frecuencia de tallas es aproximadamente 400 ejemplares por lance, los que corresponden a 3,7 kg, que es lo que se aproxima a 4 kg por razones operacionales (rapidez a bordo en la toma de muestras y mejor uso del tiempo).

Para efectos prácticos, la unidad básica de muestreo biológico fue 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 fueron mantenidas en hielo en escamas mientras estaban a bordo. Las muestras fueron enviadas al laboratorio húmedo del Departamento de Biología Marina de la Universidad Católica del Norte, donde fueron almacenadas (congeladas) y luego analizadas. En el laboratorio, los ejemplares fueron sexados, medidos en su longitud cefalotorácica (LC; precisión de 0,1 mm) y pesados (peso total; precisión de 0,01 g).

3.10.2. Tamaño de muestra

En el cálculo de tamaño de muestra para caracterizar la condición reproductiva de camarón nílón en cada fracción del área de estudio se ha tomado como variable de referencia el peso corporal total (PCT) y estando supeditada al muestreo piloto de la estructura de pesos, de la cual

se obtuvo el coeficiente de variación ($CV_{(PT)}$). A continuación, se presentan los tamaños muestrales (n) para un nivel de incertidumbre α de 0,05 considerando un error de 10% ($d = 0,1$) y un coeficiente de variación teórico entre 10 % y 30% calculado según la expresión dada por Cochran (1979), donde $t_{\alpha,\infty}$ es el valor de la distribución t-Student para el nivel de incertidumbre α y ∞ grados de libertad. Al mismo tiempo se entrega el tamaño de muestra para distintos niveles del coeficiente de variación.

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

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

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

3.10.3. Determinación del estado de desarrollo embrionario de huevos

Para la determinación del estado de madurez sexual de hembras de camarón nailon se utilizó como criterio el estado de desarrollo embrionario o madurez de los huevos portados, basándose principalmente en la coloración de los huevos, apariencia y grado de desarrollo del vitelo, desarrollo y pigmentación de los globos oculares del embrión, de acuerdo con Palma (1997), cuya tabla de 4 estados ha sido aplicada anteriormente por este grupo de trabajo en el proyecto FIP 2001-05 de evaluación directa de este recurso pesquero. La fecundidad individual de las hembras se determinó a partir de la selección aleatoria de 420 hembras del muestreo biológico-específico en toda el área de estudio (60 hembras por Región) para tener la mejor cobertura geográfica. A su vez, este muestreo fue estratificado, contemplándose 3 estratos de LC para tener

una amplia cobertura muestral de talla. Debido a que el trabajo a bordo debe ser rápido, la estratificación del muestreo por tamaño consistió en obtener 20 ejemplares (hembras) de tallas pequeñas, 20 de tallas medianas y 20 de tallas grandes por Región. Para evitar la liberación de huevos de la masa ovífera de cada hembra muestreada que induzca a subestimar la fecundidad, entonces se muestrearán solamente hembras en estados de madurez tempranos (Estados 1 y 2 de Palma, 1977).

3.10.4. Proporción sexual

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

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

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

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

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

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

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

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

3.10.5. Talla promedio de madurez

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3.11. OBJETIVO ESPECÍFICO 4

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

3.11.1. Introducción

En Chile se ha utilizado a la fauna acompañante de langostino colorado (Acuña *et al.*, 2005; Acuña *et al.*, 2006; Acuña *et al.*, 2008), de camarón nailon (Acuña y Arancibia, 1996; Arana *et al.*, 2003; Acuña *et al.*, 2007) y de langostino amarillo (Acuña *et al.*, 1995, Acuña *et al.*, 2005; Acuña *et al.*, 2006; Acuña *et al.*, 2008) para caracterizar las comunidades asociadas a tales recursos pesqueros. Los análisis han consistido básicamente en la identificación de asociaciones mediante métodos multivariados (Clarke & Warwick, 1994; Menezes *et al.*, 2009; Dell *et al.*, 2009; Catalán *et al.*, 2006). Otra alternativa para probar la hipótesis nula de ausencia de diferencias entre comunidades es el método de permutación no paramétrica ANOSIM (Fennessy *et al.*, 1994; Warwick *et al.*, 1997; Catalán *et al.*, 2006; Dell *et al.*, 2009), el que ha sido ampliamente utilizado para contrastar la estructura de comunidades de peces (Fennessy *et al.*, 1994; Menezes *et al.*, 2009), macroinfauna (Carrasco *et al.*, 1999), meiofauna (Warwick *et al.*,

1997) y macroepifauna (Chapman & Underwood, 1999; Kraufvelin, 1999), y recientemente para camarón nailon, langostino colorado y langostino amarillo (Acuña *et al.*, 2006; Acuña *et al.*, 2007). Su ventaja es que entrega un coeficiente de similitud global para cada par de ensambles específicos comparados con su respectivo valor de significancia.

De los análisis comunitarios efectuados por Acuña *et al.* (2006), Acuña *et al.* (2007) y Acuña *et al.* (2008) se detectó que la estructura comunitaria asociada a los recursos langostinos colorado y amarillo está determinada por especies que contribuyen mayormente a la identificación de ensambles específicos. Además, la estructura comunitaria de estas asociaciones es bastante estable inter-anualmente. Las especies de la fauna acompañante de camarón nailon que han determinado la estructura comunitaria son los peces merluza común (*Merluccius gayi*), lenguado de ojos grandes (*Hippoglossina macrops*) y pejerratas (*Nezumia pulchella* y *Coelorinchus aconcagua*), y los crustáceos langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) y langostino amarillo (*Cervimunida johni*).

3.11.2. Metodología

3.11.2.1. Descripción de la abundancia de la fauna acompañante

Se ha listado las especies capturadas como fauna acompañante en este crucero, indicándose su frecuencia de ocurrencia (en número y porcentaje), captura (ton) e importancia relativa (porcentaje en peso), tanto respecto de la captura total como de la captura del recurso objetivo (camarón nailon) por Región. Debido a que la captura puede no ser un buen indicador de la importancia relativa de cada especie en la fauna acompañante, ya que cada especie responde distintamente al arte de pesca, nosotros utilizamos un listado de la captura por unidad de esfuerzo estándar (CPUE en peso * km⁻²) promedio por especie, ordenándolas de mayor a menor CPUE.

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

Los estratos batimétricos son cada 100 m de profundidad. De esta forma cada estrato está representado por un número adecuado de lances por Región. Se opta por un rango de estrato de 100 m de profundidad ya que uno mayor puede enmascarar diferencias en la distribución batimétrica de las especies y de los ensambles comunitarios.

3.11.2.2. Identificación de asociaciones

En la escala espacial se identifica las asociaciones de la macrofauna con el Método de Clasificación (Análisis de Dendrograma o Cluster) y el Método de Ordenación Multidimensional (MDS), siguiendo a Clifford & Stephenson (1975), para lo cual se utiliza el software PRIMER (Plymouth Marine Laboratory; Clarke & Warwick, 1994). El análisis consiste en comparar pares de todos los lances de pesca en función de la CPUE de cada especie utilizando el Índice de Similitud de Bray-Curtis (Bray & Curtis, 1957), cuya expresión es:

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

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

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

3.11.2.3. Determinación de diferencias entre asociaciones

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

Después de ser identificadas las asociaciones de especies mediante Análisis de Clasificación, aquellas son comparadas con los procedimientos de ANOSIM, los que se encuentran implementados en el software PRIMER y que consisten en una permutación no paramétrica aplicada a la matriz de similitud de rangos basada en la ordenación o clasificación de las muestras. Este método entrega el coeficiente R y su respectivo nivel de significancia, cuya expresión es:

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

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

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

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

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

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

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

Para la determinación de la contribución de cada especie a la (dis)similitud entre grupos se sigue un procedimiento análogo al anterior. En efecto, se para cada muestra entre dos grupos, contrastándolos todos para calcular la disimilitud especie por especie mediante el índice Bray & Curtis, de tal forma que la contribución a la (di)similitud de la i -ésima especie entre dos muestras j y k está dada por:

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

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

3.12. OBJETIVO ESPECÍFICO 5

3.12.1. Modelo de evaluación.

Las pesquerías de crustáceos bentodemersales chilenas se sustentan en el langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*), langostino amarillo (*Cervimunida johni*) y camarón (*Heterocarpus redii*), especies de importancia para la flota industrial de arrastre que actualmente opera frente al litoral de las regiones de Antofagasta y Coquimbo (Acuña et al. 2003).

La pesquería de camarón nailon se inicia en 1957 como una especie alternativa para los arrastreros dedicados a la pesca de langostino amarillo, principalmente entre Coquimbo y San Antonio. La pesquería se mantuvo con libertad de acceso hasta 1994, sin estar sujeta a ningún tipo de regulación. En 1995, la pesquería fue declarada en estado de explotación plena (DS 611, 26-10-95), y a contar de 1996 Subsecretaría de Pesca comenzó a fijar cuotas anuales de captura. En el 2001, se estableció una veda total para las regiones V a VIII, y también entró en vigencia la Ley de Límite Máximo de Captura por Armador (Ley 19.713), con asignación de cuotas globales asignada a los armadores y fraccionada para el sector artesanal e industrial. De esta manera, desde el 2001 la pesquería de camarón nailon se concentra en la zona centro-norte de Chile. Para el 2008, la cuota fue de 4945 ton como especie objetivo, fraccionada en 3956 ton para el subsector industrial y 989 ton para el subsector artesanal en el área comprendida entre la II y VIII Región.

A parte de las evaluaciones directas de biomasa mediante el método de área barrida, la situación del camarón nailon se ha establecido sobre la base de las siguientes metodologías:

- a) Análisis de Cohortes a la talla (Jones 1984) y sus modificaciones (Zuleta y Moreno 1993), y posterior análisis de puntos biológicos de referencia mediante rendimiento y biomasa por recluta (Pavez et al. 1996, Arana 2000, Acuña et al. 2000, 2002);
- b) Análisis Secuencial de Cohorte en Talla (ASCT) por Canales et al. (1999) para el periodo 1972 – 1997;

- c) Modelo de Biomasa Dinámico, con una función logística para el excedente de producción por Arana et al. (2003);
- d) Modelo talla-estructurado (CASA) de Sullivan et al. (1990) por el Instituto de Fomento Pesquero (e.g Canales et al. 2003, SSP 2002), y
- e) Modelo talla-estructurado por Acuña et al. (2007, 2009).

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

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

Un aspecto de fundamental importancia en un modelo talla-estructurado lo constituye la matriz de transición del crecimiento, ya puede tener impacto en la evaluación. En efecto, algunas funciones aceptan crecimiento nulo y negativo, mientras otras no. En el modelo de evaluación descrito por Sullivan et al. (1990), la distribución gamma se utiliza para modelar la matriz de transición para el crecimiento. Sin embargo en el FIP 2006-11, Acuña et al. (2007) demuestran que la distribución log-normal fue la más verosímil para representar la probabilidad de

distribución alrededor del incremento anual promedio esperado de cada clase de longitud en el camarón nailon.

Los modelos de evaluación talla-estructurados han tenido un desarrollo reciente para poblaciones explotadas, principalmente para invertebrados que son difíciles de determinar la edad, con énfasis en crustáceos (Punt y Kennedy 1997, Quinn et al. 1998; Fu et al. 1999, 2001, Fu y Quinn 2000, Hobday y Punt, 2001, Frøysa et al. 2002, Breen et al. 2003, Punt, 2003). Sin embargo en estos modelos aún persisten limitaciones e inconsistencias cuyas consecuencias no han sido notadas. En efecto, según Xiao (2006), cuando se utiliza una tasa instantánea de mortalidad natural constante, con unidad temporal (año^{-1}), en un modelo talla-estructurado se genera una mortalidad natural tamaño-dependiente (mm^{-1}), lo que constituye una inconsistencia con las ecuaciones de sobrevivencia. En efecto, según Xiao (2006), cuando se utiliza una tasa instantánea de mortalidad natural constante, con unidad temporal (año^{-1}), en un modelo talla-estructurado se genera una mortalidad natural tamaño-dependiente (mm^{-1}), lo que constituye una inconsistencia con las ecuaciones de sobrevivencia. En efecto, el modelo de evaluación podría estar indicando una población que es más dinámica que la real, que el tamaño poblacional es más pequeña que la real, que la fuerza de los reclutamientos es mayor, y que si la población ha sido agotada su recuperación es más rápida que lo real. Lo que indica Xiao (2006) es que si se utiliza un modelo estructurado por talla, entonces la tasa de mortalidad natural debe ser estructurada por talla. Lamentablemente, determinar la mortalidad natural tamaño-dependiente puede ser muy complejo, y ante la falta de información y datos, asumir un valor constante es la hipótesis más parsimoniosa. Otro gran error conceptual es asumir que para recursos a los que no se les puede determinar la edad, solamente se debe usar modelos estructurados por talla. La dinámica poblacional puede ser perfectamente modelada sobre una base estructurada por edad, con observaciones en talla.

En consecuencia, para los fines de esta propuesta, el estado de situación del camarón nailon se determinará considerando los siguientes componentes de un modelo de evaluación edad-estructurado:

3.12.2. Dinámica de la abundancia

La dinámica de la abundancia será evaluada por sexo, más las ecuaciones serán presentadas omitiendo el subíndice que lo indica sexo. La abundancia en el año t y edad a es dada por:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3.12.3. Condiciones iniciales

Las condiciones iniciales se establecieron para el año 1990, y con el objeto de representar un periodo en que ya han existido remociones por captura en años anteriores, la abundancia se calculará mediante:

$$N_{a,1990} = \bar{R} \prod_{a=1}^{A-1} \exp(-M(a-1)) \exp(\varepsilon_{1990-a+1})$$

y

$$N_{A,1990} = \bar{R} \exp(-M(A-1)) \exp(\varepsilon_{1990-A+1}) / (1 - \exp(-M))$$

3.12.4. Selectividad

Se asume una función de selectividad logística para la pesquería, dada por:

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

donde l_{50} y l_{95} representan la longitud al nivel de 50 y 95% de probabilidad de ser vulnerados. Estos parámetros serán estimados, o bien asumidos conocidos para el caso de los recursos en veda donde las remociones por pesca no han sido significativas.

3.12.5. Crecimiento

Se asume que el crecimiento puede ser descrito a través del modelo de von Bertalanffy, que predice la longitud media a la edad, para cada sexo, i.e.

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

donde l_∞ , k y t_0 son parámetros del modelo de von Bertalanffy. Para utilizar datos estructurados por longitud a partir de un modelo con estructura de edad, se requiere convertir la edad a longitud. Para ello, se asume que la variabilidad de la longitud a la edad se distribuye normal (Fournier et al., 1990). Por lo tanto, la proporción o probabilidad de que tiene un individuo de edad a de pertenecer al intervalo de longitud l ($p_{a,l}$) es función de la longitud media a la edad (predicha por el modelo de von Bertalanffy) y la varianza de la longitud a la edad, i.e.

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

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

Una formulación equivalente para la edad l_{a+1} a la edad $a+1$ como función del tamaño a la edad previa, l_a , con la inclusión de un término estocástico el cual fue desarrollado por Cohen y Fishman (1980) y utilizado por Deriso y Parma (1988) es:

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

donde ρ es el coeficiente de Brody ($= \exp(-k)$) y ε_a es una variable aleatoria distribuida normal e independientemente con media cero y varianza constante, σ^2 . De acuerdo con Cohen y Fishman

(1980), la longitud esperada y varianza a la edad $a+1$ para un individuo de longitud x a la edad a , considerando que fue reclutado a la edad r , son

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

y

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

3.12.6. Predicción de datos observados

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

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

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

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

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

donde $f_{l|a}$ viene dado por $p_{a,l}$ dada previamente.

3.12.7. Funciones de log-verosimilitud

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

$$L_l = -\sum_t \log(\sigma) - \log(\tilde{I}_t / I_t) / 2\sigma_B^2$$

donde I representa la biomasa vulnerable evaluada por área barrida.

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

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

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

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

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

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

La penalización para los residuales del reclutamiento queda definida por

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

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

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

3.12.8. Implementación y proceso de estimación

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

3.13. Objetivo Específico 6 (adicional ofrecido)

Estimar y simular del efecto de la mortalidad por predación en el stock de camarón nailon entre la V-VIII Regiones

3.13.1. Modelo Chile central ajustado a series de tiempo

Neira y Arancibia (2007) construyeron un modelo multi-específico utilizando el software EwE que representa las relaciones tróficas de los principales recursos pesqueros y sus predadores y presas en Chile central (V a IX Regiones) en el año 2000, incluyendo el recurso camarón nailon. Por su parte, Arancibia y Neira (2008) actualizaron los parámetros de dicho modelo con datos biológico-pesqueros correspondientes al año 2005. Tales datos fueron utilizados en el presente trabajo para estimar M2 en camarón nailon. Dichos estimados fueron luego comparados con estimaciones independientes M obtenidas desde publicaciones especializadas donde se desarrolla modelos monoespecíficos para la dinámica poblacional de camarón nailon en períodos de tiempo comparables.

3.13.2. Ecopath el modelo con balance de masa

Ecopath es un modelo trófico con balance de masa que representa interacciones entre grupos funcionales en el ecosistema en estudio. Ecopath se basa en dos ecuaciones principales. La primera de ellas describe la utilización de la producción de cada grupo funcional i (que puede ser un grupo de edad dentro de una especie, una especie o un grupo de especies relacionadas). Para ello, Ecopath supone que la producción de i puede separarse en los siguientes componentes:

Producción = capturas + mortalidad por predación + acumulación de biomasa + migración neta +
otras mortalidades

O más formalmente,

$$P_i = Y_i + B_i \cdot M2_i + E_i + BA_i + P_i \cdot (1 - EE_i) \quad (\text{Ec. 1})$$

donde: P_i es la tasa de producción total del grupo i ; Y_i es su tasa de captura total; $M2_i$ es la tasa de predación total para el grupo i , B_i es la biomasa total del grupo i ; E_i es la tasa de migración neta (emigración-inmigración), BA_i es la acumulación de biomasa del grupo i (término que puede ser positivo o negativo y que indica que Ecopath es un modelo en equilibrio solo cuando se asume que $BA_i=0$); $P_i(1-EE_i)=M0_i$ es la tasa de “otra mortalidad” aquella mortalidad que es independiente de la predación y capturas.

La Ec. 1 puede re-expresarse de la siguiente forma:

$$B_i \cdot \left(\frac{P}{B}\right)_i - \sum_{j=1}^n B_j \cdot \left(\frac{Q}{B}\right)_i \cdot DC_{ji} - \left(\frac{P}{B}\right)_i \cdot B_i \cdot (1 - EE_i) - Y_i - E_i - BA_i = 0 \quad (\text{Ec. 2})$$

donde: $(P/B)_i$ es la razón producción biomasa, $(Q/B)_i$ es la razón consumo biomasa y DC_{ji} es la fracción de la presa i en la dieta del predador j .

De los términos de la Ec. 2, la tasa de producción (P_i) se calcula como el producto entre la biomasa del grupo i (B_i) y su razón producción biomasa $(P/B)_i$. De acuerdo con Allen (1971), en poblaciones en equilibrio, con mortalidad exponencial y crecimiento tipo von Bertalanffy, la razón $(P/B)_i$ corresponde a la tasa de mortalidad total Z . El coeficiente que representa las “otras mortalidades” ($M0_i$; enfermedades, longevidad, etc.), se calcula como $M0_i = P_i \cdot (1 - EE_i)$ donde: EE_i es la “eficiencia ecotrófica” de i , y representa la proporción de la producción del grupo i que se utiliza dentro del modelo como predación y/o captura).

El término que describe la mortalidad por predación $M2$, que es el que conecta los grupos (presas y predadores) del sistema, se calcula como:

$$M2_i = \sum_{j=1}^n Q_j \cdot DC_{ji} \quad (\text{Ec. 3})$$

donde: la sumatoria incluye todos los n predadores que se alimentan de la presa i , Q_j es la tasa de consumo total del predador j , y DC_{ji} es la fracción con que la presa i contribuye a la dieta del predador j . Q_j se calcula como el producto entre B_j y Q/B_j .

A partir de la Ec. 3, la información relativa a tasas de consumo y dieta de un predador dado sobre una presa particular se utiliza para estimar el coeficiente de mortalidad por predación para el grupo presa.

En Ecopath, las entradas de energía deben balancear exactamente las salidas. La primera ecuación de Ecopath incluye sólo la producción de una caja, la que se iguala a la predación + capturas + migración neta + biomasa acumulada + otra mortalidad. Una vez que todos los parámetros de entrada requeridos por el modelo han sido ingresados (i.e., B_i , P/B_i , Q/B_i , DC_{ij} , EE_i , Y_i), el balance de masa en cada grupo se verifica a través de la siguiente ecuación:

$$\text{Consumo} = \text{producción} + \text{respiración} + \text{alimento no asimilado}$$

O más formalmente:

$$Q = P + R + U \quad (\text{Ec. 4})$$

donde Q corresponde al consumo, P a la producción, R es la respiración y U es el alimento no asimilado. Esta ecuación define el consumo como la suma del crecimiento gonadal y somático, los costos metabólicos y los productos de excreción.

4. RESULTADOS

4.1. Aspectos operacionales de los cruceros

Los cruceros de evaluación se realizaron entre el 4 de agosto y el 14 de noviembre de 2009. En la Tabla 6 se resume las actividades de muestreo ejecutadas mediante la programación de la embarcación arrastrera participante en el estudio.

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

VARIABLE OPERATIVA	VALOR	(%)	TOTAL
Período	04/08/2009 - 14/11/2009		
Rango de Latitud	25° 8,76' S - 36° 40,92' S		
Rango de Profundidad (m)	106 – 660		
Lances propuestos OTE	438		
Lances investigación ejecutados	493		536
Lances alternativos	22		
Lances comerciales	21		
Total lances ejecutados	536	100	
Lances con pesca	491	91,6	100
Lances sin pesca	45	8,4	
Lances con captura de camarón	434	81,0	100
Lances sin captura de camarón	102	19,0	
Lances con medición de APA	282	52,6	100
Lances sin medición de APA	254	47,4	
Tiempo total de arrastre	211,1	100	
Tiempo de arrastre con pesca	199,15	94,3	
Tiempo de arrastre con captura de camarón	175,58	83,2	
Tiempo de arrastre sin captura	11,95	5,7	

En tanto que en la Tabla 7 se entrega detalles de los lances propuestos entre la II y VIII Regiones (n= 438) y efectivamente efectuados (n= 536) dentro de los caladeros históricos de los recursos camarón nailon de la II a la VIII Regiones.

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

REGION	PROPUESTOS	EJECUTADOS	DIF
2	25	14	-11
3	78	87	9
4	120	118	-2
5	73	113	40
6	42	74	32
7	57	71	14
8	43	59	16
TOTAL	438	536	98

En la Tabla 8 se detalla los lances donde se capturó efectivamente la especie objetivo, observándose que la mayor fracción de lances positivos para camarón nailon correspondió a la zona de la VII a la VIII Región, con un máximo de 94,37% en la última. La II Región se caracterizó por presentar el menor porcentaje de éxito en las capturas (14,29%) debido a las características del tipo de fondo.

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

REGION	LANCES	CAPTURA	%
2	14	2	14,29%
3	87	60	68,97%
4	118	95	80,51%
5	113	94	83,19%
6	74	61	82,43%
7	71	67	94,37%
8	59	55	93,22%
TOTAL	536	434	80,97%

La información de fechas y lugares geográficos de los muestreos se detalla en el Anexo 3. En el Anexo 4 se adjuntan los registros de los lances efectuados por nave, con geoposición, distancia lineal recorrida, área barrida, abertura de punta de alas (APA), captura (kg) y rendimiento de pesca (CPUA).

4.1. Estandarización de las naves y estimación directa de la APA

4.1.1. Estandarización de las naves

La prueba estadística de t-Student de comparación de medias con varianzas desiguales, para probar la existencia de diferencias significativas entre el área barrida promedio entre embarcaciones, acepta la hipótesis nula de igualdad de las medias ($H_0: \mu_1 = \mu_2$). Esto es, no se encontraron diferencias significativas entre los valores no cero de esfuerzo de pesca = área barrida promedio (cpua) entre naves al nivel de probabilidad de 5% (Tabla 9).

En consecuencia, no se hace necesario corregir el esfuerzo de pesca nominal ponderándolo por el poder de pesca relativo de cada nave.

Tabla 9. Resultados de la prueba estadística t-Student de comparación de medias con varianzas desiguales (Sokal & Rohlf, 1979) entre el esfuerzo de pesca = área barrido promedio (km²) entre las embarcaciones PAM “LONQUIMAY” y L/M “DON JOSÉ MIGUEL”

Variable	PAM Lonquimay	L/M Don José Miguel
$f_{prom} =$	0,011571	0,012099
D.E.(f) =	0,002698	0,001857
n =	392	101

$$sp^2 = 6,497 \times 10^{-6}$$

$$sp = 2,549 \times 10^{-3}$$

$$t = 1,857$$

$$gl = 491$$

$$\alpha = 5\%$$

$$tc = 1,965$$

4.1.2. Modelo funcional de la APA

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

Un modelo funcional de la APA se obtuvo para el PAM Lonquimay y la L/M Don José Miguel mediante un Modelo General Linealizado (glm, generalized linear model) utilizando el paquete “stats” implementado en el ambiente y lenguaje computacional R (www.R-project.org). Las variables incorporadas en el análisis fueron la APA (m) como variable respuesta, la velocidad de arrastre (*Vel.*, nudos), la longitud del cable de cala (*LCC*, m) y la profundidad de calado (*Prof*, m). El modelo funcional de la APA quedó representado por la expresión (según el lenguaje R):

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

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

Tabla 10. Parámetros de la relación funcional entre la APA (variable dependiente) y las variables independientes *LCC*, *Prof* y *Vel* en el PAM “Lonquimay” y L/M “Don José Miguel”. *pdg* = parámetro de dispersión de la familia gaussiana.

Variable	PAM Lonquimay	L/M Don José Miguel
<i>LCC</i>	0,0102	0,0081
<i>Prof</i>	-0,0254	-0,0035
<i>Vel</i>	-1,4503	-2,2635
Constante	14,9531	13,4125
<i>pdg</i>	0,8699	0,7413

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

Las capturas por lance de pesca de 15 minutos fluctuaron entre cero (ausencia de pesca) y 3.000 Kg. La densidad local (por lance de pesca) fluctuó entre cero (cuando no hubo captura) y 356,7 ton/km². Se descartó del análisis todos aquellos lances en que las dificultades de operación (profundidad no apta, fondo no rastreable, otras) o climáticas impidieron el buen desempeño de la nave. La distribución espacial de la densidad (ton/km²) por especie y zona de análisis geostatístico se entregan en el Anexo 6.

4.3. Aspectos biológicos.

4.3.1. Capturas y muestreo biológico.

Durante el período y zona de estudio (II a VIII Regiones) se midió 49.567 ejemplares de camarón nailon en su LC (m) para construir las distribuciones de frecuencia de tallas; además, se pesó 20.635, para estimar la relación longitud-peso. En la Tabla 11 se entrega la información del esfuerzo total de muestreo de frecuencia (ejemplares medidos) y biológico-específicos (ejemplares pesados).

Tabla 11. Esfuerzo total de muestreo de frecuencia (medidos) y biológico específicos (pesados) de la captura de camarón nailon entre la V y VIII Regiones.

SEXO	DATOS	REGIÓN							TOTAL
		II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
Machos	Medidos	1	1.379	6.550	5.735	3.600	2.651	1.823	21.739
	Pesados	1	570	2.212	1.884	1.513	1.545	1.470	9.195
Hembras s/huevos	Medidos	54	1.746	2.661	2.358	1.816	2.060	883	11.578
	Pesados	49	695	958	853	837	1.472	718	5.582
Hembras c/huevos	Medidos		95	5.738	5.343	2.900	1.529	645	16.250
	Pesados		56	2.025	1.935	1.056	523	263	5.858
Total Medidos		55	3.220	14.949	13.436	8.316	6.240	3.351	49.567
Total Pesados		50	1.321	5.195	4.672	3.406	3.540	2.451	20.635

4.3.2. Composición de tamaños.

4.3.2.1. Machos por foco.

La composición de tamaños de los machos de camarón nailon mostró distribuciones de frecuencia unimodales en casi todos los focos (caladeros) detectados durante el año 2009 entre la II y VIII Regiones (Fig. 16 y 17), con excepción de los focos 4 y 12 en la zona norte y 30 y 31 en la zona sur. Considerando el área de estudio (II-VIII Regiones), en los 31 focos detectados el rango de tamaño observado para los machos se extendió entre 11,0 y 46,7 mm LC, encontrándose el macho de menor talla en el foco 31 (VIII Región) de el mayor en el foco 20 (V Región). El rango más amplio de tallas se encontró en el foco 20 y el más estrecho en el foco 11.

4.3.2.2. Hembras por foco

En el caso de las hembras de camarón nailon, al igual que en los machos, la composición de tamaños por foco (caladero) en todos aquellos detectados durante este año 2009, entre la II a VIII Regiones, mostró distribuciones de frecuencias unimodales (Fig. 18 y 19). Sin embargo, para algunos focos (3, 4, 7, 25, 29, 31) la especie presentó distribuciones de tipo bimodal, con una clase en las tallas pequeñas, seguida de la principal entre los 24 y 26 mm de LC. Considerando toda el área de estudio, el rango de tamaño observado de hembras se extendió entre 11,1 y 48,5 mm LC, encontrándose la hembra de mayor talla en el foco 23 (VI Región) y la de menor talla en el foco 13 (IV Región). El rango más amplio de tallas se encontró en el foco 23 y el más estrecho en el foco 6.

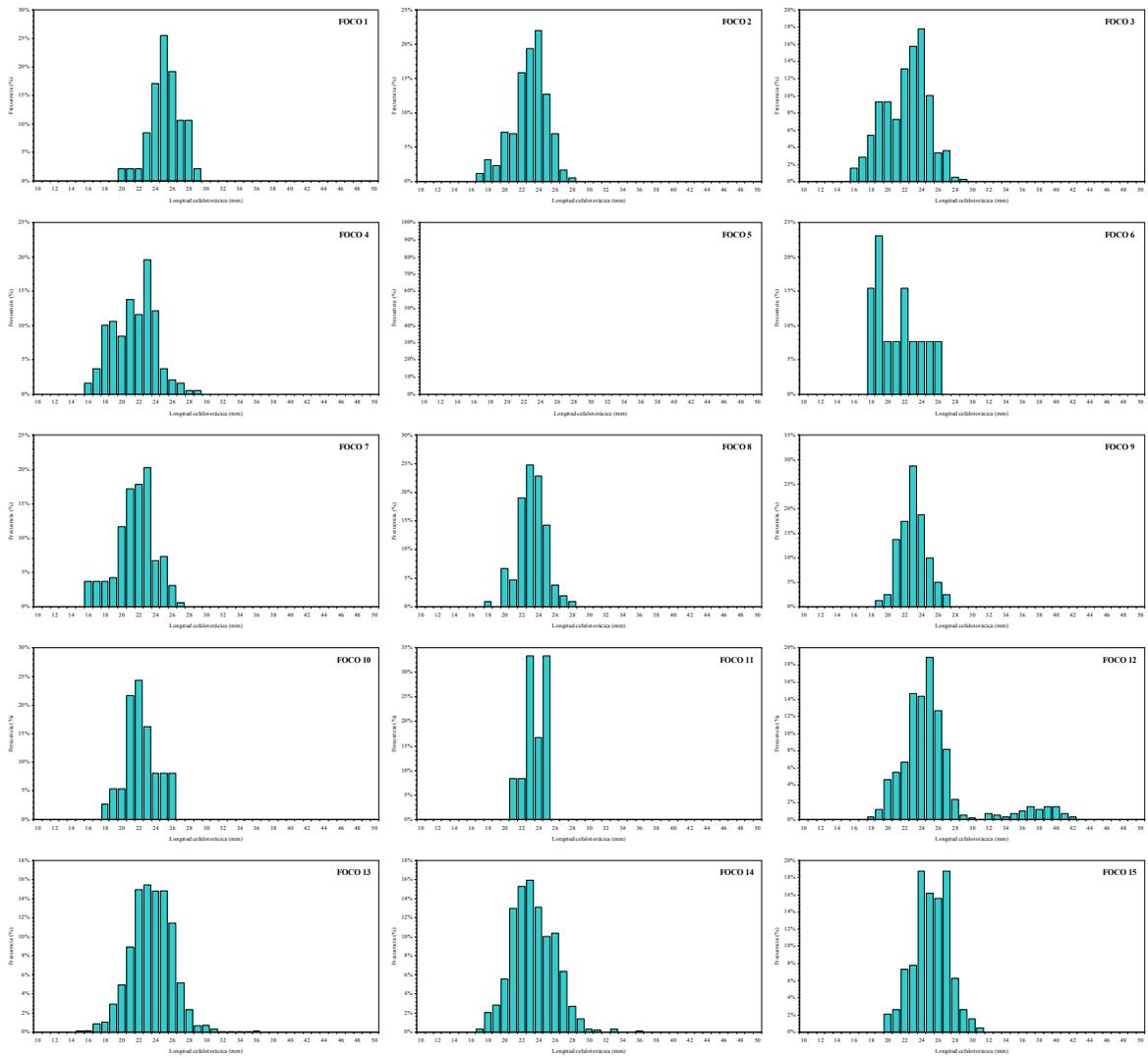


Fig. 16. Distribución de frecuencias de tamaño de machos de camarón nailon (*H. reedi*). Focos 1 a 15.

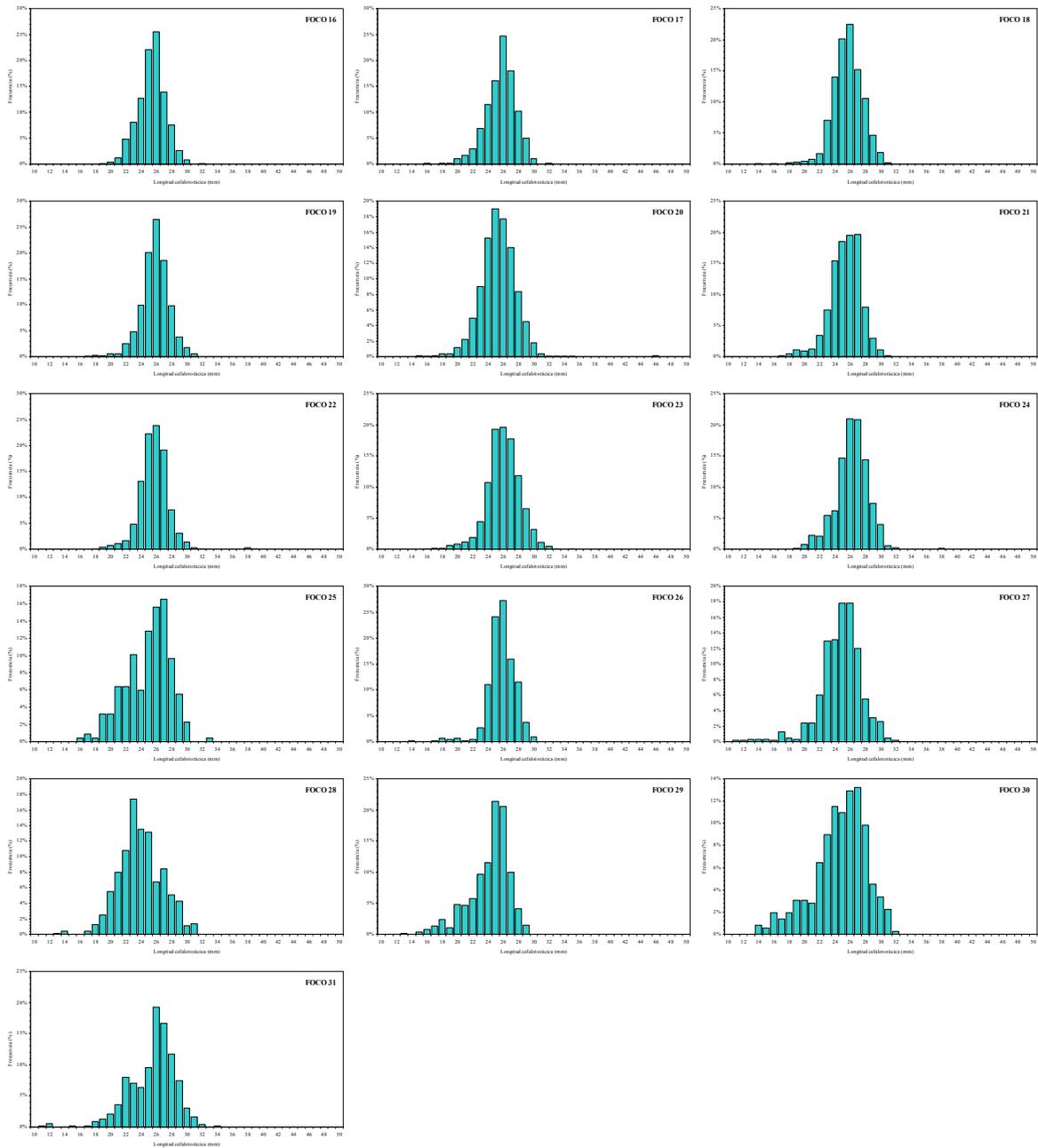


Fig. 17. Distribución de frecuencias de tamaño de machos de camarón nailon (*H. reedi*). Focos 16 a 31.

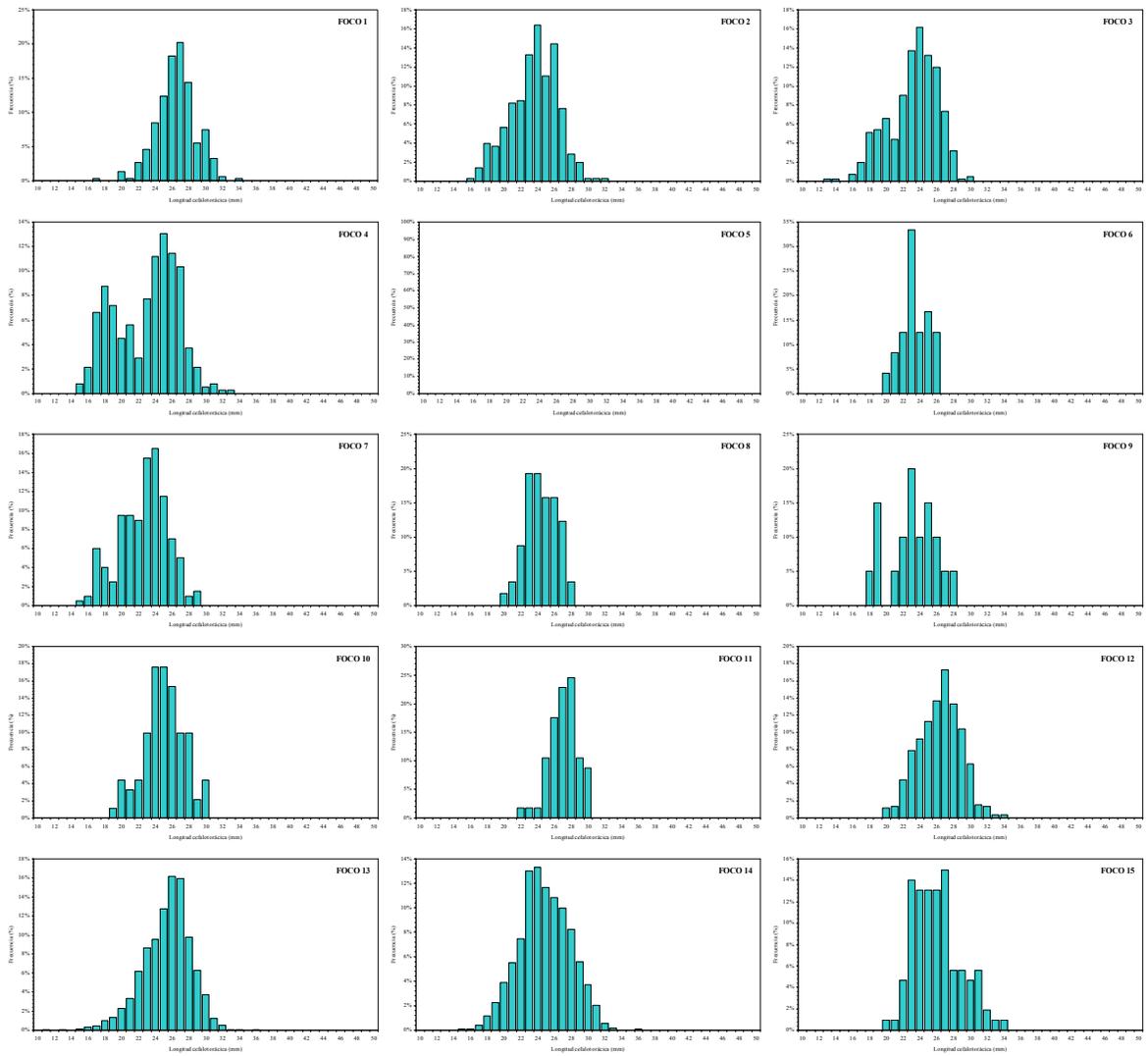


Fig. 18. Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de camarón nailon (*H. reedi*). Focos 1 a 15.

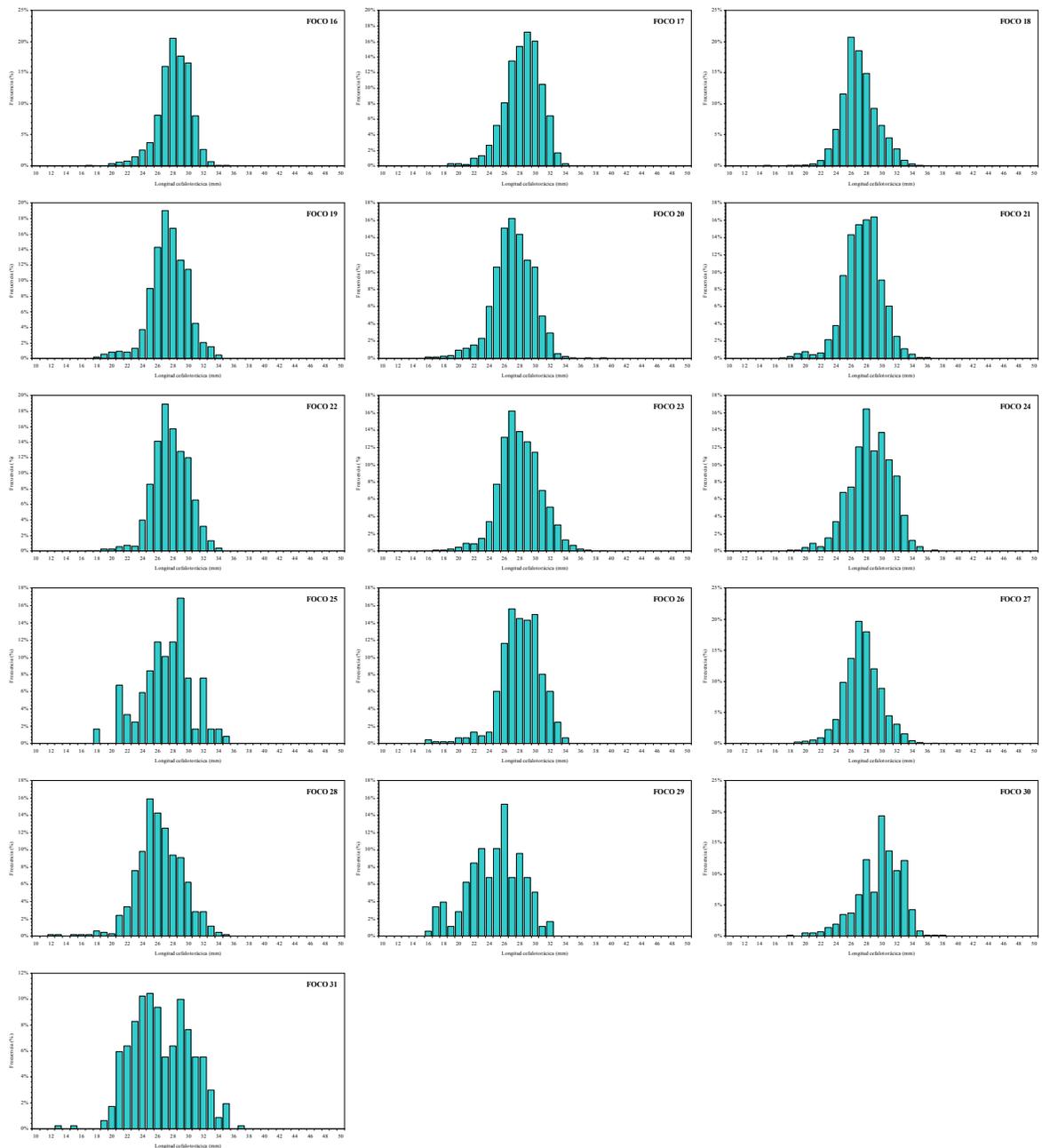


Fig. 19. Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de camarón nailon (*H. reedi*). Focos 16 a 31.

4.3.2.3. Sexos combinados por Región.

El rango de tallas global de camarón nailon (sexos combinados) en toda el área de estudio correspondió a 11,0 - 48,5 mm LC, mientras los rangos observados en las distintas regiones corresponden a 23,4 – 32,1 mm LC en la II Región; 13,4 – 34,4 mm LC en la III Región, 11,1 – 42,5 en la IV Región; 15,5 – 46,7 mm LC en la V Región; 14,0 – 48,5 mm LC en la VI Región; 11,1 – 39,3 mm LC en la VII Región y 11,0 – 38,8 mm LC en la VIII Región (Fig. 20). En términos globales, se observa una tendencia a encontrar una mayor fracción de tallas mayores de norte a sur.

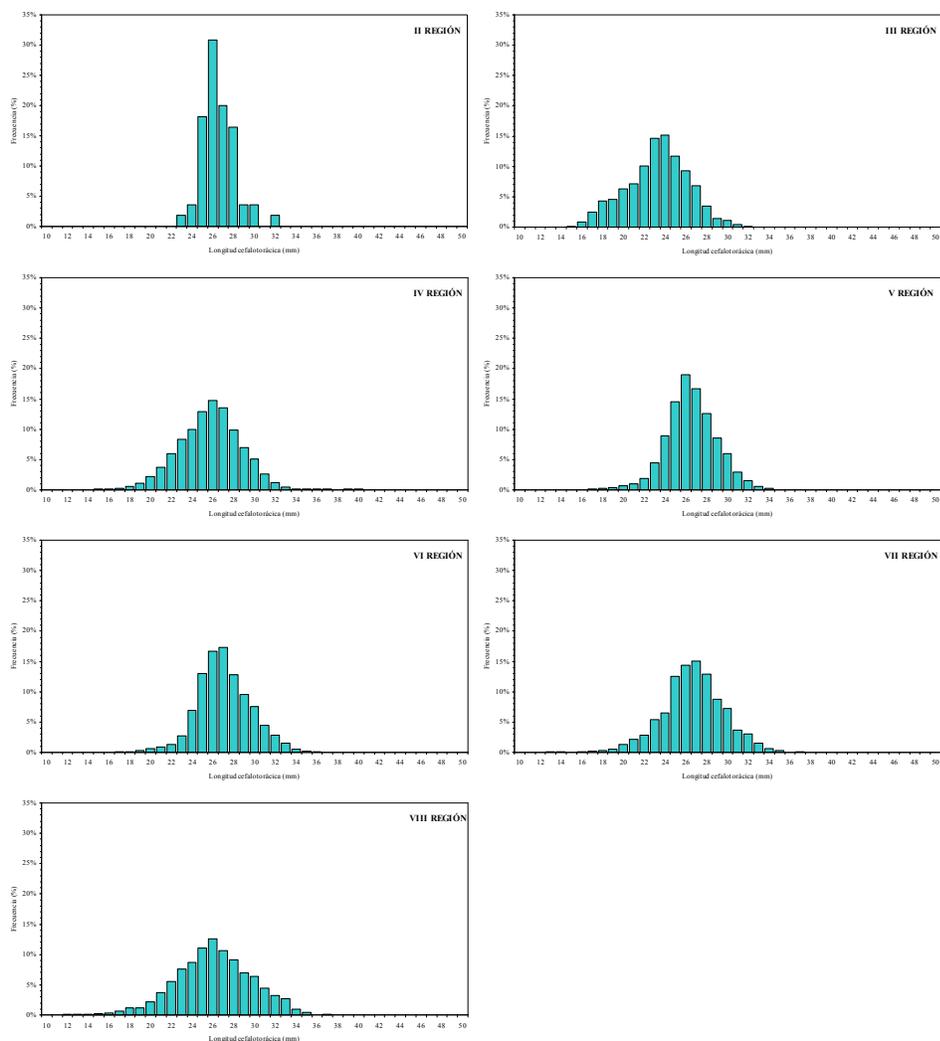


Fig. 20. Distribución de frecuencias de tamaño de camarón nailon (*H. reedi*), sexos combinados por región.

4.3.2.4. Machos por Región

El rango de tallas global de machos de camarón nailon (II-VIII Regiones) correspondió a 11 – 46,7 mm LC, mientras los rangos observados en las distintas regiones muestreadas corresponden a un ejemplar de 28,2 mm LC en la II Región; 16,1 – 29,8 mm LC en la III Región; 14,1 – 42,5 mm en la IV Región; 15,5 – 46,7 mm LC en la V Región; 14,0 – 35,9 mm LC en la VI Región; 11,1 – 38,3 mm en la VII Región y 11,0 – 34,1 mm LC en la VIII Región; todas las distribuciones son unimodales (Fig. 21). En términos globales, se observa una tendencia a encontrar una uniformidad de tallas en la zona sur.

4.3.2.5. Hembras por Región.

El rango de tallas global de hembras de camarón nailon (toda el área de estudio) correspondió a 11,1 – 48,5 mm LC, mientras los rangos observados en las distintas regiones muestreadas corresponden a 23,4 – 32,1 mm LC en la II Región; 13,4 – 34,4 mm LC en la III Región; 11,1 – 36,8 mm LC en la IV Región; 16,4 – 39,8 mm LC en la V Región; 14,8 – 48,5 mm LC en la VI Región; 12,0 – 39,3 mm LC en la VII Región y 13,0 – 38,9 mm LC en la VIII Región (Fig. 22). En términos globales, se observa una tendencia a encontrar una uniformidad de tallas en la zona sur.

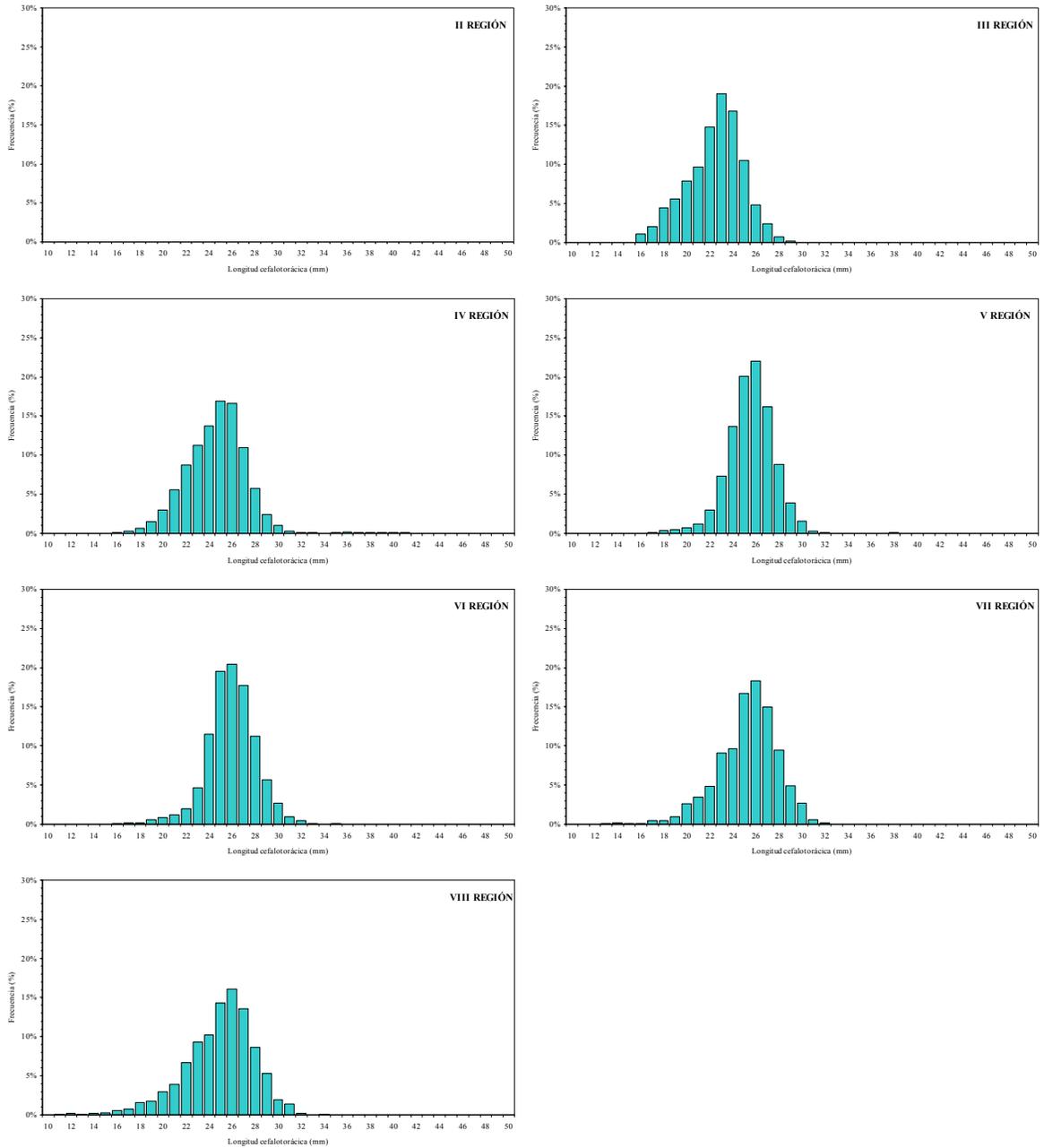


Fig. 21. Distribución de frecuencias de tamaño de machos de camarón nailon (*H. reedi*), por región.

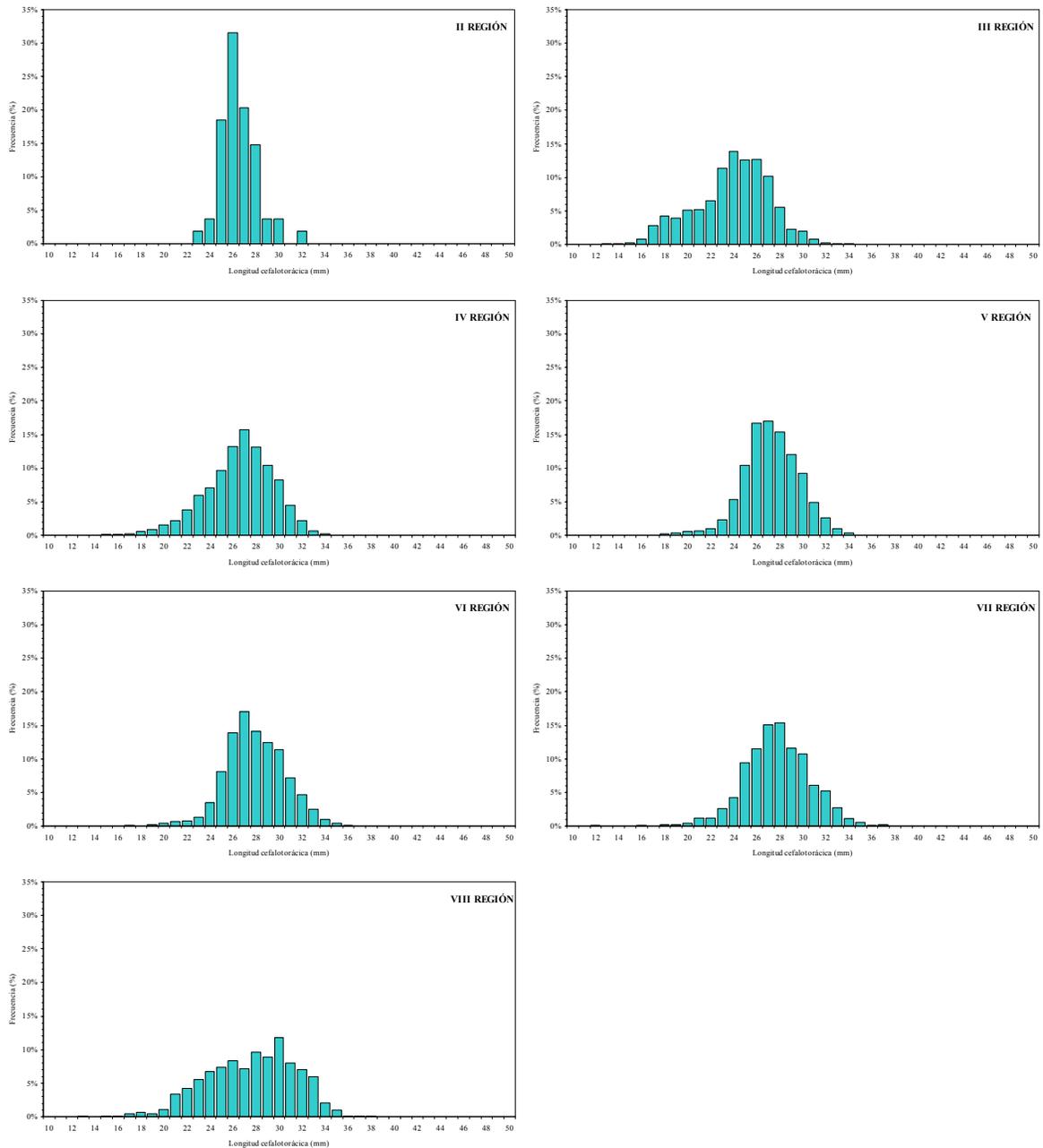


Fig. 22. Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de camarón nailon (*H. reedi*), por región.

4.4.2.6. Relación longitud-peso

La relación talla-peso de camarón nailon se estimó, para cada foco, mediante Mínimos Cuadrados No Lineales, por lo tanto, la medida de bondad de ajuste se expresa como la suma de cuadrados

residuales (SCR). Los detalles de la definición de los focos de abundancia se presentan más adelante en este documento. Los parámetros de la relación talla-peso para ambos sexos en conjunto por foco se entregan en la Tabla 12.

Tabla 12. 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	$8,366 \times 10^{-5}$	3,458	67,2	150
2	$7,835 \times 10^{-5}$	3,458	60,1	218
3	$2,520 \times 10^{-4}$	3,098	51,3	264
4	$1,746 \times 10^{-4}$	3,219	56,6	217
5				
6	$5,114 \times 10^{-4}$	2,895	21,3	167
7				
8	$1,274 \times 10^{-4}$	3,299	37,2	128
9	$1,620 \times 10^{-3}$	2,516	9,7	88
10	$1,489 \times 10^{-4}$	3,291	40,2	105
11	$2,511 \times 10^{-5}$	3,860	44,6	69
12	$2,115 \times 10^{-5}$	3,876	340,6	377
13	$1,169 \times 10^{-4}$	3,371	1.604,1	1.500
14	$8,928 \times 10^{-5}$	3,466	857,0	750
15	$6,264 \times 10^{-5}$	3,553	61,6	120
16	$5,475 \times 10^{-5}$	3,633	1.339,7	716
17	$2,427 \times 10^{-4}$	3,176	709,9	519
18	$2,622 \times 10^{-4}$	3,151	3.691,3	2.153
19	$5,979 \times 10^{-4}$	2,909	879,6	745
20	$4,924 \times 10^{-4}$	2,957	2.030,5	1.240
21	$4,594 \times 10^{-4}$	2,973	912,3	835
22	$6,565 \times 10^{-4}$	2,864	1.326,8	927
23	$1,481 \times 10^{-3}$	2,652	7.456,1	3.262
24	$1,495 \times 10^{-3}$	2,660	1.406,4	863
25	$5,953 \times 10^{-4}$	2,911	111,2	167
26	$1,620 \times 10^{-4}$	3,309	257,3	326
27	$3,575 \times 10^{-3}$	2,439	3.602,7	1.359
28	$1,535 \times 10^{-3}$	2,673	1.632,7	1.198
29	$2,588 \times 10^{-3}$	2,541	353,8	716
30	$1,211 \times 10^{-3}$	2,761	1.277,2	624
31	$1,457 \times 10^{-4}$	3,353	715,9	532

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

4.5. Objetivo Específico 1

4.5.1. Identificación de focos de abundancia.

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

El área de estudio se dividió primero en tres grandes macrozonas, las que fueron denominadas arbitrariamente como ZAGs (Zonas de Análisis Geoestadístico), y que incluyeron tanto lances de investigación como lances comerciales (Fig. 23 y 24). Los límites latitudinales de las ZAGs se entregan en la Tabla 13.

En el análisis geoestadístico aplicado para la definición de los focos de abundancia de camarón nailon, se incluyó el 98,13% de los lances de pesca efectivamente realizados entre la II y VIII Regiones (n = 536) (Fig. 23 y 24). El análisis de la distribución espacial de los lances de pesca (tanto negativos como positivos) y el valor de la captura por unidad de área barrida (cpua, ton/km²) por latitud, mostró la presencia de 31 focos de abundancia o caladeros de camarón nailon entre la II y VIII Regiones (Tabla 14, Fig. 25 y 26).

Tabla 13. 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° 57' 00"	30° 15' 00"	161
2	30° 18' 00"	33° 03' 00"	96
3	33° 07' 12"	36° 46' 12"	269
Total			526

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 200 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 15 se muestra el área de los focos de abundancia dentro y fuera de las 5 mn (ARPA).

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

Caladero	Límites latitudinales (°S)		Area (km ²)
	Norte	Sur	
1	25° 58' 48,4"	26° 08' 56,0"	46,298
2	26° 13' 41,5"	26° 23' 46,0"	37,380
3	26° 26' 03,1"	26° 38' 59,9"	52,213
4	26° 42' 48,2"	27° 04' 06,2"	96,000
5	27° 06' 04,7"	27° 12' 14,4"	19,341
6	27° 15' 59,0"	27° 18' 28,4"	8,975
7	27° 22' 23,5"	27° 38' 10,3"	59,904
8	27° 45' 07,9"	27° 48' 24,5"	11,659
9	28° 08' 29,4"	28° 15' 28,1"	17,679
10	28° 24' 08,6"	28° 40' 42,2"	43,900
11	28° 50' 36,2"	28° 59' 27,2"	28,507
12	29° 07' 26,8"	29° 21' 16,2"	81,055
13	29° 25' 54,8"	29° 49' 09,5"	244,154
14	29° 53' 46,7"	30° 09' 16,2"	104,956
15	30° 12' 10,4"	30° 13' 59,5"	6,845
16	30° 19' 57,4"	31° 01' 28,9"	124,497
17	31° 07' 41,5"	31° 31' 13,4"	103,142
18	31° 40' 18,5"	32° 38' 07,8"	336,684
19	32° 43' 17,0"	33° 01' 55,6"	90,373
20	33° 07' 27,5"	33° 29' 20,0"	114,373
21	33° 32' 31,9"	33° 37' 53,0"	55,459
22	33° 40' 44,4"	33° 56' 50,6"	95,449
23	33° 58' 36,8"	34° 47' 42,4"	362,549
24	34° 49' 48,4"	35° 07' 45,5"	101,687
25	35° 13' 27,8"	35° 15' 24,5"	13,288
26	35° 20' 52,8"	35° 25' 36,1"	25,645
27	35° 35' 18,6"	35° 52' 39,0"	244,394
28	35° 52' 23,5"	36° 11' 03,5"	193,482
29	36° 02' 13,6"	36° 06' 43,2"	24,162
30	36° 10' 03,0"	36° 17' 37,3"	41,549
31	36° 21' 29,5"	36° 41' 37,7"	101,976
Total			2,887,577

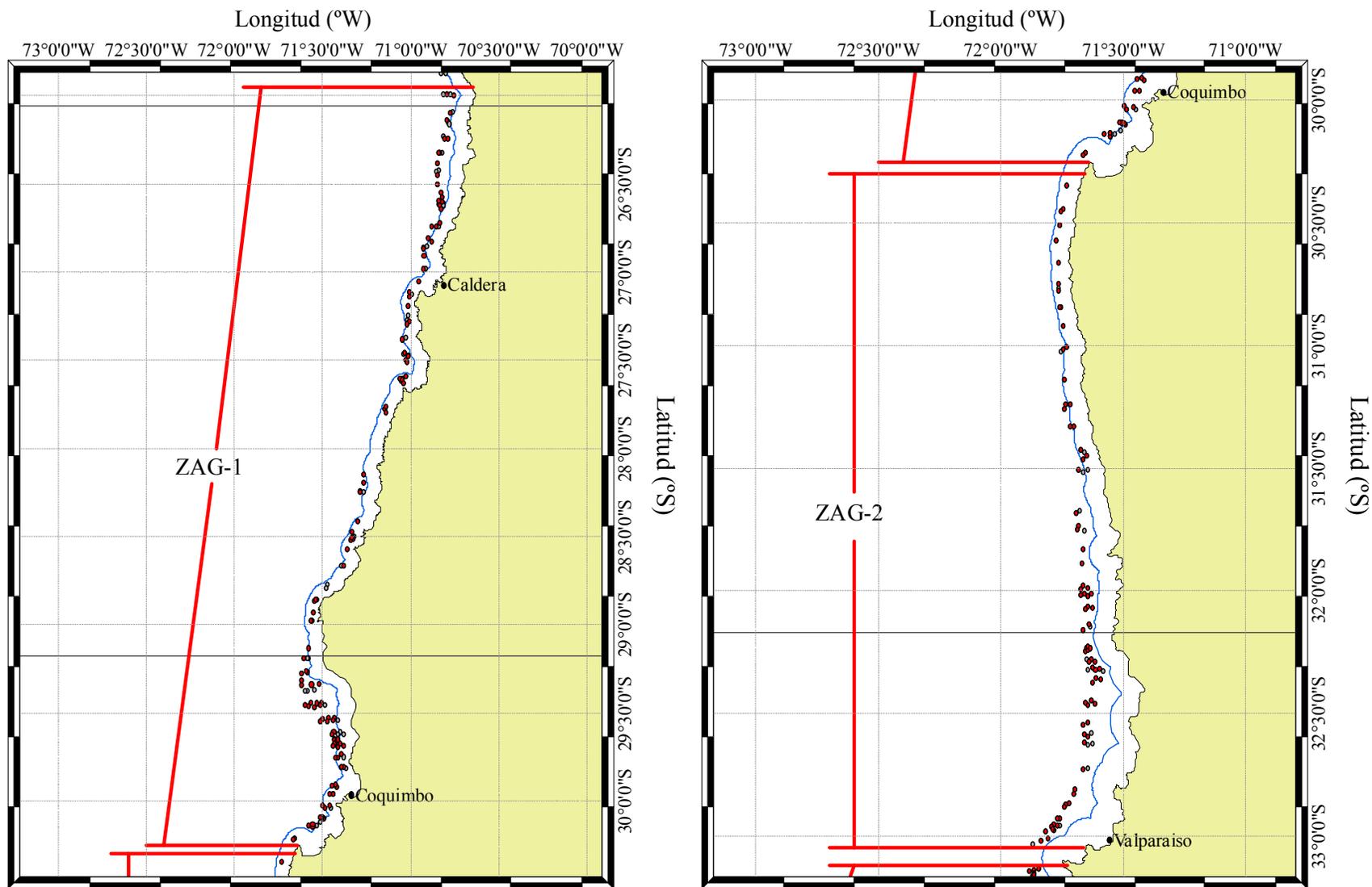


Fig. 23. Disposición espacial de los lances de pesca de camarón nailon entre la II y VIII regiones, año 2009 en las ZAGs 1 y 2. Puntos rojos = lances positivos para camarón; puntos grises = lances negativos.

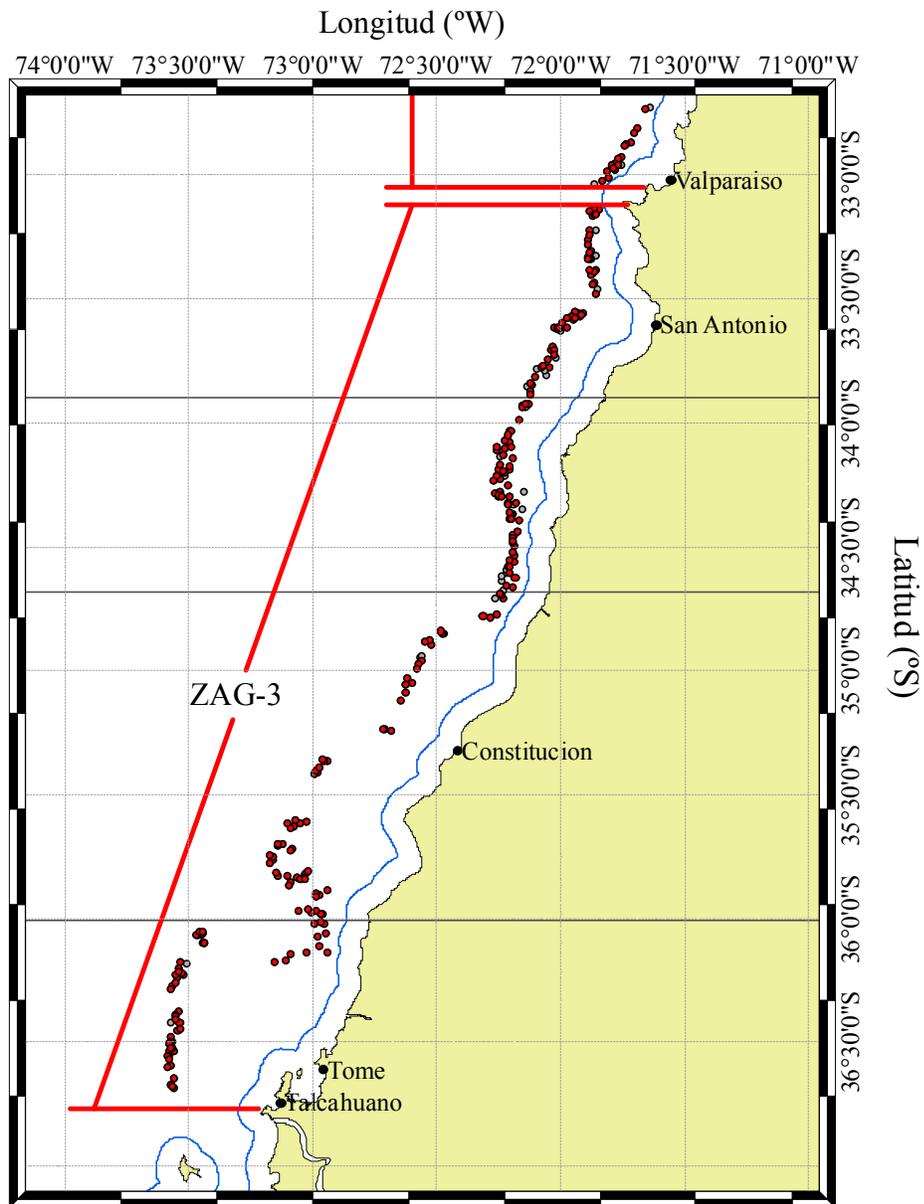


Fig. 24. Disposición espacial de los lances de pesca de camarón nailon entre la II y VIII regiones, año 2009 en la ZAG-3. Puntos rojos = lances positivos para camarón; puntos grises = lances negativos.

Al respecto, cabe hacer notar que entre la II y VIII Regiones, 81,2% del área de distribución de los focos de abundancia de camarón nailon se encontró fuera del ARPA. En el caso de la macrozona norte, considerada ésta como las Regiones II a IV, 43,9% del área de distribución de

camarón se encontró dentro del ARPA, mientras que en la macrozona sur, V a VIII Regiones, 100% del área de distribución de camarón nailon se encontró fuera del ARPA (Tabla 15).

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

Caladero	Dentro		Fuera		Total (km ²)
	(km ²)	%	(km ²)	%	
1	46,298	100,0			46,298
2			37,380	100,0	37,380
3	0,318	0,6	51,895	99,4	52,213
4	37,166	38,7	58,834	61,3	96,000
5	19,341	100,0			19,341
6	8,975	100,0			8,975
7	21,122	35,3	38,782	64,7	59,904
8	11,659	100,0			11,659
9			17,679	100,0	17,679
10	43,900	100,0			43,900
11	28,507	100,0			28,507
12	5,160	6,4	75,894	93,6	81,055
13	55,801	22,9	188,353	77,1	244,154
14	66,048	62,9	38,908	37,1	104,956
15	6,845	100,0			6,845
16	121,995	98,0	2,502	2,0	124,497
17	70,689	68,5	32,453	31,5	103,142
18			336,684	100,0	336,684
19			90,373	100,0	90,373
20			114,373	100,0	114,373
21			55,459	100,0	55,459
22			95,449	100,0	95,449
23			362,549	100,0	362,549
24			101,687	100,0	101,687
25			13,288	100,0	13,288
26			25,645	100,0	25,645
27			244,394	100,0	244,394
28			193,482	100,0	193,482
29			24,162	100,0	24,162
30			41,549	100,0	41,549
31			101,976	100,0	101,976
Total	543,824	18,8	2.343,752	81,2	2.887,577

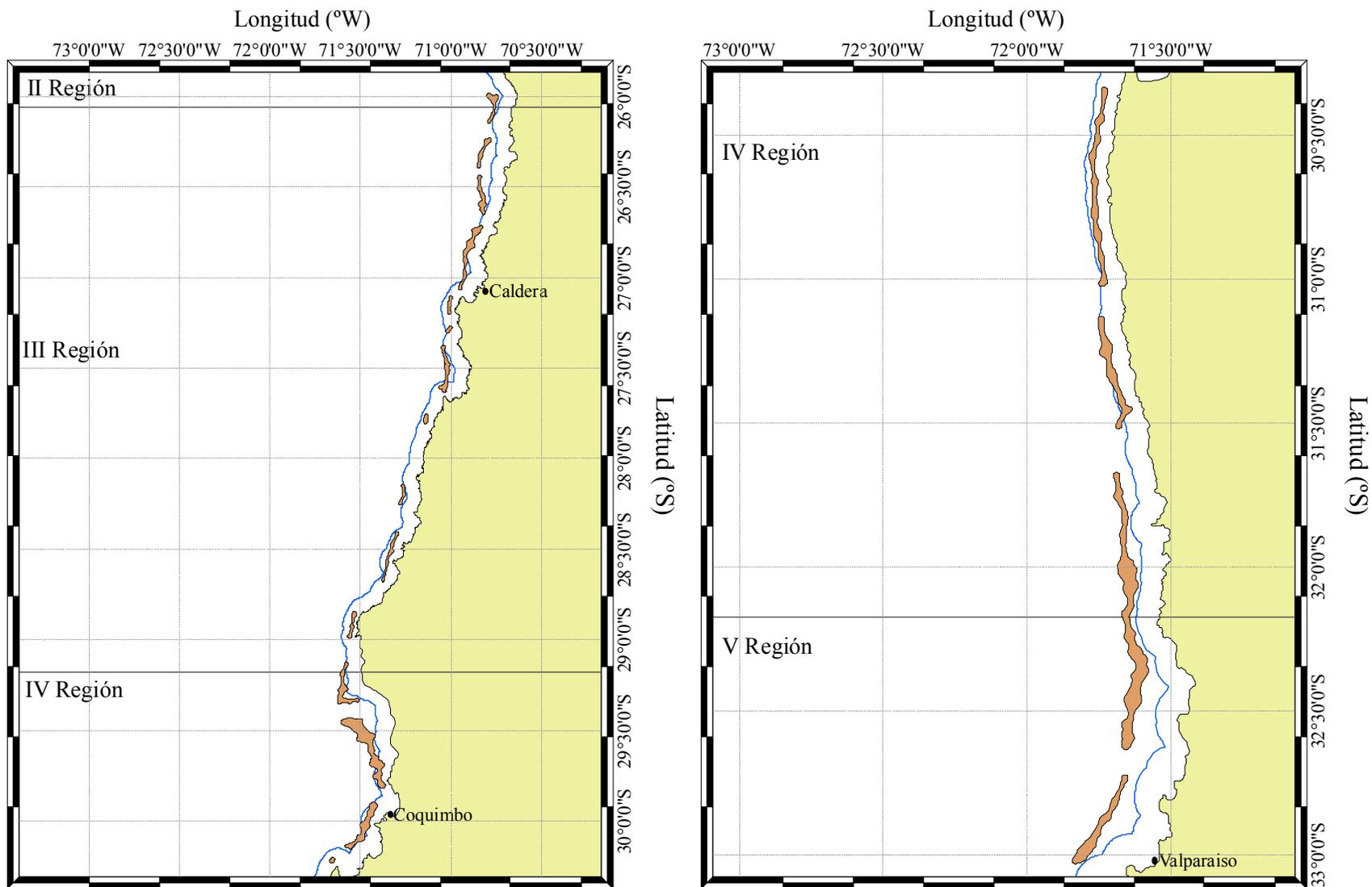


Fig. 25. Disposición espacial de los focos de abundancia de camarón nailon (*H. reedi*) en la ZAG-1 (Focos 1 a 15) y ZAG-2 (Focos 16 a 19). La línea azul representa el límite del Area de Reserva de la Pesca Artesanal (ARPA).

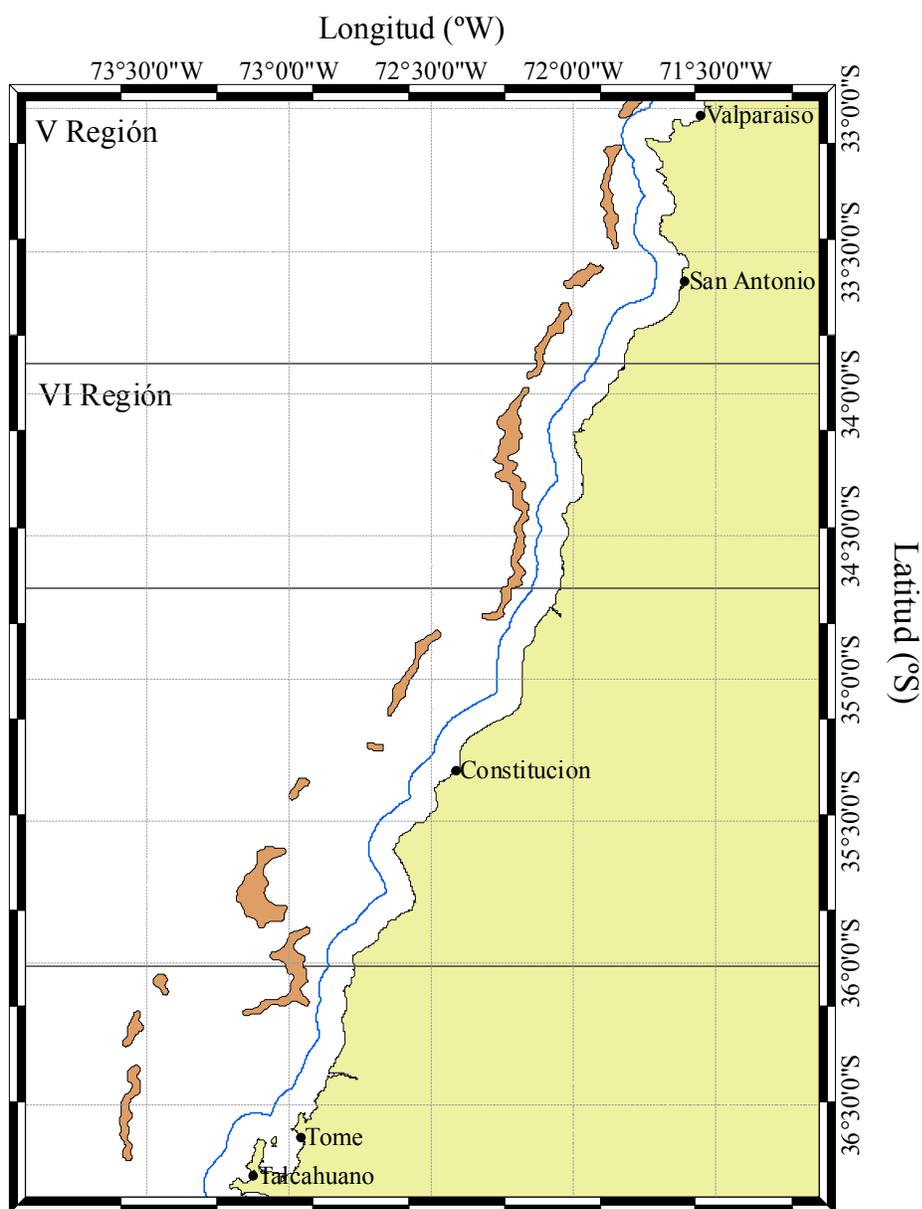


Fig. 26. Disposición espacial de los focos de abundancia de camarón nailon (*H. reedi*) en la ZAG-3 (Focos 20 a 31). La línea azul representa el límite del Area de Reserva de la Pesca Artesanal (ARPA).

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 200 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 15 se muestra el área de los focos de abundancia dentro y fuera de las 5 mn (ARPA).

4.5.2. Análisis estructural

El análisis de variogramas direccionales reveló la presencia de efecto anisotrópico de la distribución espacial de las densidades poblacionales de camarón nailon en las tres zonas de análisis geoestadístico identificadas. En la ZAG-1 se observó anisotropía geométrica en la dirección N-S, asociada a la orientación de la costa, mientras que en la ZAG-2, se observó anisotropía zonal, asociada a la mayor densidad de lances de pesca realizados en la zona. Finalmente, en la ZAG-3, también se observó anisotropía geométrica, en este caso en la dirección NE-SW.

El modelo de variograma teórico que mostró el mejor ajuste, mediante el procedimiento de mínimos cuadrados ponderados (Cressie, 1993) fue el modelo exponencial en la ZAG-1, el modelo gaussiano en el caso de la ZAG-2 y el modelo esférico en la ZAG-3 (Tabla 16, Fig. 27).

Tabla 16. Parámetros del variograma teórico según el modelo de variograma teórico ajustado a la distribución espacial de la densidad de camarón nailon (*H. reedi*). SCR: suma de cuadrados de los residuos, VNE: Varianza no explicada.

Parámetro	ZAG-1	ZAG-2	ZAG-3
Modelo	Exponencial	Gaussiano	Esférico
Rango (Km)	7,201	10,203	17,352
Sill	79,561	48,666	97,169
Nugget	7,033	2,368	119,556
SCR	8,122	4,640	55,165
VNE (%)	21,286	3,814	0,687

Los parámetros del variograma teórico esférico seleccionado y del *kriging* (modelo de covariograma, y geometría de la grilla de interpolación) fueron utilizados para calcular las ponderaciones óptimas asignadas a cada estimación local de la densidad de camarón nailon. Una vez realizada la interpolación, sólo aquellos nodos de la grilla que se encontraban dentro de los

polígonos de estimación (focos, caladeros) definidos previamente, fueron considerados en el mapeo de la densidad y posterior estimación de la densidad media y biomasa total.

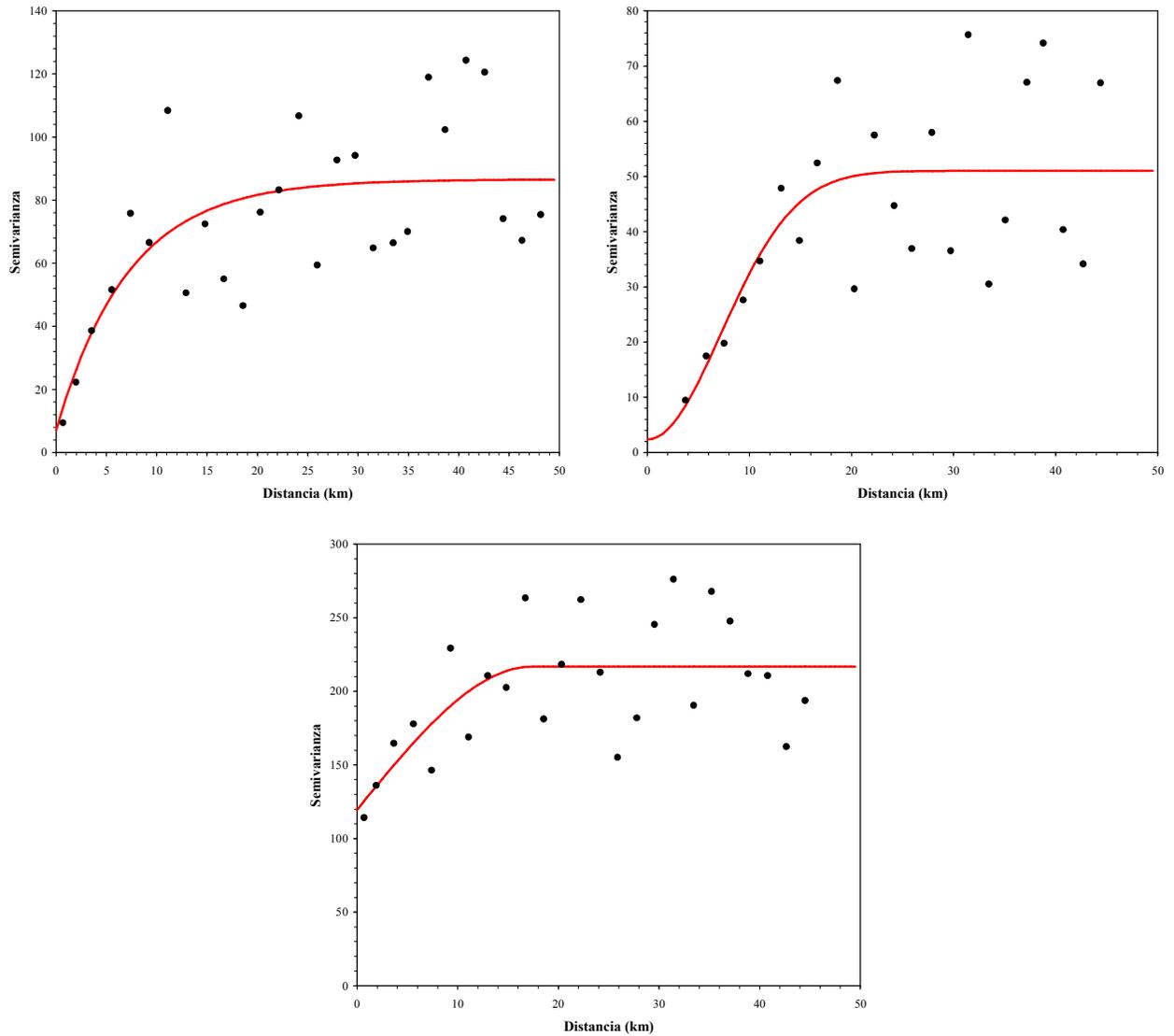


Fig. 27. Variograma experimental (puntos) y variograma teórico (línea continua) de la distribución espacial de camarón nailon (*H. reedi*) en la ZAG-1 (arriba izquierda), ZAG-2 (arriba derecha) y la ZAG-3 (abajo).

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

4.5.3.1. Centro de gravedad e inercia

El centro de gravedad de la densidad poblacional de camarón nailon en el año 2009, para la macrozona norte de la pesquería (II – IV Regiones), se localizó en $29^{\circ}46,2'S$ y $71^{\circ}28,6'W$, con una inercia de $1,713^{\circ}S$ en el plano latitudinal y $0,050^{\circ}W$ en el plano longitudinal, mientras que en la macrozona sur (V – VIII Regiones), el centro de gravedad de la densidad se encontró en $34^{\circ}28,1'S$, con una inercia de $1,462^{\circ}S$ en sentido latitudinal y $72^{\circ}24,4'W$, con una de $0,358^{\circ}W$ en el plano longitudinal, respectivamente. El centro de gravedad para toda el área de estudio se encontró en los $33^{\circ}27,1'S$ en el plano latitudinal, con una inercia de $5,259^{\circ}S$ (Fig. 28) y $72^{\circ}12,3'W$ en el plano longitudinal, con una inercia de $0,438^{\circ}W$.

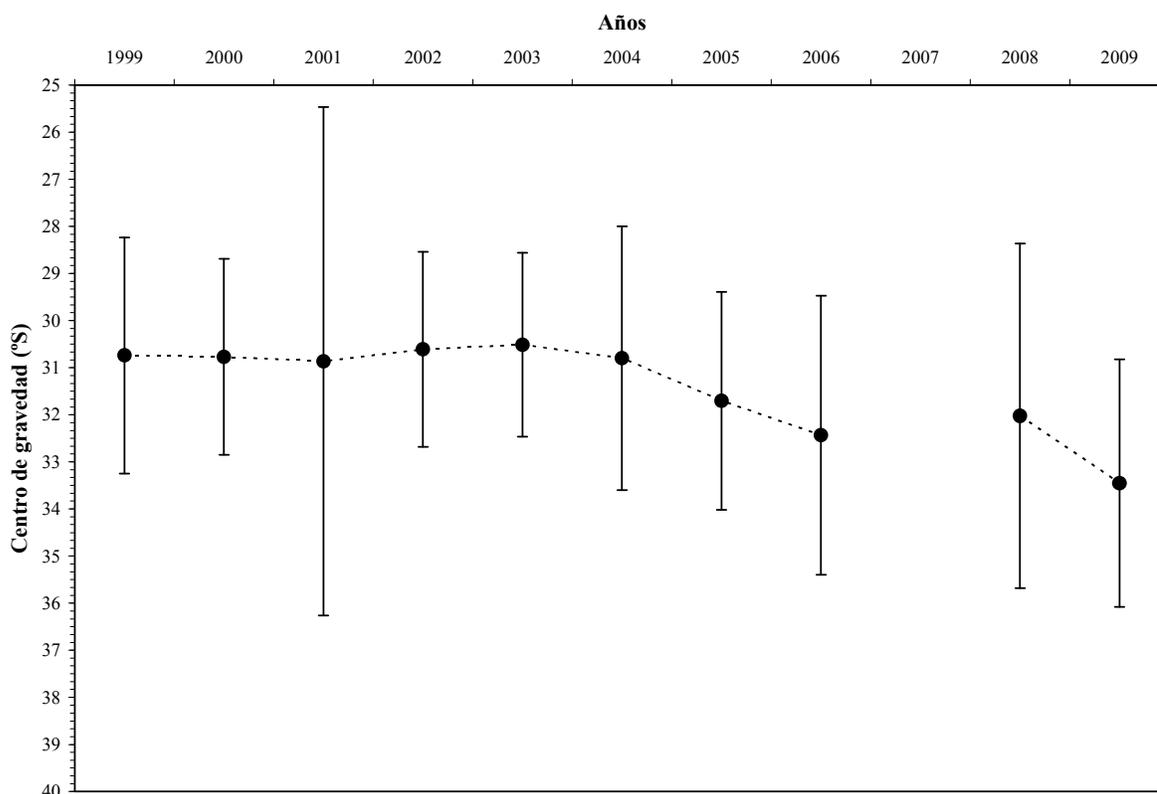


Fig. 28. Centro de gravedad (puntos negros) de la densidad poblacional (ton/Km^2) de camarón nailon (*H. reedi*) en sentido latitudinal entre la II y VIII Regiones. Las barras verticales representan la inercia (*I*).

Al comparar con la disposición del centro de gravedad para años anteriores (1999 a 2006), exceptuando el 2007, año en que no se realizó crucero de evaluación directa, en toda el área de estudio, se observa que existió un desplazamiento hacia el sur del centro de gravedad entre los años 2004 y 2006, manteniéndose tal condición en los últimos años de la serie (Fig. 28).

4.5.3.2. Índice de Gini

El índice de Gini para la macrozona norte (II – IV Regiones) alcanzó a 0,689, mientras que en la macrozona sur (V-VIII Regiones) alcanzó a 0,721. Ambos valores indican que la densidad de camarón nailon en ambas macrozonas se encuentra agregado, con un mayor grado de concentración en la sur, en comparación con la norte. En comparación con el año 2008, cuando el índice de Gini alcanzó a 0,834 y 0,743 para la macrozona norte y sur, respectivamente, los valores encontrados en ese año fueron mayores, principalmente en la macrozona norte, y también mayor en la zona sur aunque con una diferencia poco relevante, lo que indica un mayor grado de concentración de la densidad poblacional de camarón nailon en la macrozona norte y una condición similar entre años en la macrozona sur, como se desprende gráficamente de la observación de las curvas de Lorenz (Fig. 29).

Adicionalmente, en el análisis de la evolución temporal del índice de Gini respecto de la biomasa de camarón nailon entre el año 2000 y 2009, exceptuando el año 2007, se observa que entre los años 2000 y 2004, el índice de Gini se mantiene fluctuando alrededor de 0,570, 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, consecuente con la tendencia de las biomásas, exceptuándose el año más reciente (Fig. 30). El índice de Gini para el toda el área de estudio en el año 2009 alcanzó a 0,689.

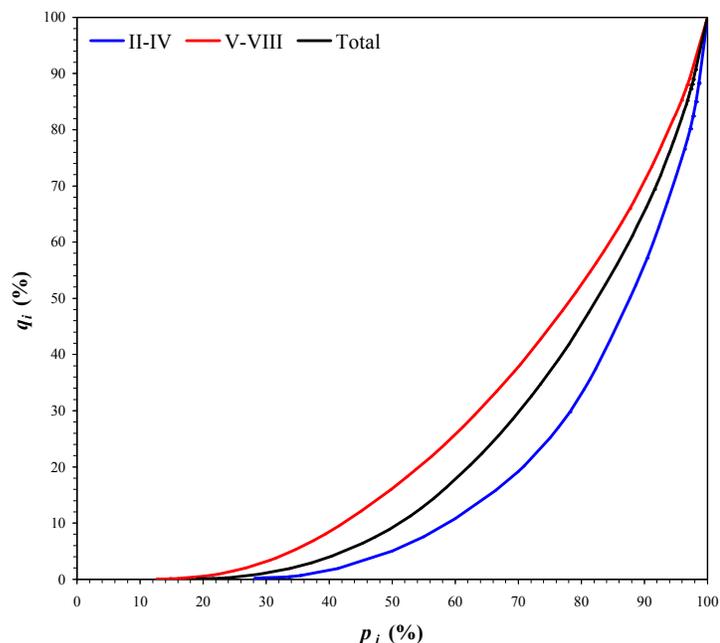


Fig. 29. Curvas de Lorenz para la distribución de la densidad poblacional (ton/Km²) de camarón nílido (*Heterocarpus reedi*) en la unidad de pesquería norte (II-IV Regiones, línea azul), unidad de pesquería sur (V-VIII Regiones, línea roja) y para toda en área de estudio (línea negra).

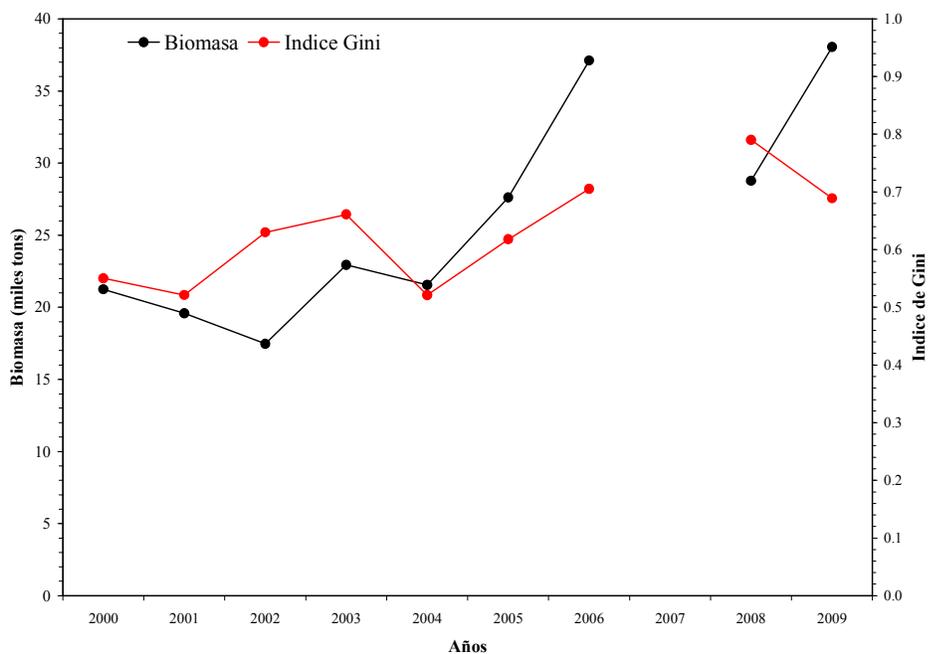


Fig. 30. Evolución temporal del índice de Gini (línea roja) entre el año 2000 y 2009, para la distribución de la densidad poblacional (ton/km²) de camarón nílido (*H. reedi*), y la biomasa total (tons, línea negra) en toda en área de estudio.

4.6. Objetivo Específico 2

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

4.6.1. Enfoque geoestadístico

La densidad poblacional promedio de camarón nailon se estimó como el promedio aritmético de los estimadores de densidad al interior de los focos de abundancia identificados mediante el método geoestadístico transitivo. Los valores de los estimadores puntuales de densidad (cpua) fueron generados mediante el método intrínseco aplicando kriging ordinario, con lo que se obtuvo 213.606 estimaciones puntuales de densidad local en área de estudio (II a VIII Región). Cabe hacer notar que, en la estimación de la densidad promedio por caladero, están incorporados los valores muestrales, siendo una de las propiedades del enfoque geoestadístico por el método intrínseco.

Al respecto, los focos de abundancia previamente identificados fueron separados en aquella fracción que quedaba dentro del Área de Reserva a la Pesca Artesanal (ARPA), por consiguiente, la densidad poblacional promedio se estimó independientemente para cada una de las fracciones de área, es decir, FUERA o DENTRO del ARPA. Los valores de Biomasa (tons) y abundancia (miles de ejemplares) de camarón nailon por caladero, sexo, separada tanto dentro como fuera del ARPA y Región se entregan en el Anexo 7.

La densidad poblacional promedio de camarón nailon en el área de estudio fluctuó entre 0,558 tons/km² en la Sección 2 del Foco 1 (III Región, dentro del ARPA), y 40,323 tons/km² en la Sección 2 del Foco 23, fuera del ARPA frente a la VII Región, seguido del Foco 19 (fuera del ARPA en la V región), con una densidad promedio de 30,778 ton/km² (Tabla 17).

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

Foco- Sección	ARPA	cpua (ton/km ²)				
		Prom.	D.E.	LI	LS	n
1.1	1	0,863	0,373	0,249	1,714	3.341
1.2	1	0,558	0,195	0,182	1,172	1.738
2.1	2	4,655	3,302	1,154	14,664	4.093
3.1	1	1,543	0,076	1,347	1,645	33
3.2	2	2,191	1,503	0,241	5,075	5.641
4.1	1	2,056	0,777	0,530	3,396	3.066
4.2	1	2,278	0,319	0,936	2,963	1.054
4.3	2	2,309	0,878	0,566	4,287	6.499
5.1	1	4,415	2,246	1,507	9,569	2.083
6.1	1	1,440	0,717	0,231	2,456	952
7.1	1	2,329	0,234	1,786	2,790	174
7.2	1	6,722	3,695	0,904	15,533	2.166
7.3	2	4,297	1,811	1,021	7,513	4.312
8.1	1	7,549	2,164	5,302	11,685	1.228
9.1	2	3,177	2,579	0,964	8,831	1.953
10.1	1	5,332	2,960	0,715	14,243	4.941
11.1	1	6,118	2,116	3,094	12,513	3.161
12.1	1	10,855	1,316	6,441	12,603	446
12.2	1	7,540	0,549	6,978	9,249	140
12.3	2	7,043	2,358	3,551	11,812	652
12.4	2	8,632	6,113	0,571	29,051	7.924
13.1	1	6,124	0,727	5,161	7,423	18
13.2	1	8,420	4,251	1,798	25,595	1.562
13.3	2	15,313	10,089	4,609	55,486	5.301
13.4	2	6,938	0,513	6,028	8,024	41
14.1	1	11,742	3,726	1,713	23,152	6.914
14.2	1	7,523	2,125	3,477	12,885	615
14.3	2	15,646	1,986	13,073	19,838	277
14.6	2	12,171	6,555	2,537	22,676	4.157
15.1	1	10,234	2,746	6,242	14,805	736
16.1	1	8,320	6,402	0,001	24,931	13.839
16.2	2	15,452	3,608	8,954	21,008	287
17.1	1	12,830	9,734	0,001	30,267	8.126
17.2	2	19,554	7,593	0,028	29,972	2.844
17.3	2	15,809	2,544	10,743	21,384	893
18.1	2	6,182	3,976	0,354	18,665	4.426
18.2	2	10,894	2,777	0,032	18,683	5.385
19.1	2	30,778	19,087	0,001	88,180	9.952
20.1	2	16,753	4,146	9,234	26,332	13.447
21.1	2	16,533	2,594	11,444	21,410	6.531
22.1	2	19,486	4,395	11,358	29,489	9.444
22.2	2	13,259	1,448	10,677	16,913	1.907
23.1	2	15,162	5,042	7,654	32,987	9.618
23.2	2	40,323	9,311	23,549	64,193	1.219
24.1	2	17,090	3,975	9,597	24,983	12.259

Tabla 17. Continuación.

Foco- Sección	ARPA	cpua (ton/km ²)				
		Prom.	D.E.	LI	LS	n
25.1	2	10,065	0,710	8,915	11,682	1.555
26.1	2	18,946	0,595	17,547	19,768	3.039
27.1	2	17,253	3,790	10,626	24,467	7.408
28.1	2	16,355	4,149	9,097	30,086	2.560
28.2	2	14,644	6,972	6,571	33,161	3.323
29.1	2	15,200	3,709	9,312	21,433	2.886
30.1	2	16,372	2,355	12,430	21,402	5.007
31.1	2	11,915	4,718	3,859	18,297	12.433

Por región, la mayor densidad promedio de camarón nailon se encontró en la V Región, con una densidad media de 13,065 tons/km², seguido de la VII Región, que presentó una densidad media de 12,184 tons/km² (Tabla 18)

Tabla 18. Densidad poblacional (cpua, ton/km²) promedio, desviación estándar, tamaño de muestra (n) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) de camarón nailon (*H. reedi*) por Región.

Región	cpua (ton/km ²)				
	Prom.	D.E.	LI	LS	n
2	7,709	6,460	0,003	21,001	4.741
3	6,895	5,087	0,185	22,200	34.067
4	8,980	3,825	0,581	48,593	36.995
5	13,065	7,700	1,317	33,467	25.811
6	8,633	3,763	2,576	15,999	8.989
7	12,184	6,016	2,001	25,423	31.292
8	7,973	3,667	1,402	18,164	23.082

Consecuentemente, la biomasa total del stock de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) en la plataforma y talud continental de las Regiones II a VIII estimada según el enfoque geoestadístico alcanzó a 38.058,1 toneladas (D.E. = 19.421,1 tons). El intervalo de confianza de la biomasa es entre 37.509,3 tons (límite inferior) y 38.606,9 tons (límite superior). En la Tabla 19 se presenta la biomasa del stock de camarón nailon, por caladero, destacando el Foco 23 con 17,1% de la biomasa total, seguido del Foco 27, con 11,1%, y luego del Foco 13, con 8,8% de la biomasa total del recurso objetivo en el área de estudio, respectivamente.

Tabla 19. Biomasa estimada (toneladas) de camarón nailon (*H. reedi*), error estándar de la estimación (EEE, tons) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) por foco de abundancia entre la II y VIII Región.

Foco	Biomasa (tons)			
	Estimada	E.E.E.	LI	LS
1	35,1	373,7	20,8	49,4
2	174,0	301,7	164,8	183,2
3	114,2	421,5	102,4	126,0
4	214,3	774,9	190,3	238,3
5	85,4	156,1	78,7	92,1
6	12,9	72,4	8,3	17,5
7	301,7	483,6	283,9	319,5
8	88,0	94,1	82,7	93,3
9	56,2	142,7	49,9	62,5
10	234,1	354,4	224,2	244,0
11	174,4	230,1	166,4	182,4
12	697,8	654,3	677,1	718,5
13	3.339,5	1.970,9	3.270,5	3.408,5
14	1.234,9	847,2	1.208,8	1.261,0
15	70,0	55,3	66,0	74,0
16	1.053,7	811,1	1.038,6	1.068,8
17	1.512,7	671,9	1.493,5	1.531,9
18	2.950,5	2.193,4	2.889,2	3.011,8
19	2.781,5	588,7	2.769,9	2.793,1
20	1.916,1	684,5	1.904,5	1.927,7
21	916,9	331,9	908,9	924,9
22	1.759,8	571,2	1.745,9	1.773,7
23	6.521,3	2.169,7	6.469,1	6.573,5
24	1.737,8	608,6	1.727,0	1.748,6
25	133,7	79,5	129,7	137,7
26	485,9	153,5	480,4	491,4
27	4.216,5	1.462,6	4.183,2	4.249,8
28	2.976,6	1.157,9	2.934,9	3.018,3
29	367,3	144,6	362,0	372,6
30	680,2	248,7	673,3	687,1
31	1.215,1	610,3	1.204,4	1.225,8
Total	38.058,1	19.421,1	37.509,3	38.606,9

En la Tabla 20, se entrega la estimación de biomasa de camarón nailon por región, identificándose la biomasa contenida dentro o fuera del Area de Reserva para la Pesca Artesanal (ARPA). En este sentido, cabe hacer notar que 25,2% de la biomasa de camarón nailon se encontró en los focos o fracciones de focos de abundancia localizados en la VII Región, seguido de la V Región (24,1%). La IV Región aportó con 23,0% de la biomasa total de camarón nailon en el área y período de estudio.

Tabla 20. Biomasa estimada (toneladas) de camarón nailon (*H. reedi*) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) por Región, fuera y dentro de la ARPA. ARPA: 1 = DENTRO, 2 = FUERA.

Región.ARPA	Biomasa (tons)		
	Estimada	LI	LS
2.1	26,3	18,0	34,6
2.2	0,0	0,0	0,0
3.1	860,4	795,0	925,8
3.2	687,5	636,7	738,3
4.1	3.222,3	3.154,0	3.290,6
4.2	5.543,6	5.435,2	5.652,0
5.1	0,0	0,0	0,0
5.2	9.170,2	9.097,3	9.243,1
6.1	0,0	0,0	0,0
6.2	5.092,9	5.050,1	5.135,7
7.1	0,0	0,0	0,0
7.2	9.584,6	9.497,9	9.671,3
8.1	0,0	0,0	0,0
8.2	3.870,3	3.825,1	3.915,5
Total	38.058,1	37.509,3	38.606,9

4.6.2. Método de la Distribución Delta-lognormal

Para la estimación de abundancia de camarón nailon mediante el estimador de la Distribución Delta, se estimó la densidad poblacional promedio para cada una de las ZAGs estudiadas. Al respecto, sólo en la ZAG-2, la distribución de probabilidad del logaritmo natural de la cpue mostró una estructura aproximadamente normal, mientras que las ZAGs 1 y 3, distribución de probabilidad fue sesgada. No obstante lo anterior, de todas maneras se utilizó este método lognormal para la estimación de biomasa de camarón nailon en el área de estudio (II – VIII Regiones) con fines comparativos (Fig. 31).

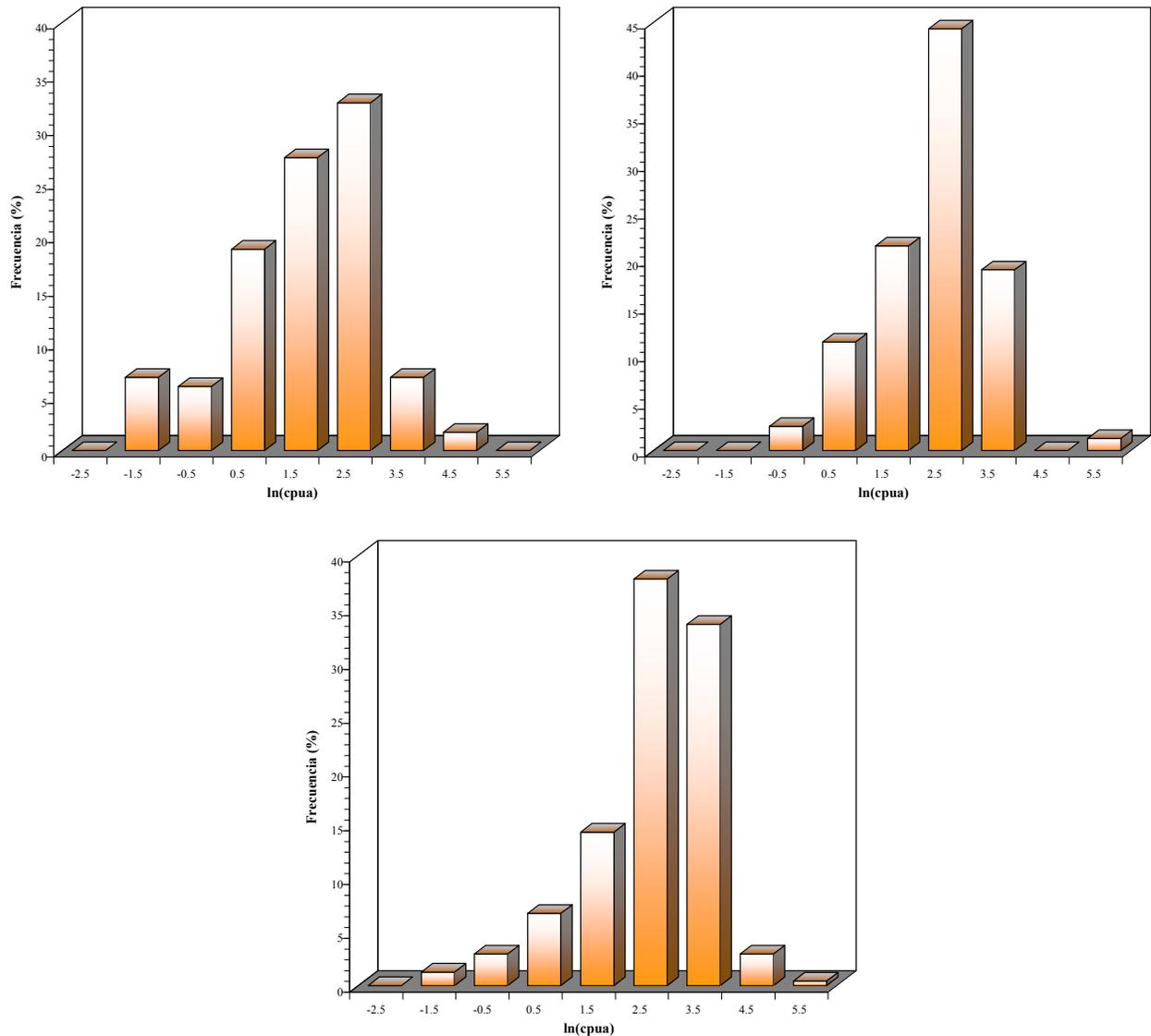


Fig. 31. Distribución de frecuencias del logaritmo de la captura por unidad de área (ln[cpua]) de camarón nailon (*H. reedi*) en la ZAG-1 (arriba izquierda), ZAG-2 (arriba derecha) y ZAG-3 (abajo).

El estimador de densidad media calculado mediante este método de la distribución Delta Lognormal alcanzó a 8,733 ton/km² (D.E.= 3,323 tons/km²), en la ZAG-1, 12,624 ton/km² (D.E.= 3,163 tons/km²), en la ZAG-2, y a 18,643 tons/km² en la ZAG-3 (D.E. = 3,150 tons/km²), respectivamente. En la Tabla 21 se entregan los estimadores de biomasa e intervalos de confianza respectivos, por foco de abundancia. Al respecto, la biomasa total estimada de camarón nailon alcanzó a 41.381,4 tons (D.E. = 5.168,7 tons) con intervalos de confianza de 23.277,8 tons (límite inferior) y 61.165,0 tons (límite superior).

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

Foco	Biomasa (tons)			
	Estimada	E.E.E.	LI	LS
1	404,3	84,4	285,3	542,6
2	326,5	68,1	230,3	438,1
3	456,0	95,2	321,7	612,0
4	838,4	175,0	591,6	1125,2
5	168,9	35,3	119,2	226,7
6	78,4	16,4	55,3	105,2
7	523,2	109,2	369,1	702,1
8	101,8	21,3	71,8	136,7
9	154,4	32,2	108,9	207,2
10	383,4	80,0	270,5	514,5
11	249,0	52,0	175,7	334,1
12	707,9	147,8	499,5	950,0
13	2.132,3	445,1	1.504,5	2.861,6
14	916,6	191,3	646,8	1.230,1
15	59,8	12,5	42,2	80,2
16	1.571,6	221,4	1.011,0	2.198,8
17	1.302,0	183,4	837,6	1.821,6
18	4.250,1	598,7	2.734,1	5.946,3
19	1.140,8	160,7	733,9	1.596,1
20	2.132,3	203,0	1.054,5	3.291,0
21	1.033,9	98,4	511,3	1.595,8
22	1.779,5	169,4	880,1	2.746,4
23	6.759,1	643,5	3.342,8	10.432,0
24	1.895,8	180,5	937,6	2.925,9
25	247,7	23,6	122,5	382,3
26	478,1	45,5	236,5	737,9
27	4.556,3	433,8	2.253,4	7.032,2
28	3.607,1	343,4	1.784,0	5.567,2
29	450,5	42,9	222,8	695,2
30	774,6	73,7	383,1	1.195,5
31	1.901,2	181,0	940,2	2.934,3
Total	41.381,4	5.168,7	23.277,8	61.165,0

4.6.3. Estimador de razón

El estimador de la densidad poblacional mediante el estimador de razón, calculado para toda el área de estudio, tal como en el caso del enfoque mediante la Distribución Delta, alcanzó a 12,414 ton/km² (D.E.= 19,870 ton/km²). La biomasa de camarón nailon en base a este método alcanzó a 34.184,4 tons, con intervalos de confianza de 27.621,5 tons como límite inferior y límite superior

de 42.564,6 tons, respectivamente. La Tabla 22 entrega los estimadores de biomasa e intervalos de confianza por foco de abundancia.

Tabla 22. Biomasa (tons) e intervalos de confianza inferior (LI, tons) y superior (LS, tons) de camarón nailon (*H. reedi*) entre la II y VIII Región, por foco.

Foco	Biomasa (tons)		
	Estimada	LI	LS
1	304,8	248,3	377,6
2	246,1	200,5	304,8
3	343,7	280,1	425,8
4	632,0	514,9	782,9
5	127,3	103,7	157,7
6	59,1	48,1	73,2
7	394,3	321,3	488,5
8	76,8	62,5	95,1
9	116,4	94,8	144,2
10	289,0	235,5	358,0
11	187,7	152,9	232,5
12	533,6	434,8	661,0
13	1.607,3	1.309,6	1.991,1
14	690,9	563,0	855,9
15	45,1	36,7	55,8
16	1.632,0	1.031,6	2.406,2
17	1.352,1	854,6	1.993,5
18	4.413,5	2.789,7	6.507,3
19	1.184,7	748,8	1.746,7
20	1.657,5	1.464,2	1.906,8
21	803,7	710,0	924,6
22	1.383,2	1.221,9	1.591,3
23	5.254,1	4.641,3	6.044,2
24	1.473,7	1.301,8	1.695,3
25	192,6	170,1	221,5
26	371,6	328,3	427,5
27	3.541,8	3.128,7	4.074,4
28	2.803,9	2.476,9	3.225,6
29	350,2	309,3	402,8
30	602,1	531,9	692,7
31	1.477,8	1.305,5	1.700,1
Total	34.148,4	27.621,5	42.564,6

4.6.4. Microceldas de estimación geoestadística

El método de las celdas de integración o estimación geoestadística, permitió estimar una biomasa de camarón nailon que alcanzó a 37.351,1 tons, con intervalos de confianza de 36.398,7 tons, como límite inferior, y 38.303,5 tons, como límite superior, respectivamente. La Tabla 23 entrega los estimadores de biomasa e intervalos de confianza por foco de abundancia.

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

Foco	Biomasa (tons)		
	Estimada	LI	LS
1	34,7	30,0	39,4
2	171,3	167,7	174,9
3	111,3	106,7	115,9
4	212,1	202,8	221,5
5	82,0	80,3	83,8
6	12,2	11,5	12,9
7	297,9	292,3	303,4
8	82,2	81,3	83,2
9	54,8	53,2	56,4
10	232,0	227,7	236,3
11	169,6	167,0	172,2
12	689,5	681,9	697,1
13	3.302,2	3.212,9	3.391,6
14	1.221,3	1.211,9	1.230,8
15	65,2	64,7	65,8
16	1.030,3	1.025,7	1.034,9
17	1.489,5	1.485,6	1.493,4
18	2.918,6	2.875,3	2.961,9
19	2.577,5	2.574,8	2.580,2
20	1.887,0	1.864,0	1.909,9
21	901,4	890,5	912,3
22	1.742,7	1.723,7	1.761,8
23	6.451,3	6.162,9	6.739,7
24	1.719,6	1.699,0	1.740,2
25	128,0	125,4	130,7
26	470,1	465,1	475,0
27	4.154,9	3.960,0	4.349,8
28	2.932,6	2.777,8	3.087,5
29	355,0	350,5	359,5
30	662,0	654,1	669,9
31	1.192,1	1.172,5	1.211,6
Total	37.351,1	36.398,7	38.303,5

4.6.5. Muestreo Estratificado.

La estimación de la biomasa se realizó separadamente para cada una de las regiones políticas consideradas, sobre la base de la superficie de los estratos correspondientes a cada región. En aquellos estratos que estaban parcialmente en una región, la estimación se realizó considerando la parte proporcional del estrato que correspondía a cada región.

La estimación total de la biomasa se realizó sólo considerando las áreas asignadas a cada estrato sin integrar áreas entre caladeros. Este procedimiento se considera en general conservador, y puede producir una subestimación cercana al 15% respecto de otros procedimientos de estimación utilizados en este y en proyectos.

Las Tablas siguientes muestran los resultados de la estimación por estrato (Tabla 24) y por región (Tabla 25), incorporando la superficie estimada inicialmente en km², la biomasa (Biom., tons), densidad (ton/km²) y una estimación de los límites de confianza del 95% por región. Las pequeñas diferencias en la estimación de la biomasa total por estratos y por regiones obedecen a que los promedios fueron obtenidos a partir de agrupaciones de lances diferentes, los que al ser ponderados por los tamaños relativos de las regiones generan variaciones consideradas no significativas al estar largamente dentro de los intervalos de confianza respectivos.

Tabla 24. Biomasa de Camarón por estrato y total (tons), área de los estratos (km²), cpua (tons/km²) e intervalos de confianza del 95% para el estimador de biomasa total.

Estrato	Área (km ²)	<i>Heterocarpus reedi</i>		Intervalos de Confianza	
		Cpua	Biom.	Lim. Infer.	Lim. Super.
1	847,2	2,2	1.888,3	1.714,6	2.062,0
2	1.042,7	9,7	10.086,3	9.462,6	10.710,0
3	926,1	8,8	8.182,9	7.785,0	8.580,9
4	1.536,6	18,8	28.907,1	27.429,0	30.385,1
5	932,9	15,2	14.139,9	13.672,0	14.607,9
Área Estim.	5.285,5	BM. Estim.	63.204,6	61.478,0	64.931,2

Tabla 25. Biomasa de Camarón nailon por región y total (tons), área de las regiones (km²), cpua (tons/km²) e intervalos de confianza del 95% por región y para el estimador de biomasa total.

Región	Área (km ²)	<i>Heterocarpus reedi</i>		Intervalos de Confianza	
		Cpua	Biom.	Lim. Infer.	Lim. Super.
2	168,1	0,1	18,4	11,4	25,3
3	970,7	3,2	3.135,0	2.910,8	3.359,2
4	1.375,4	10,1	13.850,4	13.144,7	14.556,0
5	915,8	18,0	16.483,2	15.366,7	17.599,8
6	651,7	14,2	9.247,9	8.695,3	9.800,5
7	734,0	20,0	14.715,9	13.715,5	15.716,2
8	469,9	13,9	6.520,2	6.146,7	6.893,6
Área Estim.	5.285,5	BM. Estim.	63.970,9	62.170,8	65.771,0

4.6.6. Método alternativo de estimación del área de los focos de abundancia

Con el propósito de evaluar un método alternativo de estimación del área ocupada por el stock de camarón nailon en la evaluación directa de su biomasa, se probó la aplicación del método de interpolación de vecinos naturales.

Al respecto, este método produjo una reducción neta en la estimación del área de distribución del recurso de 4,0%, lo que en términos de la biomasa, utilizando los estimadores de densidad media por foco previamente estimados, significó una reducción de 3,5% (Tabla 26). Sin embargo, cabe hacer notar que el método de vecinos naturales produce tanto subestimaciones como sobreestimaciones de las áreas de los focos de abundancia, las que pueden resultar altamente significativas, por ejemplo, la subestimación que ocurre en el Foco 5 y Foco 25 (-61,7% y -68,1%, respectivamente), o la sobreestimación del Foco 12 (+53,5%). En el caso del camarón nailon, la situación más frecuente observada fue de subestimación del área de los focos de abundancia, que fue compensada con fuertes sobreestimaciones de algunos focos (Foco 4 y Foco 12, Tabla 26).

La diferencia promedio de las estimaciones de área mediante el método de vecinos naturales alcanzó a -20,8%. Sin embargo, el mayor problema de este método es que no resuelve estimaciones de área para aquellos focos pequeños conformados por uno o dos lances, situación que ocurrió con los Focos 6, 8 y 15 (Tabla 26).

Tabla 26. Estimación del área de los focos de abundancia de camarón nailon (*H. reedi*) por el enfoque geostatístico transitivo (G.T.) y el método de vecinos naturales (V.N.), diferencia (Dif., %) entre ambos estimadores, densidad poblacional promedio (cpua, ton/km²) por foco y estimaciones de biomasa (tons) para cada método de estimación de área.

Foco	Area (km ²)		Dif. (%)	cpua (ton/km ²)	Biomasa (tons)	
	G.T.	V.N.			G.T.	V.N.
1	46,298	54,214	17,1	0,758	35,1	41,1
2	37,380	24,123	-35,5	4,655	174,0	112,3
3	52,213	42,325	-19,0	2,187	114,2	92,6
4	96,000	132,456	38,0	2,232	214,3	295,7
5	19,341	7,412	-61,7	4,416	85,4	32,7
6	8,975		-100,0	1,437	12,9	0,0
7	59,904	51,426	-14,2	5,036	301,7	259,0
8	11,659		-100,0	7,548	88,0	0,0
9	17,679	7,412	-58,1	3,179	56,2	23,6
10	43,900	30,142	-31,3	5,333	234,1	160,7
11	28,507	18,412	-35,4	6,118	174,4	112,6
12	81,055	124,362	53,4	8,609	697,8	1.070,6
13	244,154	296,742	21,5	13,678	3.339,5	4.058,8
14	104,956	121,527	15,8	11,766	1.234,9	1.429,9
15	6,845		-100,0	10,227	70,0	0,0
16	124,497	89,412	-28,2	8,464	1.053,7	756,8
17	103,142	81,246	-21,2	14,666	1.512,7	1.191,6
18	336,684	306,410	-9,0	8,763	2.950,5	2.685,2
19	90,373	82,143	-9,1	30,778	2.781,5	2.528,2
20	114,373	134,265	17,4	16,753	1.916,1	2.249,4
21	55,459	52,34	-5,6	16,533	916,9	865,3
22	95,449	84,324	-11,7	18,437	1.759,8	1.554,7
23	362,549	394,745	8,9	17,987	6.521,3	7.100,4
24	101,687	92,148	-9,4	17,090	1.737,8	1.574,8
25	13,288	4,236	-68,1	10,062	133,7	42,6
26	25,645	23,7	-7,6	18,947	485,9	449,1
27	244,394	200,389	-18,0	17,253	4.216,5	3.457,3
28	193,482	176,263	-8,9	15,384	2.976,6	2.711,7
29	24,162	14,289	-40,7	15,201	367,3	217,2
30	41,549	36,74	-11,6	16,371	680,2	601,5
31	101,976	89,7	-12,0	11,916	1.215,1	1.068,8
Total	2,887,577	2772,903	-4,0		38,058,1	36.744,0

4.7. Objetivo Específico N° 3.

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

4.7.1. Condición reproductiva del camarón nailon

4.7.1.1. Estados de madurez embrionaria de las hembras ovíferas

Durante el período de estudio se analizaron 18.050 hembras ovíferas de camarón nailon con huevos en distintos estados de desarrollo embrionario, sin embargo el 42,24% de las hembras portadoras se encontraba en la estado 4, con un escaso número de estados tempranos (1). Las hembras ovíferas analizadas, procedentes de las distintas zonas de pesca, se distribuyeron en los siguientes estados de desarrollo:

- Estado 1: 115 individuos equivalentes al 0,64% del total.
- Estado 2: 3.732 individuos equivalentes al 20,68% del total.
- Estado 3: 6.578 individuos equivalentes al 36,44% del total.
- Estado 4: 7.625 individuos equivalentes al 42,24% del total.

4.7.1.2. Distribución de hembras ovíferas por Región.

Al analizar la distribución de hembras ovíferas por Región, se observó que en todas las regiones el estado de desarrollo predominante era el Estado 4 (42,24%) (Tabla 27).

Tabla 27. Distribución por región de las hembras ovíferas de camarón nailon, según estado de desarrollo.

REGIÓN	DATO	ESTADO				TOTAL
		1	2	3	4	
III	N			2	93	95
	%	0,00%	0,00%	2,11%	97,89%	100%
IV	N	4	955	2025	2754	5738
	%	0,07%	16,64%	35,29%	48,00%	100%
V	N	4	1427	1921	1991	5343
	%	0,07%	26,71%	35,95%	37,26%	100%
VI	N		548	788	1681	3017
	%	0,00%	18,16%	26,12%	55,72%	100%
VII	N	70	451	1262	876	2659
	%	2,63%	16,96%	47,46%	32,94%	100%
VIII	N	37	351	580	230	1198
	%	3,09%	29,30%	48,41%	19,20%	100%
Total N		115	3732	6578	7625	18050
Total %		0,64%	20,68%	36,44%	42,24%	100%

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

La longitud cefalotorácica de las hembras ovíferas fluctuó entre un mínimo de 12,0 mm y un máximo de 48,5 mm, determinándose para el total de ejemplares de cada estado de desarrollo, los rangos de talla corporal, talla promedio y su desviación estándar (Tabla 28).

Tabla 28. Características morfométricas de las hembras de camarón nailon, por estado de desarrollo de los huevos.

DATO	ESTADO				TOTAL
	1	2	3	4	
N	115	3.732	6.578	7.625	18.050
Prom. LC	26,44	28,55	28,15	28,10	28,20
D.E. LC	2,60	2,63	2,42	2,43	2,48
Mín. LC	19,00	12,00	15,10	15,70	12,00
Máx. LC	31,00	39,80	39,80	48,50	48,50

Se determinó que la talla promedio de hembras portadoras correspondió a 28,2 mm de LC (D.E. = 2,48 mm) con un mínimo y máximo de 12,0 y 48,5 mm, respectivamente (Fig. 32). Sin embargo, la moda se ubicó entre los 27-28 mm de LC en todos los estados de desarrollo (Tabla 29).

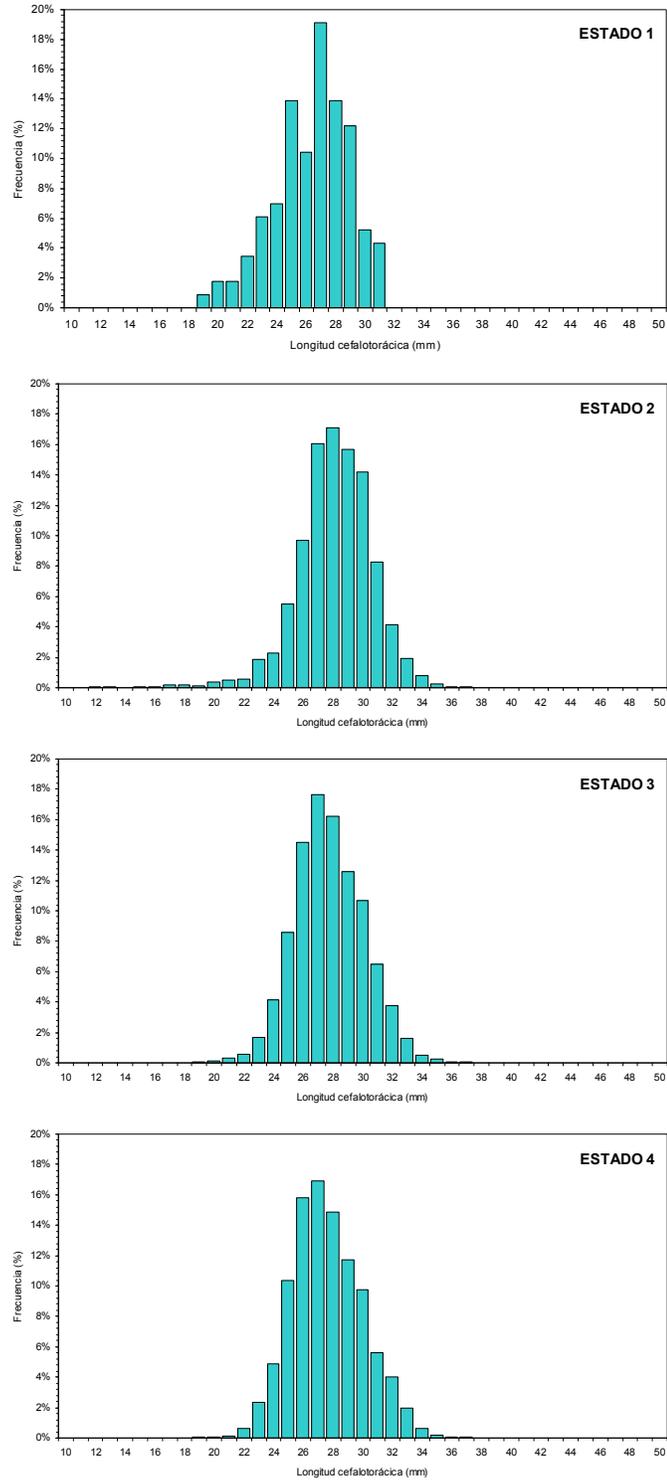


Fig. 32. Distribución de frecuencia de tamaños de las hembras ovíferas de camarón nailon por estado de desarrollo de los huevos.

Tabla 29. Distribución de frecuencia de tamaño y estados de madurez de camarón nailon.

RANGO	ESTADO 1		ESTADO 2		ESTADO 3		ESTADO 4	
	N	%	N	%	N	%	N	%
10		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%
11		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%
12		0,00%	2	0,05%		0,00%		0,00%
13		0,00%	2	0,05%		0,00%		0,00%
14		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%
15		0,00%	2	0,05%	1	0,02%	1	0,01%
16		0,00%	2	0,05%		0,00%		0,00%
17		0,00%	6	0,16%	1	0,02%		0,00%
18		0,00%	8	0,21%	1	0,02%	1	0,01%
19	1	0,87%	5	0,13%	5	0,08%	3	0,04%
20	2	1,74%	14	0,38%	8	0,12%	3	0,04%
21	2	1,74%	18	0,48%	22	0,33%	8	0,10%
22	4	3,48%	21	0,56%	35	0,53%	48	0,63%
23	7	6,09%	68	1,82%	111	1,69%	177	2,32%
24	8	6,96%	85	2,28%	273	4,15%	370	4,85%
25	16	13,91%	206	5,52%	563	8,56%	793	10,40%
26	12	10,43%	362	9,70%	956	14,53%	1205	15,80%
27	22	19,13%	599	16,05%	1161	17,65%	1289	16,90%
28	16	13,91%	637	17,07%	1069	16,25%	1134	14,87%
29	14	12,17%	584	15,65%	829	12,60%	893	11,71%
30	6	5,22%	531	14,23%	702	10,67%	745	9,77%
31	5	4,35%	308	8,25%	426	6,48%	429	5,63%
32		0,00%	155	4,15%	247	3,75%	305	4,00%
33		0,00%	71	1,90%	107	1,63%	150	1,97%
34		0,00%	31	0,83%	33	0,50%	49	0,64%
35		0,00%	10	0,27%	16	0,24%	13	0,17%
36		0,00%	2	0,05%	5	0,08%	4	0,05%
37		0,00%	2	0,05%	4	0,06%	4	0,05%
38		0,00%		0,00%	2	0,03%		0,00%
39		0,00%	1	0,03%	1	0,02%		0,00%
40		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%
41		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%
42		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%
43		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%
44		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%
45		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%
46		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%
47		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%
48		0,00%		0,00%		0,00%	1	0,01%
49		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%
50		0,00%		0,00%		0,00%		0,00%

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

El conjunto de hembras ovíferas analizadas provino de las regiones II-VIII, donde se efectuaron lances de pesca, pero la cantidad de ejemplares procedentes de cada región geográfica fue muy diferente. Las diferentes regiones estuvieron bien representadas en las capturas, encontrándose el máximo entre la IV Región (Tabla 30). A continuación, se indica la distribución de las 18.050 hembras analizadas en cada región geográfica:

II Región	:	55 ejemplares con el 0,11% del total.
III Región	:	3.220 ejemplares con el 6,50% del total.
IV Región	:	14.949 ejemplares con el 30,16% del total.
V Región	:	13.436 ejemplares con el 27,11% del total.
VI Región	:	8.316 ejemplares con el 16,78% del total.
VII Región	:	6.240 ejemplares con el 12,59% del total.
VIII Región	:	3.351 ejemplares con el 6,76% del total.

La distribución de hembras ovíferas por región, no sólo presentó diferencias importantes en el número de ejemplares examinados, sino también en su estado de maduración (Tabla 30). Los resultados obtenidos en las distintas regiones indicaron que en todas se encontró la mayor proporción de hembras en Estado 4.

Tabla 30. Distribución del estado de madurez embrionario de hembras ovíferas de camarón nailon por Región.

REGIÓN	DATO	ESTADO 1	ESTADO 2	ESTADO 3	ESTADO 4	TOTAL
III	N			2	93	95
	%	0,00%	0,00%	2,11%	97,89%	100,0%
	Prom. LC			23,75	26,95	26,88
	D.E. LC			0,78	2,20	2,23
	Mín. LC			23,20	22,70	22,70
	Máx. LC			24,30	33,10	33,10
IV	N	4	955	2025	2754	5738
	%	0,07%	16,64%	35,29%	48,00%	100%
	Prom. LC	27,53	28,64	28,29	27,47	27,96
	D.E. LC	0,22	1,99	2,21	2,37	2,30
	Mín. LC	27,20	19,80	15,10	15,70	15,10
	Máx. LC	27,70	34,40	36,40	36,80	36,80
V	N	4	1427	1921	1991	5343
	%	0,07%	26,71%	35,95%	37,26%	100%
	Prom. LC	29,13	28,79	27,86	27,83	28,10
	D.E. LC	1,05	2,05	2,02	2,16	2,12
	Mín. LC	28,30	20,50	20,50	21,50	20,50
	Máx. LC	30,50	39,80	36,10	36,70	39,80
VI	N		548	788	1681	3017
	%	0,00%	18,16%	26,12%	55,72%	100%
	Prom. LC		29,62	28,81	28,49	28,78
	D.E. LC		2,28	2,46	2,34	2,40
	Mín. LC		20,60	20,00	21,40	20,00
	Máx. LC		36,00	39,80	48,50	48,50
VII	N	70	451	1262	876	2659
	%	2,63%	16,96%	47,46%	32,94%	100%
	Prom. LC	25,80	27,68	27,49	29,50	28,14
	D.E. LC	2,73	3,26	2,66	2,36	2,86
	Mín. LC	19,00	12,00	18,00	18,70	12,00
	Máx. LC	31,00	37,30	37,50	37,70	37,70
VIII	N	37	351	580	230	1198
	%	3,09%	29,30%	48,41%	19,20%	100%
	Prom. LC	27,24	26,79	29,20	30,17	28,62
	D.E. LC	2,17	4,23	3,01	2,62	3,57
	Mín. LC	23,00	13,00	21,00	22,90	13,00
	Máx. LC	31,00	35,40	38,90	37,00	38,90

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

En el área de estudio, las hembras ovíferas examinadas se capturaron en los lances de pesca efectuados entre 100 y 500 m de profundidad (Tabla 31). Sin embargo, el mayor porcentaje de las hembras ovíferas (25,61%) se obtuvo en los lances efectuados entre 250 y 300 m, seguido del estrato 300-350 m con un 22,36%, siendo escasos los especímenes capturados en los estratos más someros (100-150 m) y profundos (>400 m) con porcentajes menores al 10%.

Tabla 31. Distribución de frecuencia por rango de profundidad y estados de madurez de camarón nailon.

RANGO PROF (m)	DATO	ESTADO 1	ESTADO 2	ESTADO 3	ESTADO 4	TOTAL
100	N				2	2
	%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,01%
150	N	6	218	254	447	925
	%	0,03%	1,21%	1,41%	2,48%	5,12%
200	N	49	719	1.490	1.214	3.472
	%	0,27%	3,98%	8,25%	6,73%	19,24%
250	N	37	1.103	1.677	1.806	4.623
	%	0,20%	6,11%	9,29%	10,01%	25,61%
300	N		682	1.441	1.913	4.036
	%	0,00%	3,78%	7,98%	10,60%	22,36%
350	N	21	510	1.020	1.423	2.974
	%	0,12%	2,83%	5,65%	7,88%	16,48%
400	N		365	567	652	1.584
	%	0,00%	2,02%	3,14%	3,61%	8,78%
450	N	2	105	117	163	387
	%	0,01%	0,58%	0,65%	0,90%	2,14%
500	N		30	12	5	47
	%	0,00%	0,17%	0,07%	0,03%	0,26%
Total N		115	3.732	6.578	7.625	18.050
Total %		0,64%	20,68%	36,44%	42,24%	100,00%

4.7.2. Proporción sexual

4.7.2.1. Proporción sexual por Región.

En la Tabla 32 se muestra la proporción sexual de los ejemplares por región y sexo. Las hembras predominan en todas las regiones, solo se exceptúa la VIII Región con una mayor proporción de machos. El mayor porcentaje de hembras se encuentra en la II Región (98,18%), siendo de 56,14% para toda el área de estudio.

Tabla 32. Proporción sexual (%) de los ejemplares de camarón nailon medidos en el muestreo de frecuencia de tallas por región.

REGIÓN	MACHOS	HEMBRAS
II	1,82%	98,18%
III	42,83%	57,17%
IV	43,82%	56,18%
V	42,68%	57,32%
VI	43,29%	56,71%
VII	42,48%	57,52%
VIII	54,40%	45,60%
TOTAL	43,86%	56,14%

4.7.2.2. Proporción sexual a la talla por Región.

La proporción sexual a la talla del camarón nailon en la II Región muestra una marcada dominancia de hembras en los rangos de talla (23-32 mm LC) (Tabla 33).

En la III Región, al igual que en la II Región, se observa un claro predominio de hembras en los rangos de tamaño por bajo los 18 mm de LC, luego un predominio de machos en el rango intermedio (19-23 mm LC) y luego un incremento en la proporción sexual de hembras a medida que aumenta el rango de tallas, llegando a ser casi de 100% sobre los 30 mm de LC (Tabla 33). En la IV Región, se observa un claro incremento del predominio de machos en los rangos de

tamaño por bajo los 25 mm de LC, aumentando la proporción sexual de hembras en el rango de tallas intermedio(26-34 mm LC),para luego predominar nuevamente los machos por sobre los 35 mm de LC (Tabla 33). En la V Región, se observa un claro predominio de machos en los rangos de tamaño por bajo los 25 mm de LC, incrementando la proporción sexual de hembras a medida que aumenta el rango de tallas, llegando a ser casi de 100% sobre los 36 mm de LC (Tabla 33).

En la VI Región, al igual que en la V Región, se observa un claro predominio de machos en los rangos de tamaño por bajo los 27 mm de LC, incrementando la proporción sexual de hembras a medida que aumenta el rango de tallas, llegando a ser casi de 100% sobre los 34 mm de LC. En la VII Región se observa la misma situación de la VI Región. La proporción sexual muestra un completo predominio de las machos hasta los 27 mm LC, para luego predominar las hembras con proporciones mayores al 90% sobre los 31 mm de LC (Tabla 33). En la VIII Región, al igual que en las regiones V-VII, la proporción sexual muestra una clara dominancia de machos y hembras. Los machos predominan en los rangos de tallas menores (12-28 mm LC). Desde los 29 mm LC hay un claro y creciente predominio de las hembras hasta los 38 mm LC (Tabla 33).

Tabla 33. Proporción sexual a la talla en camarón nailon, entre la II y VIII Regiones.

RANGO	II REGION		III REGION		IV REGION		V REGION		VI REGION		VII REGION		VIII REGION	
	MC	HE	MC	HE	MC	HE	MC	HE	MC	HE	MC	HE	MC	HE
10														
11					0,00%	100,00%					100,00%	0,00%	100,00%	0,00%
12											33,33%	66,67%	100,00%	0,00%
13			0,00%	100,00%	0,00%	100,00%					75,00%	25,00%	50,00%	50,00%
14			0,00%	100,00%	75,00%	25,00%			50,00%	50,00%	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%
15			0,00%	100,00%	33,33%	66,67%	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%	66,67%	33,33%	83,33%	16,67%
16			51,72%	48,28%	41,18%	58,82%	25,00%	75,00%	66,67%	33,33%	40,00%	60,00%	91,67%	8,33%
17			35,44%	64,56%	53,85%	46,15%	55,56%	44,44%	54,55%	45,45%	92,86%	7,14%	66,67%	33,33%
18			44,20%	55,80%	50,57%	49,43%	59,38%	40,63%	75,00%	25,00%	57,14%	42,86%	74,36%	25,64%
19			52,03%	47,97%	58,18%	41,82%	52,17%	47,83%	64,52%	35,48%	77,42%	22,58%	84,62%	15,38%
20			53,96%	46,04%	60,87%	39,13%	50,00%	50,00%	58,82%	41,18%	83,33%	16,67%	76,06%	23,94%
21			58,08%	41,92%	66,91%	33,09%	57,26%	42,74%	56,00%	44,00%	68,42%	31,58%	57,72%	42,28%
22			63,16%	36,84%	64,09%	35,91%	69,67%	30,33%	67,62%	32,38%	74,57%	25,43%	65,59%	34,41%
23	0,00%	100,00%	55,63%	44,37%	59,52%	40,48%	70,28%	29,72%	72,81%	27,19%	71,94%	28,06%	66,93%	33,07%
24	0,00%	100,00%	47,54%	52,46%	60,11%	39,89%	65,71%	34,29%	71,43%	28,57%	62,84%	37,16%	64,71%	35,29%
25	0,00%	100,00%	38,56%	61,44%	57,67%	42,33%	59,08%	40,92%	64,85%	35,15%	56,52%	43,48%	69,89%	30,11%
26	0,00%	100,00%	22,26%	77,74%	49,64%	50,36%	49,51%	50,49%	53,02%	46,98%	54,18%	45,82%	69,76%	30,24%
27	0,00%	100,00%	15,00%	85,00%	35,24%	64,76%	41,47%	58,53%	44,24%	55,76%	42,28%	57,72%	69,19%	30,81%
28	11,11%	88,89%	9,01%	90,99%	25,54%	74,46%	30,06%	69,94%	37,96%	62,04%	31,27%	68,73%	51,48%	48,52%
29	0,00%	100,00%	6,67%	93,33%	15,34%	84,66%	19,55%	80,45%	25,79%	74,21%	23,72%	76,28%	41,81%	58,19%
30	0,00%	100,00%	0,00%	100,00%	8,97%	91,03%	11,29%	88,71%	15,46%	84,54%	15,60%	84,40%	16,28%	83,72%
31			0,00%	100,00%	4,08%	95,92%	4,35%	95,65%	8,87%	91,13%	6,44%	93,56%	17,45%	82,55%
32	0,00%	100,00%	0,00%	100,00%	3,76%	96,24%	1,46%	98,54%	6,78%	93,22%	2,08%	97,92%	2,73%	97,27%
33			0,00%	100,00%	13,56%	86,44%	1,28%	98,72%	3,23%	96,77%	1,03%	98,97%	0,00%	100,00%
34			0,00%	100,00%	16,67%	83,33%	4,00%	96,00%	0,00%	100,00%	0,00%	100,00%	3,13%	96,88%
35					55,56%	44,44%	20,00%	80,00%	13,64%	86,36%	0,00%	100,00%	0,00%	100,00%
36					83,33%	16,67%	0,00%	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%	100,00%
37					100,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%	100,00%
38					100,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%
39					100,00%	0,00%	50,00%	50,00%	0,00%	100,00%	0,00%	100,00%		
40					100,00%	0,00%								
41					100,00%	0,00%								
42					100,00%	0,00%								
43														
44														
45														
46							100,00%	0,00%						
47														
48									0,00%	100,00%				
49														
50														

4.7.2.3. Proporción sexual por foco de abundancia.

En la proporción sexual de camarón nailon estimada por foco de abundancia se aprecia un claro predominio de las hembras en la mayoría de los focos estimados para el área de estudio, con la excepción de los focos 8, 9, 15, 25 y 29 en que se observa una alta proporción de machos (Fig. 33).

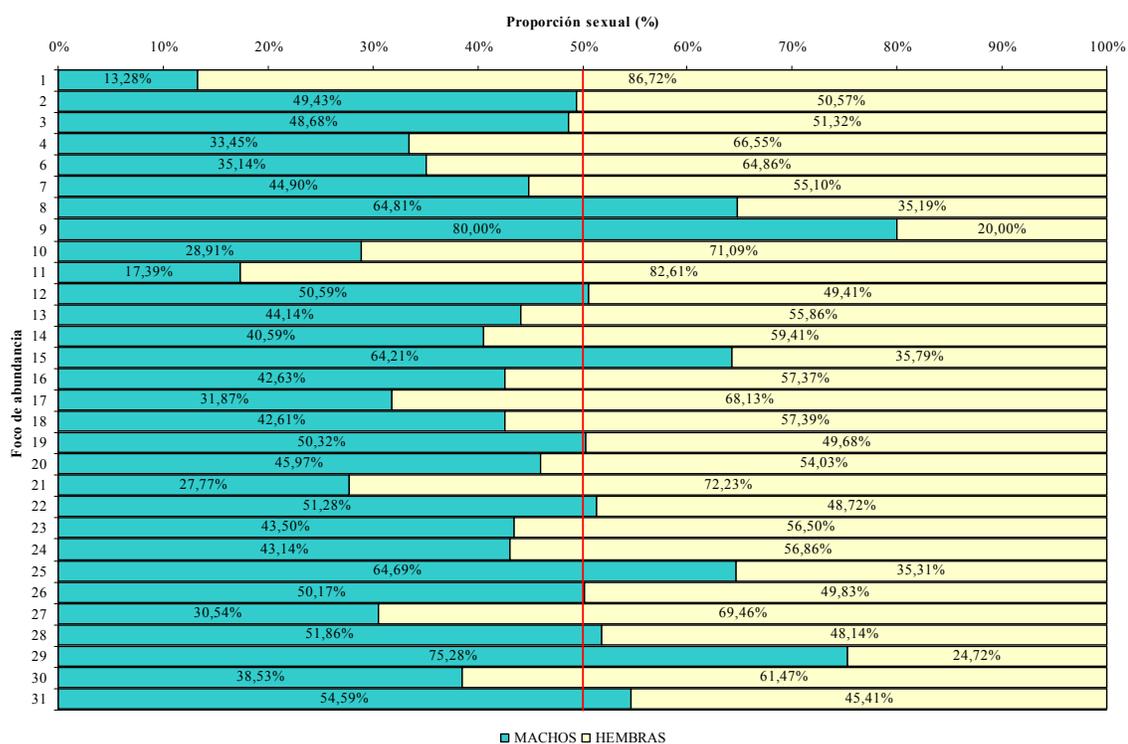


Fig. 33. Proporción sexual de camarón nailon, por foco de abundancia.

4.7.3. Talla promedio de madurez sexual.

Se realizó el ajuste de la talla de primera madurez sexual en las hembras de camarón nailon para la totalidad del área de estudio, debido a que la información no fue obtenida en el periodo de mayor actividad reproductiva, esta no permitió un ajuste más detallado por región.

Al respecto, para el camarón nailon, el indicador de la talla promedio de madurez sexual se situó en los 26,2 mm de LC con parámetros de ajuste $a = 26,2$ y $b = 0,339$ (Fig. 34).

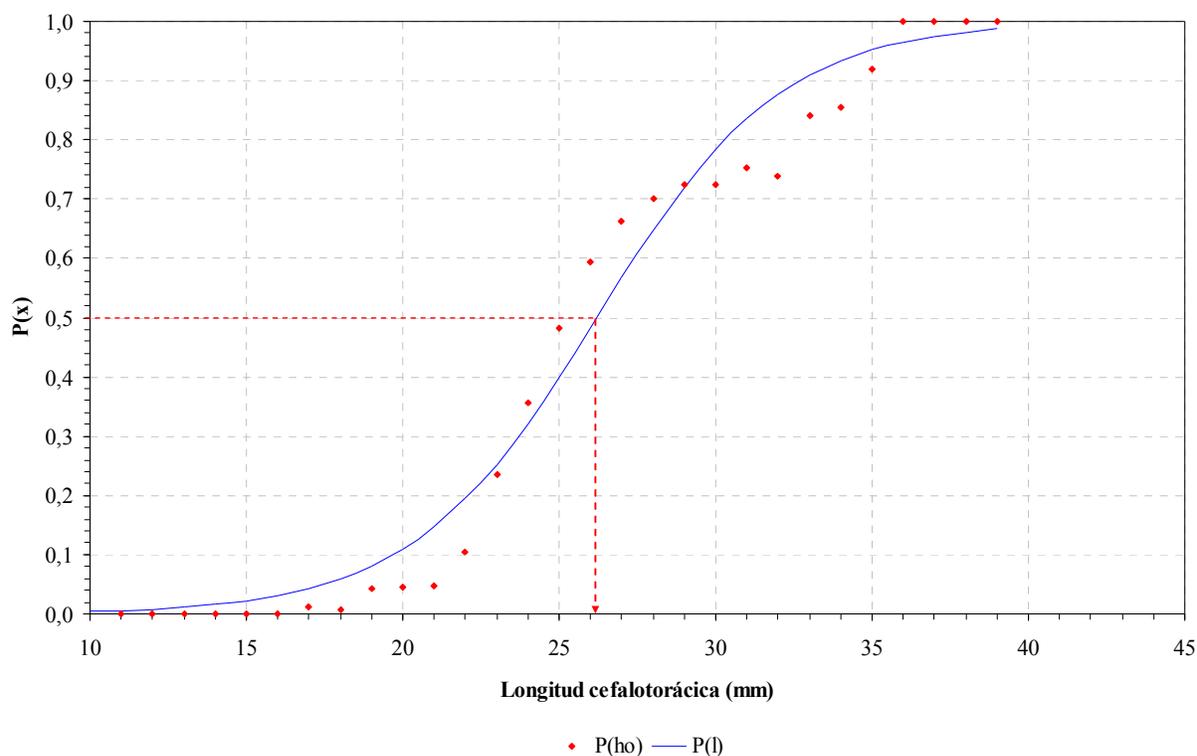


Fig. 34. Ojiva de madurez sexual estimada para el recurso camarón nailon en toda el área de estudio. Se indica la talla bajo el criterio del $L_{50\%}$.

4.8. Objetivo Específico N° 4.

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

4.8.1. Descripción de la abundancia de la fauna acompañante

4.8.1.1. Composición específica general de la fauna acompañante

La fauna acompañante contribuyó al 50% del peso de la CPUE total (considerando sólo a camarón nailon como especie objetivo), mientras que si se considera además a *P. monodon* y *C. johni* como especies objetivo, entonces la contribución de la fauna acompañante disminuye a 18%.

La fauna acompañante estuvo compuesta por 45 taxa, de los cuales 14 fueron peces óseos, 12 peces cartilaginosos, 11 crustáceos, 6 moluscos (cefalópodos) y 2 mixinoídeos (Tabla 34). El 98% de la CPUE total de la fauna acompañante estuvo compuesta sólo por 10 especies, destacando langostino amarillo, langostino colorado, merluza común, pejerratas (*Coelorinchus aconcagua*) y lenguado de ojos grandes (*Hippoglossina macrops*).

Tabla 34. Listado de las especies que conforman la fauna acompañante de camarón nailon en este proyecto. CPUE = captura por unidad de esfuerzo estandarizada; IRFA= índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante (se excluye camarón nailon); IRRO = índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso del recurso objetivo y fauna acompañante (se incluye camarón nailon). Clave: 0.0 = < 0.05.

Nombre vernacular	Nombre científico	Acrónimo	CPUE Total (ton/km ²)	IRRO (%)	IRFA (%)	Lances Positivos (%)
Langostino amarillo	<i>Cervimunida johni</i>	<i>Cervjoh</i>	2853,0	21,1	42,2	31,5
Langostino colorado	<i>Pleuroncodes monodon</i>	<i>Pleumon</i>	1501,7	11,1	22,2	13,8
Merluza común	<i>Merluccius gayi</i>	<i>Merlgay</i>	1047,8	7,7	15,5	58,5
Pejerrata	<i>Coelorinchus aconcagua</i>	<i>Coelaco</i>	613,5	4,5	9,1	31,7
Lenguado ojos grandes	<i>Hippoglossina macrops</i>	<i>Hippmac</i>	169,4	1,3	2,5	39,7
Pejerrata	<i>Nezumia pulchella</i>	<i>Nezupul</i>	108,6	0,8	1,6	12,0
Pejerrata	<i>Coelorinchus chilensis</i>	<i>Coelchi</i>	102,3	0,8	1,5	7,0
Raya volantín	<i>Dipturus chilensis</i>	<i>Diptfla</i>	80,4	0,6	1,2	9,6
Tollo de profundidad	<i>Centroscyllium nigrum</i>	<i>Centnig</i>	67,0	0,5	1,0	4,0
Tiburón gato	<i>Aculeola nigra</i>	<i>Aculnig</i>	61,0	0,4	0,9	5,2
Besugo	<i>Epigonus crassicaudus</i>	<i>Epigera</i>	27,5	0,2	0,4	9,2
Jaiba paco	<i>Mursia gaudichaudii</i>	<i>Mursgau</i>	17,3	0,1	0,3	15,0
Pejerrata	<i>Trachyrinchus villegai</i>	<i>Tracvil</i>	16,8	0,1	0,2	5,0
Tollo narigón	<i>Apristurus nasutus</i>	<i>Aprinas</i>	12,5	0,1	0,2	1,0
Congrio negro	<i>Genypterus maculatus</i>	<i>Genymac</i>	11,8	0,1	0,2	1,4
Torpedo	<i>Discopyge tschudii</i>	<i>Disctsc</i>	11,0	0,1	0,2	2,8
Tiburón zorro	<i>Alopias vulpinus</i>	<i>Alopvul</i>	9,3	0,1	0,1	0,4
Raya chica	<i>Bathyraja multispinis</i>	<i>Bathmul</i>	8,4	0,1	0,1	2,2
Jaiba limón	<i>Cancer porteri</i>	<i>Cancpor</i>	7,7	0,1	0,1	10,8
Gamba	<i>Haliporoides diomedea</i>	<i>Halidio</i>	6,2	0,0	0,1	4,2
Jibia	<i>Dosidicus gigas</i>	<i>Dosigig</i>	5,4	0,0	0,1	0,8
Merluza de cola	<i>Macruronus magellanicus</i>	<i>Macrmag</i>	3,5	0,0	0,1	0,6
Jaiba mochilera	<i>Lophorochinia parabranhia</i>	<i>Lophpar</i>	2,3	0,0	0,0	1,0
Blanquillo	<i>Prolatilus jugularis</i>	<i>Proljug</i>	1,7	0,0	0,0	0,4
Tiburón	<i>Halaehurus canescens</i>	<i>Halacan</i>	1,4	0,0	0,0	0,4
Pulpo	<i>Octopodidae</i>	<i>Octopodidae</i>	1,2	0,0	0,0	2,8
Tiburón	<i>Centroscymnus crepidater</i>	<i>Centcre</i>	1,1	0,0	0,0	0,4
Centolla falsa	<i>Libidoclea granaria</i>	<i>Libigra</i>	1,1	0,0	0,0	2,2

Tabla 34... continuación.

Nombre vernacular	Nombre científico	Acrónimo	CPUE Total (ton/km2)	IRRO (%)	IRFA (%)	Lances Positivos (%)
Lamprea negra	<i>Eptatretus polytrema</i>	<i>Eptapol</i>	1,1	0,0	0,0	6,6
Cabrilla	<i>Sebastes oculatus</i>	<i>Sebaocu</i>	0,8	0,0	0,0	1,0
Raya espinosa	<i>Dipturus trachyderma</i>	<i>Dipttra</i>	0,6	0,0	0,0	0,2
Raya	<i>Psammobatis scobina</i>	<i>Psamsco</i>	0,5	0,0	0,0	0,4
Pulpo	<i>Opisthoteuthis</i> sp.	<i>Opisthoteu</i>	0,3	0,0	0,0	2,0
Jaiba puñete	<i>Hepatus chilensis</i>	<i>Hepachi</i>	0,2	0,0	0,0	0,4
Lamprea	<i>Eptatretus nanii</i>	<i>Eptanan</i>	0,1	0,0	0,0	0,6
Anguila	<i>Ophichthus pacifici</i>	<i>Ophipac</i>	0,0	0,0	0,0	1,0
Congrio dorado	<i>Genypterus blacodes</i>	<i>Genybla</i>	0,0	0,0	0,0	0,2
Alfonsino	<i>Beryx splendens</i>	<i>Beryspl</i>	0,0	0,0	0,0	0,4
	<i>Pachycara suspectum</i>	<i>Pachsus</i>	0,0	0,0	0,0	1,0
Calamar	<i>Loligo gahi</i>	<i>Loligah</i>	0,0	0,0	0,0	0,2
Bivalvo	<i>Acestea patagonica</i>	<i>Acespat</i>	0,0	0,0	0,0	0,2
caracol	<i>Aeneator fontainei</i>	<i>Aenefon</i>	0,0	0,0	0,0	0,2
Zapateador	<i>Pterygosquilla armata</i>	<i>Stomatop</i>	0,0	0,0	0,0	0,6
	<i>Stereomastis suhmi</i>	<i>Stersuh</i>	0,0	0,0	0,0	0,2
Camarón acorazado	<i>Glyphocrangon alata</i>	<i>Glypala</i>	0,0	0,0	0,0	0,2

4.8.1.2. Distribución de la fauna acompañante en sentido latitudinal.

Regionalmente la fauna acompañante exhibe un patrón en el que 3 a 8 especies constituyen de 95% a 98% de la CPUE. Las especies que conforman esta fracción de la fauna acompañante son las mismas en todas las Regiones y corresponden a los peces *H. macrops*, *M. gayi*, *A. nigra* y *C. aconcagua* y a los crustáceos *P. monodon* y *C. johni*. La particularidad en cada Región estuvo dada por el orden de importancia en peso de estas especies (Tabla 35).

Tabla 35. Listado de las especies que conforman la fauna acompañante en las capturas de camarón nailon, ordenados por región. CPUE = captura por unidad de esfuerzo estandarizada; IRFA= índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante (se excluye camarón nailon); IRRO = índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso del recurso objetivo y fauna acompañante (se incluye camarón nailon). Clave: 0.0 = < 0.05.

Región	Especies	Total lances	Lances positivos (%)	CPUE total (ton*km ⁻²)	IRFA (%)	Fauna acompañante (CPUE total (ton*km ⁻²))	IRRO (%)	Heteroe
III	<i>Pleumon</i>	83	44,6	891,8	62,3	1430,4	52,5	268,8
	<i>Cervjoh</i>		48,2	425,7	29,8		25,1	
	<i>Merlgay</i>		83,1	64,0	4,5		3,8	
	<i>Aculnig</i>		9,6	16,2	1,1		1,0	
	<i>Hippmac</i>		44,6	9,8	0,7		0,6	
	<i>Centnig</i>		4,8	9,4	0,7		0,6	
	<i>Nezupul</i>		39,8	4,0	0,3		0,2	
	<i>Mursgau</i>		18,1	3,7	0,3		0,2	
	<i>Lophpar</i>		6,0	2,3	0,2		0,1	
	<i>Epigcra</i>		6,0	1,7	0,1		0,1	
	<i>Tracvil</i>		21,7	0,7	0,1		0,0	
	<i>Coelaco</i>		3,6	0,7	0,1		0,0	
	<i>Cancpor</i>		4,8	0,1	0,0		0,0	
	<i>Octopodidae</i>		2,4	0,1	0,0		0,0	
	<i>Ohipac</i>		3,6	0,0	0,0		0,0	
	<i>Pachsus</i>		4,8	0,0	0,0		0,0	
	<i>Eptapol</i>		1,2	0,0	0,0		0,0	
IV	<i>Cervjoh</i>	117	29,9	704,2	78,9	893,0	32,6	1264,1
	<i>Pleumon</i>		4,3	98,0	11,0		4,5	
	<i>Merlgay</i>		9,4	22,7	2,5		1,1	
	<i>Centnig</i>		5,1	17,1	1,9		0,8	
	<i>Hippmac</i>		5,1	15,7	1,8		0,7	
	<i>Aculnig</i>		4,3	7,2	0,8		0,3	
	<i>Diptchi</i>		6,0	5,4	0,6		0,3	
	<i>Bathmul</i>		5,1	4,1	0,5		0,2	
	<i>Mursgau</i>		4,3	3,9	0,4		0,2	
	<i>Disctsc</i>		3,4	3,8	0,4		0,2	
	<i>Aprinas</i>		1,7	3,4	0,4		0,2	
	<i>Coelaco</i>		2,6	2,4	0,3		0,1	
	<i>Epigcra</i>		6,8	2,3	0,3		0,1	

Tabla 35. Continuación.

Región	Especies	Total lances	Lances positivos (%)	CPUE total (ton*km-2)	IRFA (%)	Fauna acompañante (CPUE total (ton*km-2))	IRRO (%)	Heteroe
	<i>Coelchi</i>		6,8	1,7	0,2		0,1	
	<i>Centcre</i>		0,9	0,5	0,1		0,0	
	<i>Nezupul</i>		2,6	0,3	0,0		0,0	
	<i>Cancpor</i>		2,6	0,2	0,0		0,0	
	<i>Eptapol</i>		4,3	0,1	0,0		0,0	
	<i>Octopodidae</i>		0,9	0,1	0,0		0,0	
	<i>Hepachi</i>		0,9	0,0	0,0		0,0	
	<i>Halidio</i>		5,1	0,0	0,0		0,0	
	<i>Pachsus</i>		0,9	0,0	0,0		0,0	
	<i>Libigra</i>		0,9	0,0	0,0		0,0	
V	<i>Cervjoh</i>	109	22,9	757,2	60,3	1255,7	23,1	2026,3
	<i>Merlgay</i>		54,1	179,3	14,3		5,5	
	<i>Pleumon</i>		5,5	110,4	8,8		3,4	
	<i>Hippmac</i>		45,9	49,7	4,0		1,5	
	<i>Coelaco</i>		22,9	40,9	3,3		1,2	
	<i>Nezupul</i>		7,3	31,7	2,5		1,0	
	<i>Diptchi</i>		17,4	14,5	1,2		0,4	
	<i>Aculnig</i>		4,6	14,0	1,1		0,4	
	<i>Aprinas</i>		2,8	9,1	0,7		0,3	
	<i>Coelchi</i>		11,0	6,6	0,5		0,2	
	<i>Disctsc</i>		7,3	6,6	0,5		0,2	
	<i>Centnig</i>		2,8	6,3	0,5		0,2	
	<i>Epigera</i>		16,5	6,0	0,5		0,2	
	<i>Dosigig</i>		2,8	4,5	0,4		0,1	
	<i>Cancpor</i>		22,0	4,3	0,3		0,1	
	<i>Mursgau</i>		27,5	2,5	0,2		0,1	
	<i>Bathmul</i>		1,8	2,4	0,2		0,1	
	<i>Halidio</i>		11,0	1,9	0,2		0,1	
	<i>Proljug</i>		1,8	1,7	0,1		0,1	
	<i>Halacan</i>		1,8	1,4	0,1		0,0	
	<i>Octopodidae</i>		10,1	1,1	0,1		0,0	
	<i>Genymac</i>		2,8	0,9	0,1		0,0	
	<i>Centcre</i>		0,9	0,6	0,0		0,0	
	<i>Dipttra</i>		0,9	0,6	0,0		0,0	
	<i>Psamsco</i>		1,8	0,5	0,0		0,0	
	<i>Tracvil</i>		0,9	0,3	0,0		0,0	

Tabla 35. Continuación.

Región	Especies	Total lances	Lances positivos (%)	CPUE total (ton*km-2)	IRFA (%)	Fauna acompañante (CPUE total (ton*km-2))	IRRO (%)	Heterree
	<i>Eptapol</i>		10,1	0,2	0,0		0,0	
	<i>Opisthoteu</i>		5,5	0,2	0,0		0,0	
	<i>Macrmag</i>		0,9	0,1	0,0		0,0	
	<i>Libigra</i>		1,8	0,0	0,0		0,0	
	<i>Loligah</i>		0,9	0,0	0,0		0,0	
	<i>Aenefon</i>		0,9	0,0	0,0		0,0	
	<i>Ophipac</i>		1,8	0,0	0,0		0,0	
	<i>Beryspl</i>		0,9	0,0	0,0		0,0	
	<i>Eptanan</i>		0,9	0,0	0,0		0,0	
	<i>Stomatop</i>		0,9	0,0	0,0		0,0	
	<i>Stersuh</i>		0,9	0,0	0,0		0,0	
	<i>Glypala</i>		0,9	0,0	0,0		0,0	
VI	<i>Cervjoh</i>	72	37,5	652,60	46,60	1400,29	23,64	1360,76
	<i>Pleumon</i>		6,9	222,84	15,91		8,07	
	<i>Coelaco</i>		1,4	216,77	15,48		7,85	
	<i>Merlgay</i>		5,6	178,63	12,76		6,47	
	<i>Hippmac</i>		1,4	31,95	2,28		1,16	
	<i>Diptchi</i>		1,4	31,14	2,22		1,13	
	<i>Tracvil</i>		4,2	14,87	1,06		0,54	
	<i>Coelchi</i>		63,9	14,39	1,03		0,52	
	<i>Epigera</i>		2,8	10,64	0,76		0,39	
	<i>Aculnig</i>		12,5	10,31	0,74		0,37	
	<i>Nezupul</i>		1,4	8,29	0,59		0,30	
	<i>Alopvul</i>		5,6	5,29	0,38		0,19	
	<i>Mursgau</i>		2,8	0,89	0,06		0,03	
	<i>Cancpor</i>		6,9	0,38	0,03		0,01	
	<i>Halidio</i>		1,4	0,36	0,03		0,01	
	<i>Eptapol</i>		1,4	0,33	0,02		0,01	
	<i>Disctsc</i>		58,3	0,29	0,02		0,01	
	<i>Macrmag</i>		1,4	0,11	0,01		0,00	
	<i>Eptanan</i>		81,9	0,10	0,01		0,00	
	<i>Genybla</i>		5,6	0,04	0,00		0,00	
	<i>Acespat</i>		2,8	0,03	0,00		0,00	
	<i>Opisthoteu</i>		1,4	0,02	0,00		0,00	
	<i>Beryspl</i>		2,8	0,02	0,00		0,00	
	<i>Stomatop</i>		4,2	0,00	0,00		0,00	

Tabla 35. Continuación.

Región	Especies	Total lances	Lances positivos (%)	CPUE total (ton*km-2)	IRFA (%)	Fauna acompañante (CPUE total (ton*km-2))	IRRO (%)	Heteroe
VII	<i>Merlgay</i>	62	93,5	224,0	35,4	632,7	13,2	1058,3
	<i>Coelaco</i>		67,7	151,3	23,9		8,9	
	<i>Pleumon</i>		8,1	48,1	7,6		2,8	
	<i>Coelchi</i>		17,7	46,3	7,3		2,7	
	<i>Hippmac</i>		66,1	41,0	6,5		2,4	
	<i>Cervjoh</i>		17,7	40,1	6,3		2,4	
	<i>Nezupul</i>		14,5	20,0	3,2		1,2	
	<i>Diptchi</i>		12,9	19,6	3,1		1,2	
	<i>Genymac</i>		6,5	10,9	1,7		0,6	
	<i>Centnig</i>		3,2	8,5	1,3		0,5	
	<i>Epigera</i>		9,7	6,5	1,0		0,4	
	<i>Mursgau</i>		21,0	4,4	0,7		0,3	
	<i>Alopvul</i>		1,6	4,0	0,6		0,2	
	<i>Macrmag</i>		1,6	3,2	0,5		0,2	
	<i>Bathmul</i>		1,6	1,8	0,3		0,1	
	<i>Aculnig</i>		1,6	1,5	0,2		0,1	
	<i>Cancpor</i>		14,5	0,8	0,1		0,0	
	<i>Eptapol</i>		12,9	0,3	0,1		0,0	
	<i>Sebaocu</i>		3,2	0,2	0,0		0,0	
	<i>Opisthoteu</i>		3,2	0,0	0,0		0,0	
<i>Libigra</i>	1,6	0,0	0,0	0,0				
VIII	<i>Merlgay</i>	56	64,3	379,3	33,2	1142,5	19,3	818,7
	<i>Cervjoh</i>		33,9	273,2	23,9		13,9	
	<i>Coelaco</i>		69,6	201,4	17,6		10,3	
	<i>Pleumon</i>		19,6	130,5	11,4		6,7	
	<i>Nezupul</i>		8,9	44,3	3,9		2,3	
	<i>Coelchi</i>		3,6	33,4	2,9		1,7	
	<i>Centnig</i>		8,9	25,6	2,2		1,3	
	<i>Hippmac</i>		39,3	21,3	1,9		1,1	
	<i>Aculnig</i>		5,4	11,7	1,0		0,6	
	<i>Diptchi</i>		8,9	9,6	0,8		0,5	
	<i>Halidio</i>		3,6	3,9	0,3		0,2	
	<i>Cancpor</i>		19,6	1,9	0,2		0,1	
	<i>Mursgau</i>		14,3	1,8	0,2		0,1	

Tabla 35. Continuación.

Región	Especies	Total lances	Lances positivos (%)	CPUE total (ton*km-2)	IRFA (%)	Fauna acompañante (CPUE total (ton*km-2))	IRRO (%)	Heteroe
	<i>Libigra</i>		12,5	1,1	0,1		0,1	
	<i>Dosigig</i>		1,8	0,9	0,1		0,0	
	<i>Tracvil</i>		5,4	0,9	0,1		0,0	
	<i>Sebaocu</i>		5,4	0,6	0,1		0,0	
	<i>Epigera</i>		8,9	0,4	0,0		0,0	
	<i>Disctsc</i>		1,8	0,4	0,0		0,0	
	<i>Hepachi</i>		1,8	0,1	0,0		0,0	
	<i>Bathmul</i>		3,6	0,1	0,0		0,0	
	<i>Eptapol</i>		5,4	0,1	0,0		0,0	
	<i>Opisthoteu</i>		1,8	0,0	0,0		0,0	

4.8.1.3. Distribución de la fauna acompañante en sentido batimétrico

Batimétricamente se observa también el patrón general de distribución de la fauna acompañante (en peso), la que está compuesta principalmente por 6 a 9 especies que aportan entre 95% y 98% del peso total cuando no se considera a la especie objetivo (camarón nailon) en este recuento. Además, *M. gayi*, *P. monodon* y *C. johni* son las especies más importantes de la fauna acompañante entre 100 y 450 m de profundidad, acompañadas por *C. aconcagua* y *H. macrops*. La particularidad en cada estrato batimétrico está dada por el orden de importancia en peso de estas especies (Tabla 36).

Tabla 36. Fauna acompañante en las capturas de camarón nailon, ordenados por estratos de profundidad. CPUE = captura por unidad de esfuerzo estandarizada; IRFA= índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante (se excluye camarón nailon); IRRO = índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso del recurso objetivo y fauna acompañante (se incluye camarón nailon). Clave: 0.0 = < 0.05.

Prof (m)	Especies	Total lances	Lances positivos (%)	CPUE total (ton*km ⁻²)	IRFA (%)	Fauna acompañante (CPUE total (ton*km ⁻²))	IRRO (%)	Heteroe
100 - 199	<i>Cervjoh</i>	48	72,9	903,1	64,3	1404,3	46,4	541,7
	<i>Pleumon</i>		33,3	295,5	21,0		15,2	
	<i>Merlgay</i>		72,9	109,4	7,8		5,6	
	<i>Hippmac</i>		64,6	32,5	2,3		1,7	
	<i>Coelaco</i>		27,1	24,2	1,7		1,2	
	<i>Genymac</i>		10,4	11,5	0,8		0,6	
	<i>Coelchi</i>		4,2	9,4	0,7		0,5	
	<i>Nezupul</i>		8,3	8,5	0,6		0,4	
	<i>Mursgau</i>		2,1	3,7	0,3		0,2	
	<i>Aculnig</i>		2,1	3,0	0,2		0,2	
	<i>Dosigig</i>		4,2	1,6	0,1		0,1	
	<i>Cancpor</i>		22,9	1,2	0,1		0,1	
	<i>Disctsc</i>		2,1	0,4	0,0		0,0	
	<i>Diptchi</i>		2,1	0,2	0,0		0,0	
	<i>Proljug</i>		2,1	0,1	0,0		0,0	
	<i>Octopodidae</i>		2,1	0,0	0,0		0,0	
	<i>Opisthoteu</i>		2,1	0,0	0,0		0,0	
	<i>Ophipac</i>		2,1	0,0	0,0		0,0	

Tabla 36. Continuación.

Prof (m)	Especies	Total lances	Lances positivos (%)	CPUE total (ton*km-2)	IRFA (%)	Fauna acompañante (CPUE total (ton*km-2))	IRRO (%)	Heterree
200 - 299	<i>Cervjoh</i>	232	38,4	1530,3	39,8	3842,3	21,4	3293,6
	<i>Pleumon</i>		13,8	989,7	25,8		13,9	
	<i>Merlgay</i>		65,1	662,6	17,2		9,3	
	<i>Coelaco</i>		41,4	345,9	9,0		4,8	
	<i>Hippmac</i>		48,7	113,6	3,0		1,6	
	<i>Coelchi</i>		6,0	61,2	1,6		0,9	
	<i>Nezupul</i>		9,5	53,3	1,4		0,7	
	<i>Centnig</i>		3,0	17,8	0,5		0,2	
	<i>Aculnig</i>		3,9	15,6	0,4		0,2	
	<i>Diptchi</i>		6,0	14,3	0,4		0,2	
	<i>Mursgau</i>		16,8	11,9	0,3		0,2	
	<i>Epigera</i>		6,5	7,6	0,2		0,1	
	<i>Canpor</i>		12,1	5,6	0,1		0,1	
	<i>Disctsc</i>		2,2	4,5	0,1		0,1	
	<i>Dosigig</i>		0,9	3,8	0,1		0,1	
	<i>Tracvil</i>		2,2	0,9	0,0		0,0	
	<i>Bathmul</i>		0,9	0,6	0,0		0,0	
	<i>Sebaocu</i>		1,7	0,6	0,0		0,0	
	<i>Halidio</i>		1,7	0,5	0,0		0,0	
	<i>Octopodidae</i>		2,6	0,3	0,0		0,0	
	<i>Eptapol</i>		3,9	0,3	0,0		0,0	
	<i>Genymac</i>		0,9	0,3	0,0		0,0	
	<i>Libigra</i>		1,7	0,3	0,0		0,0	
	<i>Psamsco</i>		0,4	0,2	0,0		0,0	
	<i>Hepachi</i>		0,9	0,2	0,0		0,0	
	<i>Lophpar</i>		0,9	0,1	0,0		0,0	
	<i>Opisthoteu</i>		0,9	0,1	0,0		0,0	
	<i>Eptanan</i>		0,9	0,0	0,0		0,0	
	<i>Genybla</i>		0,4	0,0	0,0		0,0	
	<i>Pachsus</i>		1,3	0,0	0,0		0,0	
	<i>Ophipac</i>		0,9	0,0	0,0		0,0	
	<i>Stomatop</i>		0,4	0,0	0,0		0,0	

Tabla 36. Continuación.

Prof (m)	Especies	Total lances	Lances positivos (%)	CPUE total (ton*km-2)	IRFA (%)	Fauna acompañante (CPUE total (ton*km-2))	IRRO (%)	Heteroe
300 +	<i>Ceryjoh</i>	219	15,1	419,7	27,8	1508,1	9,4	2961,6
	<i>Merlgay</i>		48,4	275,8	18,3		6,2	
	<i>Coelaco</i>		22,4	243,4	16,1		5,4	
	<i>Pleumon</i>		9,6	216,5	14,4		4,8	
	<i>Diptchi</i>		15,1	65,9	4,4		1,5	
	<i>Centnig</i>		5,9	49,2	3,3		1,1	
	<i>Nezupul</i>		16,9	46,7	3,1		1,0	
	<i>Aculnig</i>		7,3	42,3	2,8		0,9	
	<i>Coelchi</i>		8,7	31,8	2,1		0,7	
	<i>Hippmac</i>		24,7	23,4	1,5		0,5	
	<i>Epigera</i>		14,2	19,9	1,3		0,4	
	<i>Tracvil</i>		9,1	15,9	1,1		0,4	
	<i>Aprinas</i>		2,3	12,5	0,8		0,3	
	<i>Alopvul</i>		0,9	9,3	0,6		0,2	
	<i>Bathmul</i>		4,1	7,8	0,5		0,2	
	<i>Disctsc</i>		3,7	6,1	0,4		0,1	
	<i>Halidio</i>		7,8	5,7	0,4		0,1	
	<i>Macrmag</i>		1,4	3,5	0,2		0,1	
	<i>Lophpar</i>		1,4	2,2	0,1		0,0	
	<i>Mursgau</i>		10,0	1,7	0,1		0,0	
	<i>Proljug</i>		0,5	1,6	0,1		0,0	
	<i>Halacan</i>		0,9	1,4	0,1		0,0	
	<i>Centere</i>		0,9	1,1	0,1		0,0	
	<i>Cancpor</i>		6,8	0,9	0,1		0,0	
	<i>Libigra</i>		3,2	0,8	0,1		0,0	
	<i>Octopodidae</i>		3,2	0,8	0,1		0,0	
	<i>Eptapol</i>		11,0	0,8	0,1		0,0	
	<i>Dipttra</i>		0,5	0,6	0,0		0,0	
	<i>Psamsco</i>		0,5	0,3	0,0		0,0	
	<i>Opisthoteu</i>		3,2	0,2	0,0		0,0	
	<i>Sebaocu</i>		0,5	0,2	0,0		0,0	
	<i>Eptanan</i>		0,5	0,1	0,0		0,0	
	<i>Beryspl</i>		0,9	0,0	0,0		0,0	
	<i>Loligah</i>		0,5	0,0	0,0		0,0	
	<i>Acespat</i>		0,5	0,0	0,0		0,0	
	<i>Aenefon</i>		0,5	0,0	0,0		0,0	
	<i>Ohipac</i>		0,9	0,0	0,0		0,0	
	<i>Stomatop</i>		0,9	0,0	0,0		0,0	
	<i>Stersuh</i>		0,5	0,0	0,0		0,0	
	<i>Glypala</i>		0,5	0,0	0,0		0,0	
	<i>Pachsus</i>		0,9	0,0	0,0		0,0	

4.8.1.4. Identificación de asociaciones específicas

De acuerdo con la matriz de similitud, el análisis de dendrograma permite distinguir cuatro grupos de estaciones (lances), las cuales presentaron una estructura de CPUE de especies con similitud mayor o igual a 30% (Fig. 35). No se consideró en análisis posteriores aquellos grupos que, al nivel de corte de 30% de similitud, no estén presentes en al menos 10 lances.

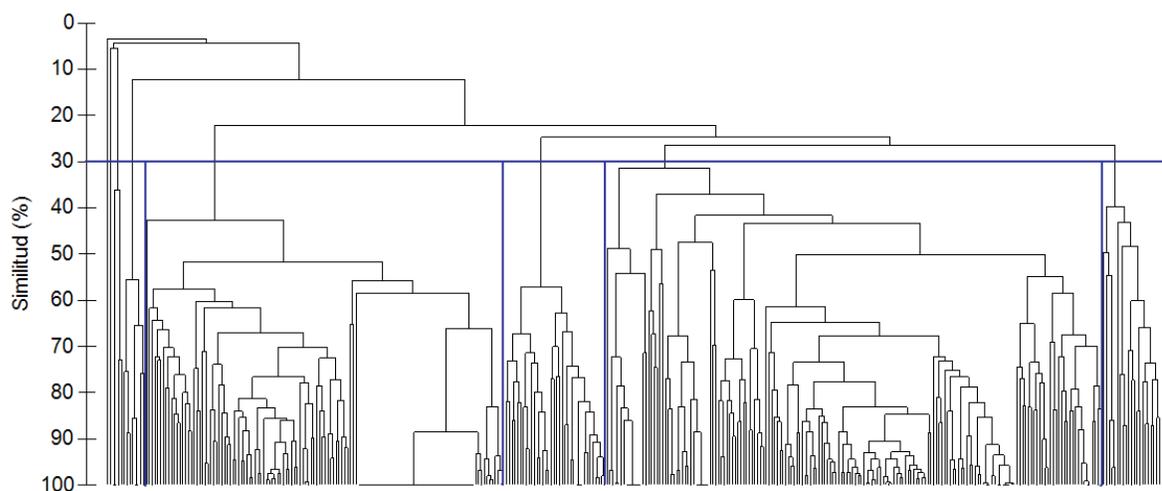


Fig. 35. Análisis de clasificación de la CPUE de la fauna acompañante presente en las capturas de camarón nailon en las Regiones II a VIII (N° lances: 378)

El análisis de ordenación distinguió, con un nivel de significancia moderadamente alto (Stress = $p = 0,16$), los mismos cuatro grupos de estaciones (lances) que el análisis de clasificación (Fig. 36), lo que valida el criterio de clasificación (nivel de corte de 30% de similitud), permitiendo distinguir los cuatro ensambles.

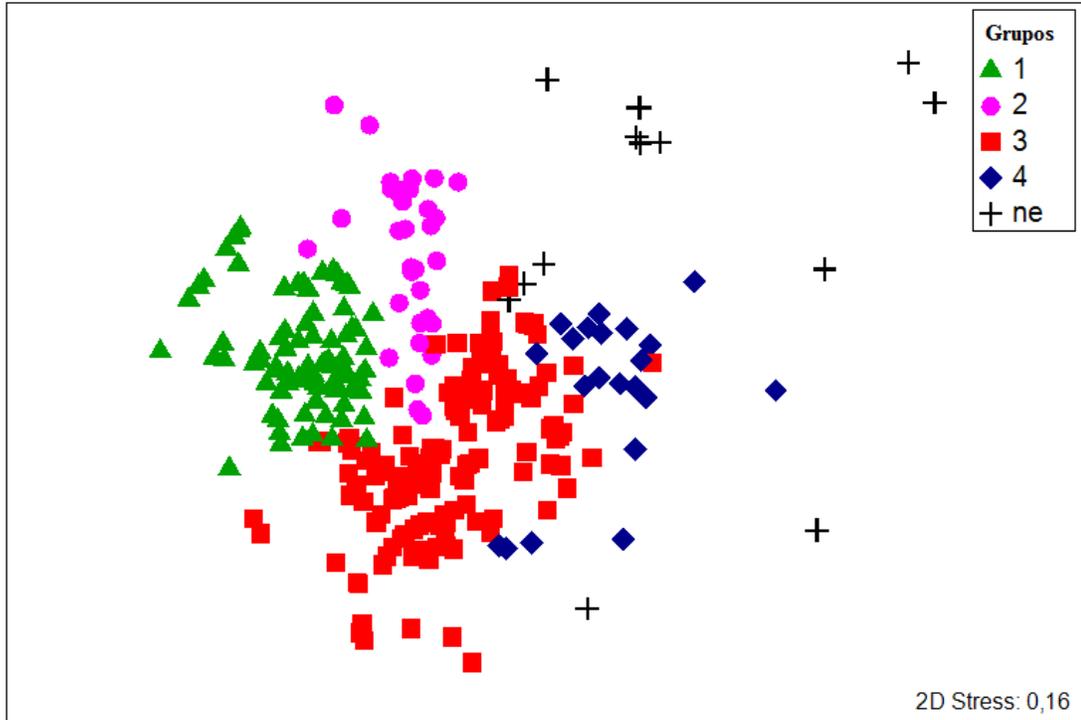


Fig. 36. Análisis de ordenación (MDS) de la abundancia relativa (CPUE) de la fauna acompañante presente en las capturas de camarón nailon en las Regiones II a VIII. Los símbolos corresponden a los diferentes ensambles identificados (1 a 4); “ne” corresponde a aquellos lances que en el dendrograma no constituyeron un grupo (n° lances: 378).

Latitudinalmente, tres de los cuatro ensambles se distribuyen en toda la zona de estudio (25°S – 37°S) con la excepción del grupo 4, el que ocurre desde la IV a la VIII Regiones (32°S – 36°S).

Batimétricamente, el grupo 1 se ubica entre 100 y 300 m de profundidad, el grupo 2 entre 200 y 350 m de profundidad, el grupo 3 entre 250 y 450 m de profundidad, y el grupo 4 entre 300 y 450 m de profundidad (Tabla 37).

Las especies que ocurren en las cuatro asociaciones específicas se presentan en la Tabla 38. En el grupo 1, *C. johni* es la especie de mayor importancia en el by-catch en cuanto a CPUE.

En el grupo 2 *P. monodon* es la especie más importante, seguida por *M. gayi*. En el grupo 3 las especies más importantes son *M. gayi* y *C. aconcagua*. En el grupo 4 las especies más importantes son *D. chilensis*, *N. pulchella* y *A. nigra*.

Tabla 37. Distribución latitudinal y batimétrica de los grupos identificados.

Ensamble	Latitud (°)	Profundidad (m)
1	25°S – 37°S	100 – 300
2	25°S – 37°S	200 - 350
3	25°S – 37°S	300 - 450
4	32°S – 36°S	250 - 450

Tabla 38. Fauna acompañante en las capturas de camarón nailon, ordenados por ensambles identificados mediante métodos de clasificación y ordenación. IRFA= índice de importancia relativa respecto a la CPUE de la fauna acompañante. Clave: 0.0 = <0.05

Ensamble	Especie	Total lances	Lances positivos (%)	CPUE total (ton/km ²)	IRFA (%)	F. acompañante, CPUE total (ton/km ²)
1	<i>Cervjoh</i>	129	100,0	2820,7	73,8	3820,1
	<i>Pleumon</i>		25,6	426,0	11,2	
	<i>Merlgay</i>		59,7	409,9	10,7	
	<i>Hippmac</i>		44,2	65,7	1,7	
	<i>Coelaco</i>		18,6	42,4	1,1	
	<i>Genymac</i>		3,1	11,6	0,3	
	<i>Mursgau</i>		18,6	11,1	0,3	
	<i>Nezupul</i>		11,6	9,7	0,3	
	<i>Coelchi</i>		2,3	9,4	0,2	
	<i>Epigcra</i>		4,7	5,0	0,1	
	<i>Diptchi</i>		2,3	3,7	0,1	
	<i>Canapor</i>		11,6	1,6	0,0	
	<i>Aculnig</i>		1,6	1,4	0,0	
	<i>Dosigig</i>		0,8	0,9	0,0	
	<i>Disctsc</i>		0,8	0,6	0,0	
	<i>Centnig</i>		0,8	0,3	0,0	
<i>Tracvil</i>	2,3	0,0	0,0			
2	<i>Pleumon</i>	36	100,0	1075,7	92,1	1167,3
	<i>Merlgay</i>		88,9	58,2	5,0	
	<i>Centnig</i>		11,1	9,4	0,8	
	<i>Hippmac</i>		44,4	8,5	0,7	
	<i>Coelaco</i>		16,7	5,4	0,5	
	<i>Aculnig</i>		13,9	5,0	0,4	
	<i>Cervjoh</i>		13,9	3,4	0,3	
	<i>Canapor</i>		5,6	1,1	0,1	

			<i>Nezupul</i>	25,0	0,4	0,0	
			<i>Mursgau</i>	16,7	0,2	0,0	
			<i>Tracvil</i>	13,9	0,1	0,0	
			<i>Genymac</i>	2,8	0,0	0,0	
3		178	<i>Merlgay</i>	91,0	560,4	38,5	1455,6
			<i>Coelaco</i>	65,7	552,1	37,9	
			<i>Hippmac</i>	64,6	93,2	6,4	
			<i>Coelchi</i>	9,6	79,7	5,5	
			<i>Centnig</i>	3,4	34,8	2,4	
			<i>Diptchi</i>	12,9	29,4	2,0	
			<i>Cervjoh</i>	12,9	28,9	2,0	
			<i>Aculnig</i>	2,2	16,3	1,1	
			<i>Epigcra</i>	12,4	10,6	0,7	
			<i>Nezupul</i>	10,1	9,7	0,7	
			<i>Alopvul</i>	1,1	9,3	0,6	
			<i>Mursgau</i>	19,1	5,2	0,4	
			<i>Cancpor</i>	16,9	4,8	0,3	
			<i>Disctsc</i>	2,8	4,6	0,3	
			<i>Dosigig</i>	1,7	4,5	0,3	
			<i>Halidio</i>	2,2	3,5	0,2	
			<i>Macrmag</i>	1,1	3,3	0,2	
			<i>Bathmul</i>	1,1	1,9	0,1	
			<i>Aprinas</i>	0,6	1,9	0,1	
			<i>Tracvil</i>	6,2	1,3	0,1	
			<i>Genymac</i>	1,1	0,2	0,0	
4		21	<i>Diptchi</i>	100,0	46,3	21,5	215,3
			<i>Nezupul</i>	47,6	39,7	18,4	
			<i>Aculnig</i>	61,9	30,5	14,2	
			<i>Centnig</i>	42,9	22,6	10,5	
			<i>Merlgay</i>	85,7	17,8	8,2	
			<i>Coelaco</i>	47,6	12,1	5,6	
			<i>Epigcra</i>	85,7	11,9	5,5	
			<i>Aprinas</i>	19,0	10,6	4,9	
			<i>Coelchi</i>	57,1	6,5	3,0	
			<i>Bathmul</i>	42,9	6,5	3,0	
			<i>Disctsc</i>	33,3	5,5	2,6	
			<i>Halidio</i>	66,7	1,9	0,9	
			<i>Hippmac</i>	38,1	1,6	0,7	
			<i>Tracvil</i>	4,8	0,9	0,4	
			<i>Mursgau</i>	47,6	0,6	0,3	
			<i>Cancpor</i>	33,3	0,2	0,1	

4.8.2. Detección de diferencias entre asociaciones

4.8.2.1. Análisis de similitud (ANOSIM)

De acuerdo al criterio de clasificación utilizando la matriz de similitud de Bray-Curtis, los ensambles del by-catch de camarón nailon, identificados con un nivel de similitud del 30%, son estadísticamente distintos entre sí (Tabla 39); esto desde un punto de vista comunitario existen diferencias entre los grupos de la fauna, aunque se encuentren en una misma área geográfica. Estas diferencias están dadas principalmente por la variación en los valores de CPUE de las principales especies (*P. monodon*, *C. johni*, *M. gayi*, *H. macrops* y *N. pulchella*).

Tabla 39. Análisis de Similitud (ANOSIM) para la determinación de diferencias significativas entre los ensambles identificados a partir de la matriz de similitud de Bray-Curtis. $p = 0,001$. Clave: Los números corresponden a los diferentes ensambles identificados (1 a 4); “ne” corresponde a aquellos lances que en el dendrograma no constituyeron un grupo.

Contraste ensambles	R	R global
1, 2	0,806	0,731
1, 3	0,690	
1, 4	0,980	
2, 3	0,631	
2, 4	0,976	
3, 4	0,651	
1, ne	0,977	
2, ne	0,895	
3, ne	0,828	
4, ne	0,596	

4.8.2.2. Contribución de cada especie en la similitud de los ensambles

La especie que es responsable de la mayor similitud interna en el grupo 1 es *C. johni*, mientras que en el grupo 2 la especie responsable es *P. monodon*. En el grupo 3 la especie más importante

es *M. gayi*. En el grupo 4 las especies responsables de la similitud son *D. chilensis* y *M. gayi* (Tabla 40).

Tabla 40. Especies de mayor contribución a la similitud de las muestras (lances) en cada grupo.

Ensamble	Especie	Similitud promedio	d.e.	Contribución (%)
1	<i>Cervjoh</i>	50,93	2,27	81,26
	<i>Merlgay</i>	6,54	0,67	10,43
2	<i>Pleumon</i>	46,57	2,97	71,53
	<i>Merlgay</i>	14,02	1,58	21,53
3	<i>Merlgay</i>	25,85	1,7	50,65
	<i>Coelaco</i>	14,49	0,77	28,38
	<i>Hippmac</i>	8,83	0,8	17,3
4	<i>Diptchi</i>	14,04	2,98	27,03
	<i>Merlgay</i>	8,24	1,47	15,87
	<i>Epigcra</i>	6,83	1,46	13,15
	<i>Aculnig</i>	6,15	0,75	11,84
	<i>Centnig</i>	2,62	0,44	5,04
	<i>Coelchi</i>	2,59	0,65	4,98
	<i>Nezupul</i>	2,22	0,42	4,28
	<i>Coelaco</i>	1,95	0,43	3,75
	<i>Bathmul</i>	1,71	0,44	3,29
	<i>Halidio</i>	1,51	0,84	2,91

4.8.2.3. Contribución de cada especie en la disimilitud

Las especies que aportan mayormente a la diferenciación entre grupos faunísticos son *P. monodon*, *C. johni* y *D. chilensis* (Tabla 41).

Tabla 41. Especies de mayor contribución a la disimilitud entre grupos.

Ensamblés	Especies	Disimilitud promedio	d.e.	Contribución (%)
1, 2	<i>Cervjoh</i>	24,34	2,47	32
	<i>Pleumon</i>	22,01	1,8	28,94
	<i>Merlgay</i>	9,57	1,35	12,59
	<i>Hippmac</i>	6,26	1,05	8,24
	<i>Coelaco</i>	3,17	0,62	4,16
	<i>Mursgau</i>	2,55	0,58	3,35
	<i>Nezupul</i>	2,01	0,58	2,64
	1, 3	<i>Cervjoh</i>	22,72	2,36
<i>Coelaco</i>		13,3	1,13	17,3
<i>Merlgay</i>		12,97	1,22	16,87
<i>Hippmac</i>		8,75	1,19	11,39
<i>Pleumon</i>		3,81	0,54	4,96
<i>Mursgau</i>		2,45	0,61	3,19
<i>Nezupul</i>		2,01	0,43	2,61
<i>Diptchi</i>		1,83	0,39	2,38
<i>Canapor</i>		1,81	0,53	2,36
1, 4		<i>Cervjoh</i>	16,38	3,16
	<i>Diptchi</i>	11,25	2,19	12,76
	<i>Aculnig</i>	7,63	1,19	8,65
	<i>Epigcra</i>	6,56	1,67	7,43
	<i>Merlgay</i>	5,97	1,24	6,77
	<i>Centnig</i>	5,09	0,83	5,77
	<i>Nezupul</i>	5,05	0,77	5,72
	<i>Coelaco</i>	4,39	0,81	4,98
	<i>Coelchi</i>	3,94	1,07	4,47
	<i>Hippmac</i>	3,56	1,01	4,04
	<i>Bathmul</i>	3,54	0,84	4,01
	<i>Disctsc</i>	2,85	0,7	3,23
	<i>Pleumon</i>	2,74	0,54	3,1
	<i>Mursgau</i>	2,43	0,99	2,75

Tabla 41. Continuación.

Ensamblés	Especies	Disimilitud promedio	d.e.	Contribución (%)	
2, 3	<i>Pleumon</i>	23,35	3,35	31,47	
	<i>Coelaco</i>	12,71	1,17	17,13	
	<i>Merlgay</i>	10,07	1,27	13,57	
	<i>Hippmac</i>	8,55	1,24	11,53	
	<i>Mursgau</i>	2,6	0,6	3,5	
	<i>Ceryjoh</i>	2,4	0,5	3,23	
	<i>Nezupul</i>	2,21	0,55	2,98	
	<i>Centnig</i>	1,93	0,38	2,6	
	<i>Diptchi</i>	1,66	0,37	2,24	
	<i>Canapor</i>	1,64	0,48	2,21	
	2, 4	<i>Pleumon</i>	16,11	3,54	19,19
		<i>Diptchi</i>	11,07	2,36	13,18
		<i>Aculnig</i>	7,26	1,23	8,65
<i>Epigcra</i>		6,54	1,77	7,79	
<i>Centnig</i>		5,23	0,89	6,23	
<i>Nezupul</i>		4,87	0,81	5,8	
<i>Merlgay</i>		4,76	1,16	5,66	
<i>Coelaco</i>		4,31	0,83	5,14	
<i>Coelchi</i>		3,84	1,07	4,58	
<i>Hippmac</i>		3,67	1	4,37	
<i>Bathmul</i>		3,47	0,84	4,13	
<i>Disctsc</i>		2,78	0,7	3,31	
<i>Mursgau</i>		2,47	0,95	2,95	
3, 4	<i>Diptchi</i>	9,75	1,92	13,27	
	<i>Coelaco</i>	7,71	1,25	10,5	
	<i>Aculnig</i>	7,17	1,2	9,76	
	<i>Merlgay</i>	6,09	1,16	8,29	
	<i>Epigcra</i>	6,07	1,65	8,26	
	<i>Hippmac</i>	5,73	1,24	7,8	
	<i>Centnig</i>	4,96	0,84	6,76	
	<i>Nezupul</i>	4,83	0,8	6,58	
	<i>Coelchi</i>	4,15	1,05	5,64	
	<i>Bathmul</i>	3,38	0,85	4,61	
	<i>Disctsc</i>	2,83	0,71	3,85	
	<i>Mursgau</i>	2,41	0,96	3,27	
	<i>Aprinas</i>	2,12	0,48	2,89	

4.9. Objetivo Específico N° 5.

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

La estimación de los parámetros del modelo se resume en la Tabla 42. Se observa que el crecimiento presenta diferencias entre machos y hembras, alcanzando las hembras una longitud asintótica mayor que los machos (Fig. 37). A su vez, la curva de selectividad a la talla indica que más del 50% del camarón nailon comienza a ser vulnerado a los 19,5 mm LC, y que más del 95% de los ejemplares son vulnerados después de 28,5 mm LC (Fig. 37).

Tabla 42. Parámetros del modelo de evaluación del stock de camarón nailon.

Parámetros, símbolo y unidad	Valor	Error Estándar
Longitud asintótica machos, L_{∞} (mm, LC)	28,4	1,827
Coefficiente de crecimiento machos, K (año ⁻¹)	0,257	0,118
Longitud asintótica machos, L_{∞} (mm, LC)	32,3	0,495
Coefficiente de crecimiento hembras, K (año ⁻¹)	0,300	$3,98 \times 10^{-5}$
Longitud de reclutamiento machos, L_r (mm, LC)	21,9	0,236
Longitud de reclutamiento hembras, L_r (mm, LC)	22,1	0,231
Desv. Estándar Lr machos, σ_r (mm, LC)	2,692	0,137
Desv. Estándar Lr hembras, σ_r (mm, LC)	2,910	0,140
Varianza a la talla machos, σ^2	1,225	0,841
Varianza a la talla hembras, σ^2	1,996	0,321
Log Selectividad a la talla, $\log L_{50}$ (mm, LC)	3,0	0,119
Log Selectividad a la talla, $\log L_{95}$ (mm, LC)	3,3	0,196
Log reclutamiento promedio, $\log R$	14,4	0,142
Coef. Variación de reclutamiento, σ_R	0,45	0,0384
Coeficiente de capturabilidad cruceros, q	1	-
Tasa de mortalidad natural, M (año ⁻¹)	0,4	-

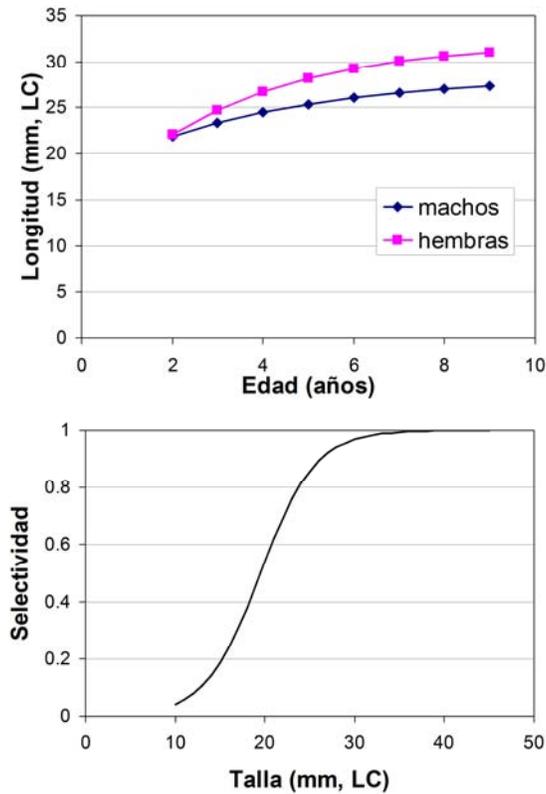


Fig. 37. Curvas de crecimiento en longitud de camarón nailon, y de selectividad estimadas por el modelo de evolución (Tabla 42).

En general, el modelo explicó satisfactoriamente los cambios en la composición por tallas observada en los cruceros de evaluación por área barrida (Fig. 38), como también los cambios en la biomasa vulnerable observada en los cruceros de evolución (Fig. 39). Las capturas de camarón nailon, en el periodo 1990-2009, se muestran en la Figura 39. Se observa capturas altas, por sobre 7 mil toneladas entre 1991 y 1999, y con la captura más altas por sobre 10 mil toneladas entre 1995 y 1997. Después de 1999, las capturas disminuyen gradualmente hasta ubicarse en niveles cercanos a las 4 mil toneladas por año (Fig. 39).

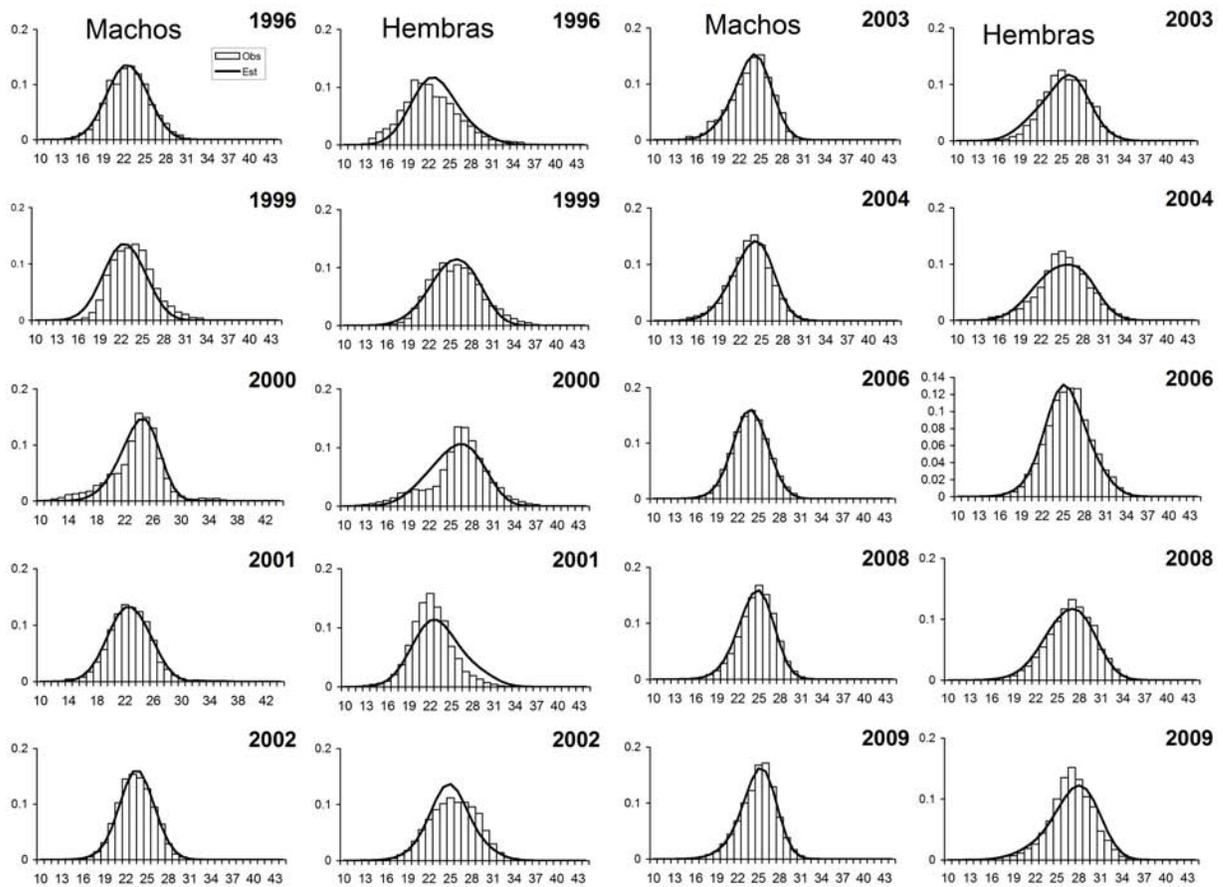


Fig. 38. Frecuencia de tallas de camarón nailon en los cruceros de evaluación por área barrida (barras) y estimadas con el modelo de evaluación (líneas).

Los cambios en la biomasa total, estimados por el modelo, fluctúan entre 20 y 65 mil t en el periodo 1990-2009. Desde 2000 se observó un aumento de biomasa de camarón, asociado a capturas más bajas y tasas de explotación bajas. Los aumentos bruscos de biomasa en 1996, 2001, 2005 se deben a buenos reclutamientos que ocurrieron en esos años (Fig. 39). Tales reclutamientos han sido excepcionales y dada las bajas tasa de explotación, han permitido acumulación de biomasa en el stock explotable. Aunque en los últimos dos años se observa una tendencia decreciente, tal tendencia es natural ya que el reclutamiento ha disminuido a niveles medios.

Las más altas tasas de explotación ocurrieron en el periodo 1990-2000, y disminuyeron a un promedio de 12,6% entre 2003 y 2009 permitiendo el aumento de biomasa a niveles de 38 mil toneladas en el 2009 (Tabla 43).

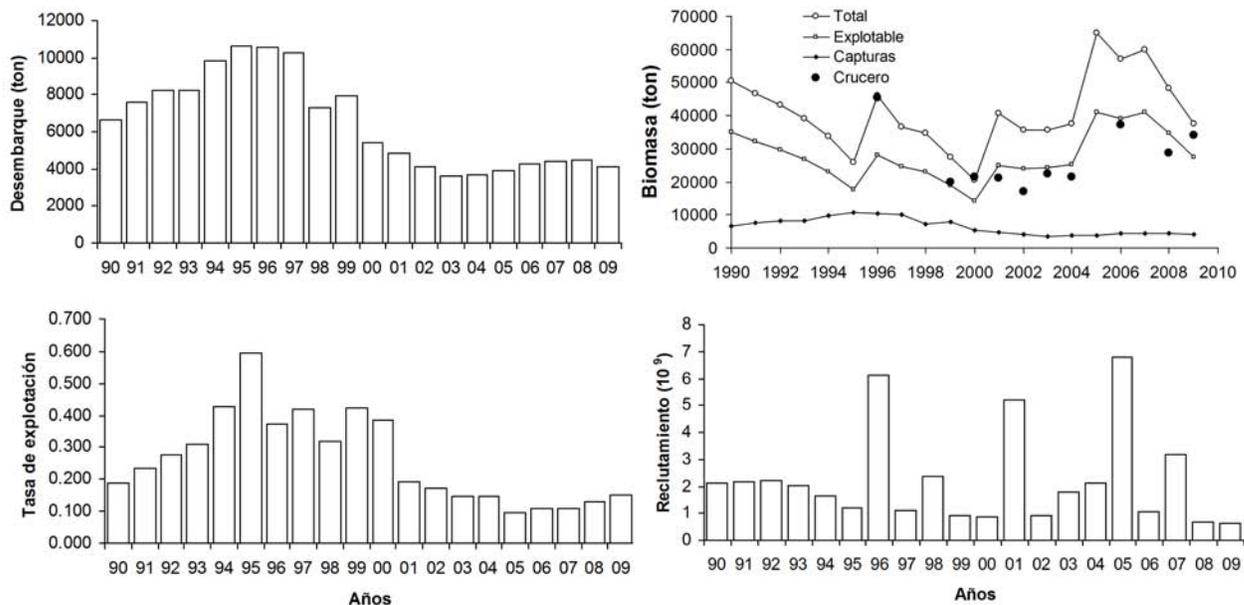


Fig. 39. Camarón nailon, capturas, biomasa, tasa de explotación y reclutamiento en la unidad de pesquería (II-VIII Región), entre 1990 y 2009.

Tabla 43. Resumen de la evaluación de la biomasa total, explotable, desovante de camarón nailon, y tasa de explotación anual, II-VIII Región.

Años	Capturas (t)	Biomasa			Tasa de Explotación anual
		Total (t)	Explotable (t)	Desovante (t)	
1990	6626	50374	35058	27347	0,189
1991	7562	46523	32113	21084	0,235
1992	8206	43242	29553	18707	0,278
1993	8237	39250	26708	16533	0,308
1994	9840	33863	23119	14653	0,426
1995	10620	26008	17792	12828	0,597
1996	10535	46156	28144	9918	0,374
1997	10239	36658	24479	8587	0,418
1998	7301	34674	22970	12031	0,318
1999	7951	27403	18865	11488	0,421
2000	5448	20462	14129	10756	0,386
2001	4863	40721	25062	8193	0,194
2002	4112	35583	23974	8205	0,172
2003	3590	35564	24181	12271	0,148
2004	3663	37409	25302	13557	0,145
2005	3895	64997	41144	13695	0,095
2006	4262	57091	39218	16224	0,109
2007	4396	59963	40951	21987	0,107
2008	4496	48327	34533	23431	0,130
2009	4122	37548	27347	22574	0,151

4.9.1. Situación actual y lineamientos de manejo

La relación entre la tasa de explotación y la biomasa explotable de camarón nailon se muestra en la Figura 40, donde se observa la trayectoria temporal de la situación del recurso. La situación actual indica un recurso se encuentra en un sector que se considera alejado de una condición de sobrepesca, con niveles de biomasa explotable de 38 mil toneladas y con una tasa de explotación anual que tiende al 15% de la fracción explotable. En base a este resultado, se establece en forma empírica algunos lineamientos para el manejo del recurso. En la figura se ilustra el uso de un umbral absoluto de biomasa explotable de 10 mil toneladas, por debajo de este nivel la pesquería se ubicaría en un nivel no deseado implicando una situación de sobreexplotación, mientras que un límite precautorio de biomasa explotable podría estar definido en torno de las 15 mil toneladas. En niveles por debajo de 15 mil ton, la tasa de explotación debería ser reducida linealmente.

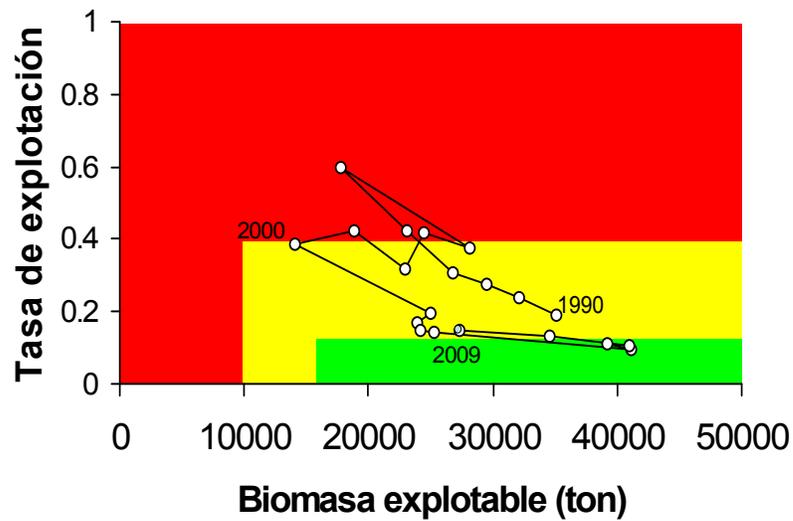


Fig. 40. Evolución de la tasa de explotación en función de la biomasa explotable de camarón nailon en el periodo 1990-2009, II – VIII Regiones.

Al realizar proyecciones de biomasa utilizando un reclutamiento promedio (2000-2007), y capturas constantes de 15000, 10000, 6000, y 5300 toneladas, se observa que podrían ocurrir disminuciones importantes de biomasa con capturas anuales mayores que 10 mil toneladas (Fig. 41). En cambio, con capturas menores que 6000 mil toneladas la biomasa explotable podría aumentar si es que el reclutamiento se mantiene en el nivel promedio.

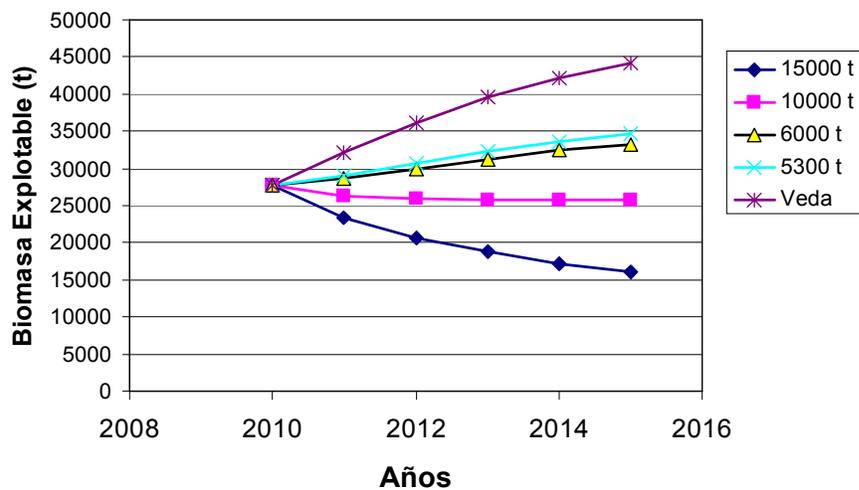


Fig. 41. Proyecciones de biomasa explotable con capturas constantes durante 5 años.

4.10. Objetivo Específico N° 6 (Adicional).

Estimar y simular del efecto de la mortalidad por predación en el stock de camarón nailon entre la V-VIII Regiones.

Se incorporó este objetivo específico adicional al proyecto porque se considera relevante estimar la mortalidad por predación (M2) en el stock de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*). En efecto, la mortalidad natural (M) es uno de los dos parámetros que se estima y usa con mayor incertidumbre en la dinámica de poblaciones marinas explotadas; el otro es el reclutamiento. Por lo tanto, avanzar en estimaciones de M2 como parte de M permitirá ir explicando esta última fuente de variabilidad y, eventualmente, disminuir la incertidumbre asociada a sus estimados, mejorando en definitiva las estimaciones de abundancia obtenidos mediante evaluación de stock monoespecífica. Además, en el presente trabajo se evalúa el efecto combinado de la remoción de biomasa del stock de camarón nailon tanto por la pesquería (capturas) como por sus predadores (consumo). Este objetivo es desarrollado utilizando un enfoque multi-específico y de trama trófica.

La situación mundial de las pesquerías, en conjunto con la evidencia de la íntima relación de recursos objetivo con su ambiente físico y biológico, indican que la administración pesquera moderna debe incluir, además de objetivos y enfoques mono-específicos, objetivos más amplios que la mera evaluación mono-específica, i.e. integrar objetivos ecosistémicos (FAO, 2003). Chile no es una excepción; las poblaciones explotadas no están aisladas de su entorno físico y biológico, sino que se encuentran estrechamente ligados e influenciados por ellos. Por un lado, cambios interanuales y decadales en las condiciones oceanográficas son importantes en procesos poblacionales como reclutamiento, crecimiento y mortalidad, entre otros. Por otro lado, las poblaciones explotadas son parte de intrincadas redes tróficas que conducen a interacciones complejas, dentro de las cuales la predación y competencia por alimento juegan papeles importantes (Neira *et al.*, 2004).

En Chile central la pesquería de crustáceos ha operado tradicionalmente sobre tres recursos objetivos principales, a saber: langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*), langostino amarillo (*Cervimunida johni*) y camarón nailon (*Heterocarpus reedi*). La pesquería de camarón nailon

entre la II y VIII Regiones fue administrada bajo régimen de plena explotación hasta 1995. A partir de 1996 se ha fijado anualmente cuotas globales de captura, determinadas a partir de resultados de evaluaciones indirectas (pesquería-dependientes) y directas (pesquería-independientes) del tamaño del stock.

Arancibia *et al.* (2005) avanzaron la hipótesis que la mortalidad por predación, especialmente en langostino colorado, puede ser un factor determinante tanto en el colapso como en la recuperación de los stocks de langostinos en la unidad de pesquería centro-sur (V a VIII Regiones). Los estudios de la interacción predador-presa entre merluza común (*Merluccius gayi*) y las dos especies de langostinos han revelado que estas últimas (especialmente langostino colorado) son presas importantes de merluza común en el largo plazo (Cubillos *et al.*, 2006). Más específicamente, la mortalidad por predación en langostino colorado ha sido la principal fuente de mortalidad, incluso durante la época previa al establecimiento de la última veda (Neira *et al.*, 2004; Arancibia *et al.*, 2006). Arancibia *et al.* (2006) confirmaron que la predación de merluza común sobre langostino colorado explicó la mayor parte de la mortalidad por predación en esta especie en la década de los años 1990 y principios de la década de los años 2000 (Arancibia *et al.*, 2006).

Considerando lo anterior es posible plantear la hipótesis que la mortalidad por predación puede ser importante también en el recurso camarón nailon, asunto que no ha sido evaluado. En este sentido, varios estudios han mostrado fuertes interacciones tróficas entre peces gadiformes y crustáceos bentónicos (i.e., Beremboim *et al.*, 2000; Hanson and Chouinard, 2002; Worm and Myers, 2003; Siegel *et al.*, 2005). El patrón común indica que la abundancia de crustáceos bentónicos es afectada negativamente por la abundancia de peces gadiformes, i.e., evidencia de control top-down. Por lo tanto, el propósito es avanzar en la evaluación de la mortalidad por predación en el stock de camarón nailon y en su análisis comparado con: i) la tasa mortalidad por pesca; y, ii) la tasa de mortalidad natural utilizada por los modelos de evaluación mono-específicos utilizados en la actualidad en la evaluación indirecta de este recurso.

En general, la mortalidad natural (M) y la mortalidad por predación (M2) no son modeladas satisfactoriamente en los modelos mono-específicos de evaluación de stock. De hecho, en la

mayoría de los casos se considera que M y M2 del stock evaluado son constantes a través de las edades y el tiempo. Por otro lado, al no considerar explícitamente las interacciones dinámicas entre predadores y presa, los modelos mono-específicos no evalúan el efecto de distintos tipos de control (top-down, bottom-up o mixto) en la regulación de la abundancia de predadores y presas. Estos supuestos son poco realistas, por lo que en este objetivo específico adicional se ofrece estimar M2 en el stock de camarón nailon y compararlo con F y M2 desde las evaluaciones indirectas llevadas a cabo anualmente.

4.10.1. Estimación de coeficientes de mortalidad para el stock de camarón nailon de la V a VIII Regiones, años 2000 y 2005

En la Figura 42 se presenta los valores de mortalidades por pesca (F), natural (M), por predación (M2) y “otras mortalidades” (M0) en camarón nailon, los que fueron estimados por EwE para los años 2000 y 2005. La mortalidad natural (M), que es la suma de la mortalidad por predación (M2) y la mortalidad por otras causas (M0), representa la mayor parte de la mortalidad en camarón nailon en los períodos considerados. En ambos años, M0 es más importante que M2, representando entonces la principal fuente de M. La mortalidad por pesca (F) fue poco relevante comparado con M, M2 y M0 en los períodos analizados (Fig. 42).

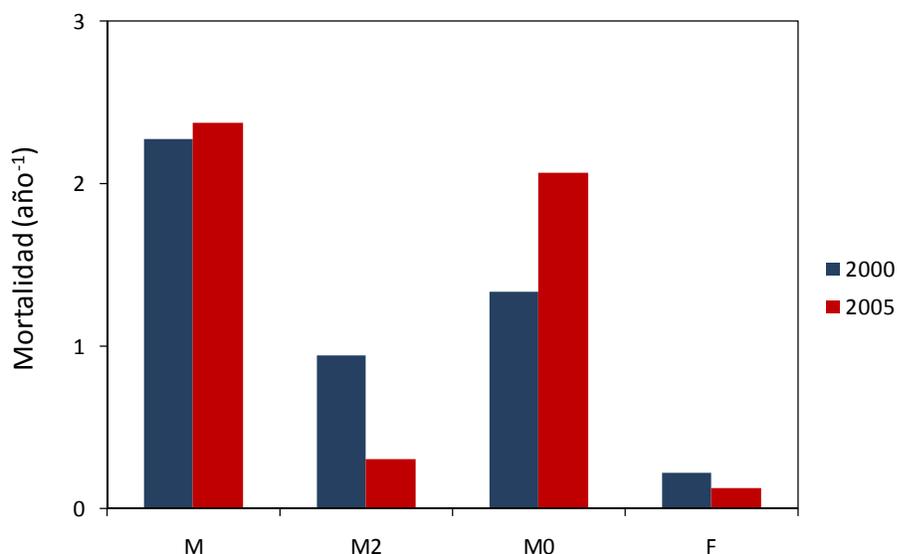


Fig. 42. Coeficientes de mortalidad en camarón nailon, años 2000 y 2005, estimados mediante dos modelos ecotróficos que representan la trama trófica en Chile central (V-VIII Regiones).

4.10.2. Estimación del consumo de camarón nailon por sus principales predadores, años 2000 y 2005, comparado con la remoción efectuada por la pesquería

En la Figura 43 se presenta una comparación entre el consumo camarón nailon por predadores versus la remoción por la pesquería (desembarque). En ambos períodos el consumo por predadores es más importante que el desembarque. En el año 2000, los flujos destinados a predadores y pesquería fueron mayores que los mismos flujos en el año 2005.

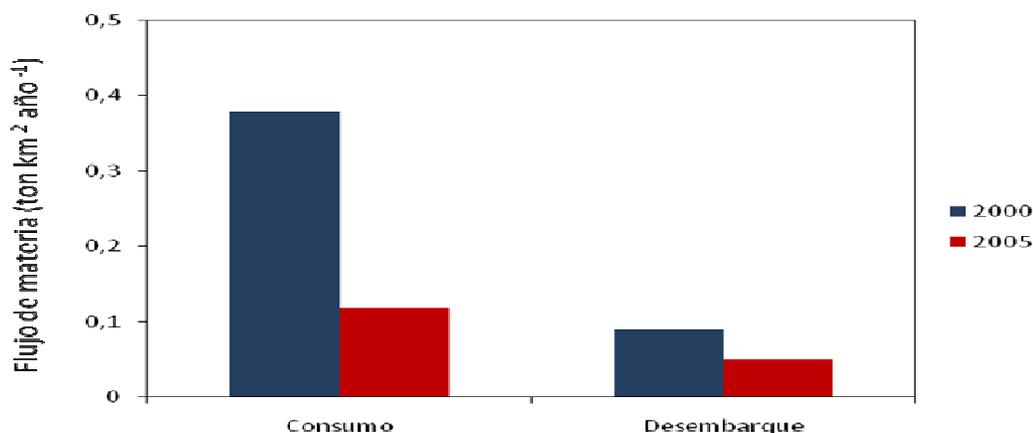


Fig. 43. Comparación entre el consumo de camarón nailon por sus principales predadores y los desembarques de la misma especie, años 2000 y 2005.

4.10.3. Comparación de la magnitud de la mortalidad natural (M) estimada mediante EwE para el stock de camarón nailon y aquellas obtenidas mediante modelos mono-específicos

En la Figura 44 se presenta una comparación entre coeficientes de mortalidad natural, informados por distintos autores, y los obtenidos mediante la aplicación de EwE. M calculado por EwE (que es el promedio de M obtenido para 2000 y 2005) es mayor a los estimados de M informados por otros autores y que han sido utilizados en modelos de evaluación de stock indirectos en períodos cercanos a los que cubren los modelos EwE, esto es, los años 2000 y 2005.

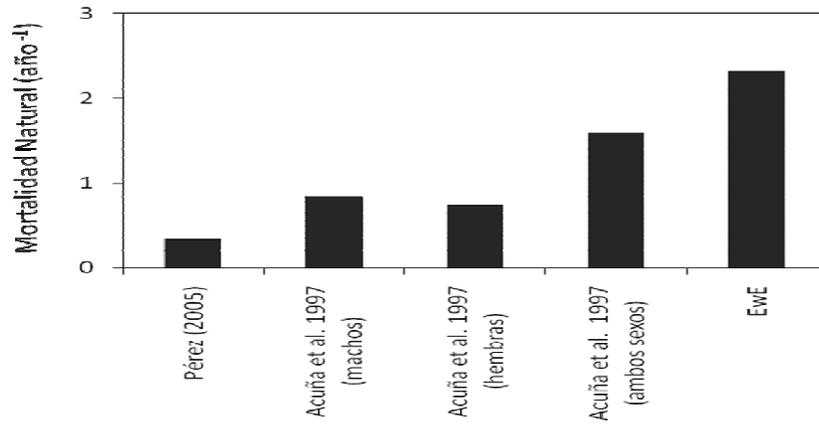


Fig. 44. Comparación de coeficientes de mortalidad natural (M) estimados por distintos autores y en este estudio mediante modelos EwE. En este último caso se presenta el promedio de M obtenido mediante EwE en los años 2000 y 2005.

5. Análisis y discusión de resultados

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

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

Para efectos de estandarización del esfuerzo de pesca, se realizó un test de comparación de medias de esfuerzo (área barrida) entre naves. No obstante, en la Propuesta Técnica se indicó que en el FIP 2008-17 no se determinaron diferencias significativas entre valores de CPUA promedio entre embarcaciones (pag. 10), por lo que no es necesario corregir los esfuerzos por el poder de pesca relativo de cada nave. Al respecto, cabe señalar que en el Proyecto FIP 2008-17 participaron las embarcaciones PAM Foche y L/M Isabel S, mientras que en el FIP 2009-16 participaron las embarcaciones: PAM Lonquimay y L/M Don José Miguel. En consecuencia, se debía realizar la comparación de los esfuerzos de pesca entre embarcaciones.

En la Propuesta Técnica del Proyecto FIP 2009-16, se indica que este estudio se realizaría con las mismas naves que participaron en el estudio FIP 2008-17. Sin embargo, lo anterior no se pudo concretar, razón por la cual se debía realizar la comparación de los esfuerzos de pesca entre embarcaciones.

Respecto de la estandarización del esfuerzo de pesca, según el “Manual de Métodos para la Evaluación de las Poblaciones de Peces” de FAO (<http://www.fao.org/docrep/x5685s/x5685s04.htm>), el poder de pesca de un arte determinado es la captura que obtiene de una

densidad dada de peces por unidad de tiempo de pesca (en las unidades de tiempo de pesca apropiadas para tal arte) puede considerarse dividido en dos partes: (a) la extensión (área o volumen de agua) sobre la que se extiende la influencia del arte, y dentro de la cual es probable que se capturen los peces; y (b) la proporción de los peces existentes dentro de este área que son realmente capturados.

La estandarización de los poderes de pesca de las distintas naves se justifica si aquellas no son homogéneas. Al respecto, las naves utilizadas no son homogéneas en cuanto a sus características físicas pero si son más homogéneas respecto del arte de pesca utilizado. Efectivamente, la red de arrastre utilizada en la pesquería de camarón nailon, a pesar de las diferencias entre embarcaciones es relativamente constante.

Por otro lado, a diferencia de lo ocurrido en el estudio del año 2008, en el año 2009, una de las embarcaciones operó sólo en las regiones II y III, mientras que la otra en las regiones IV a VIII, con lo que no se estaría cumpliendo la primera condición de la estandarización del poder de pesca. Por otro lado, las densidades locales de camarón nailon presentan diferencias significativas entre regiones, siendo mucho menor en las regiones II y III, con lo que se atenta contra la segunda condición de la estandarización.

En consecuencia, la comparación de los rendimientos de pesca promedio (CPUA) entre embarcaciones implicaba comparar rendimientos provenientes de regiones con claras diferencias de concentración del recurso objetivo. Por lo tanto, las diferencias entre los rendimientos promedio no estarían determinadas por los poderes de pesca de las embarcaciones sino que por la densidad local observada por cada una de ellas. Finalmente, eliminado el efecto de la densidad local, se analizó el esfuerzo de pesca promedio entre embarcaciones, no encontrándose diferencias significativas entre estos, con lo que se da cumplimiento a una condición superior a la estandarización, y más bien propio del método de evaluación directa por área barrida, que es que el esfuerzo de pesca sea medido en unidades homogéneas.

En el caso de la distribución espacial de la densidad poblacional de camarón nailon, de manera similar a lo observado en el año 2006 (FIP 2006-11, Acuña *et al.*, 2007) y 2008 (FIP 2008-17,

Acuña *et al.*, 2009), ésta se presentó a la forma de conglomerados de abundancia relativamente continuos entre la IV y VI Regiones, a la forma de una delgada cinta, tal y como han señalado anteriormente diferentes autores. En las regiones II y III, sin embargo, la distribución de la abundancia de camarón nailon se mostró a la forma de focos o conglomerados de abundancia discontinuos, a diferencia de lo señalado por Arana *et al.* (2004, 2006) que manifestaron que de acuerdo a los resultados alcanzados por ellos, en el año 2004 y 2005, el camarón nailon se distribuyó de modo prácticamente continuo desde el límite sur de la II Región y hasta la V Región, y que **SOLO** la presencia de zonas no rastreables en la V y VII Regiones (Cañón Submarino de San Antonio, al sur de Constitución, etc.) permitió la conformación de conglomerados de abundancia entre la V y VIII Regiones.

En el presente estudio, el área de distribución de camarón nailon alcanzó a casi 2.888 km², lo que resulta ser 8,3% menor que el área estimada por Acuña *et al.* (2009) en el año 2008 (=2.128 km²), y 29,5% menor que el área de distribución estimada por Acuña *et al.* (2007), quienes estimaron un área de 3.740, km². El área de distribución de camarón en el presente estudio, contrastada con la estimación de Arana *et al.* (2006), fue casi 30% inferior. Sin embargo, se considera que el área de distribución del recurso estimada por estos últimos autores, esta sobreestimada, dada la continuidad espacial que mostraron los caladeros descritos. Los resultados mostrados por Acuña *et al.* (2006) y los encontrados en este estudio, indican que no existe una continuidad espacial marcada en la distribución del recurso camarón entre la II y VIII Región.

En el caso de la densidad poblacional promedio, Arana *et al.* (2006) señalan que, incluyendo los lances sin captura de camarón, ésta se presentó con valores mayores en la VI y VII Regiones, fenómeno que también se observó en el año 2006 (Acuña *et al.*, 2007), mientras que en el año 2008 las mayores densidades se localizaron entre la IV y VII Regiones. En este estudio, en tanto, las mayores densidades se encontraron en la VII y V Regiones, y en tercer lugar en la IV Región.

El centro de gravedad de la densidad poblacional de camarón nailon (ton/km²) en el año 2009, se encontró en los 33°27,1'S (inercia: I = 5,259°S) y 72°12,3'W (I = 0,438°W), encontrándose desplazado hacia el sur respecto del observado en el año 2008. Lo anterior reafirma lo señalado

por Acuña *et al* (2009), respecto del desplazamiento hacia el sur del centro de gravedad de la abundancia de camarón nailon entre 2005 y 2009.

Adicionalmente, junto con el desplazamiento del centro de gravedad de la densidad poblacional se ha observado un aumento en el grado de concentración de la densidad poblacional, medida a través del índice de Gini. En efecto, este índice, para toda el área de estudio en el presente estudio alcanzó a 0,689, siendo inferior al valor observado en el año 2008 (= 0,790; Acuña *et al.*, 2009) y más cercano a los valores observados en los años 2005 y 2006 cuando alcanzó a 0,618 y 0,705, respectivamente. Además, en el análisis de la evolución temporal del índice de Gini respecto de la biomasa de camarón nailon entre el año 2000 y 2009, exceptuando el año 2001 y 2007, cuando no se realizaron cruceros de evaluación directa, se observó que entre los años 2000 y 2004, éste se mantuvo fluctuando alrededor de 0,570, no mostrando cambios notables respecto de las fluctuaciones de la biomasa. Sin embargo, a contar del año 2005, el índice de Gini, mostró una tendencia creciente, consecuente con la tendencia de las biomásas. Al respecto, el aumento del índice de Gini, y consecuentemente, el incremento del grado de concentración de la densidad de camarón nailon, se atribuye al aumento de la biomasa del recurso, sin un aumento del área de distribución, sino que por el contrario, ésta se redujo en cerca de 25% respecto del año 2005 y en casi 16% respecto de 2006.

El número de especies con aporte mayor a 0,1% de la CPUE es bajo, alcanzando a 22, aunque sólo cinco son las más importantes, a saber: *P. monodon*, *C. johni*, *M. gayi*, *C. aconcagua* y *H. macrops*. Se detectó la existencia de cuatro ensambles que mostraron marcada discontinuidad batimétrica, particularmente en el horizonte batométrico entre 250 y 350 m de profundidad. Estos resultados de la repartición del by-catch coinciden con estudios en el Mar Mediterráneo (Biagi *et al.*, 2002; Colloca *et al.*, 2003) y en la costa norte de Chile (Sielfeld y Vargas, 1996), en cuanto a que la composición faunística varía gradualmente con la profundidad. En efecto, la fauna que se captura como by-catch de camarón nailon sobre la plataforma y parte del talud continental parecen conectadas por algunas especies que no presentan rangos restringidos de distribución batimétrica, como es el caso de *M. gayi*, *M. gaudichaudii*, *H. macrops* y *C. aconcagua*, lo que coincide con lo informado Arancibia (1992) y mucho después por Menares y Sepúlveda (2005).

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

El número de especies que definen las similitudes entre grupos es reducida y coinciden con lo reportado por Arancibia (1992) y Jung & Houde (2003). En efecto las especies más relevantes en cuanto al aporte a la similitud entre grupos son siempre *P. monodon*, *C. johni*, *M. gayi* y *C. aconcagua/Nezumia pulchella*.

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

Se observa una recuperación de la biomasa explotable de camarón nailon desde el 2000 al 2009, con aumentos importantes de biomasa en 2001, 2005 y 2007 debido al ingreso de buenos reclutamientos. Al 2009, la biomasa explotable es cerca de 38 mil toneladas y la tasa de explotación es cercana al 15%. Las tasas de explotación han sido bajas debido a que las capturas anuales han fluctuado alrededor de los 4 mil toneladas anuales, reguladas a través del establecimiento de las cuotas de captura anuales. Los indicadores de biomasa y de explotación permiten afirmar que el recurso camarón se encuentra alejado de una situación de sobrepesca, y que los cambios de biomasa que se han observado son consecuencia directa de la variabilidad del reclutamiento. Si durante los próximos 5 años el reclutamiento se mantiene en el nivel promedio observado en el periodo 2000-2007, entonces capturas mayores a 10 mil toneladas podrían generar disminución de biomasa. A su vez, capturas menores a 6 mil toneladas no afectan al recurso ya que la biomasa podría aumentar.

La mortalidad natural (M) representó la principal fuente de mortalidad total en el camarón nailon,

tal como lo indican los modelos EwE construidos para representar la trama trófica del ecosistema marino de Chile central (V a VIII Regiones) en los años 2000 y 2005. En efecto, en ambos períodos modelados el coeficiente que representa las “otras mortalidades” (M0) fue más importante que el coeficiente de mortalidad por predación (M2), por lo que M0 se constituyó en la principal fuente de mortalidad natural. Además, los modelos EwE indicaron que la mortalidad por pesca (F) fue poco relevante en ambos períodos analizados.

La baja importancia de la pesca como fuente de mortalidad en camarón nailon se reflejó también en la mayor importancia del consumo de camarón por parte de los predadores comparada con la remoción por pesca (desembarques). En el año 2000 los flujos destinados a predadores y la pesquería fueron mayores que los mismos flujos en el año 2005. En cuanto a la disminución de los flujos hacia los predadores en el año 2005 con respecto al año 2000, esto se relaciona muy probablemente con la importante caída en la biomasa del principal predador de camarón en los modelos, a saber, merluza común (Neira y Arancibia, 2007; Arancibia y Neira, 2008).

La comparación de coeficientes de mortalidad natural obtenidos por distintos autores y los obtenidos mediante EwE indicaron que, en promedio, el valor de M calculado por EwE es mucho mayor que aquellos informados previamente en otros trabajos (Acuña *et al.*, 1997; Pérez, 2005) mediante modelos de dinámica poblacional mono-específica para el stock de camarón nailon. La mayor fracción de M se debió a M0 (Fig. 42). Sin embargo, considerando que M0 es un parámetro estimado con mayor incertidumbre (comparado con M2 y F), entonces existe la posibilidad que éste se encuentre sobreestimado en el presente trabajo. Por otro lado, M2 presentó valores que no sólo son superiores a F en ambos períodos (años 2000 y 2005), sino que son de la misma magnitud de M utilizado por Acuña *et al.* (1997) y Pérez (2005) en modelos de la dinámica poblacional de camarón nailon.

Por lo tanto, pese a la potencial fuente de incertidumbre en el estimado de M0 obtenido por los modelos EwE del presente trabajo, nuestros resultados indican la posibilidad que los valores de M utilizados previamente en los modelos de dinámica poblacional de camarón nailon estén subestimados, lo que evidencia la necesidad de avanzar en la complementación de los modelos mono-específicos con modelos multiespecíficos, ya que estos últimos pueden alimentar a los

primeros con rangos con mayor sentido ecológico para parámetros sensibles para los modelos de dinámica poblacional, tal como la mortalidad natural.

6. Conclusiones

- Entre las regiones II y III, la distribución de la abundancia de camarón nailon se mostró como focos o conglomerados de abundancia discontinuos. Entre la IV y VII Región, la distribución de la abundancia de camarón nailon se mostró aproximadamente continua, conformando focos de abundancia con niveles de densidad variable
- El área de distribución de la densidad local de camarón nailon calculada en este estudio alcanzó a 2.887,6 km², lo que resulta ser casi un 8,3% menos del área de distribución indicada por Acuña *et al.* (2009), que alcanzó a 3.128 km².
- El centro de gravedad de la densidad poblacional de camarón nailon (ton/Km²) se encontró en los 33°27,1'S (inercia: I = 5,259°S) y 72°12,3'W (I = 0,438°W), desplazado hacia el sur respecto de la posición observada en el año 2008 (CG = 32°01'26,7"S, I = 7,314°S), y más aún de lo observado entre los años 1999 y 2004, donde el centro de gravedad promedio se encontró en los 30°41'S. Además del desplazamiento del centro de gravedad de la densidad poblacional se observó un aumento en el grado de concentración de la densidad poblacional, medida a través del índice de Gini.
- El análisis de la evolución temporal del índice de Gini respecto de la biomasa de camarón nailon entre el año 2000 y 2009, exceptuando el año 2001 y 2007 cuando no se realizó cruceros de evaluación directas, mostró una tendencia creciente, consecuente con la tendencia de las biomásas.
- La biomasa de camarón nailon estimada en el presente estudio mediante el enfoque geoestadístico alcanzó a 38.058,1 tons, valor que resulta 32,3% mayor que el estimador de biomasa del año 2008 (Acuña *et al.*, 2008). Este incremento de la biomasa de camarón nailon se atribuye al incremento observado en la densidad poblacional promedio, principalmente en la macrozona sur (V-VIII Regiones).

- Las especies de mayor importancia relativa de la fauna acompañante de camarón nailon son langostino colorado (*P. monodon*), langostino amarillo (*C. johni*), lenguado de ojos grandes (*H. macrops*), merluza común (*M. gayi*) y pajerrata (*C. aconcagua*) (Tabla 44).
- Latitudinalmente, las especies más importantes son las mismas señaladas anteriormente, las que presentan alternancia a lo largo del gradiente latitudinal.
- Batimétricamente, langostino colorado y langostino amarillo se encuentran entre 100 y 300 m de profundidad (principalmente entre la VII y VIII Regiones), mientras que entre 300 y 500 m de profundidad las especies más importantes son lenguado de ojos grandes (*H. macrops*), merluza común (*M. gayi*) y pejerrata (*N. pulchella*).

Tabla 44. Especies de mayor importancia relativa de la fauna acompañante respecto a la captura total. IRFA= índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante, IRRO= índice de importancia relativa respecto a la CPUE del recurso objetivo (camarón nailon).

Nombre vernacular	Nombre científico	Acrónimo	CPUE total (ton*km ⁻²)	IRRO (%)	IRFA (%)	Lances Positivos (%)
Langostino amarillo	<i>Cervimunida johni</i>	<i>Cervjoh</i>	2853,0	21,1	42,2	31,5
Langostino colorado	<i>Pleuroncodes monodon</i>	<i>Pleumon</i>	1501,7	11,1	22,2	13,8
Merluza común	<i>Merluccius gayi</i>	<i>Merlgay</i>	1047,8	7,7	15,5	58,5
Pejerrata	<i>Coelorinchus aconcagua</i>	<i>Coelaco</i>	613,5	4,5	9,1	31,7

- En el periodo 2001-2009, el camarón nailon ha exhibido una recuperación importante de la biomasa explotable desde cerca de 14 mil ton en el 2001 a cerca de 29 mil ton en el 2009. A su vez, la tasa de explotación presenta una disminución sostenida en igual periodo, alcanzando a cerca del 15% en el 2009.

- La recuperación de la biomasa se debe a clases anuales abundantes que reclutaron en 2001, 2005 y 2007, y a las regulaciones implementadas en términos de cuotas globales de captura que se han mantenido en torno de las 4,5 mil ton entre el 2001 y 2009.
- El método de vecinos naturales utilizado para la estimación del área de los focos de abundancia de camarón nailon subestimó el área de distribución del recurso en -4,0% y la biomasa en 3,5%. Adicionalmente, el método no resuelve adecuadamente la estimación del área de focos pequeños, conformados por uno o dos lances, como tampoco en aquellos casos donde los lances se encuentren alineados latitudinal o longitudinalmente dentro del caladero o foco.

7. Taller de difusión.

En el Punto 5.6 de los TBR se señala considerar la realización de un Taller de Difusión del Proyecto con la participación de científicos y técnicos relacionados con el tema, personas del sector extractivo y profesionales involucrados en el manejo de la pesquería. En respuesta a esta solicitud de la Secretaría Ejecutiva del FIP, se acordó realizar la Reunión Técnica para revisar diversos aspectos del proyecto FIP N° 2009-16. En este evento se contó con la presencia de representantes de las instituciones participantes y representantes del sector pesquero artesanal de la IV y V Regiones, cuya lista de participantes se presenta en la Tabla 45.

Al estar aprobado el Informe de Avance, se programó la realización de un Taller de Difusión de los resultados obtenidos entre la II-VIII Regiones, contenido fundamental de dicho documento. En la Fig. 45 se presenta una copia de la invitación y díptico enviada a los representantes de las distintas instituciones gubernamentales, de investigación pesquera y empresarial.

Tabla 45. Lista de participantes al Taller de Difusión de Resultados del Proyecto FIP N° 2009-16.

NOMBRE	INSTITUCIÓN	EMAIL
Leandro Sturla	Asociación Industriales Pesqueros	of.gerenciaaip@tie.cl
Andrés Quintanilla G.	Pesquera Quintero S.A.	andres.quintanilla@pesqueraquintero.cl
Manuel Andrade F.	Subpesca – Dirección Zonal III-IV	mandrade@subpesca.cl
Luis Cubillos	UdeC	lucubillos@udec.cl
Hugo Arancibia	UdeC	harancib@udec.cl
Héctor Tellez	Antartic Seafood	htellez@antarticseafood.cl
Enzo Acuña	UCN	eacuna@ucn.cl
Alex Cortés	UCN	acortesh@ucn.cl
Ximena Bennett	UCN	xbennett@ucn.cl
Luis Cassaus	Asociación Industriales Pesqueros	kasassu@gmail.com
Claudia Fuentes	Magister - UCN	
Jose Avendaño	Magister - UCN	
David Chicarza	UCN	



Universidad Católica del Norte
ver más allá



ENZO ACUÑA SOTO, Director del Proyecto FIP N° 2009-16 y RUBEN PINOCHET POLLASTRI, Secretario Ejecutivo del Fondo de Investigación Pesquera, le saludan muy cordialmente y tienen el especial agrado de invitarle a participar del Taller de Difusión de Resultados del Proyecto FIP N° 2009-16 "Evaluación directa de camarón naílon entre la II y VIII Regiones, año 2009", actividad organizada por el Departamento de Biología Marina de la Universidad Católica del Norte-Sede Coquimbo.

Esta actividad tendrá lugar a las 9.30 horas del día viernes 9 de abril de 2010, en la Sala Jorge Olivares de la Facultad de Ciencias del Mar, Campus Guayaacán de la Universidad Católica del Norte, Sede Coquimbo.

Agradecemos confirmar su asistencia al fono/fax (51) 209814 o a los e-mail eaucuna@ucn.cl y/o acortesh@ucn.cl

COQUIMBO, 31 de marzo de 2010.



Fondo de Investigación Pesquera
Bellavista 168 - Piso 21
Valparaíso

Fono: (56) (32) 502842
Fax: (56) (32) 502840
e-mail: fp@valperca.cl




TALLER DE DIFUSIÓN DE RESULTADOS
Proyecto FIP N° 2009-16. Evaluación directa de camarón naílon entre la II y VIII Regiones, año 2009



AREA DE PESQUERIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA MARINA
UNIVERSIDAD CATOLICA DEL NORTE - COQUIMBO
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA
UNIVERSIDAD DE CONCEPCION

9 de abril de 2010
Universidad Católica del Norte
COQUIMBO

A solicitud del Fondo de Investigación Pesquera, y en el espíritu de difundir los resultados obtenidos, se realizará un taller técnico en el que se informará sobre las actividades realizadas durante la ejecución de los cruces de evaluación directa de la especie camarón naílon (*Metacarpus naeili*) en el litoral entre la II y VIII Regiones (FIP N° 2009-16).

Objetivo del taller:

Dar a conocer los resultados obtenidos en los proyectos "Evaluación directa de camarón naílon entre la II y VIII Regiones, año 2009" (FIP N° 2009-16).

Fecha y lugar de realización:

El taller se realizará el viernes 9 de abril de 2010 en la Sala Jorge Olivares de la Facultad de Ciencias del Mar, Campus Guayaacán de la Universidad Católica del Norte, ubicado en Lameda 1281, Coquimbo.

Organización:
Área de Pesquerías
Departamento de Biología Marina
Universidad Católica del Norte, Sede Coquimbo.

PROGRAMA

Proyecto FIP N° 2009-16

09:30 - 09:45	Palabras de bienvenida e introducción. Expositor: Enzo Acuña
09:45 - 10:00	Distribución espacial de los recursos y estructura de talas. Expositor: Enzo Acuña
10:00 - 10:30	Métodos de análisis y resultados de biomasa y abundancia. Expositor: Enzo Acuña
10:30 - 10:50	Café
10:50 - 11:15	Composición, importancia relativa y análisis comunitario de la fauna acompañante. Expositor: Hugo Arancibia
11:15 - 12:30	Situación actual de los recursos. Expositor: Luis Cúchillos
12:30 - 13:00	Comentarios y discusión final. Mesa redonda.

Fig. 45. Invitación a participar en el Taller de Difusión de resultados del proyecto FIP 2009-16 y díptico con las actividades, realizado en Coquimbo, el 9 de abril de 2010.

Listado de presentaciones.

Para iniciar la sesión de charlas, el Jefe del Proyecto FIP N° 2009-16, Sr. Enzo Acuña da las palabras de bienvenida y agradecimiento por la asistencia a los participantes, comenzando a su vez con la introducción al Taller “Proyecto FIP N° 2009-16: Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2009”. Posteriormente, la serie de exposiciones continuó como sigue:

1. La Introducción y el tema “Distribución espacial de los recursos” fueron presentados por el Sr. Enzo Acuña, el cual expuso los resultados obtenidos en el Objetivo Específico 1: “Determinar la distribución espacial del recurso camarón nailon, en el área de estudio”, considerando Región y Foco de Abundancia. Aquí se entregó información sobre la distribución de las densidades de la especie, las estructuras de tallas por región para sexos combinados y por separado y porcentaje acumulado de las mismas en cada foco de abundancia para la especie.
2. El Sr. Enzo Acuña, a solicitud del Sr. Rubén Alarcón, presentó el tema “Métodos de análisis de biomasa y abundancia”, en el cual se detalló el análisis y resultados obtenidos del Objetivo Específico 2: “Determinar la biomasa vulnerable total (en peso) y la abundancia vulnerable total (en número), según talla y sexo, del recurso en el área de estudio, y por región y focos de abundancia, según corresponda”, analizando a su vez, la importancia de la apertura de punta de alas (APA) en la estimación de abundancia y biomasa. En particular, se destacó el tema de la duración de los lances y el comienzo de los mismos, el que en el caso de este estudio es determinado “on line” a través de uno de los sensores del equipo NETMIND, lo que permite trabajar con el tiempo efectivo de arrastre desde que la red está efectivamente en el fondo.
3. El expositor, Sr. Hugo Arancibia presentó el tema “Fauna acompañante y predación por merluza común”, en el cual se presentó el análisis del Objetivo Específico 4: “Determinar la composición e importancia relativa de las especies que constituyan fauna acompañante de estos recursos durante los cruceros de evaluación”. En forma adicional a los antecedentes tradicionales sobre la fauna acompañante, se presentaron resultados de un

análisis de superposición espacial entre la merluza común, uno de los principales integrantes de la fauna acompañante y las dos especies de langostinos y camarón nailon.

4. El Sr. Luis Cubillos, presentó un completo análisis correspondiente al Objetivo Específico 5: “Analizar la situación actual del recurso en la zona de estudio, considerando los antecedentes de la pesquería y los resultados del proyecto”.
5. Finalmente, se realizó una mesa redonda donde se realizaron comentarios sobre lo anteriormente expuesto con la participación de los armadores pesqueros artesanales e industriales. Cabe rescatar de las palabras de los asistentes, que el interés de los participantes estuvo centrado en requerir mayor detalle de información sobre la distribución espacial del camarón nailon como también en forma comparativa con aquella de los langostinos dentro y fuera del ARPA, antecedentes más detallados sobre la fauna acompañante, en particular sobre la importancia de la merluza común y los porcentajes de ésta y otras especies y la variación espacio temporal de los niveles de biomasa en las distintas Regiones. También se plantearon problemas que inciden sobre el uso de los recursos, como por ej. las modificaciones en el uso y aprovechamiento de las cuotas debidos a problemas a veces transitorios como la demanda por los productos, los precios internacionales, en concreto se planteó que debieran incorporarse estudios que integren variables económicas y sociales para la administración de las pesquerías.
6. Un punto especial y general planteado con respecto a los Talleres de Difusión, se refiere a la asistencia de personeros de la Subsecretaría de Pesca y del FIP, aunque se reconoció que con el nuevo status que han adquirido los Directores Zonales y los Consejos Zonales de Pesca, se podría ir solucionando este tema.

8. Referencias Bibliográficas.

- Acuña, E. & H. Arancibia, 1996. Evaluación directa del stock de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por el método de área barrida, en la zona de operación de la flota arrastrera de la Regiones II y IV. Informe final Proyecto UCN, INPESCA, Empresas Pesqueras Coquimbo y Caldera. 75 pp .
- Acuña, E., & H. Arancibia, 2001. Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones. Informe FIP N°2001-05.
- Acuña, E., E. Pérez & M.T. González. 2000b. Monitoreo de la Pesquería de Crustáceos realizada por la flota de la IV Región, 1999. Informe final, 76 pp.
- Acuña, E., E.P. Pérez & M.T. González. 1999. Monitoreo de la pesquería de crustáceos realizada por la flota de la IV Región. Informe final, 80 pp.
- Acuña, E., G. Conan, L. Cid, R. Alarcón y L. Cubillos. 2003. Evaluación directa de langostino colorado entre la III y IV regiones, año 2003. Informes Técnicos FIP. FIP/IT N° 2003-03, 141 pp.
- Acuña, E., González, M.T., González, M. 2003. Pesquerías de langostinos y camarón nailon en el norte de Chile. In: Actividad pesquera y de acuicultura en Chile, E. Yáñez (Ed.), Escuela de Ciencias del Mar, UCV, p. 263-287.
- Acuña, E., H. Arancibia y R. Alarcón. 2002b. Monitoreo y Evaluación de la pesquería de langostino amarillo *Cervimunida johni* Porter, 1903, en la III y IV Región; Noviembre-diciembre 2001. Informe Final, Convenio ARPESCA - Depto. Biología Marina. Universidad Católica del Norte – Sede Coquimbo, 48 p.
- Acuña, E., H. Arancibia, A. Mujica, K. Brokordt & C. Gaymer. 1995. Estudio biológico-pesquero del langostino amarillo (*Cervimunida johni*) en la III y IV Región, mediante el uso de la flota arrastrera con base en Coquimbo. Informe Final Proyecto U. C. del Norte-Sede Coquimbo/Instituto de Investigación Pesquera VIII Región/Empresas Pesqueras de Coquimbo, 107 págs. + 2 anexos.
- Acuña, E., H. Arancibia, A. Mujica, L. Cid & R. Roa. 1997a. Análisis de la pesquería y Evaluación indirecta del stock de langostino amarillo en la III y IV Regiones. Informes FIP. FIP/IT N° 96-08, 153 p.
- Acuña, E., H. Arancibia, A. Mujica, L. Cid, R. Roa & F. Winkler 1997b. Análisis de la pesquería y evaluación indirecta del stock de camarón nailon (III y VIII Regiones). Informes FIP, FIP/IT N° 95-06, 211 p.
- Acuña, E., M. Andrade, A. Bodini y X. Bennett. 2002a. Monitoreo de la pesca de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) en la IV Región. Informe Final Pesca de Investigación

- resoluciones N° 850, 1.022 y 1.795. Depto. Biología Marina. Universidad Católica del Norte – Sede Coquimbo, 32 p.
- Acuña, E., M. Berríos, L. Cid, J. Moraga, A. Mujica, E. Pérez & R. Alarcón. 2000a. Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, 1999. Informes FIP. FIP/IT N° 99-08, 208 p.
- Acuña, E., R. Alarcón, H. Arancibia, L. Cid, A. Cortés, L. Cubillos, R. León y S. Neira. 2005a. Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII regiones, año 2004. Informes Técnicos FIP, FIP/IT N° 2004-11, 398 pp.
- Acuña, E., R. Alarcón, L. Cid, H. Arancibia, L. Cubillos y A. Cortés. 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., J. C. Villarroel, A. Cortés, R. Alarcón, L. Cid, H. Arancibia, R. León, L. Cubillos, R. Bahamonde, C. Canales, C. Montenegro, B. Leiva & F. Contreras. 2007. Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2006. Informe Final Proyecto FIP N° 2006-11, 275 pp.
- Alverson, D.L. & W.T. Pereyra (1969) Demersal fish explorations in the northeastern Pacific Ocean. An evaluation of exploratory fishing methods and analytical approaches to stock size and yield forecasts. J. Fish. Res. Bd. Canada, 26: 1985-2001.
- Arana, P., M. Ahumada, A. Guerrero, T. Melo, D. Queirolo, M.A. Barbieri, R. Bahamonde, C. Canales y J.C. Quiroz. Evaluación directa de camarón nailon y gamba entre a II y VIII Regiones, año 2005 (Proyecto FIP N° 2005-08). Inf. Final. Estad. Doc., Pont. Univ. Católica de Valparaíso, 10/2006. 352 p.
- Arancibia, H., Catrileo, M., Farías, B. 1998: Evaluación de la demanda de alimento en merluza común y análisis de su impacto en pre-reclutas. Informe Final Proyecto FIP N° 95-17, Universidad de Concepción, Fondo de Investigación Pesquera (FIP), Informe Técnico IT/95-17, 93 p.
- Arancibia, H., L. Cubillos, E. Acuña. 2005. Annual growth and age composition of the squat lobster *Cervimunida johni* off northern-central Chile (1996-97). Scientia Marina.
- Beyer, J. 1987. On length-weight relationship. Part. I. Computing the mean weight of the fish in a given length class. Fishbyte 5(1): 12 - 14.
- Beyer, J. y Sparre, P. 1983. *Modelling exploited fish stocks*. En S.E. Jørgensen, ed. *Application of ecological modelling in environmental management. Part A.*, pp. 485-582. Amsterdam, Elsevier Scientific Publishing Co.
- Bez, N. & J. Rivoirard. 2001. Transitive geostatistics to characterize spatial aggregations with diffuse limits: an application on mackerel ichthyoplankton. Fish. Res. 50: 41–58.

- Bez, N., 2002. Global fish abundance estimation from regular sampling: the geostatistical transitive method. *Canadian Journal Fisheries and Aquatic Science*. 59: 1921-1931.
- Björnsson, H., y Th. Sigurdsson. 2003. Assessment of golden redfish (*Sebastes marinus* L.) in Iceland waters. *Scientia Marina* 67(Suppl. 1):301-314.
- Bray, J. R. & J. T. Curtis, 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecol Monogr.*, 27: 325-349.
- Breen, P.A., Kim, S.W., y Andrew, N.L. 2003. A length-based Bayesian stock assessment model for the New Zealand abalone *Haliotis iris*. *Marine and Freshwater Research* 54:619-634.
- Brown, D.G., P. Goovaerts, A. Burnicki & M.-Y. Li, 2002. Stochastics simulation of land-cover changes using geostatistics and generalized additive models. *Photogrametric Engineering & Remote Sensing*, 68:1051-1061.
- Canales, C. y C. Montenegro. 2004. Investigación y Evaluación Captura Total Permissible Langostino Colorado, 2004. Informe Final. Subsecretaría de Pesca-Instituto de Fomento Pesquero, 33 pp.
- Canales, C., Barbieri, M.A., Bahamonde, R., Leiva, B., Arana, P., Guerrero, A., Ahumada, M., Melo, T., Queirolo, D., Hurtado, C., Galvez, P., 2003. Determinación de biomasa y abundancia de los recursos objetivos. En: Evaluación directa langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII regiones, año 2002. Informe Final FIP 2002-06.
- Canales, C., J.C. Quiroz, y C. Montenegro. 2003. Investigación y evaluación captura total permissible camarón nailon, 2003. Informe Final, Subsecretaría de Pesca, Instituto de Fomento Pesquero, 25 p. + Anexos.
- Canales, C., M.A. Barbieri, R. Bahamonde, B. Leiva, P. Arana, S. Palma y T. Melo, 2002. Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, Año 2001. Informes Técnicos FIP. FIP/IT 2001-06: 202 p. + Figs. y Anexos.
- Carrasco, F. D., V. A. Gallardo & M. Baltazar., 1999. The structure of the benthic macrofauna collected across a transect at the central Chile shelf and relationships with giant sulfur bacteria *Thioploca* spp mats. *Cah. Biol. Mar.*, 40: 195-202.
- Chapman, M. G., A. J. Underwood, 1999. Ecological patterns in multivariate assemblages: information and interpretation of negative values in ANOSIM tests. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 180:257-265.
- Chen, Y., Breen, P.A., Andrew, N.L. 2000. Impacts of outliers and mis-specification of priors on Bayesian fisheries-stock assessment. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 57:2293-2305.
- Clarcke, K. R., 1993. Non-parametric multivariate analyses of change in community structure. *Aust. J. Ecol.*, 18: 117-143.

- Clarke K.R. & R.H. Green, 1988. Statistical desing and analisys 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 pp.
- Cochran, W.G. (1977) Sampling Techniques. 3rd. Ed. John Wiley and Sons, New York.
- Cressie, N.A.C. (1993) Statistics for spatial data. Wiley, New York.
- Cubillos, L.A., H. Rebolledo, y A. Hernández. 2003a. 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.
- Deutsch, C.V. & A.G. Journel (1998) GSLIB: Geostatistical Software Library and User's Guide. 2nd Ed. Oxford University Press, New York. 369 p.
- Efron B. & R. Tibshirani, 1993. An introduction to the bootstrap. Monographs on Statistics and Applied probability 57, Chapman & Hall, 436 pp.
- Efron, B. 1982. The jackknife, the bootstrap and other resampling plans. SIAM Monograph N° 38.
- Escuela de Ciencias del Mar. (2000a). Evaluación directa de langostino amarillo entre la III y VIII Regiones, 1999. Informes FIP. FIP/IT N° 99-09, 288 p.
- Escuela de Ciencias del Mar. (2000b). Evaluación directa de camarón nailon, langostino amarillo y langostino colorado, Año 2000. Informes FIP. FIP/IT N° 2000-05: 315 p.
- FAO. 1996. FAO Fishing Technology Service. Fishing operations. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries. No. 1. Rome, FAO. 1996. 26p. 6 annexes.
- Fennessy, S. T., C. Villacastin, J. G. Field, 1994. Distribution and seasonality of ichthyofauna associated with commercial praw trawl catches on the Tugela bank of Natal, South Africa. Fish. Res. 20:263-282.
- Finney, D.J. 1941. On the distribution of a variate whose logarithm is normally distributed. Journal of the Royal Statistical Society, Supplement, 7: 155–161.
- Frøysa, K.G., B. Bogstad, D.W. Skagen. 2002. Fleksibet – an age length structured fish stock assessment model. Fisheries Research 55:87-101.
- Fu, C., Quinn II, T.J. 2000. Estimability of natural mortality and other population parameter in a length-based model: *Pandalus borealis* in Kachemak Bay, Alaska. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 57:2420-2432.

- Fu, C., Quinn II, T.J., Shirley, T.C. 2001. The role of sex change, growth, and mortality in *Pandalus* population dynamics and management. *ICES Journal of Marine Science* 58(3):607-621.
- Fu, C., T.J. Quinn II, y M. Adkison. 1999. Retrospective projection using Monte Carlo simulation: an application of a length-based model to Kachemak Bay pink shrimp. *Ecosystem Approaches for Fisheries Management*, University of Alaska Sea Grant College Program, AK-SG-99-01, Fairbanks, pp. 59-77.
- Gastwirth, J., R. Modarres & E. Bura. 2005. The use of the Lorenz curve, Gini index and related measures of relative inequality and uniformity in securities law. *METRON - International Journal of Statistics*, Vol. LXIII, N° 3, pp.451-459.
- Gelman, A., J.B. Carlin, H.S. Stern, y D.B. Rubin. 1995. *Bayesian data analysis*. Chapman and Hall, New York.
- Gislason, H. 1999. Single and multispecies reference points for Baltic fish stocks. *ICES J. Mar. Sci.*, 56:571-583.
- Gislason, H. and Sparre, P. 1987. Some theoretical aspects of the implementation of multispecies virtual population analysis in ICES. *ICES CM 1987/G:51*.
- Goovaerts, P. & A.G. Journel, 1995. Integrating soil map information in modeling conditional probability distribution function. *Mathematical Geology*, 46:397-414.
- Goovaerts, P., R. Webster & J.P. Duobois, 1997. Assessing the risk of soil contamination in the Swiss Jura using indicator geoestadistics. *Environmental and Ecological Statistics*, 4: 31-48.
- 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.
- Gulland, J.A.. 1965. Estimation of mortality rates. Annex to Rep. Arctic. Fish. Working Group. ICES, CM, 1965. (3): 9p.
- Hilborn, R., M. Maunder, A. Parma, B. Ernst, J. Payne, y P. Starr. 2000. Coleraine: a generalized age structured stock assessment model. 55 p.
- Hobday, D., A.E. Punt. 2001. Size-structured population modelling, and risk assessment of the Victorian southern rock lobster, *Jasus edwardsii*, fishery. *Marine and Freshwater Research* 52:1495-1507.
- Isaaks, E.H. & R.M. Srivastava (1989) *An Introduction to Applied Geostatistics*. Oxford University Press, New York. 561 p.

- Jaksic, F. & M. Delibes, 1987. A comparative analysis of food-niche relationships and trophic guild structure in tow assemblages of vertebrate predator differing in species richness: causes, correlations and consequences. *Oecología* 71: 461-472.
- Journel, A.G. & C.J. Huijbregts (1978) Mining geostatistics. Academic Press, London.
- Journel, A.G., 1983. Non-parametric estimation of spatial distribution. *Mathematical Geology*, 15:445-468.
- Kraufvelin, P, 1999. Baltic hard bottom mesocosms unplugged: replicability, repeatability and ecological realism examined by non-parametric multivariate techniques. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 240: 229-258.
- Kyriakidis, P.C. & J.L. Dungan, 2001. A geo-statistical approach for mapping thematic classification accuracy and evaluating the impact of inaccurate spatial data on ecological model predictions. *Environmental and Ecological Statistics*, 8: 311-330.
- Land, C.E. 1975. Tables of confidence limits for linear functions of the normal mean and variance. *Sel. Tables Math. Stat.* 3:385-419.
- Latour, R.J., Brush, M.J., Bonzek, C.F. 2003. Toward ecosystem-based fisheries management: strategies for multispecies modeling and associated data requirements. *Fisheries* 28(9):10-22.
- Livingston, P.A., Jurado-Molina, J., 2000. A multispecies virtual population análisis of the eastern Bering Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 57:294-299.
- Luenberger, D. 1969. Optimization by vector space method. Wile, New York, 269p.
- Magnusson, K. 1995. An overview of the multispecies VPA – theory and applications. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 5: 195-212.
- Matheron, G. 1971. La théorie des variables regionalices et ses applications. Fasc. 5 Ecole Nat. Sup. des Mines. Paris.
- Mayor, J.A. 2004. Estimación predictiva del índice de Gini en poblaciones finitas bajo muestreo aleatorio simple. *Estadística Española*, Vol. 46, Num. 156. 189-204.
- McConnaughey, R.A. & P.A. Conquest. 1993. Trawl survey estimation using a comparative approach based on lognormal theory. *Fish. Bull. (U.S.)* 91:107-118.
- Medina, F. 2001. Consideraciones sobre el índice de Gini para medir la concentración del ingreso. Serie Estudios Estadísticos y Prospectivos N° 9. División de Estadística y Proyecciones Económicas, CEPAL, Chile. 43 pp.
- Myers, R.A., & P. Pepin. 1990. The robustness of lognormal-based estimators of abundance. *Biometrics*, 46: 1185–1192.

- Otter Research Ltd. 1999. AD Model Builder documentation on line. <http://otter-rsch.com/admodel.htm>.
- Páramo, J. & R. Roa, 2003. Acoustic-geostatistical assessment and habitat-abundance relations of small pelagic fish from the Colombian Caribbean. *Fisheries Research*, 60: 309–319.
- Pennington, M. 1983. Efficient estimators of abundance, for fish and plankton surveys. *Biometrics* 39:281-286.
- Pennington, M. 1986. Some statistical techniques for estimating abundance indices from trawl surveys. *Fish. Bull.* 84:519-525.
- Pennington, M. 1996. Estimating the mean and variance from highly skewed marine data. *Fishery Bulletin, US*, 47: 1623–1624.
- Pérez, E. P. (1996). Análisis de la pesquería de *Mesodesma donacium* en el banco de Peñuelas (Chile, IV región), bajo condiciones de riesgo e incertidumbre. Tesis de Maestría. CINVESTAV-IPN. Mérida, Yucatán. Mexico. 82pp.
- Petitgas, P. & T. Lafont, 1997. EVA2: Estimation variance. Version 2. A geostatistical software on Windows 95 for the precision of fish stock assessment surveys. ICES CM 97/Y:22. 22 pp.
- Petitgas, P., 1993. Geostatistics for fish stock assessments: a review and an acoustic application. *ICES Journal Marine Science*, 50: 258-298.
- Petitgas, P., 1996. Geostatistics and their applications to fisheries survey data. In: Megrey, A., and E. Moskness (Eds.) *Computers in Fisheries Research*. Chapman & Hall, London. pp. 113-142.
- Pianka, E., 1977. The structure of lizard communities. *An. Rev. Ecol. Sys.* 4: 53-74.
- Punt, A. 2003. The performance of a size-structured stock assessment method in the face of spatial heterogeneity in growth. *Fisheries Research* 65:391-409.
- Punt, A.E., R. Hilborn. 1997. Fisheries stock assessment and decision analysis: the Bayesian approach. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 7, 35-63.
- Punt, A.E., R.B. Kennedy, y S. Frusher. 1997. Estimating the size-transition matrix for Tasmanian rock lobster, *Jasus edwardsii*. *Marine and Freshwater Research* 48:981-992.
- Punt, A.E., y R.B. Kennedy. 1997. Population modelling of Tasmanian rock lobster, *Jasus edwardsii*, resources. *Marine and Freshwater Research* 48:967-980.
- Quinn II, T.J., C.T. Turnbull y C. Fu. 1998. A length-based population model for hard-to-age invertebrate populations. In: F. Funk, T.J. Quinn II, J.N. Ianelli, J.E. Powers, J.F. Schweigert, P.J. Sullivan, y C.-I. Zhang (eds.), *Fishery stock assessment models*. University of Alaska Sea Grant, AK-SG-98-01, Fairbanks, pp. 531-556.

- Quinn II, T.J., y R.B. Deriso. 1999. Quantitative fish dynamics. Oxford University Press, New York.
- Quiroz, J. C., C. Canales y C. Montenegro. 2004. Investigación y Evaluación Captura Total Permisible Langostino Amarillo, 2004. Informe Final. Subsecretaría de Pesca-Instituto de Fomento Pesquero, 58 pp + anexo.
- Restrepo, V.R. & R.A. Watson. 1991. An approach to modeling crustacean egg-bearing fractions as a function of size and season. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 48: 1431-1436.
- Ribeiro, Jr., P.J. & P.J. Diggle, 2001. geoR: A package for geostatistical análisis. *R-NEWS*, Vol. 1, N° 2, 15-18.
- Rivoirard, J., Simmonds, J., Foote, K., Fernandes, P., and Bez, N. 2000. Geostatistics for estimating fish abundance. Blackwell Sciences, Oxford.
- Roa, R. & R. Bahamonde. 1993. Growth and expansion of an exploited population of the squat lobster (*Pleuroncodes monodon*) after 3 years without harvesting. *Fish. Res.*, 18: 305-319.
- Roa, R. 1993. Annual growth and maturity function of the squat lobster *Pleuroncodes monodon* in central Chile. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 97, 157-166.
- Roa, R., F. Tapia, L. Cid, R. Quiñones, B. Ernst, D. Figueroa, H. Arancibia, R. Galleguillos & M. Retamal, 1997. Evaluación directa del stock de langostino colorado en la zona centro-sur. Informes FIP, FIP/IT N° 96-23, 139 p.
- Roa, R., F. Tapia. 1998. Spatial differences in growth and sexual maturity between branches of a large population of the squat lobster *Pleuroncodes monodon*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 167, 185-196.
- Roa, R., L. Cid, F. Tapia, R. Quiñones, H. Arancibia, D. Figueroa & I. Lépéz, 1998. Evaluación directa del stock de langostino amarillo en el litoral de la V a VIII Regiones. Informes FIP, FIP/IT N° 97-23, 123 pp.
- Roa, R., R. Quiñones & H. Arancibia, 1997. Evaluación directa del stock de langostino colorado en la zona centro-sur. Informe Final Proyecto FIP. 139 pp + figuras y anexos.
- Roa, R., R. Quiñones, V.A. Gallardo, B. Ernst, I. Payá, I. Campodónico & V. Alegría, 1997. "Distribución espacial de la estructura poblacional del langostino colorado *Pleuroncodes monodon* en la zona del cañon del Bio-Bío". Informe Final Proyecto FONDECYT-1950090.
- Saito H. & P. Goovaerts 2002. Accounting for measurement error in uncertainty modeling and decision-making using indicator kriging and p_eld simulation: application to a dioxin contaminated site. *Environmetrics*, 13: 555-567.

- Seber, G.A.F. y C.J. Wild. 1989. Nonlinear Regression. John Wiley & Sons.
- Sissenwine, M. P., and Daan, N. 1991. An overview of multispecies models relevant to management of living resources. - ICES mar. Sci. Symp., 193: 6-11.
- Smith, S.J. 1988. Evaluating the efficiency of the Δ -distribution mean estimator. Biometrics, 44: 485-493.
- Sokal, R. R. & F. J. Rohlf (1981). Biometry. W. H. Freeman and Co., San Francisco, California, 859 pp.
- Sparre, P. and Venema, S.C. 1997. FAO 306. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual. FAO Fisheries Technical Paper. N° 306.1, Rev. 2. Rome.
- Sullivan, P. J., H. L. Lai, and V. F. Gallucci. 1990. A catch-at-length analysis that incorporates a stochastic model of growth. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 47:184-198.
- Syrjala, S. E. 2000. Critique on the use of the delta distribution for the analysis of trawl survey data. - ICES Journal of Marine Science, 57: 831-842.
- Troynikov, V.S. 1998. Probability density functions useful for parametrization of heterogeneity in growth and allometry data. Bulletin of Mathematical Biology 60:1099-1122.
- Tsou, T.-S., Collie, J.S. 2001. Estimating predation mortality in the Georges Bank fish community. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 58:908-922.
- Velasco, A.; Wolff, M. (2000) Ictiofauna juvenil de fondos blandos durante las transición de "secas" a lluvias en la costa Pacifica de Colombia. Rev. Biol. Trop 48(1): 213-228 pp.
- Warwick, R. M., A. J. McEvoy & S. F. Thrush (1997). The influence of *Atrina zelandica* Gray on meiobenthic nematode diversity and community structure. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 214: 231-247.
- Wilkinson, L. 1988. SYSTAT: The system for statistic. SYSTAT Inc., Evanston, IL.

9. Anexos

ANEXOS

ANEXO 1

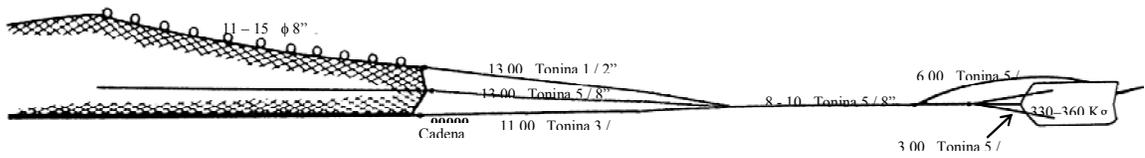
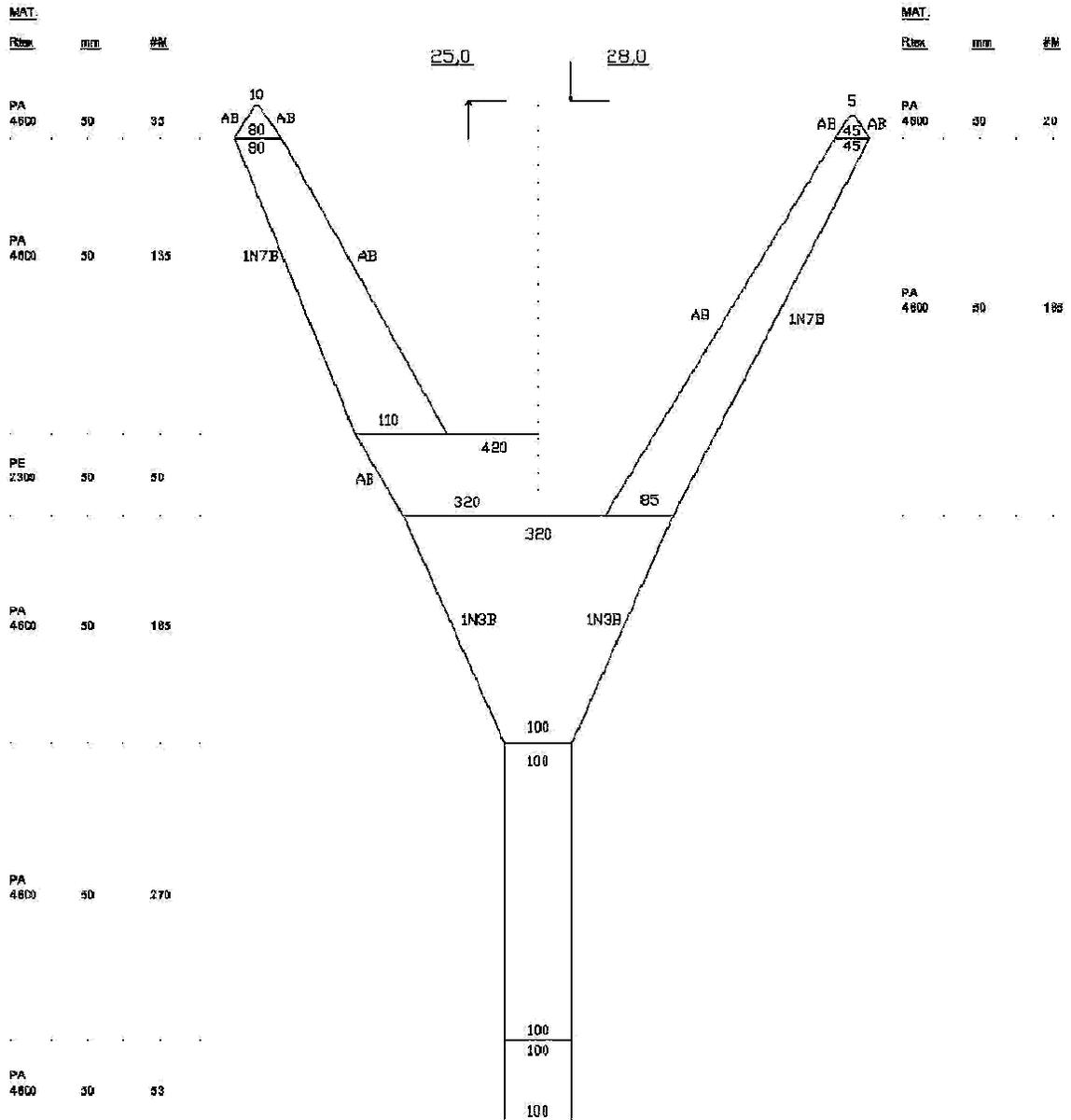
**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS
EMBARCACIONES Y PLANOS DE
LAS REDES UTILIZADAS.**

RED DE ARRASTE
Camarón-langostino
Chile

BARCO
PAM "Lonquimay"
Estera 22,2 m

Bodega 198,17 m³
T.R.G. 84,1
T.R.N. 31,6

Manga 6,63 m
Puntal 2,2 m

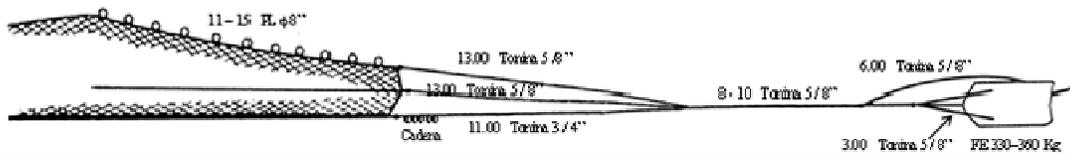
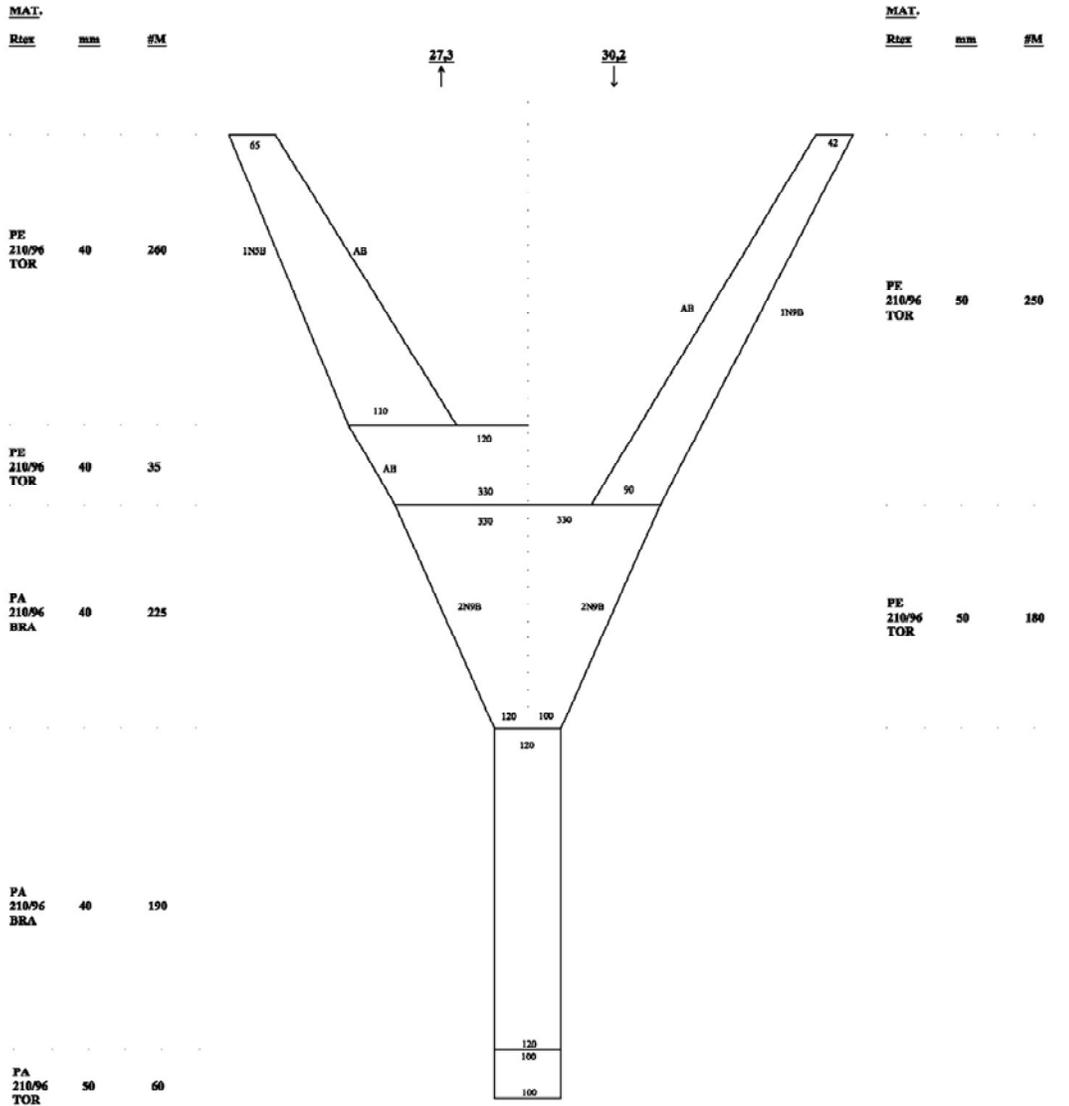


RED DE ARRASTE
Camarón-langostino
Chile

BARCO
LM 'Don Jose Miguel
Estora 16,3 m

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

Manga 5,50 m
Puntal 2,38 m



ANEXO 2

RELACIÓN ENTRE EL TIEMPO DE RETARDO Y LA PROFUNDIDAD.

En el marco de los proyectos FIP N° 2003-03, FIP N° 2004-11, FIP N° 2005-09, FIP N° 2006-11, FIP N° 2007-19, FIP N° 2008-16 y FIP N° 2008-17, se colectó en ciertos lances de pesca, información respecto del lapso de tiempo en que se frena el winche de la red el tiempo en que esta toca el fondo. La diferencia entre ambos tiempos, hemos convenido en llamarla “tiempo de retardo” (TR).

Adicionalmente, se encontró una relación funcional entre el tiempo de retardo y la profundidad, con la cual se puede estimar, conocida la profundidad, el tiempo en que la red toca fondo, momento que es registrado como inicio del lance de pesca. La relación funcional entre la profundidad y el tiempo de redardo es de tipo exponencial, de la forma:

$$TR = a \cdot e^{b \cdot P}$$

donde TR es el tiempo de retardo, P es la profundidad (m), y a y b son parámetros de la relación funcional (Figura 46, Tabla 46).

Tabla 46. Parámetros de la relación funcional entre el tiempo de retardo (TR, min) y la profundidad (m).

Parámetro	Valor
a	3,0886
b	0,0031
r ²	0,7584

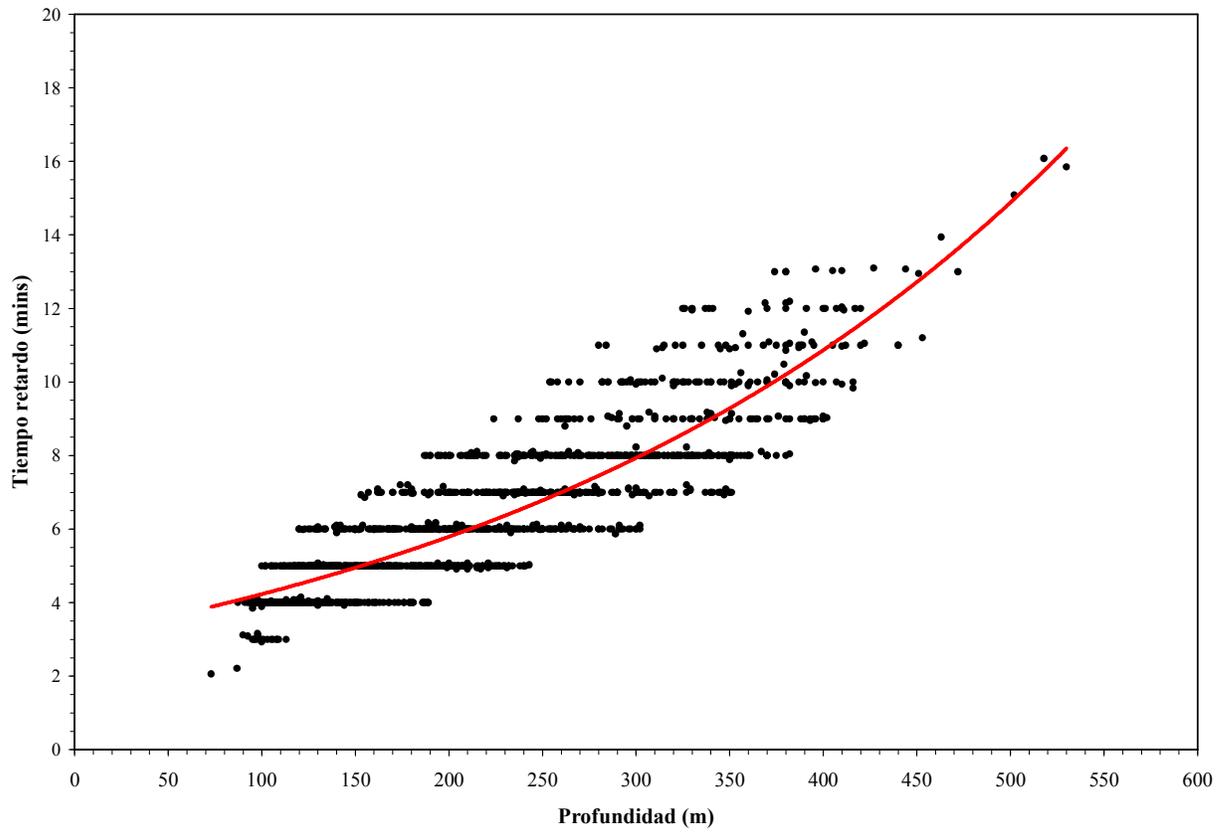


Fig. 46. Relación funcional entre el tiempo de retardo (mins) y la profundidad (m).

ANEXO 3

RELACIÓN ENTRE EL TIEMPO DE RETARDO Y LA PROFUNDIDAD.

Anexo 3. Fechas y lugares geográficos de los muestreos. DJM = Don Jose Miguel; F = Foche.

FECHA	REGIÓN						
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
24/08/2009				F			
26/08/2009				F			
27/08/2009			F	F	F		
28/08/2009			F				
29/08/2009			F				
31/08/2009			F				
01/09/2009			F				
02/09/2009			F				
03/09/2009					F		
04/09/2009					F	F	
05/09/2009					F		
06/09/2009					F		
08/09/2009					F		
09/09/2009						F	
11/09/2009							F
13/09/2009						F	
21/09/2009			F				
22/09/2009			F			F	
23/09/2009			F				
24/09/2009			F				
25/09/2009				F			
26/09/2009				F			
27/09/2009				F			
28/09/2009				F			F
29/09/2009					F	F	
30/09/2009					F	F	F
01/10/2009				F			
02/10/2009							F
03/10/2009				F			F
04/10/2009				F			
05/10/2009				F			
06/10/2009				F			F
07/10/2009				F			F
08/10/2009			F	F			
09/10/2009			F	F			

Anexo 3. Continuación.

FECHA	REGIÓN						
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
15/10/2009		DJM					
16/10/2009		DJM					
17/10/2009		DJM					
18/10/2009	DJM						
21/10/2009						F	
22/10/2009	DJM					F	F
23/10/2009	DJM	DJM					F
24/10/2009		DJM					
25/10/2009		DJM					
26/10/2009		DJM					F
28/10/2009		DJM					F
29/10/2009		DJM				F	F
30/10/2009		DJM					
31/10/2009		DJM				F	
01/11/2009					F	F	
02/11/2009		DJM		F	F		
03/11/2009		DJM					
04/11/2009		DJM			F	F	
05/11/2009		DJM			F		
06/11/2009		DJM			F		
08/11/2009				F			
09/11/2009		DJM		F			
10/11/2009		DJM					
11/11/2009		DJM					
14/11/2009				F			

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

IDP	LAT	LONG	PROF (m)	APA (m)	DR (km)	AB (km ²)	CAPT (Kg)	CPUA (Ton/Km ²)
1	-25,135992	-70,565025	308,0	12,68	0,68644	0,009	0,00	0,00000
2	-25,158533	-70,568333	454,0	12,98	0,76758	0,010	0,00	0,00000
5	-25,246183	-70,557700	432,5	13,05	1,13410	0,015	0,00	0,00000
9	-25,342600	-70,561708	286,5	12,75	0,90744	0,012	0,00	0,00000
10	-25,344908	-70,590208	365,5	12,88	0,77545	0,010	0,00	0,00000
13	-25,529108	-70,718583	404,0	12,34	1,22201	0,015	0,00	0,00000
16	-25,740350	-70,760425	313,0	12,66	0,97786	0,012	0,00	0,00000
17	-25,739917	-70,771917	330,0	13,01	0,93663	0,012	0,00	0,00000
20	-25,873017	-70,798408	353,0	12,11	0,81074	0,010	0,00	0,00000
21	-25,870433	-70,825083	391,0	12,79	0,77525	0,010	0,00	0,00000
23	-25,989583	-70,771508	302,0	12,70	0,94442	0,012	0,00	0,00000
24	-25,991167	-70,790533	378,5	12,43	0,88844	0,011	4,00	0,36225
25	-25,993683	-70,810817	462,0	12,95	0,71557	0,009	0,00	0,00000
26	-26,092292	-70,756875	264,5	12,02	1,06115	0,013	0,00	0,00000
27	-26,095917	-70,769350	367,5	12,87	1,07268	0,014	5,00	0,36204
29	-26,157200	-70,776375	299,0	11,90	0,37830	0,005	0,00	0,00000
30	-26,147775	-70,784025	364,0	12,07	0,82156	0,010	0,00	0,00000
31	-26,136900	-70,789333	391,5	12,38	0,80517	0,010	5,00	0,50150
32	-26,161292	-70,775475	290,5	11,93	0,88627	0,011	0,00	0,00000
34	-26,234317	-70,809000	350,5	12,53	0,14354	0,002	0,00	0,00000
35	-26,247267	-70,805783	332,0	12,19	1,67747	0,020	300,00	14,67351
37	-26,242183	-70,787750	281,0	11,96	0,82429	0,010	16,00	1,62275
38	-26,324583	-70,816917	276,5	11,98	0,88751	0,011	0,00	0,00000
39	-26,321383	-70,833058	343,0	12,56	0,64934	0,008	28,00	3,43422
40	-26,322817	-70,838975	382,0	12,42	0,96585	0,012	20,00	1,66751
42	-26,426333	-70,840208	296,5	11,90	0,92514	0,011	0,00	0,00000
43	-26,428308	-70,852208	392,5	12,38	0,74136	0,009	0,00	0,00000
44	-26,447133	-70,843275	333,0	11,78	1,08630	0,013	20,00	1,56327
45	-26,575475	-70,818917	305,5	11,87	0,84242	0,010	4,00	0,39992
46	-26,553067	-70,823000	349,0	12,53	0,85366	0,011	38,00	3,55123
47	-26,594392	-70,837792	406,0	12,33	1,10891	0,014	20,00	1,46240
48	-26,625425	-70,828825	418,5	12,29	0,78410	0,010	5,00	0,51899
49	-26,602658	-70,816325	312,5	12,66	0,90275	0,011	12,00	1,04978
50	-26,615300	-70,840517	470,5	12,10	0,60969	0,007	0,00	0,00000
51	-26,610325	-70,812608	300,0	12,71	0,83240	0,011	0,00	0,00000
52	-26,621033	-70,808750	299,0	12,71	0,79682	0,010	0,00	0,00000
54	-26,739142	-70,834400	274,0	11,99	0,85410	0,010	0,00	0,00000
55	-26,743817	-70,848975	329,0	12,20	0,77073	0,009	24,00	2,55269
56	-26,740083	-70,875017	391,5	12,38	1,27520	0,016	5,00	0,31665
57	-26,858383	-70,922867	299,5	12,30	0,74163	0,009	26,00	2,84994
58	-26,858175	-70,903950	227,0	12,15	0,85017	0,010	0,00	0,00000
59	-26,981025	-70,907992	286,0	12,35	1,46335	0,018	0,00	0,00000
60	-26,984042	-70,923000	353,5	12,52	0,84619	0,011	12,00	1,13294
62	-27,129192	-70,990192	155,0	10,78	0,78943	0,009	0,00	0,00000
63	-27,141708	-71,006542	283,0	11,95	0,80378	0,010	60,00	6,24436
65	-27,271383	-71,014308	270,0	12,00	0,68116	0,008	0,00	0,00000
66	-27,247042	-71,012442	238,5	11,30	1,02520	0,012	0,00	0,00000

67	-27,375583	-71,025083	207,5	11,41	0,98233	0,011	0,00	0,00000
68	-27,382417	-71,042558	349,0	12,53	1,17843	0,015	40,00	2,70793
70	-27,473167	-71,007783	181,0	11,09	0,71611	0,008	0,00	0,00000
71	-27,496000	-71,027500	296,0	13,13	1,07745	0,014	60,00	4,24130
72	-27,466367	-71,039608	410,5	12,72	0,93326	0,012	0,00	0,00000
73	-27,604633	-71,041400	263,5	12,02	0,93899	0,011	72,00	6,37833
74	-27,619383	-71,048692	280,5	11,96	0,89680	0,011	0,00	0,00000
75	-27,606800	-71,059567	375,0	12,44	0,78417	0,010	5,00	0,51244
76	-27,779167	-71,140833	387,0	12,81	0,93809	0,012	60,00	4,99393
77	-27,761458	-71,135083	353,5	12,52	1,40751	0,018	80,00	4,54078
81	-28,246433	-71,265492	280,5	12,37	0,84001	0,010	0,00	0,00000
82	-28,246742	-71,281233	365,0	12,48	1,17603	0,015	40,00	2,72576
83	-28,243317	-71,285542	389,5	12,80	0,32439	0,004	0,00	0,00000
84	-28,411700	-71,297408	295,5	12,72	0,79695	0,010	72,00	7,10111
87	-28,502933	-71,319117	186,5	11,07	1,17116	0,013	0,00	0,00000
88	-28,510000	-71,322133	247,0	12,08	0,89818	0,011	4,00	0,36860
89	-28,518625	-71,336833	424,5	12,27	0,83129	0,010	4,00	0,39230
91	-28,668758	-71,375433	269,0	12,82	0,84891	0,011	200,00	18,37969
92	-28,668492	-71,392783	377,0	12,44	0,93430	0,012	0,00	0,00000
96	-28,775117	-71,467167	281,5	11,96	0,21255	0,003	0,00	0,00000
97	-28,789617	-71,473575	276,0	11,98	0,76771	0,009	0,00	0,00000
98	-28,860417	-71,531850	254,5	12,05	0,88325	0,011	144,00	13,52580
99	-28,865858	-71,540100	367,0	12,47	1,55683	0,019	4,00	0,20602
101	-28,979650	-71,558425	303,5	12,29	0,85620	0,011	100,00	9,50548
102	-28,980100	-71,563150	378,0	12,43	0,69952	0,009	40,00	4,59949
104	-29,190442	-71,575833	225,5	9,87	0,91690	0,009	0,00	0,00000
105	-29,193050	-71,584150	258,5	10,56	1,11900	0,012	0,00	0,00000
106	-29,193225	-71,601000	451,0	8,23	1,73014	0,014	40,00	2,81046
107	-29,272125	-71,579992	179,5	11,04	1,26232	0,014	56,00	4,01795
108	-29,264983	-71,587433	346,0	10,39	1,11264	0,012	240,00	20,76942
109	-29,277108	-71,613025	490,0	8,25	0,69134	0,006	5,00	0,87631
110	-29,333617	-71,516400	132,0	10,73	0,88229	0,009	2,50	0,26398
111	-29,372158	-71,545867	127,5	11,85	1,22647	0,015	0,00	0,00000
112	-29,339650	-71,558533	161,0	11,02	1,34174	0,015	34,00	2,30052
113	-29,374783	-71,584750	168,5	9,79	1,24314	0,012	0,00	0,00000
114	-29,373058	-71,598592	209,0	10,30	0,93733	0,010	0,00	0,00000
115	-29,318208	-71,613575	320,5	10,00	1,12608	0,011	429,00	38,08551
116	-29,342008	-71,617542	419,0	9,04	1,23501	0,011	60,00	5,37450
117	-29,456242	-71,481600	250,0	10,79	1,14040	0,012	0,00	0,00000
118	-29,444933	-71,500300	282,5	10,97	1,02151	0,011	120,00	10,70989
119	-29,455283	-71,511508	310,0	10,79	0,73060	0,008	180,00	22,83033
120	-29,445100	-71,530250	340,0	10,03	1,34254	0,013	120,00	8,91237
121	-29,470692	-71,543408	364,5	9,90	1,09025	0,011	240,00	22,22939
122	-29,443125	-71,564667	249,5	10,79	1,43822	0,016	48,00	3,09331
123	-29,461525	-71,576233	314,5	10,66	0,69843	0,007	260,00	34,90717
124	-29,455800	-71,596292	429,5	8,76	1,04246	0,009	220,00	24,09159
125	-29,540083	-71,409983	259,0	10,56	0,90294	0,010	0,00	0,00000
126	-29,528808	-71,427708	273,5	11,20	1,95146	0,022	180,00	8,23756
127	-29,541275	-71,436542	299,0	10,56	2,47903	0,026	380,00	14,51295
128	-29,528992	-71,465367	329,0	10,82	1,83876	0,020	180,00	9,04930
129	-29,548083	-71,467142	350,0	10,28	2,11909	0,022	180,00	8,25970
130	-29,532542	-71,495458	371,0	9,75	1,42168	0,014	120,00	8,65690
131	-29,547800	-71,509217	419,0	8,53	1,29109	0,011	60,00	5,44780

132	-29,619642	-71,378717	143,5	10,94	0,86439	0,009	0,00	0,00000
133	-29,611367	-71,397992	238,5	11,07	1,34135	0,015	0,00	0,00000
134	-29,619667	-71,410950	272,5	10,71	1,23704	0,013	0,00	0,00000
135	-29,609783	-71,432650	317,5	10,59	1,29538	0,014	540,00	39,37100
136	-29,620008	-71,442717	340,0	10,54	0,95953	0,010	520,00	51,42581
137	-29,647042	-71,427675	333,0	10,21	1,17269	0,012	560,00	46,78495
138	-29,654675	-71,411592	313,0	10,72	1,49024	0,016	500,00	31,31215
139	-29,656467	-71,427950	353,0	10,21	1,53503	0,016	200,00	12,76396
140	-29,669300	-71,422900	373,0	9,70	0,69802	0,007	180,00	26,58631
141	-29,651092	-71,410808	305,5	11,40	1,38543	0,016	176,00	11,14150
142	-29,689975	-71,378917	255,0	10,66	1,03452	0,011	50,00	4,53297
143	-29,676158	-71,393825	307,5	10,84	1,14641	0,012	240,00	19,30862
144	-29,691417	-71,411700	377,5	9,57	1,46749	0,014	180,00	12,81379
145	-29,675158	-71,426725	395,0	9,65	1,08557	0,010	100,00	9,54645
146	-29,687158	-71,437025	451,0	8,23	0,89660	0,007	140,00	18,98142
147	-29,751000	-71,375100	235,0	11,17	1,35068	0,015	0,00	0,00000
148	-29,736033	-71,392583	313,5	10,69	1,13550	0,012	200,00	16,47685
149	-29,755342	-71,410650	404,5	8,89	1,28821	0,011	60,00	5,24139
150	-29,753217	-71,423133	400,5	8,99	0,96724	0,009	60,00	6,90175
151	-29,813033	-71,361867	131,5	11,24	0,96015	0,011	0,00	0,00000
152	-29,807175	-71,375375	259,0	12,09	1,01576	0,012	60,00	4,88677
153	-29,804100	-71,391467	380,0	9,52	1,09856	0,010	60,00	5,73614
154	-29,916750	-71,415667	224,5	11,93	1,28221	0,015	104,00	6,79681
155	-29,907658	-71,422000	311,0	10,77	1,08199	0,012	336,00	28,84413
156	-29,912050	-71,441100	381,0	8,99	1,14153	0,010	120,00	11,69694
157	-29,958958	-71,433317	257,0	11,12	0,96159	0,011	72,00	6,73324
158	-29,960600	-71,453542	391,0	9,24	1,05138	0,010	160,00	16,46626
159	-30,038475	-71,445850	125,0	11,42	1,36998	0,016	0,00	0,00000
160	-30,028700	-71,457433	220,0	12,06	1,04098	0,013	30,00	2,38950
161	-30,036658	-71,484275	379,5	9,52	1,27419	0,012	320,00	26,37585
162	-30,023342	-71,494167	410,0	8,76	1,30050	0,011	180,00	15,80153
163	-30,100392	-71,489058	261,0	10,51	1,34740	0,014	60,00	4,23706
164	-30,092408	-71,493458	323,0	10,46	1,28425	0,013	210,00	15,63117
165	-30,091608	-71,504800	392,0	9,22	1,17266	0,011	240,00	22,20593
166	-30,089758	-71,511967	410,5	9,24	0,79474	0,007	200,00	27,22738
168	-30,121092	-71,509650	297,5	10,59	1,22864	0,013	0,00	0,00000
169	-30,138083	-71,531675	316,5	10,61	1,06342	0,011	0,00	0,00000
170	-30,145417	-71,552617	355,5	10,13	1,87770	0,019	180,00	9,46178
171	-30,133425	-71,552367	387,0	9,34	2,16512	0,020	100,00	4,94311
172	-30,138767	-71,575725	412,0	9,22	1,36801	0,013	20,00	1,58612
173	-30,214733	-71,652933	244,5	11,93	1,73025	0,021	100,00	4,84278
174	-30,221792	-71,660342	292,5	11,22	2,19783	0,025	490,00	19,86438
175	-30,344850	-71,729833	391,5	9,73	1,85850	0,018	100,00	5,53250
176	-30,442067	-71,743933	328,0	10,33	1,59743	0,017	300,00	18,17314
177	-30,453792	-71,754267	472,0	7,69	1,15899	0,009	30,00	3,36489
178	-30,511367	-71,755517	339,5	9,52	0,67384	0,006	200,00	31,17675
179	-30,571850	-71,774150	356,0	9,62	1,82001	0,018	60,00	3,42602
180	-30,662467	-71,764317	386,0	9,37	0,71751	0,007	40,00	5,95024
181	-30,777875	-71,763417	408,0	8,81	0,77684	0,007	20,00	2,92227
182	-30,843533	-71,750858	282,5	11,48	1,47553	0,017	60,00	3,54283
183	-30,749917	-71,763925	413,5	8,66	1,69161	0,015	20,00	1,36564
184	-30,767950	-71,764917	453,0	8,18	1,34037	0,011	0,00	0,00000
185	-30,845250	-71,758333	342,0	10,49	1,04947	0,011	20,00	1,81718

186	-30,921767	-71,744325	331,0	10,77	1,72896	0,019	200,00	10,74384
187	-31,007217	-71,730675	238,5	10,05	1,14009	0,011	300,00	26,18066
188	-31,015083	-71,742042	311,0	10,77	1,84009	0,020	400,00	20,19126
189	-31,023858	-71,754242	401,5	8,96	1,67477	0,015	0,00	0,00000
190	-31,137892	-71,740808	254,5	10,66	2,21310	0,024	20,00	0,84759
191	-31,240758	-71,713933	281,5	10,99	0,64519	0,007	240,00	33,83528
192	-31,238617	-71,732200	326,5	10,36	1,03599	0,011	160,00	14,90828
193	-31,257700	-71,737892	406,0	8,86	0,95199	0,008	260,00	30,82259
194	-31,330808	-71,701650	271,5	11,25	0,91287	0,010	300,00	29,21654
195	-31,328908	-71,714692	362,0	9,47	1,12913	0,011	240,00	22,44497
196	-31,435083	-71,659575	273,5	10,69	1,10756	0,012	0,00	0,00000
197	-31,424642	-71,671908	293,5	10,69	1,03272	0,011	40,00	3,62358
198	-31,451217	-71,647275	251,0	10,76	1,20326	0,013	40,00	3,08839
199	-31,462867	-71,661183	281,0	10,51	0,86104	0,009	80,00	8,83986
200	-31,507908	-71,643067	218,0	12,11	1,14807	0,014	0,00	0,00000
201	-31,515392	-71,662817	301,5	10,49	1,06679	0,011	0,00	0,00000
202	-31,509208	-71,682042	328,5	10,31	1,22569	0,013	240,00	18,99451
203	-31,675558	-71,678708	215,0	11,68	1,09117	0,013	0,00	0,00000
204	-31,682133	-71,689808	361,0	10,00	1,27598	0,013	20,00	1,56673
205	-31,756533	-71,657675	250,5	10,76	0,12799	0,001	0,00	0,00000
206	-31,737492	-71,679217	319,0	10,56	1,02479	0,011	220,00	20,32416
207	-31,750958	-71,686933	454,5	8,12	0,97766	0,008	100,00	12,58963
208	-31,889583	-71,665725	213,0	11,73	1,22447	0,014	20,00	1,39252
209	-31,830342	-71,660042	286,0	10,38	1,38977	0,014	120,00	8,31569
211	-31,989058	-71,641142	235,5	11,15	1,00822	0,011	40,00	3,55978
212	-31,979308	-71,662033	314,5	11,17	1,05312	0,012	40,00	3,39936
213	-31,994242	-71,674100	424,5	8,38	1,28469	0,011	40,00	3,71641
214	-32,012258	-71,627925	221,0	12,04	1,04112	0,013	60,00	4,78848
215	-32,024417	-71,641558	261,0	11,53	1,25398	0,014	60,00	4,15067
216	-32,014617	-71,658433	330,5	10,26	0,97873	0,010	60,00	5,97634
217	-32,020125	-71,673075	399,0	9,04	1,22784	0,011	20,00	1,80211
218	-32,068900	-71,625383	239,5	11,55	1,12792	0,013	60,00	4,60469
219	-32,065258	-71,640567	293,5	10,69	1,16075	0,012	60,00	4,83586
220	-32,078025	-71,654042	404,5	8,89	1,08920	0,010	20,00	2,06635
221	-32,145767	-71,632392	244,5	10,92	1,03536	0,011	0,00	0,00000
222	-32,136983	-71,639742	297,0	11,12	1,39195	0,015	140,00	9,04332
223	-32,161150	-71,659958	353,0	10,21	0,98666	0,010	160,00	15,88630
224	-32,246200	-71,651092	396,5	9,09	0,90822	0,008	20,00	2,42270
225	-32,233917	-71,649550	362,0	9,98	0,83802	0,008	160,00	19,13274
226	-32,241617	-71,641825	350,5	10,26	1,09535	0,011	120,00	10,67929
227	-32,229908	-71,642342	352,0	10,23	0,92009	0,009	160,00	16,99338
228	-32,235183	-71,634750	337,5	10,08	1,01846	0,010	120,00	11,68908
229	-32,290092	-71,613933	350,0	9,77	1,15406	0,011	160,00	14,18329
230	-32,280592	-71,627442	460,5	7,46	1,01524	0,008	60,00	7,91884
231	-32,292725	-71,639217	487,0	7,31	0,92188	0,007	20,00	2,96725
232	-32,280725	-71,650017	575,0	5,58	1,09063	0,006	0,00	0,00000
233	-32,328808	-71,578600	196,5	11,63	1,20058	0,014	0,00	0,00000
234	-32,317842	-71,594542	272,0	10,74	0,76910	0,008	140,00	16,95025
235	-32,321958	-71,611958	296,5	10,61	1,02339	0,011	120,00	11,04863
236	-32,315058	-71,623558	332,0	10,23	0,95623	0,010	120,00	12,26428
237	-32,324817	-71,641625	457,5	8,56	1,05418	0,009	0,00	0,00000
238	-32,360450	-71,589967	246,5	11,37	0,99663	0,011	60,00	5,29279
239	-32,355250	-71,609042	301,5	10,49	1,40249	0,015	160,00	10,87978

240	-32,377325	-71,623742	369,5	9,78	1,52697	0,015	120,00	8,03900
241	-32,462775	-71,614750	270,5	11,27	0,97958	0,011	120,00	10,86623
242	-32,449908	-71,628225	310,0	10,28	0,93733	0,010	120,00	12,45061
243	-32,465283	-71,644750	432,0	8,20	0,94039	0,008	120,00	15,56167
244	-32,457167	-71,652625	452,5	8,18	0,90577	0,007	20,00	2,70086
245	-32,537517	-71,644075	309,0	10,82	1,07239	0,012	120,00	10,34494
246	-32,547417	-71,661050	436,5	8,58	1,10672	0,009	80,00	8,42291
247	-32,583733	-71,627508	218,0	11,09	0,87293	0,010	0,00	0,00000
248	-32,594033	-71,641633	282,5	10,97	0,92095	0,010	160,00	15,83916
249	-32,584742	-71,659692	389,0	9,29	0,90806	0,008	80,00	9,48044
250	-32,626825	-71,621833	163,0	11,47	1,45357	0,017	0,00	0,00000
251	-32,631275	-71,644017	209,0	11,83	0,97777	0,012	0,00	0,00000
252	-32,621625	-71,657192	378,5	9,55	1,22084	0,012	120,00	10,29570
253	-32,727050	-71,641742	184,5	12,44	1,17132	0,015	0,00	0,00000
254	-32,731583	-71,660358	282,0	10,49	1,07284	0,011	160,00	14,22378
255	-32,812792	-71,693492	263,0	10,97	0,76593	0,008	240,00	28,56937
256	-32,828758	-71,701858	269,0	10,82	0,83399	0,009	260,00	28,82503
257	-32,870233	-71,718533	214,5	11,68	0,76747	0,009	200,00	22,31375
258	-32,875250	-71,734000	361,0	9,50	1,54060	0,015	160,00	10,93748
259	-32,880700	-71,740692	334,0	10,18	0,80900	0,008	360,00	43,70567
260	-32,928333	-71,755925	224,0	11,45	1,19761	0,014	160,00	11,66810
261	-32,931250	-71,765500	299,0	10,56	0,60223	0,006	400,00	62,88533
262	-32,955333	-71,780650	353,0	10,21	1,33254	0,014	360,00	26,46627
263	-32,957675	-71,757783	198,5	11,58	0,80836	0,009	0,00	0,00000
264	-32,961083	-71,768900	250,0	10,79	0,77958	0,008	3.000,00	356,67452
265	-32,961858	-71,791592	362,0	9,98	0,96073	0,010	220,00	22,94734
266	-32,980033	-71,781408	255,0	11,17	1,48964	0,017	120,00	7,21109
267	-32,971417	-71,786758	317,0	10,10	1,15273	0,012	140,00	12,01941
268	-32,984500	-71,815633	438,5	8,02	1,09429	0,009	100,00	11,39134
269	-33,011342	-71,805008	303,5	10,43	0,89060	0,009	240,00	25,82502
270	-33,020667	-71,833308	431,0	9,24	0,89402	0,008	6,00	0,72605
271	-33,037883	-71,865967	530,5	7,72	1,03385	0,008	0,00	0,00000
272	-33,137092	-71,845158	173,0	13,26	1,10621	0,015	240,00	16,36782
273	-33,140067	-71,864167	285,0	10,92	1,15304	0,013	300,00	23,83107
274	-33,143708	-71,882133	418,0	9,06	1,21499	0,011	300,00	27,23881
275	-33,221183	-71,858942	176,5	11,63	1,02761	0,012	0,00	0,00000
276	-33,221025	-71,881258	350,0	10,28	1,26705	0,013	160,00	12,27904
277	-33,323183	-71,860400	198,5	12,09	0,95122	0,011	0,00	0,00000
278	-33,303350	-71,876125	354,0	9,16	11,66880	0,107	160,00	1,49622
278	-33,339767	-71,874917	314,5	9,16	11,66880	0,107	180,00	1,68324
279	-33,332492	-71,894000	419,0	9,04	2,79354	0,025	160,00	6,33612
279	-33,337517	-71,885517	388,5	9,04	2,79354	0,025	180,00	7,12814
280	-33,381217	-71,855217	191,0	12,80	1,35854	0,017	100,00	5,75172
281	-33,396167	-71,872150	291,0	10,77	0,76284	0,008	340,00	41,40153
282	-33,402317	-71,879725	351,0	10,26	0,75933	0,008	420,00	53,91814
283	-33,436342	-71,863050	207,0	12,39	0,95971	0,012	260,00	21,86382
284	-33,443617	-71,873950	250,5	11,27	1,69873	0,019	320,00	16,71064
285	-33,558867	-71,908925	278,0	10,59	1,23253	0,013	280,00	21,45861
286	-33,559250	-71,930775	239,5	11,55	0,85373	0,010	320,00	32,44558
287	-33,552892	-71,941250	301,5	10,49	1,31832	0,014	380,00	27,48917
288	-33,626017	-71,998208	161,5	12,52	0,98810	0,012	0,00	0,00000
289	-33,615200	-72,001292	204,5	11,93	1,01453	0,012	0,00	0,00000
290	-33,614642	-72,025517	334,5	10,16	1,04669	0,011	280,00	26,33973

291	-33,772217	-72,078050	198,5	12,09	1,51604	0,018	320,00	17,46557
292	-33,776825	-72,078050	310,0	10,28	1,42601	0,015	220,00	15,00380
293	-33,780600	-72,097767	533,5	6,63	0,97655	0,006	0,00	0,00000
294	-33,847042	-72,114233	205,5	11,91	1,00802	0,012	500,00	41,65663
295	-33,843208	-72,123175	298,0	10,59	0,94606	0,010	560,00	55,90888
296	-33,850192	-72,135708	445,0	7,87	0,93834	0,007	0,00	0,00000
297	-33,930750	-72,134825	178,0	11,60	1,00749	0,012	0,00	0,00000
298	-33,939808	-72,143742	238,0	11,09	1,05677	0,012	0,00	0,00000
299	-34,076367	-72,209242	232,0	10,74	0,53728	0,006	360,00	62,40085
300	-34,071883	-72,229008	333,0	10,21	0,81025	0,008	120,00	14,50989
301	-34,132058	-72,230400	249,5	11,30	0,88022	0,010	60,00	6,03320
302	-34,107917	-72,255658	392,0	9,22	0,90241	0,008	60,00	7,21397
303	-34,096233	-72,256658	423,0	8,94	0,93785	0,008	20,00	2,38597
304	-34,143783	-72,193242	199,0	11,07	0,93377	0,010	40,00	3,87061
305	-34,126767	-72,229525	254,0	11,20	0,90783	0,010	180,00	17,70859
306	-34,137183	-72,244442	296,5	10,61	0,97691	0,010	0,00	0,00000
307	-34,188467	-72,203575	205,0	10,91	0,95879	0,010	20,00	1,91112
308	-34,201667	-72,228833	245,5	10,89	0,94349	0,010	220,00	21,41028
309	-34,186825	-72,251408	290,0	10,79	0,82565	0,009	240,00	26,93784
310	-34,214933	-72,224492	234,5	11,17	0,89887	0,010	0,00	0,00000
311	-34,223958	-72,248025	253,5	10,69	0,92280	0,010	40,00	4,05577
312	-34,216317	-72,259067	345,0	10,41	0,91530	0,010	160,00	16,79050
313	-34,230450	-72,270242	364,0	9,93	0,93763	0,009	120,00	12,89084
314	-34,274942	-72,245658	272,5	10,71	0,94539	0,010	100,00	9,87291
315	-34,288417	-72,244900	297,5	10,59	0,97105	0,010	80,00	7,78143
316	-34,285200	-72,267875	431,0	8,73	0,95274	0,008	40,00	4,80671
317	-34,295917	-72,253017	394,5	9,14	0,86069	0,008	80,00	10,16907
318	-34,291642	-72,252458	360,0	10,03	1,63558	0,016	10,00	0,60959
319	-34,320775	-72,182217	219,5	10,53	0,92032	0,010	2,00	0,20631
320	-34,328833	-72,190542	235,5	10,64	0,99849	0,011	0,00	0,00000
321	-34,321092	-72,211408	352,5	10,21	0,95620	0,010	4,00	0,40981
322	-34,366550	-72,194825	248,5	10,81	0,95048	0,010	60,00	5,83706
323	-34,370208	-72,200650	296,5	10,61	0,99024	0,011	80,00	7,61233
324	-34,384708	-72,205125	351,5	10,23	1,00283	0,010	60,00	5,84679
325	-34,436342	-72,176508	234,0	10,69	0,91951	0,010	0,00	0,00000
326	-34,453442	-72,190667	302,0	10,49	0,91670	0,010	240,00	24,96797
327	-34,495558	-72,185883	256,5	10,61	0,95659	0,010	10,00	0,98515
328	-34,484250	-72,195642	305,5	10,89	0,85163	0,009	300,00	32,33837
329	-34,533550	-72,184925	223,0	11,48	0,07815	0,001	40,00	44,60523
330	-34,521958	-72,191708	281,0	11,02	0,74931	0,008	960,00	116,26547
331	-34,561792	-72,190875	242,5	10,97	1,00704	0,011	300,00	27,16331
332	-34,582750	-72,212467	360,0	10,03	1,40344	0,014	360,00	25,57503
333	-34,608758	-72,218708	359,0	10,06	0,91680	0,009	0,00	0,00000
334	-34,594092	-72,221350	411,0	8,73	0,93681	0,008	0,00	0,00000
335	-34,636067	-72,236250	400,0	9,01	0,87885	0,008	0,00	0,00000
336	-34,618183	-72,237917	453,0	8,18	0,92707	0,008	0,00	0,00000
337	-34,665392	-72,193992	185,5	11,91	0,83078	0,010	16,00	1,61749
338	-34,677167	-72,230517	317,5	10,08	0,84946	0,009	0,00	0,00000
339	-34,711417	-72,232175	217,5	11,60	0,78593	0,009	2,00	0,21933
340	-34,695383	-72,240575	300,0	11,05	0,81519	0,009	1.240,00	137,71178
341	-34,708125	-72,264367	439,0	8,02	0,90662	0,007	0,00	0,00000
342	-34,773917	-72,257675	171,5	11,75	0,88480	0,010	60,00	5,76953
343	-34,783875	-72,285358	183,0	11,98	0,87383	0,010	1.940,00	185,27253

344	-34,781967	-72,313342	338,5	9,55	0,64473	0,006	60,00	9,74928
345	-34,852775	-72,468133	174,5	11,68	0,96292	0,011	0,00	0,00000
346	-34,848183	-72,476808	214,5	11,68	0,99928	0,012	360,00	30,84753
347	-34,840125	-72,483767	278,5	11,07	0,85949	0,010	60,00	6,30595
348	-34,894367	-72,525742	196,5	11,63	0,91226	0,011	100,00	9,42781
349	-34,874792	-72,527250	267,5	11,35	0,84500	0,010	200,00	20,85384
350	-34,883433	-72,548333	362,5	9,44	1,00523	0,009	160,00	16,85282
351	-34,958775	-72,560742	366,5	8,83	0,92906	0,008	180,00	21,93175
352	-34,948700	-72,567300	405,0	8,89	0,86982	0,008	0,00	0,00000
353	-34,938283	-72,563717	462,5	8,43	1,01986	0,009	0,00	0,00000
354	-35,050858	-72,601233	194,5	12,19	0,93216	0,011	440,00	38,73158
355	-35,058192	-72,622475	246,0	11,40	0,86631	0,010	200,00	20,25151
356	-35,031775	-72,619292	316,0	10,64	1,04142	0,011	220,00	19,85619
357	-35,244458	-72,681175	161,0	11,52	1,09984	0,013	20,00	1,57797
358	-35,238908	-72,707533	248,0	10,84	0,95617	0,010	80,00	7,71834
359	-35,235850	-72,715533	367,0	9,34	0,88644	0,008	100,00	12,07441
360	-35,364817	-72,940000	260,0	11,04	0,91159	0,010	200,00	19,86543
361	-35,367142	-72,956892	307,5	10,33	0,92324	0,010	160,00	16,77132
362	-35,361125	-72,957975	322,5	10,46	0,87373	0,009	240,00	26,25779
363	-35,409850	-72,981092	262,5	10,46	0,88910	0,009	120,00	12,90457
364	-35,415750	-72,990625	305,0	10,41	0,88732	0,009	180,00	19,48771
365	-35,402908	-72,985625	317,5	10,59	0,94195	0,010	220,00	22,05829
366	-35,607325	-73,026575	181,0	12,03	0,97365	0,012	149,16	12,73050
367	-35,614542	-73,051067	210,5	11,78	0,90233	0,011	140,00	13,17056
368	-35,600783	-73,071292	255,0	10,66	0,92305	0,010	360,00	36,57874
369	-35,632225	-73,074308	230,5	11,78	0,98415	0,012	200,00	17,24969
370	-35,636525	-73,091850	272,5	11,22	0,92205	0,010	240,00	23,19300
371	-35,617725	-73,101808	326,0	9,88	0,94362	0,009	300,00	32,19197
372	-35,716258	-73,084350	201,0	12,03	1,04766	0,013	99,35	7,88022
373	-35,723108	-73,090683	217,5	11,60	1,10997	0,013	140,00	10,87094
374	-35,699992	-73,122808	255,5	11,65	0,91827	0,011	100,00	9,34380
375	-35,708700	-73,142517	277,5	11,10	0,99627	0,011	60,00	5,42778
376	-35,697333	-73,142458	294,5	10,66	1,03355	0,011	80,00	7,25857
377	-35,762075	-73,163733	289,0	10,82	1,06158	0,011	40,00	3,48364
378	-35,774675	-73,173458	324,5	9,90	0,94425	0,009	119,56	12,78792
379	-35,815083	-73,027558	201,0	12,03	0,83054	0,010	86,81	8,68492
380	-35,824250	-73,033333	213,0	11,73	0,83535	0,010	160,00	16,32943
381	-35,831900	-73,037033	213,0	11,73	0,95258	0,011	298,86	26,74800
382	-35,839617	-73,047750	235,0	11,68	1,06683	0,012	300,00	24,07715
383	-35,836158	-73,062842	240,5	11,53	0,97901	0,011	240,00	21,26707
384	-35,827133	-73,103433	264,0	11,45	0,94701	0,011	200,00	18,44218
385	-35,851942	-73,086967	270,0	11,30	1,04101	0,012	240,00	20,40407
386	-35,883442	-72,938508	181,0	12,03	0,92878	0,011	20,00	1,78944
387	-35,905258	-72,970483	208,5	11,83	0,95800	0,011	100,00	8,82276
388	-35,900833	-72,983742	220,0	11,55	0,94801	0,011	160,00	14,61039
389	-35,911867	-72,989225	256,5	11,12	0,97380	0,011	120,00	11,08134
390	-35,981750	-72,958733	236,0	11,65	0,97754	0,011	200,00	17,55573
391	-35,982908	-72,968100	254,5	11,17	0,85097	0,010	80,00	8,41542
392	-35,967433	-72,983742	280,0	11,04	0,95758	0,011	200,00	18,91006
393	-35,976942	-73,003417	310,0	10,28	0,91041	0,009	180,00	19,22828
394	-35,961425	-73,021517	330,0	10,79	0,96582	0,010	160,00	15,35018
395	-35,972433	-73,056067	359,0	10,06	0,87455	0,009	100,00	11,37160
396	-36,024292	-72,951717	232,0	11,25	0,96994	0,011	700,00	64,16977

397	-36,014208	-72,966583	263,0	11,48	0,93492	0,011	420,00	39,14266
398	-36,023875	-72,995958	316,0	10,13	1,04018	0,011	140,00	13,28648
399	-36,059075	-72,948258	218,0	11,60	1,06319	0,012	194,25	15,74713
400	-36,073100	-72,977633	250,0	11,30	0,95199	0,011	10,00	0,92972
402	-36,058258	-73,442975	232,5	11,22	0,88049	0,010	80,00	8,09702
403	-36,063358	-73,450617	237,0	11,12	0,91336	0,010	100,00	9,84614
404	-36,062508	-73,458183	311,0	10,26	0,89410	0,009	139,46	15,20685
405	-36,067558	-73,463067	317,5	10,08	0,91688	0,009	45,16	4,88618
406	-36,065492	-73,467908	369,0	9,80	1,02614	0,010	118,10	11,74313
407	-36,097600	-73,441750	275,0	11,17	0,97735	0,011	0,00	0,00000
408	-36,100075	-73,437342	231,0	11,27	0,74611	0,008	80,00	9,51223
409	-36,095967	-73,434608	218,0	11,60	0,83655	0,010	160,00	16,48462
410	-36,177325	-73,533408	336,5	10,11	0,90976	0,009	37,68	4,09882
411	-36,179967	-73,509275	312,0	10,23	1,60403	0,016	0,00	0,00000
412	-36,225867	-73,521842	177,5	12,11	1,39683	0,017	32,02	1,89310
413	-36,218792	-73,540950	216,0	11,65	0,89151	0,010	351,70	33,85313
414	-36,202267	-73,542883	274,0	11,20	0,89694	0,010	400,00	39,82725
415	-36,236467	-73,548925	236,5	11,63	0,92246	0,011	9,97	0,92972
416	-36,224342	-73,554142	278,5	11,07	0,85039	0,009	39,84	4,23145
417	-36,274250	-73,564167	218,0	12,11	1,04770	0,013	70,42	5,54944
418	-36,282217	-73,572917	309,0	10,31	1,06133	0,011	100,00	9,14068
419	-36,373592	-73,539542	212,0	11,75	0,71064	0,008	20,88	2,49932
420	-36,388592	-73,552233	295,0	10,66	1,16165	0,012	340,00	27,44702
421	-36,397317	-73,555800	339,0	10,05	0,81548	0,008	40,00	4,87848
422	-36,419942	-73,538075	212,5	12,24	0,93893	0,011	20,00	1,74048
423	-36,409975	-73,552158	295,0	10,66	0,91176	0,010	10,00	1,02852
424	-36,419242	-73,570683	424,0	8,91	1,01832	0,009	0,00	0,00000
425	-36,476817	-73,570942	302,5	10,46	0,94839	0,010	10,00	1,00801
426	-36,499367	-73,566450	238,0	11,09	0,65371	0,007	0,00	0,00000
427	-36,495608	-73,574442	289,5	10,79	0,76113	0,008	160,00	19,48106
428	-36,505383	-73,576583	292,0	10,74	0,83162	0,009	80,00	8,95709
429	-36,506108	-73,580533	308,0	10,33	0,92456	0,010	120,00	12,56058
430	-36,535575	-73,560367	210,5	11,78	0,91458	0,011	120,00	11,13784
431	-36,526183	-73,566850	234,0	11,70	0,84550	0,010	240,00	24,25121
432	-36,536117	-73,578917	285,0	10,92	0,99054	0,011	300,00	27,74038
433	-36,551883	-73,580367	289,5	11,30	0,26829	0,003	160,00	52,77800
434	-36,557183	-73,587542	345,0	10,41	0,97848	0,010	240,00	23,55945
435	-36,595492	-73,575592	273,5	11,71	0,86881	0,010	260,00	25,56386
436	-36,600267	-73,582883	350,5	10,26	0,93903	0,010	200,00	20,76170
437	-36,682050	-73,562883	197,5	11,60	0,94933	0,011	240,00	21,79076
438	-36,670233	-73,574317	274,5	11,17	1,06993	0,012	200,00	16,73192
4000	-33,619217	-72,012975	280,0	11,04	5,47699	0,060	1.620,00	26,78012
4001	-33,613992	-72,012583	255,5	11,15	0,32553	0,004	820,00	226,00159
4002	-33,704750	-72,038500	262,5	10,97	4,98736	0,055	600,00	10,96876
4003	-33,694100	-72,032692	248,0	11,35	4,97987	0,057	780,00	13,80116
4004	-33,570358	-71,954125	272,5	11,22	3,87358	0,043	1.000,00	23,00318
4005	-33,389217	-71,867758	244,5	11,93	11,25930	0,134	460,00	3,42333
4006	-33,567367	-71,920342	238,0	11,60	6,65275	0,077	1.540,00	19,94994
4007	-33,583533	-71,948158	251,5	11,25	8,30227	0,093	900,00	9,63812
4008	-33,562342	-71,915217	300,0	10,54	5,45902	0,058	1.120,00	19,47167
4009	-33,570283	-71,957225	325,0	10,41	4,68212	0,049	360,00	7,38580
4010	-33,576092	-71,975375	250,5	10,76	4,70256	0,051	180,00	3,55607
4011	-33,611583	-72,009650	268,5	11,32	7,06379	0,080	1.040,00	13,00110

4012	-33,987608	-72,168825	267,0	10,36	3,01238	0,031	1.220,00	39,10266
4013	-34,031908	-72,204025	287,5	10,84	5,90042	0,064	1.300,00	20,32211
4014	-34,034017	-72,201325	278,5	11,58	7,02592	0,081	1.120,00	13,76682
4015	-34,048675	-72,210092	292,5	10,71	7,06123	0,076	300,00	3,96524
4016	-34,097350	-72,197925	207,0	11,88	3,64107	0,043	360,00	8,32116
4017	-34,278733	-72,149967	182,5	11,98	6,09326	0,073	0,00	0,00000
4018	-34,347008	-72,153475	189,0	12,34	7,14621	0,088	0,00	0,00000
4019	-33,924225	-72,129242	335,5	9,62	7,64182	0,074	500,00	6,80018
4020	-33,933008	-72,152075	376,0	9,11	6,24176	0,057	320,00	5,62502
4021	-33,936800	-72,157817	418,0	9,06	2,59045	0,023	400,00	17,03426
4022	-33,162283	-71,869108	309,0	10,31	7,24322	0,075	360,00	4,82171
4023	-33,155567	-71,862258	258,0	11,60	4,37466	0,051	560,00	11,03159
4024	-33,157258	-71,861375	260,0	11,04	6,49365	0,072	340,00	4,74088
4025	-33,261000	-71,891617	405,5	8,86	7,13547	0,063	620,00	9,80608
4026	-33,337367	-71,888450	399,0	9,04	7,41653	0,067	860,00	12,82896
4027	-33,476883	-71,855583	296,5	10,61	5,71643	0,061	720,00	11,86796
4028	-33,463050	-71,854842	184,0	10,94	5,54914	0,061	0,00	0,00000
4029	-33,277600	-71,892625	409,5	8,76	5,68193	0,050	1.200,00	24,11140
4030	-33,313542	-71,885658	374,5	9,65	6,27237	0,061	1.360,00	22,47199
4031	-33,383633	-71,883017	365,5	9,88	4,63104	0,046	1.780,00	38,91358
4032	-33,578250	-71,943150	221,0	11,53	4,10089	0,047	600,00	12,69362
4033	-33,242242	-71,886608	377,0	9,60	7,36336	0,071	240,00	3,39597
4034	-33,735575	-72,021633	147,5	11,85	1,48789	0,018	0,00	0,00000
4035	-33,807400	-72,057608	154,5	11,68	6,54490	0,076	0,00	0,00000
4036	-33,776542	-72,049017	146,5	11,88	6,38975	0,076	2.800,00	36,88633
4037	-33,790158	-72,062775	149,0	11,83	8,36108	0,099	0,00	0,00000
10023	-26,001083	-70,748833	325,0	12,62	1,24124	0,016	13,80	0,88111
10038	-26,382750	-70,847275	380,0	12,43	1,42698	0,018	54,00	3,04562
10044	-26,504333	-70,843283	299,5	12,30	0,96408	0,012	64,68	5,45403
10048	-26,640342	-70,821242	362,0	12,49	0,85831	0,011	25,76	2,40322
10052	-26,722467	-70,834025	335,5	12,17	0,88354	0,011	11,07	1,02909
10056	-26,805083	-70,900883	304,0	12,29	1,14039	0,014	58,74	4,19185
10057	-26,825292	-70,880358	245,0	12,90	0,88655	0,011	43,68	3,81819
10059	-26,870350	-70,921767	302,5	12,29	1,01428	0,012	71,70	5,75160
10060	-26,905725	-70,920967	324,0	12,22	1,28662	0,016	54,00	3,43560
10068	-27,055750	-70,948625	315,0	12,25	0,83536	0,010	21,60	2,11110
10072	-27,110517	-71,004642	267,0	12,42	0,82329	0,010	108,03	10,56647
10074	-27,191917	-71,009900	290,0	12,34	0,79986	0,010	16,20	1,64172
10075	-27,276708	-71,004508	222,5	11,76	0,80815	0,010	3,60	0,37901
10076	-27,296125	-71,018817	307,5	12,27	1,08587	0,013	28,80	2,16106
10084	-27,461083	-71,030742	335,0	12,58	1,00638	0,013	27,00	2,13189
10085	-27,477533	-71,013983	194,0	12,27	1,14915	0,014	100,80	7,14912
10086	-27,511750	-71,017500	257,5	12,04	0,82571	0,010	72,00	7,24053
10089	-27,592542	-71,027142	222,5	11,76	0,96086	0,011	99,00	8,76142
10090	-27,610533	-71,042600	252,5	11,65	1,00143	0,012	25,20	2,15934
10091	-27,627783	-71,037425	181,0	11,50	1,00861	0,012	201,60	17,37865
10094	-27,795400	-71,140167	295,0	11,91	0,90181	0,011	144,00	13,40496
10105	-28,149025	-71,265667	330,0	12,60	0,82974	0,010	126,00	12,04984
10106	-28,195675	-71,261475	246,5	12,08	1,07101	0,013	9,00	0,69553
10110	-28,475375	-71,326433	316,5	12,65	0,87346	0,011	72,00	6,51714
10111	-28,508975	-71,326258	290,0	11,93	0,91953	0,011	27,00	2,46133
10112	-28,572967	-71,354000	243,5	12,50	0,98619	0,012	63,00	5,11068
10124	-28,855508	-71,533867	279,0	12,38	0,91104	0,011	163,80	14,52794

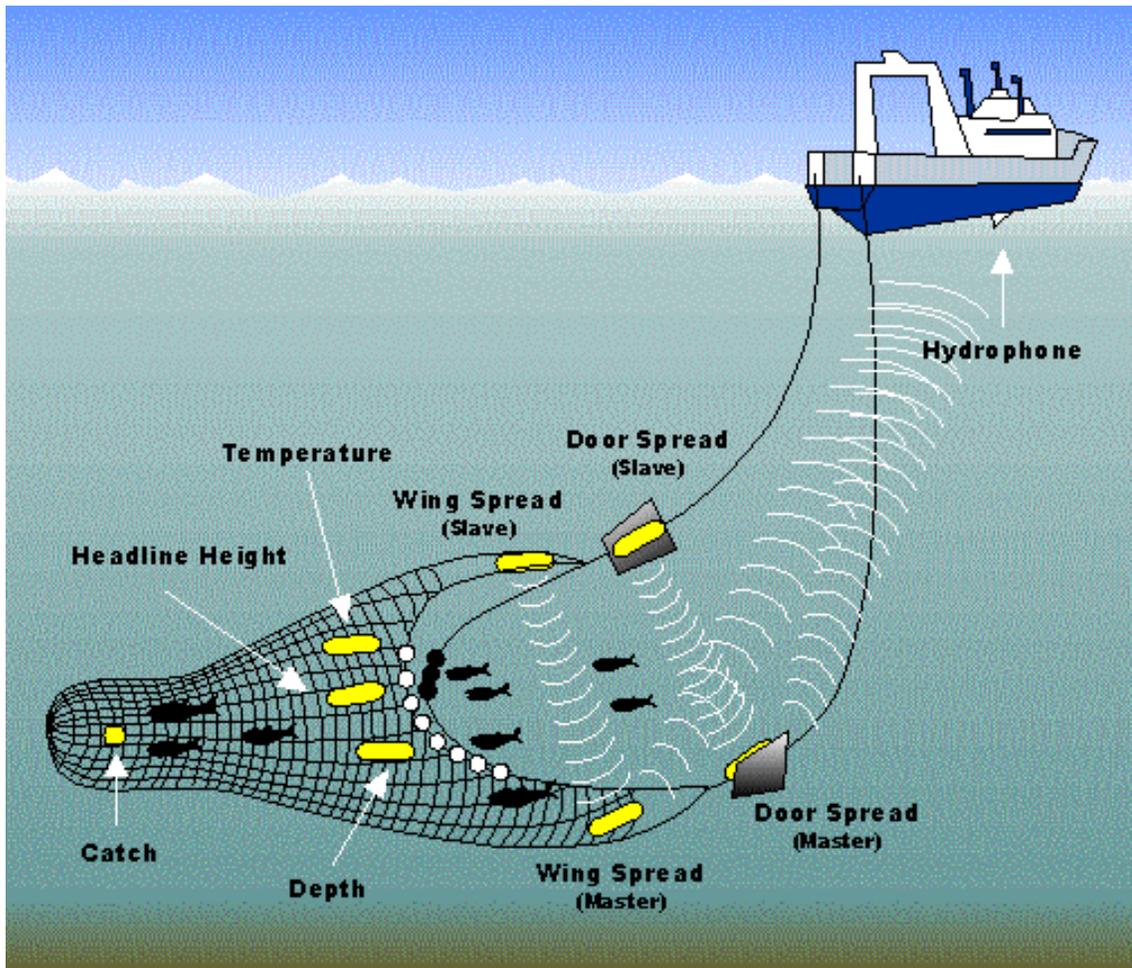
10125	-28,929775	-71,547208	373,5	12,45	1,22458	0,015	64,80	4,25152
10127	-29,133917	-71,577475	261,5	12,03	0,69143	0,008	153,00	18,39596
10358	-33,593083	-71,992500	274,0	10,69	1,15786	0,012	540,00	43,63442
10360	-33,612250	-71,972583	170,0	11,80	0,96286	0,011	38,89	3,42163
10366	-33,690325	-72,032500	300,5	10,51	0,90528	0,010	630,00	66,20707
10367	-33,705583	-72,024500	164,0	11,96	0,89108	0,011	131,47	12,33962
10368	-33,724167	-72,025333	152,5	12,24	0,94325	0,012	80,62	6,98462
10370	-33,741500	-72,050667	241,5	11,50	0,81451	0,009	208,36	22,24186
10372	-33,765833	-72,070083	272,5	11,22	1,06087	0,012	288,00	24,18978
10376	-33,815500	-72,101417	264,0	11,45	0,91048	0,010	360,00	34,52794
10377	-33,874583	-72,122250	207,5	11,86	0,91290	0,011	267,07	24,67444
10378	-33,887333	-72,119750	175,0	12,19	0,81391	0,010	144,37	14,55542
10379	-33,926917	-72,139750	197,0	11,63	1,02034	0,012	264,82	22,32240
10382	-34,106500	-72,223333	251,0	10,76	0,91390	0,010	236,06	23,99736
10386	-34,175083	-72,206250	208,5	11,32	1,09432	0,012	55,90	4,51176
10387	-34,170083	-72,247417	298,0	10,59	1,02692	0,011	270,00	24,83340
10389	-34,191250	-72,231500	253,0	10,71	0,96766	0,010	210,23	20,27924
10391	-34,250667	-72,212500	209,5	11,30	0,96402	0,011	4,91	0,45077
10393	-34,295583	-72,205917	233,5	11,20	0,89215	0,010	324,00	32,43756
10395	-34,297667	-72,239083	342,0	10,49	0,94632	0,010	288,00	29,01970
10397	-34,327000	-72,210833	275,0	11,17	0,84036	0,009	432,00	46,01407
10403	-34,359917	-72,204083	309,5	10,79	0,87076	0,009	16,40	1,74528
10404	-34,392833	-72,170583	220,0	11,55	0,85215	0,010	356,46	36,21182
10407	-34,389917	-72,197750	314,0	10,69	0,87076	0,009	396,00	42,54297
10408	-34,388750	-72,200333	332,0	10,74	0,98096	0,011	13,60	1,29070
10409	-34,437333	-72,171583	229,0	11,83	0,84864	0,010	237,00	23,60256
10410	-34,464417	-72,196083	359,0	10,06	0,86361	0,009	144,00	16,58256
10412	-34,474583	-72,194833	308,5	10,82	0,80984	0,009	594,00	67,80886
10415	-34,524417	-72,193833	261,5	10,99	0,79699	0,009	180,00	20,54444
10417	-34,556750	-72,204083	292,0	10,23	0,94325	0,010	142,62	14,77878
10418	-34,578333	-72,205417	315,0	10,66	0,94640	0,010	102,54	10,15924
10420	-34,607167	-72,204583	241,5	11,50	0,92526	0,011	288,00	27,06264
10421	-34,623333	-72,184083	194,5	11,68	0,95493	0,011	156,25	14,01146
10424	-34,658000	-72,220250	250,5	11,27	0,85787	0,010	342,00	35,36461
10426	-34,692083	-72,243000	322,0	11,00	0,93716	0,010	576,00	55,89741
10432	-34,973083	-72,573417	237,5	11,09	0,89827	0,010	142,34	14,28309
10433	-34,990500	-72,582167	325,0	9,90	1,11176	0,011	179,54	16,31020
10434	-35,085667	-72,627667	224,0	10,94	0,95825	0,010	189,01	18,02780
10435	-35,118250	-72,645583	249,5	10,79	0,91318	0,010	161,55	16,39718
10437	-35,387833	-72,974333	325,0	10,41	0,69748	0,007	216,00	29,74823
10440	-35,808083	-73,019250	218,5	11,58	1,09344	0,013	234,00	18,48512
10447	-35,842167	-73,049667	238,0	11,09	0,92773	0,010	216,00	20,98628
10452	-35,842500	-73,029917	223,0	11,48	0,98622	0,011	234,00	20,67645
10463	-36,052417	-73,455917	250,5	10,76	0,84974	0,009	432,00	47,23122
10464	-36,053167	-73,445750	228,0	11,35	0,96895	0,011	389,74	35,44409
10467	-36,109083	-72,972333	206,0	11,40	0,91965	0,010	54,00	5,15143
10469	-36,136083	-72,941417	107,5	12,36	0,89313	0,011	224,04	20,29169
10471	-36,137750	-73,026083	220,5	11,53	1,02667	0,012	126,00	10,64767
10474	-36,143250	-73,086417	248,5	10,81	0,95504	0,010	9,00	0,87138
10478	-36,167583	-73,111667	215,0	11,17	0,67500	0,008	26,41	3,50271
10479	-36,174417	-73,151500	208,5	11,83	0,85668	0,010	2,40	0,23718
10501	-36,222250	-73,525333	182,0	10,99	0,87271	0,010	356,63	37,18249
10503	-36,212250	-73,539083	214,5	11,68	0,80807	0,009	342,00	36,23962

10513	-36,258500	-73,555000	172,5	11,73	1,13494	0,013	273,00	20,50979
10540	-36,453167	-73,544417	207,5	11,35	0,77934	0,009	5,20	0,58811
10543	-36,445250	-73,536083	186,0	11,40	0,87676	0,010	3,96	0,39628
10559	-36,525333	-73,571083	206,5	11,88	0,96626	0,011	43,53	3,79143
10563	-36,569833	-73,581000	314,0	11,20	1,00048	0,011	18,00	1,60654
10569	-36,642833	-73,563167	210,5	11,78	0,88491	0,010	133,38	12,79506
10570	-36,678417	-73,568500	218,5	11,58	0,94150	0,011	54,00	4,95424
13039	-35,753583	-73,158083	304,0	10,94	9,28891	0,102	2.680,00	26,36307
13040	-35,827083	-73,139667	314,5	10,66	7,87454	0,084	2.140,00	25,48308
13041	-35,816917	-73,146083	311,5	10,74	6,57279	0,071	1.600,00	22,66417
13042	-35,745833	-73,172917	335,5	10,64	7,31282	0,078	1.000,00	12,85241
13043	-35,863583	-73,099333	309,0	10,82	8,37490	0,091	2.680,00	29,58372

Anexo 5. Sistema NETMIND para medición de APA.

ANEXO 5

SISTEMA NETMIND PARA MEDICIÓN DE APA



a)



b)



c)

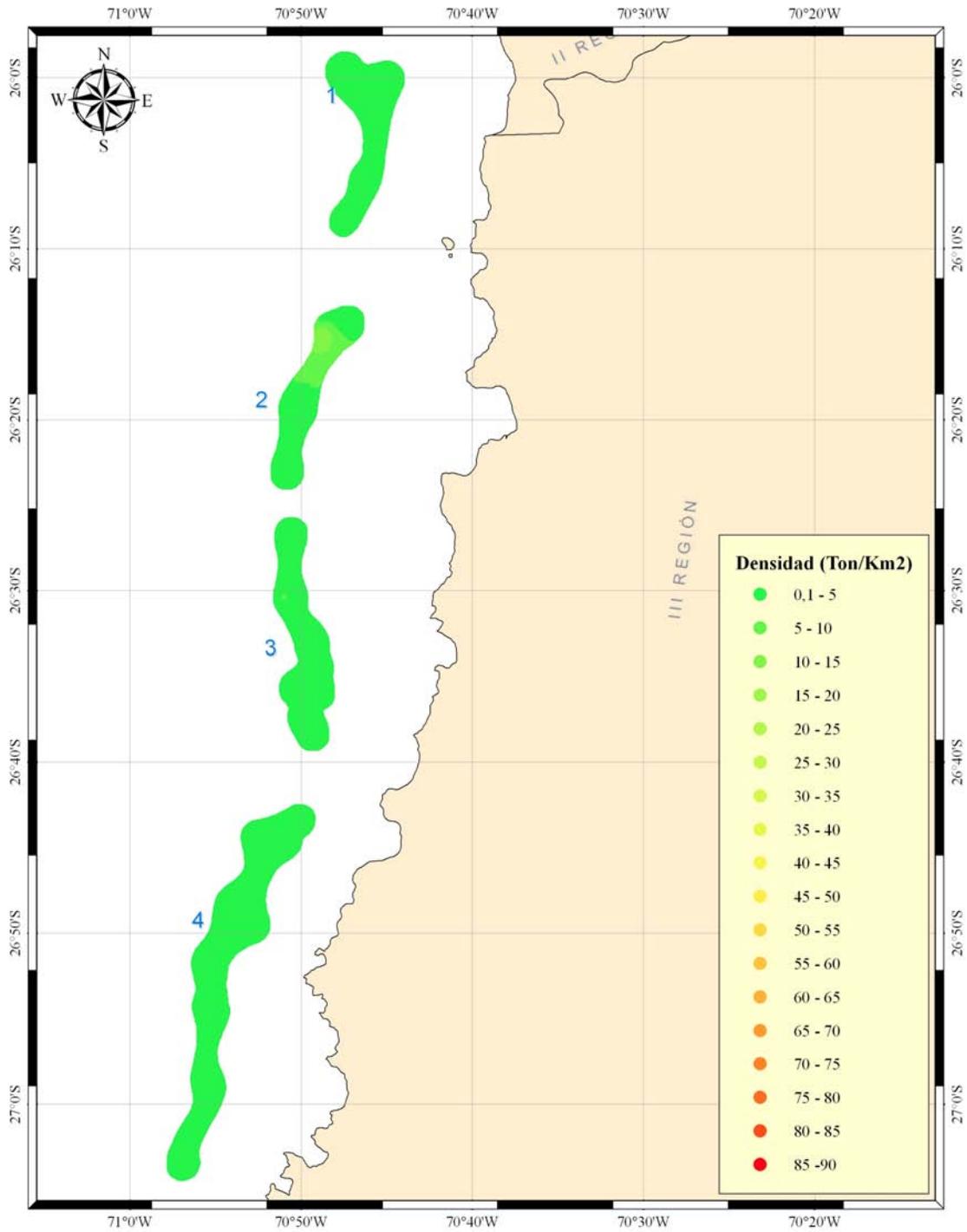


Equipo Wing Spread Netmind de North Star Technical. (a) Deck Unit de conexión entre el hidrófono y el PC; (b) hidrófono de remolque; (c) Sensores de abertura de alas.

Anexo 6. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de camarón nailon por zona de análisis geoestadístico

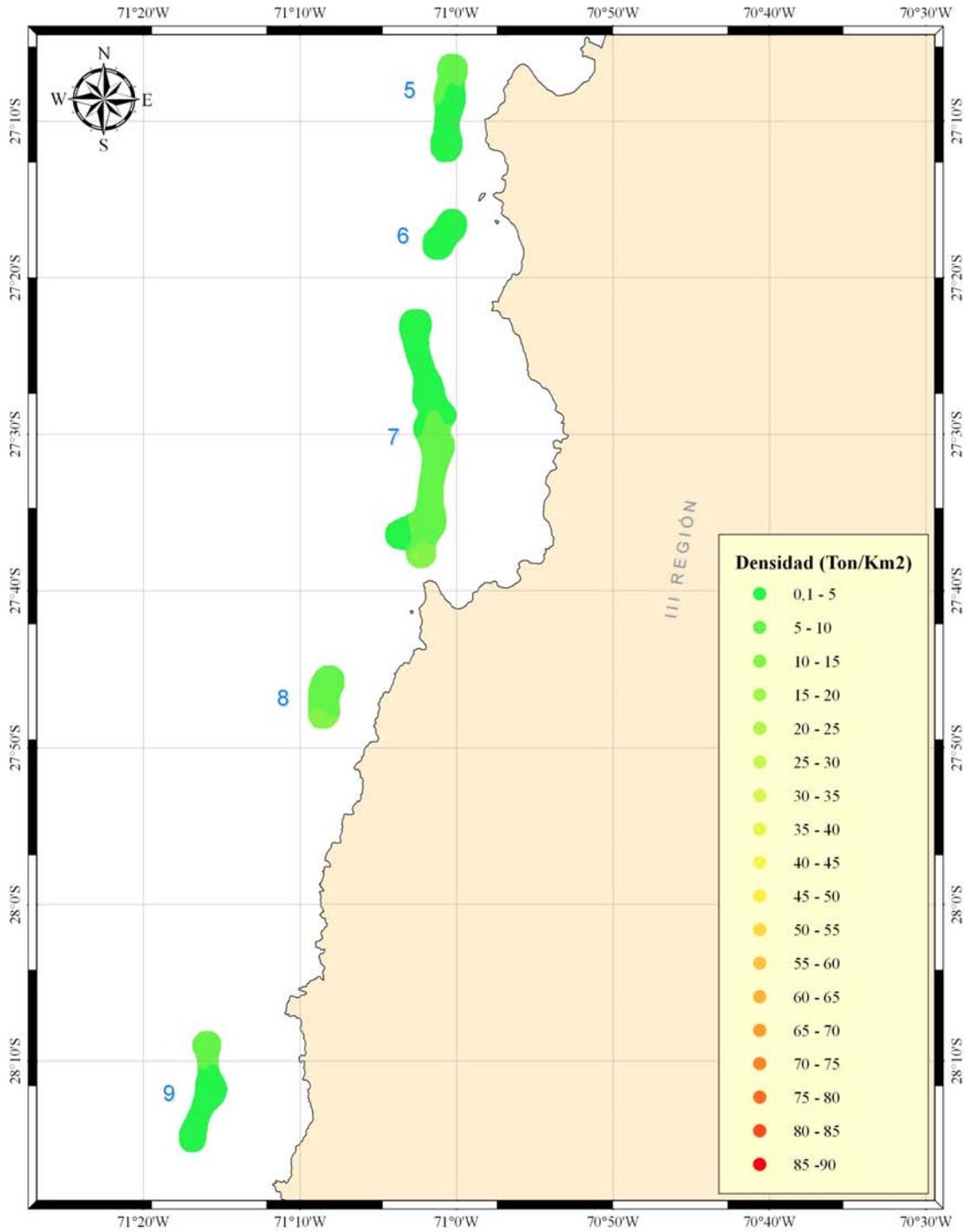
ANEXO 6

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



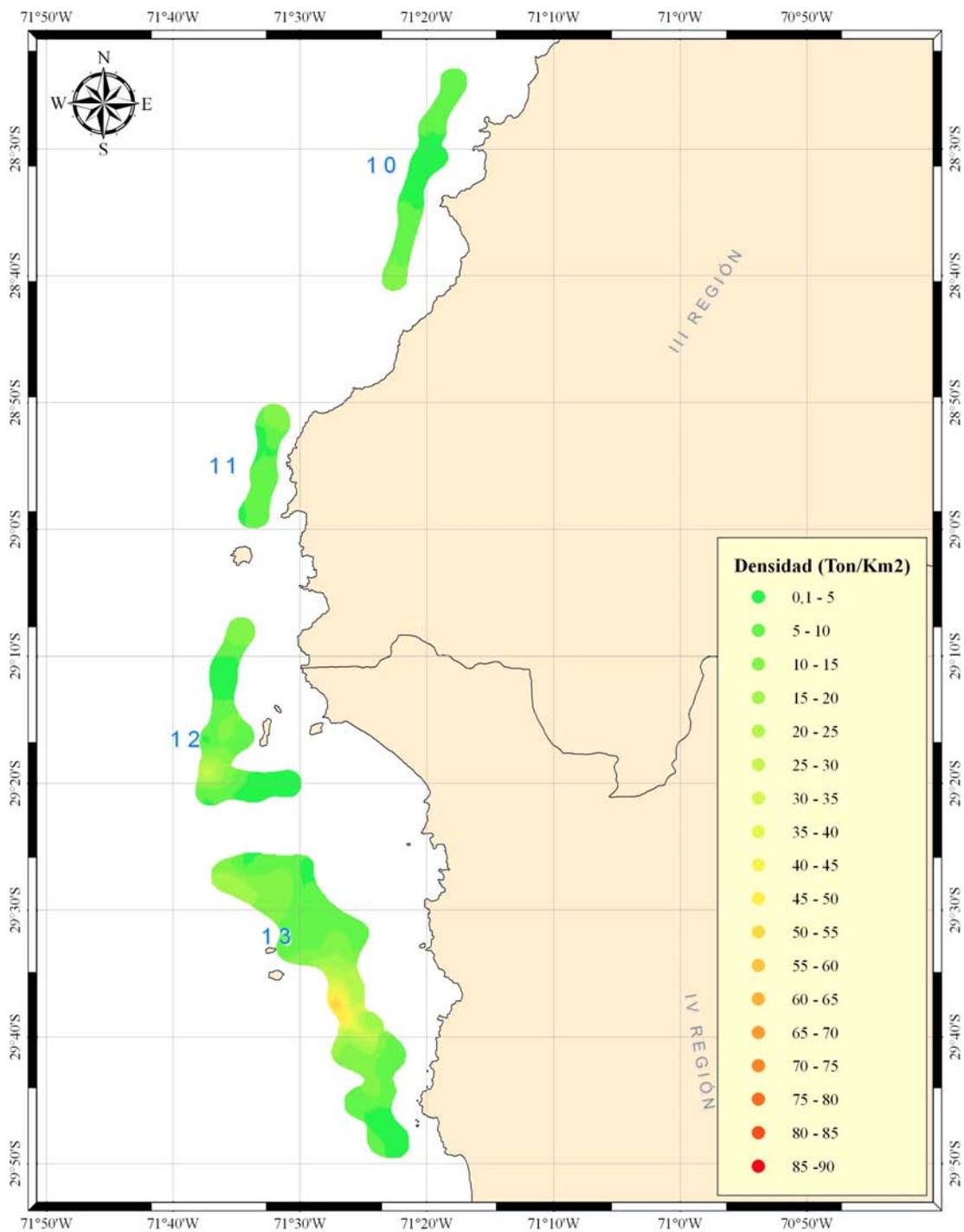
Universidad Católica del Norte - Área de Pesquerías - Datum Geográfico WGS84 - Escala 1:500.000

Fig. 47. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de camarón nailon (*H. reedi*) entre la II y VIII Regiones (Focos 1 a 4).



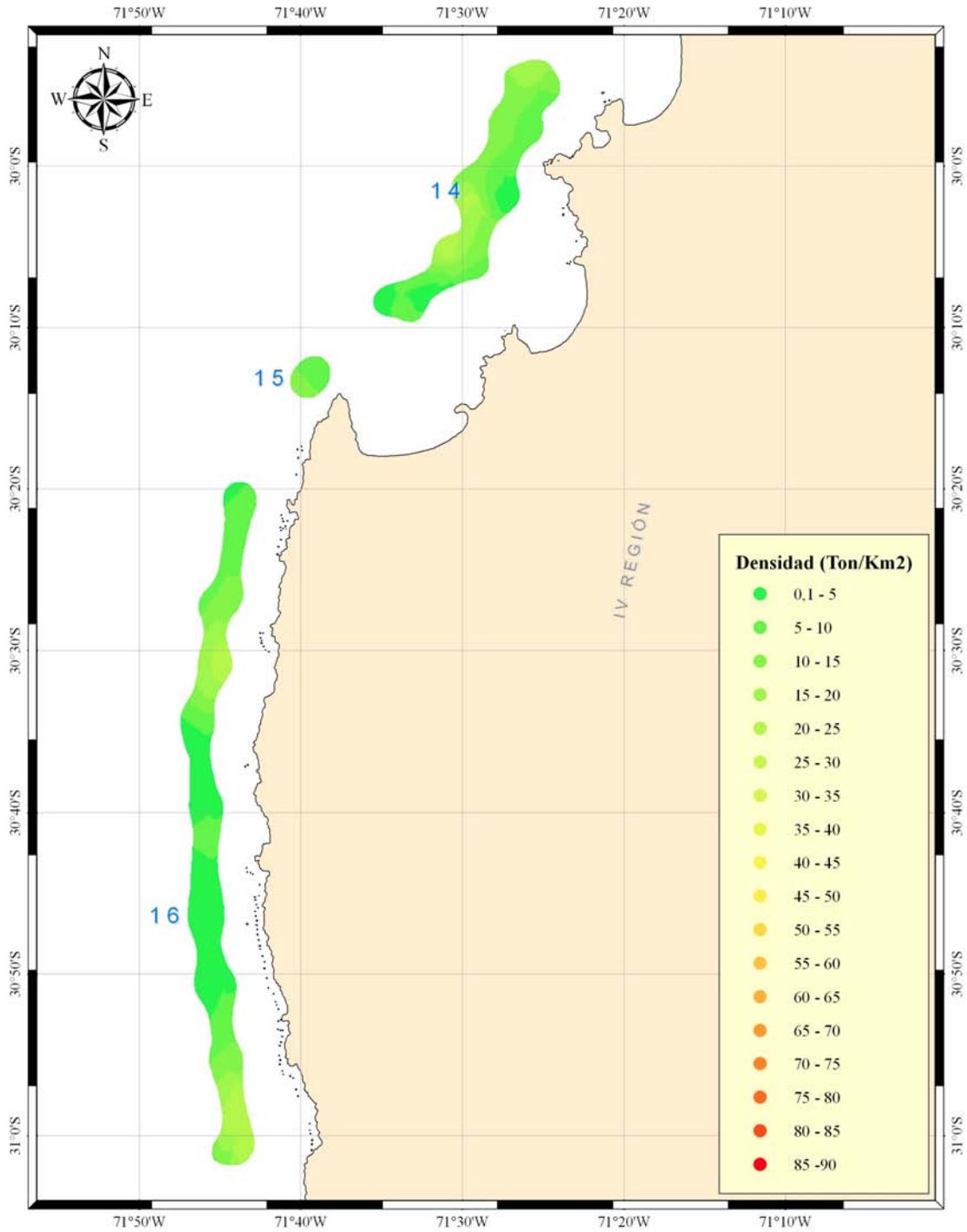
Universidad Católica del Norte - Área de Pesquerías - Datum Geográfico WGS84 - Escala 1:500.000

Fig. 48. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de camarón nilon (*H. reedi*) entre la II y VIII Regiones (Focos 5 a 9).



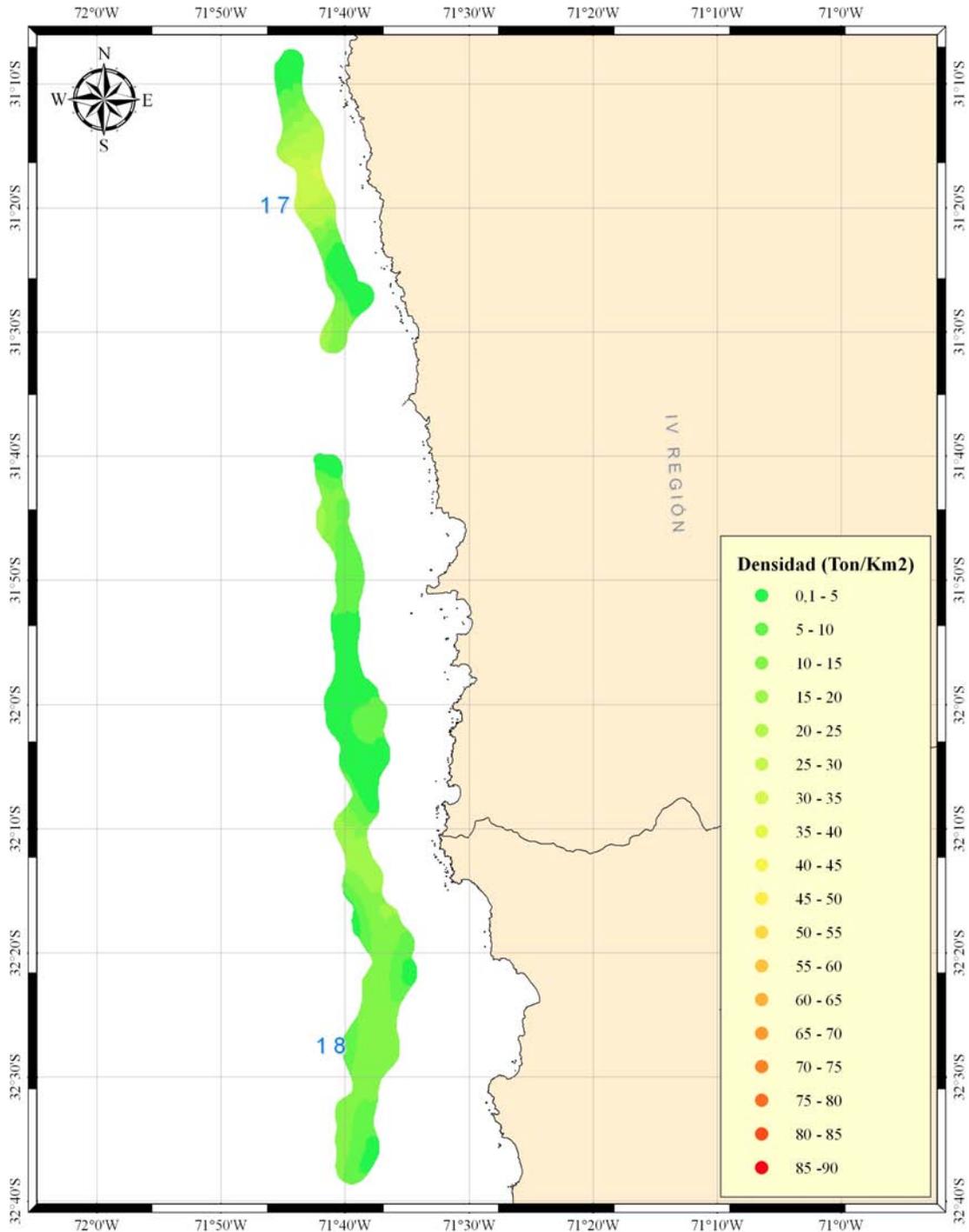
Universidad Católica del Norte - Área de Pesquerías - Datum Geográfico WGS84 - Escala 1:500.000

Fig. 49. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de camarón nailon (*H. reedi*) entre la II y VIII Regiones (Focos 10 a 13).



Universidad Católica del Norte - Área de Pesquerías - Datum Geográfico WGS84 - Escala 1:500.000

Fig. 50. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de camarón nailon (*H. reedi*) entre la II y VIII Regiones (Focos 14 a 16).



Universidad Católica del Norte - Área de Pesquerías - Datum Geográfico WGS84 - Escala 1:500.000

Fig. 51. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de camarón nailon (*H. reedi*) entre la II y VIII Regiones (Focos 17 y 18).

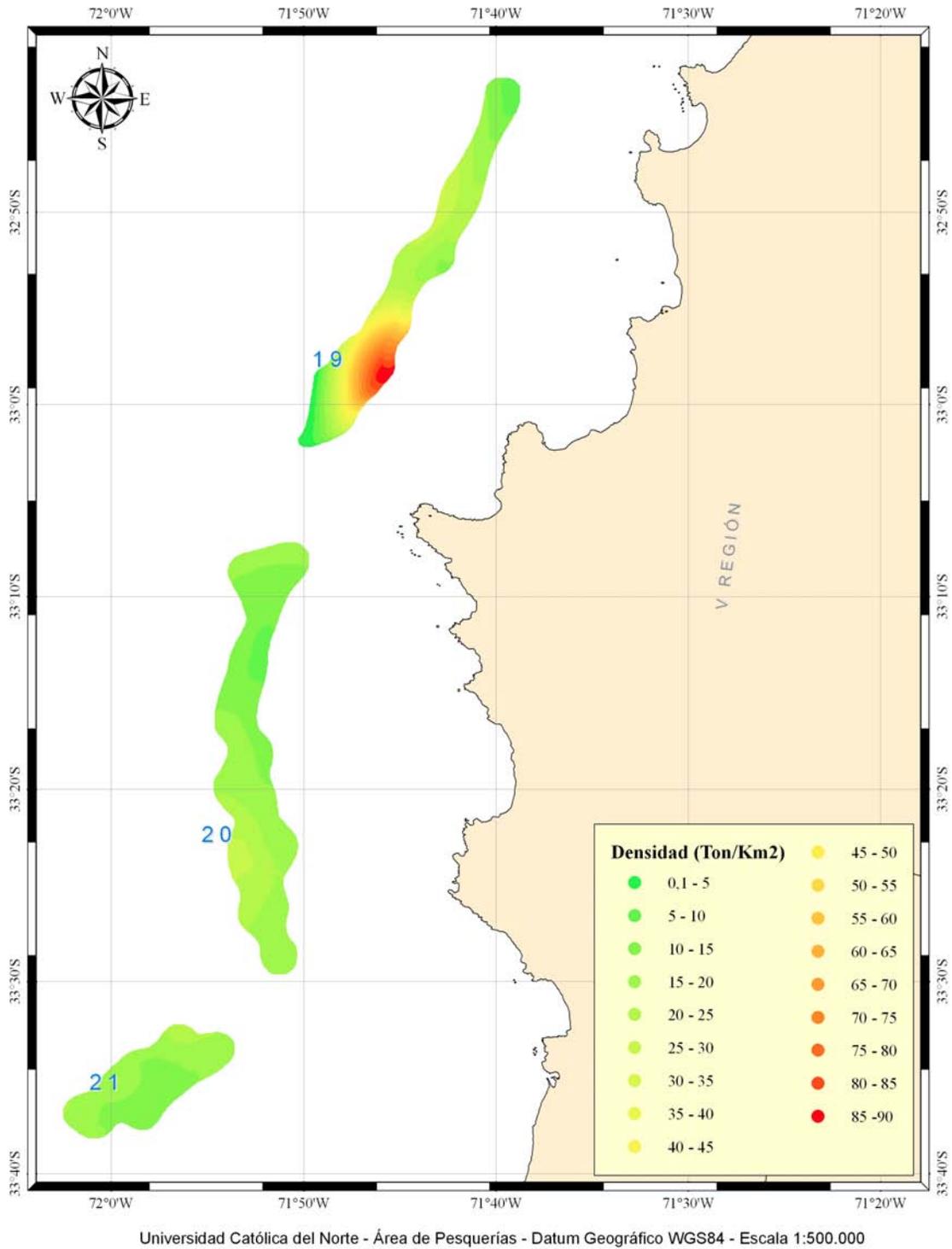
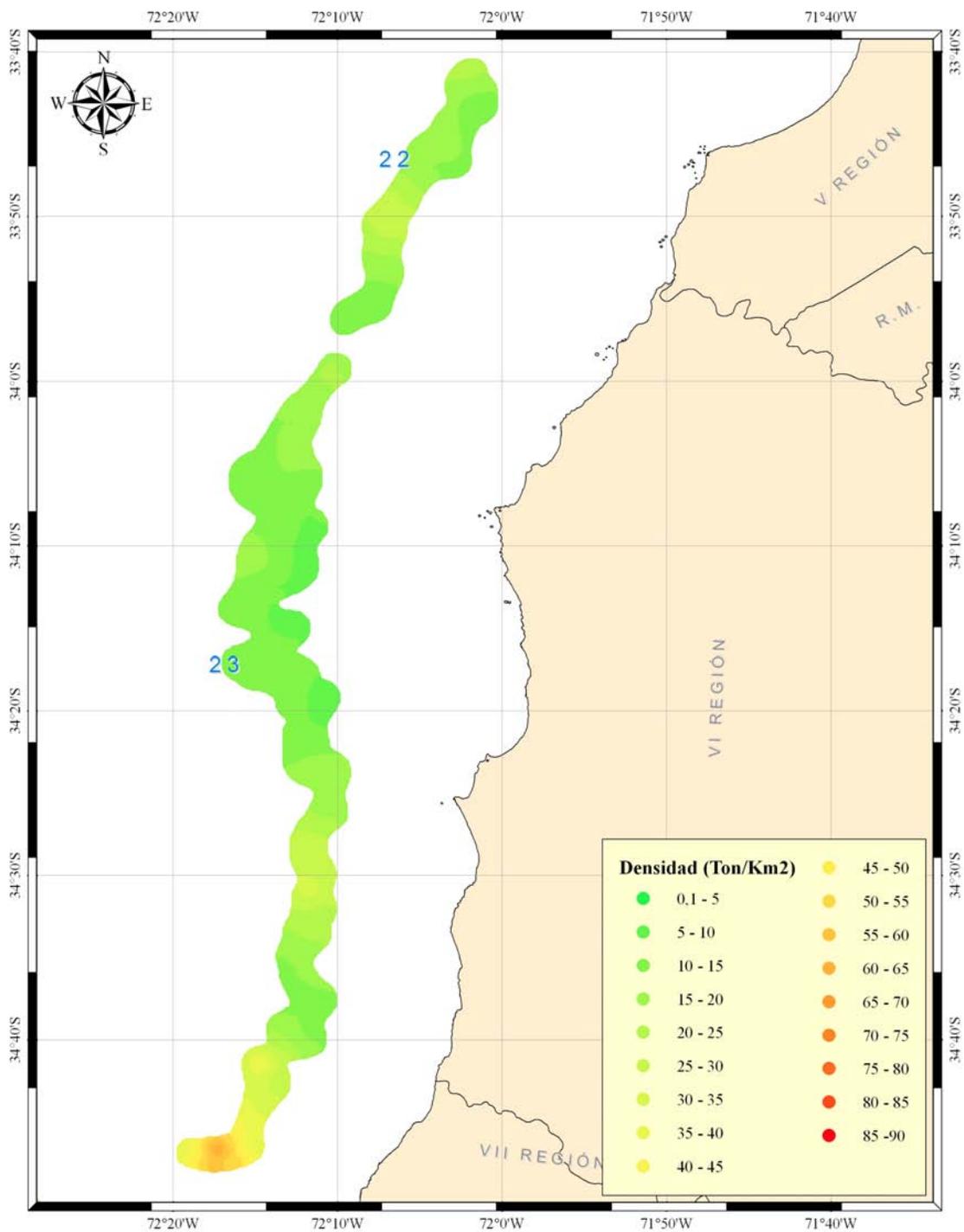


Fig. 52. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de camarón nailon (*H. reedi*) entre la II y VIII Regiones (Focos 19 a 21).



Universidad Católica del Norte - Área de Pesquerías - Datum Geográfico WGS84 - Escala 1:500.000

Fig. 53. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de camarón nailon (*H. reedi*) entre la II y VIII Regiones (Focos 22 y 23).

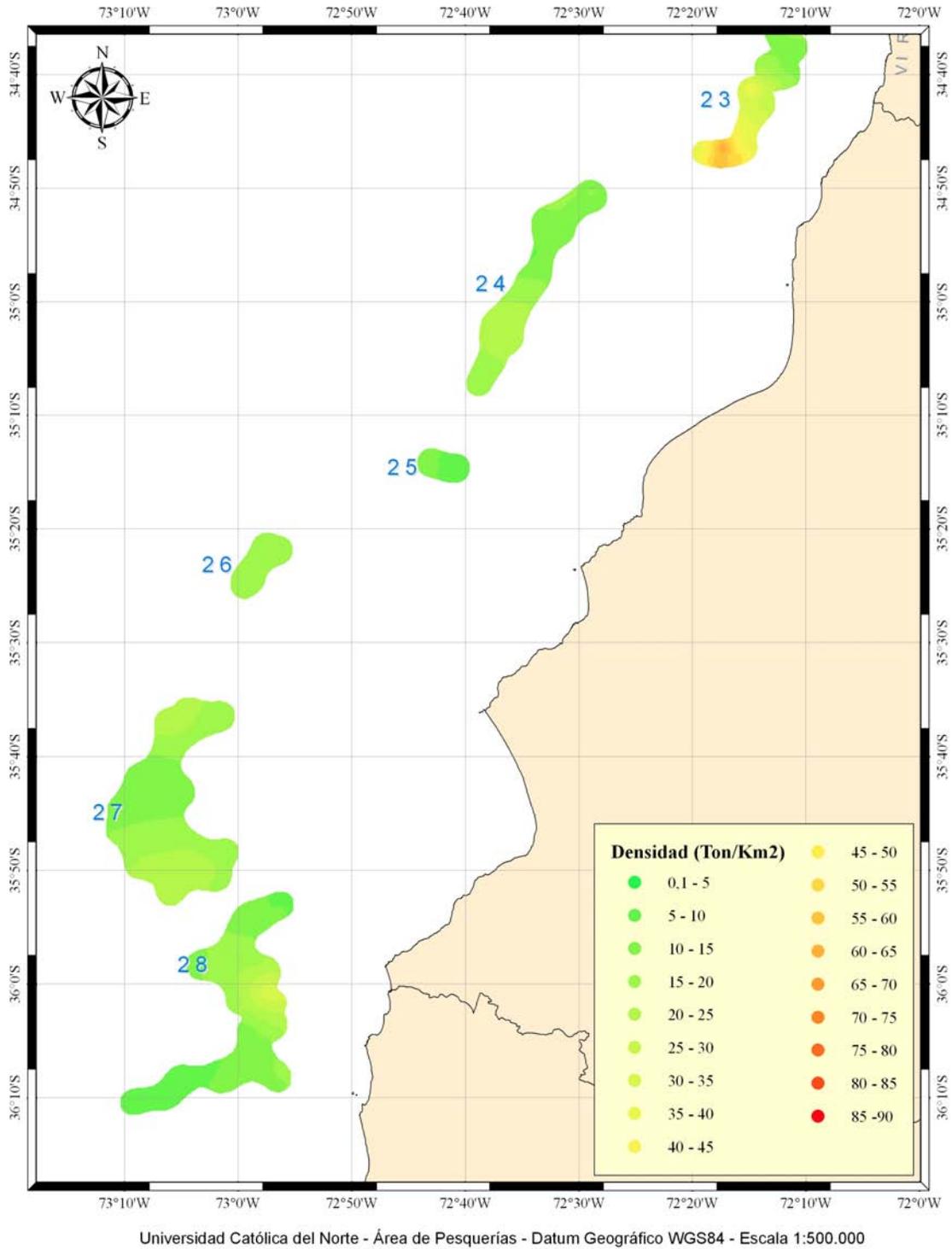
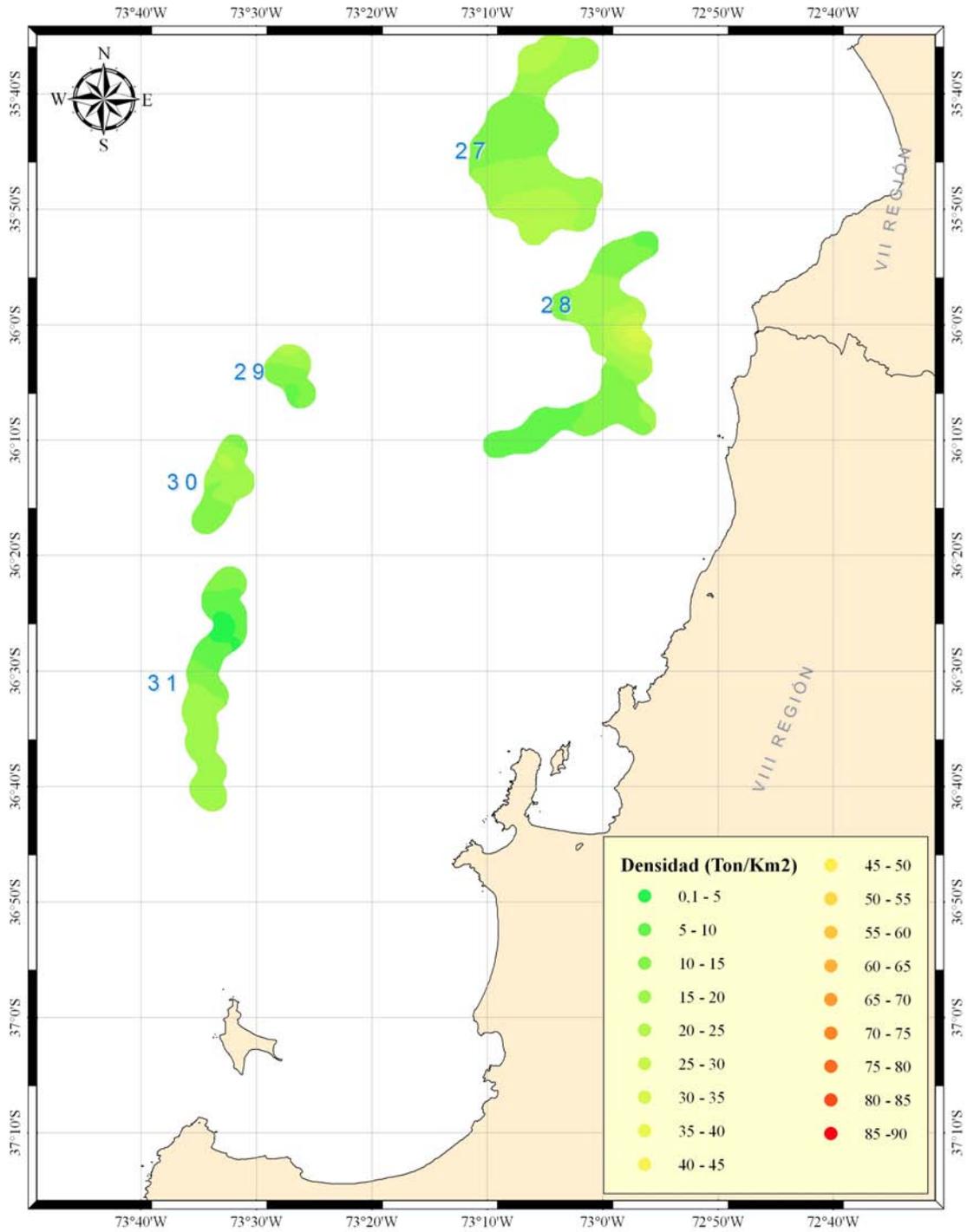


Fig. 54. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de camarón nailon (*H. reedi*) entre la II y VIII Regiones (Focos 24 a 28).



Universidad Católica del Norte - Área de Pesquerías - Datum Geográfico WGS84 - Escala 1:500.000

Fig. 55. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de camarón nailon (*H. reedi*) entre la II y VIII Regiones (Focos 29 a 31).

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

ANEXO 7

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

Anexo 7.1. Biomasa (tons) de **machos** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero **dentro** de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Foco 1 a 16.

MC	CALADERO															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
10,5																
11,5																
12,5																
13,5																
14,5																
15,5													0,173			
16,5				0,103	0,196	0,034	1,729						0,321			
17,5			0,001	0,378	0,473	0,080	1,723						0,652	0,224		
18,5			0,004	1,152	1,602	0,268	1,676	0,221		0,675	0,444	0,131	1,417	1,665		
19,5			0,003	2,035	1,452	0,239	2,395			1,604	1,087	0,322	3,007	2,579		0,134
20,5	0,011		0,009	1,253	1,968	0,318	8,688	2,167		1,891	1,319	0,390	6,230	10,250	0,388	0,643
21,5	0,013		0,011	3,771	2,446	0,389	16,144	1,811		8,849	7,131	2,115	11,496	27,925	0,574	1,912
22,5	0,015		0,026	3,604	2,478	0,389	19,102	8,418		11,563	9,445	2,803	23,751	32,963	1,888	9,471
23,5	0,217		0,037	9,094	2,850	0,441	22,465	12,630		8,894	11,170	3,317	31,383	42,363	2,361	19,804
24,5	0,502		0,047	6,643	1,863	0,284	9,083	13,376		5,101	6,560	1,949	22,724	37,821	6,572	34,719
25,5	2,237		0,029	1,847	1,059	0,160	12,171	9,539		5,819	10,717	3,187	16,252	36,085	6,523	70,700
26,5	4,045		0,022	0,961	0,899	0,134	5,687	2,888		6,604	5,328	1,585	16,389	52,054	7,237	95,192
27,5	2,951		0,007	0,536	1,013	0,149	1,302	1,632					4,792	29,445	9,906	58,895
28,5	2,441		0,003	0,200	0,379	0,055	0,017	0,918					4,054	16,877	3,748	35,656
29,5	0,687			0,224	0,423	0,061	0,018						0,759	10,144	1,765	13,270
30,5	0,729												0,849		1,192	5,447
31,5													0,947	3,184	0,446	
32,5	0,454															0,858
33,5														1,970		
34,5																
35,5																
36,5														2,653		
37,5																
38,5																
39,5																
40,5																
41,5																
42,5																
43,5																
44,5																
45,5																
46,5																
47,5																
48,5																
>49,5																
Total	14,302	0,000	0,199	31,801	19,101	3,001	102,200	53,600	0,000	51,000	53,201	15,799	145,196	308,202	42,600	346,701

Anexo 7.2. Biomasa (tons) de **machos** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero **dentro** de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Foco 17 a 31.

MC	CALADERO														
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
10,5															
11,5															
12,5															
13,5															
14,5															
15,5															
16,5															
17,5															
18,5															
19,5															
20,5	0,341														
21,5	0,792														
22,5	0,915														
23,5	5,781														
24,5	10,799														
25,5	15,668														
26,5	32,326														
27,5	42,423														
28,5	29,093														
29,5	15,148														
30,5	6,014														
31,5															
32,5															
33,5															
34,5															
35,5															
36,5															
37,5															
38,5															
39,5															
40,5															
41,5															
42,5															
43,5															
44,5															
45,5															
46,5															
47,5															
48,5															
>49,5															
Total	159,300	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Anexo 7.3. Biomasa (tons) de **hembras** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero **dentro** de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Foco 1 a 16.

MC	CALADERO															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
10,5																
11,5													0,064			
12,5																
13,5													0,054			
14,5																
15,5					0,160	0,028	0,008						0,174	0,073		
16,5					0,521	0,089	0,025						0,643	0,091		
17,5	0,007		0,002		1,967	0,330	1,454						1,044	0,224		0,090
18,5			0,005	0,203	3,012	0,497	0,940						2,676	1,180		
19,5			0,008	0,719	2,676	0,434	1,519				0,802		1,315	2,485		
20,5	0,045		0,009	1,971	1,310	0,209	4,360	0,310					3,338	7,679	0,097	0,804
21,5	0,013		0,008	2,626	1,985	0,312	6,259	0,725					7,055	15,180	0,115	1,529
22,5	0,125		0,022	1,140	1,414	0,219	3,582	2,106					11,572	23,874	0,676	2,255
23,5	0,384		0,039	7,430	2,440	0,372	7,291	5,346					13,330	1,116	0,332	21,865
24,5	0,845		0,053	9,495	5,347	0,805	2,030	6,134					27,184	1,311	0,390	21,915
25,5	2,636		0,047	6,253	10,047	1,494	2,445	5,727					31,007	9,179	2,730	32,509
26,5	4,881		0,050	6,433	9,875	1,450	0,410	6,502					30,793	17,747	5,282	39,656
27,5	4,395		0,034	4,349	13,149	1,907	0,539	5,714					22,364	26,620	7,926	50,321
28,5	3,579		0,017	3,253	5,296	0,759	0,215	1,837					25,153	32,905	9,804	43,247
29,5	1,246		0,001	1,817	3,381	0,479	1,678						6,261	16,110	4,802	44,781
30,5	1,668		0,003	1,011	0,941	0,132	0,037						13,975	15,269	4,554	28,026
31,5	0,500				1,566	0,217	0,061									8,522
32,5	0,510				0,577	0,079	0,022									3,156
33,5					0,636	0,087	0,024									1,165
34,5	0,068															0,556
35,5																0,617
36,5																
37,5																
38,5																
39,5																
40,5																
41,5																
42,5																
43,5																
44,5																
45,5																
46,5																
47,5																
48,5																
>49,5																
Total	20,902	0,000	0,298	46,700	66,300	9,899	32,899	34,401	0,000	183,099	121,201	36,100	323,098	444,701	27,400	668,300

Anexo 7.4. Biomasa (tons) de **hembras** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero **dentro** de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Foco 17 a 31.

MC	CALADERO														
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
10,5															
11,5															
12,5															
13,5															
14,5															
15,5															
16,5															
17,5															
18,5															
19,5	0,290														
20,5	0,681														
21,5	0,792														
22,5	2,288														
23,5	3,152														
24,5	7,197														
25,5	24,515														
26,5	30,776														
27,5	73,567														
28,5	112,455														
29,5	139,529														
30,5	155,114														
31,5	106,572														
32,5	69,140														
33,5	16,198														
34,5	5,335														
35,5															
36,5															
37,5															
38,5															
39,5															
40,5															
41,5															
42,5															
43,5															
44,5															
45,5															
46,5															
47,5															
48,5															
>49,5															
Total	747,601	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Anexo 7.5. Biomasa (tons) de machos de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero fuera de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Foco 1 a 16.

MC	CALADERO															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
10,5																
11,5																
12,5																
13,5																
14,5																
15,5																
16,5			0,295	0,310			1,247									
17,5		0,416	0,473	0,750			1,233						2,342	0,147		
18,5		1,386	1,123	2,542			1,158					0,335	3,671	1,603		
19,5		1,058	2,561	2,303			1,686		0,345			1,441	14,161	3,208		0,005
20,5		3,414	2,990	3,121			6,235		0,782			6,996	25,150	4,685		0,024
21,5		4,238	2,794	3,881			11,629		4,849			9,920	58,124	11,649		0,073
22,5		9,919	6,563	3,931			13,775		6,919			14,338	112,534	18,591		0,361
23,5		14,409	8,982	4,522			16,204		12,682			37,334	125,257	23,960		0,754
24,5		18,639	11,559	2,955			6,528		9,184			42,881	170,349	22,267		1,322
25,5		11,850	7,396	1,680			8,796		5,417			65,803	209,098	18,794		2,692
26,5		9,170	2,777	1,426			4,097		2,984			50,696	184,951	17,399		3,624
27,5		2,978	3,355	1,607			0,912		1,638			37,453	99,938	14,856		2,242
28,5		1,123	0,535	0,601								11,650	49,697	7,171		1,358
29,5			0,298	0,671								3,073	17,699	2,173		0,505
30,5													21,328	3,024		0,207
31,5													10,190			
32,5												2,982	1,887			0,033
33,5													2,090	1,173		
34,5													2,308			
35,5													2,542			
36,5													5,582			
37,5																
38,5																
39,5																
40,5																
41,5																
42,5																
43,5																
44,5																
45,5																
46,5																
47,5																
48,5																
>49,5																
Total	0,000	78,600	51,701	30,300	0,000	0,000	73,500	0,000	44,800	0,000	0,000	284,902	1118,898	150,700	0,000	13,200

Anexo 7.6. Biomasa (tons) de machos de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero fuera de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Foco 17 a 31.

MC	CALADERO														
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
10,5															
11,5											0,252				
12,5											0,309				
13,5											0,745	0,366	0,106		
14,5		0,137					0,116			0,063	0,887	1,328		0,333	
15,5		0,056		0,210							1,044		0,301	0,267	
16,5	0,209	0,206		0,126			0,325		0,099		0,608		0,707	1,111	
17,5		0,148	0,359	0,300	0,103		1,142		0,234	0,118	5,612	2,224	1,436	0,934	
18,5	0,300	1,156	1,265	1,061	0,366	0,271	1,323		0,138	0,424	2,410	7,777	3,072	1,524	0,721
19,5	0,355	1,481	0,983	1,239	0,998	1,168	8,377	0,370	1,125	0,336	1,827	17,944	1,621	2,769	2,151
20,5	1,594	2,386	3,410	4,551	0,992	3,058	13,429	2,539	1,301	0,595	15,477	44,901	7,976	3,179	5,086
21,5	2,741	4,161	3,917	9,925	1,524	5,857	15,663	8,163	2,989	0,232	17,383	74,408	8,654	3,296	9,548
22,5	6,333	12,433	19,372	25,233	4,798	7,846	32,509	8,672	3,412	0,540	47,904	113,074	12,047	8,595	25,022
23,5	13,687	60,323	44,821	52,365	11,913	26,149	75,294	24,946	6,086	3,742	115,174	205,745	22,567	13,485	24,124
24,5	25,879	128,023	104,046	99,805	27,813	80,980	207,355	31,270	4,060	17,894	129,081	179,780	29,914	19,384	24,966
25,5	42,553	201,197	230,574	140,199	37,651	162,743	431,944	83,923	9,824	44,526	193,250	194,393	61,417	20,592	54,988
26,5	67,656	259,250	340,611	146,342	44,343	197,684	473,558	133,161	13,343	57,069	212,270	111,144	65,367	27,012	131,126
27,5	37,695	182,558	269,836	129,603	49,902	181,704	499,993	145,105	15,738	37,764	156,297	154,595	34,940	30,570	125,309
28,5	22,095	144,492	157,097	85,657	22,462	83,829	372,027	109,762	10,186	30,694	78,349	103,443	15,588	25,124	101,325
29,5	13,205	68,591	68,815	51,291	9,271	41,286	239,876	62,383	6,436	11,248	47,624	95,336	6,187	12,633	70,663
30,5		26,381	32,496	22,488	3,772	19,677	126,051	36,518	2,955	2,955	43,502	26,634		10,389	32,763
31,5		4,103	11,898	5,118	0,593	4,171	52,219	5,305			8,824	36,506		7,571	19,326
32,5	1,499	1,041		0,936		1,360	15,717	2,883			3,174			1,032	4,769
33,5		0,639		1,023			4,258		0,777						
34,5				1,116											2,913
35,5				1,215			3,724								
36,5		0,838													
37,5															
38,5						8,838									
39,5						2,378									
40,5															
41,5															
42,5															
43,5															
44,5															
45,5															
46,5				5,397											
47,5															
48,5															
>49,5															
Total	235,801	1099,600	1289,500	785,200	216,501	828,999	2574,900	655,000	78,703	208,200	1082,003	1369,598	271,900	189,800	634,800

Anexo 7.7. Biomasa (tons) de **hembras** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero **fuera** de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Foco 1 a 17.

MC	CALADERO															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
10,5																
11,5																
12,5																
13,5			0,026													
14,5			0,033													
15,5				0,254			0,173						0,156			
16,5		0,085	0,098	0,829			0,416						0,576			
17,5		0,416	0,473	3,130			1,972						0,469	0,441		0,003
18,5		1,763	1,123	4,792			1,737		0,301				1,976	1,425		
19,5		1,813	1,652	4,259			0,674		1,032				8,430	3,849		
20,5		3,053	1,929	2,084			4,285					1,748	14,771	6,103		0,031
21,5		4,659	1,565	3,158			4,024		0,440			2,404	26,250	7,023		0,058
22,5		4,708	4,633	2,250			6,630		0,986			9,316	60,091	13,490		0,086
23,5		9,216	8,099	3,882			12,727		2,199			19,508	95,525	29,066		0,181
24,5		14,969	11,056	8,508			20,231		1,221			26,417	133,951	35,987		0,387
25,5		10,314	9,672	15,988			15,388		2,025			32,598	214,097	38,455		0,624
26,5		20,074	10,255	15,714			11,468		1,487			41,892	320,583	37,088		1,528
27,5		11,905	6,949	20,924			9,118		0,816			64,736	348,173	40,558		3,388
28,5		5,613	3,480	8,427			2,022		0,893			58,227	223,029	38,605		4,893
29,5		4,427	0,298	5,380			2,235					46,079	141,597	32,644		4,902
30,5		0,710	0,661	1,497								31,459	97,500	25,880		5,117
31,5		0,793		2,492								10,563	39,064	12,872		2,950
32,5		0,884		0,919								8,943	18,871	5,024		1,014
33,5				1,013								3,353	2,090	2,791		0,292
34,5												3,757	2,308			
35,5																0,045
36,5													2,791			
37,5																
38,5																
39,5																
40,5																
41,5																
42,5																
43,5																
44,5																
45,5																
46,5																
47,5																
48,5																
>49,5																
Total	0,000	95,402	62,002	105,500	0,000	0,000	93,100	0,000	11,400	0,000	0,000	361,000	1752,298	331,301	0,000	25,499

Anexo 7.8. Biomasa (tons) de **hembras** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero **fuera** de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Foco 17 a 31.

MC	CALADERO														
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
10,5															
11,5															
12,5												0,298			
13,5												0,366			
14,5		0,046					0,116								
15,5		0,113					0,276					0,529			
16,5				0,378			0,163			0,194		0,625	0,177		
17,5				0,450	0,103	0,082	0,761			0,118		0,761	1,232		
18,5		0,373	0,843	0,884	0,487	0,271	3,979	0,322	0,276	0,141	0,803	3,464	1,655	0,218	
19,5	0,709	0,232	2,949	1,239	1,282	0,538	2,281	0,370		0,168	2,740	2,971	0,541		0,860
20,5	0,416	1,111	5,115	4,312	2,149	0,620	6,757	1,693		0,595	5,159	2,279	1,535	0,867	4,069
21,5		2,898	6,528	6,066	1,333	2,646	24,561	4,322	1,710	0,697	9,271	20,816	3,810	0,989	16,709
22,5	2,793	8,253	6,706	9,463	2,180	3,825	27,340	2,710	0,976	1,620	16,832	33,822	5,832	1,495	20,157
23,5	4,064	33,960	11,840	15,782	8,933	2,910	43,716	9,128	0,831	1,248	44,631	83,303	7,816	3,372	25,732
24,5	10,376	82,683	38,183	46,253	17,694	20,317	103,816	23,115	2,189	2,148	86,056	120,981	5,793	5,201	29,589
25,5	13,306	169,640	100,812	91,796	50,610	57,180	211,616	51,418	3,514	11,032	242,447	216,209	9,618	10,562	31,724
26,5	38,521	344,341	172,709	146,349	84,409	105,957	386,669	61,144	5,502	24,133	370,516	216,135	15,909	12,334	36,090
27,5	52,498	325,551	257,822	175,287	102,154	162,588	503,885	109,073	5,254	36,724	582,961	209,139	7,769	24,721	29,965
28,5	45,974	297,202	259,367	173,227	114,921	144,281	505,081	165,678	6,801	38,377	580,720	173,189	12,051	50,258	41,451
29,5	60,091	195,102	219,560	151,773	129,279	138,200	514,684	129,238	10,742	42,355	421,103	184,598	9,286	31,589	79,280
30,5	49,918	152,813	222,062	155,870	78,110	133,318	526,639	164,349	5,326	49,512	339,865	138,979	7,580	95,246	65,526
31,5	43,371	111,635	93,201	79,339	57,513	81,968	325,049	139,280	1,300	29,600	185,303	69,352	1,828	73,833	55,831
32,5	34,122	77,745	43,434	52,399	26,678	47,856	309,428	125,404	6,408	24,618	136,495	75,550	2,969	61,913	62,000
33,5	13,842	29,197	37,950	11,258	12,817	23,302	232,761	64,059	1,555	11,088	75,193	34,567		77,413	36,955
34,5		11,193	12,918	4,466	6,217	4,942	123,378	20,274	1,694	3,333	22,032	14,023		29,205	11,653
35,5		3,677		1,215	1,692		54,316	9,114	0,921		7,874	5,045		6,584	28,855
36,5		1,501			1,838		15,168							1,422	
37,5		1,635		1,429			9,117	2,109			4,500			1,532	3,853
38,5							1,539							1,647	
39,5				1,666			10,464								
40,5															
41,5															
42,5															
43,5															
44,5															
45,5															
46,5															
47,5															
48,5							2,840								
>49,5															
Total	370,001	1850,901	1491,999	1130,901	700,399	930,801	3946,400	1082,800	54,999	277,701	3134,501	1607,001	95,401	490,401	580,299

Anexo 7.9. Abundancia (miles de ejemplares) de machos de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero dentro de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Foco 1 a 16.

MC	CALADERO															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
10,5																
11,5																
12,5																
13,5																
14,5																
15,5													143,8			
16,5				71,1	135,4	19,9	1010,5						216,0			
17,5			0,6	216,0	270,3	39,4	849,2						359,8	123,2		
18,5			1,9	550,4	765,4	112,5	703,3	114,6		306,0	226,9	75,9	648,5	755,4		
19,5			1,2	820,6	585,5	86,1	863,1			611,5	453,3	152,1	1152,5	974,7		50,4
20,5	3,8		3,1	430,1	675,6	99,2	2709,1	801,1		611,6	453,6	151,8	2016,8	3257,1	135,4	201,6
21,5	3,8		3,3	1110,8	720,5	105,7	4385,8	572,2		2446,5	2040,3	684,0	3169,6	7524,9	169,2	504,1
22,5	3,8		6,7	917,0	630,5	92,6	4549,2	2289,4		2752,4	2267,2	760,2	5618,9	7586,4	473,4	2116,9
23,5	47,0		8,3	2011,5	630,4	92,6	4716,6	2976,0		1834,9	2267,1	760,1	6411,2	8385,4	507,3	3780,1
24,5	94,2		9,3	1284,9	360,3	52,9	1690,5	2747,2		917,4	1133,6	380,0	4034,1	6479,5	1217,7	5695,4
25,5	365,4		5,0	314,1	180,1	26,5	2017,4	1716,9		917,5	1587,0	532,1	2521,3	5381,8	1048,5	10029,8
26,5	578,4		3,4	144,4	135,1	19,9	843,3	457,8		917,5	680,1	228,0	2233,1	6794,7	1014,7	11743,4
27,5	371,2		1,0	71,5	135,1	19,8	173,4	229,0					576,3	3380,2	1217,7	6350,6
28,5	271,4		0,4	23,8	45,1	6,6	2,0	114,5					432,2	1711,8	405,8	3376,8
29,5	67,8			23,8	45,0	6,6	2,0						72,0	913,0	169,1	1108,8
30,5	64,1												72,0	101,4	403,2	
31,5													72,1	228,3	33,8	
32,5	32,1															50,4
33,5														114,1		
34,5																
35,5																
36,5														114,1		
37,5																
38,5																
39,5																
40,5																
41,5																
42,5																
43,5																
44,5																
45,5																
46,5																
47,5																
48,5																
>49,5																
Total	1903,1	0,0	44,0	7990,1	5314,2	780,3	24515,3	12018,6	0,0	11315,4	11109,0	3724,1	29750,4	53724,7	6494,2	45411,4

Anexo 7.10. Abundancia (miles de ejemplares) de **machos** de camarón nílón (*Heterocarpus reedi*) por caladero **dentro** de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geostadístico. Foco 17 a 31.

MC	CALADERO														
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
10,5															
11,5															
12,5															
13,5															
14,5															
15,5															
16,5															
17,5															
18,5															
19,5															
20,5	95,9														
21,5	191,6														
22,5	191,6														
23,5	1054,2														
24,5	1725,1														
25,5	2204,3														
26,5	4025,2														
27,5	4695,9														
28,5	2875,1														
29,5	1341,7														
30,5	479,2														
31,5															
32,5															
33,5															
34,5															
35,5															
36,5															
37,5															
38,5															
39,5															
40,5															
41,5															
42,5															
43,5															
44,5															
45,5															
46,5															
47,5															
48,5															
>49,5															
Total	18879,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Anexo 7.11. Abundancia (miles de ejemplares) de **hembras** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero **dentro** de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Foco 1 a 16.

MC	CALADERO															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
10,5																
11,5													145,5			
12,5													71,5			
13,5																
14,5																
15,5					135,1	19,6	5,6						144,6	61,1		
16,5					359,8	52,0	14,6						432,7	61,4		
17,5	4,2		1,1		1124,0	162,6	716,6						576,2	123,2		50,1
18,5			2,4	97,0	1439,1	208,6	394,5						1224,7	535,4		
19,5			3,2	289,9	1079,0	156,4	547,4			305,8			504,0	939,2		
20,5	15,6		3,1	676,6	449,7	65,2	1359,5	114,6		1222,2			1080,6	2440,1	33,9	252,0
21,5	3,8		2,4	773,5	584,7	84,8	1700,4	229,1		916,8			1945,1	4090,5	33,9	403,1
22,5	31,5		5,6	290,1	359,8	52,2	853,1	572,8		1222,3	226,6	75,9	2737,6	5494,6	169,5	504,0
23,5	83,2		8,7	1643,4	539,7	78,1	1530,8	1259,7		2750,2	226,5	76,1	4466,8	8531,3	508,4	907,0
24,5	158,5		10,4	1836,6	1034,2	149,8	377,8	1259,8		4889,2	226,5	76,0	3890,5	8469,2	474,3	1663,1
25,5	430,6		8,2	1063,4	1708,7	247,6	405,3	1030,8		4889,2	1359,2	455,8	5043,3	6854,3	474,4	2318,2
26,5	698,0		7,7	966,6	1483,8	215,0	60,8	1030,8		4278,0	2265,4	759,7	5403,5	6906,9	474,3	4938,7
27,5	552,9		4,7	580,0	1753,7	254,0	71,8	801,6		2750,1	2945,0	987,5	6051,8	6845,5	542,2	9575,2
28,5	397,9		2,1	386,7	629,6	91,2	25,8	229,1		2750,2	3171,6	1063,6	4611,0	5309,7	203,4	12145,3
29,5	123,0		0,1	193,3	359,7	52,1	182,4			611,1	1359,3	455,7	4250,7	3422,7	203,3	10734,2
30,5	146,7		0,3	96,6	89,9	13,0	3,7			1222,3	1132,7	379,8	2377,5	2053,6	169,4	9927,9
31,5	39,3				134,9	19,5	5,5						648,5	1483,2	203,3	5089,9
32,5	36,0				44,9	6,5	1,8						216,1	228,2	67,8	1562,3
33,5					44,9	6,5	1,8						72,0		33,9	403,2
34,5	3,9														33,9	
35,5																50,4
36,5														114,1		
37,5																
38,5																
39,5																
40,5																
41,5																
42,5																
43,5																
44,5																
45,5																
46,5																
47,5																
48,5																
>49,5																
Total	2725,2	0,0	60,0	8893,8	13355,4	1934,7	8259,0	6528,1	0,0	27807,3	12912,8	4330,1	45894,3	63964,2	3625,8	60524,6

Anexo 7.12. Abundancia (miles de ejemplares) de **hembras** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero **dentro** de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Foco 17 a 31.

MC	CALADERO														
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
10,5															
11,5															
12,5															
13,5															
14,5															
15,5															
16,5															
17,5															
18,5															
19,5	95,6														
20,5	191,6														
21,5	191,6														
22,5	479,1														
23,5	574,8														
24,5	1149,7														
25,5	3448,9														
26,5	3832,2														
27,5	8143,3														
28,5	11113,3														
29,5	12358,6														
30,5	12358,7														
31,5	7664,3														
32,5	4502,8														
33,5	958,1														
34,5	287,4														
35,5															
36,5															
37,5															
38,5															
39,5															
40,5															
41,5															
42,5															
43,5															
44,5															
45,5															
46,5															
47,5															
48,5															
>49,5															
Total	67349,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Anexo7.13. 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 16.

MC	CALADERO															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
10,5																
11,5																
12,5																
13,5																
14,5																
15,5																
16,5			197,9	214,1			728,8									
17,5		266,8	264,4	428,6			607,7						1292,5	80,9		
18,5		733,3	528,5	1214,5			485,9					194,0	1680,1	727,3		
19,5		466,7	1023,6	928,6			607,6		121,1			680,7	5427,8	1212,4		1,9
20,5		1266,8	1023,6	1071,4			1944,2		242,0			2722,2	8141,8	1488,7		7,5
21,5		1333,5	825,4	1143,2			3159,2		1331,4			3208,3	16025,4	3139,0		19,2
22,5		2667,1	1683,7	1000,3			3280,5		1694,6			3888,8	26622,7	4278,7		80,7
23,5		3333,9	2013,9	1000,2			3402,1		2784,2			8555,0	25588,8	4742,7		143,9
24,5		3733,8	2278,1	571,6			1215,0		1815,7			8360,5	30241,3	3814,8		216,9
25,5		2067,0	1287,6	285,7			1458,0		968,4			10985,5	32438,4	2803,0		381,9
26,5		1400,2	429,1	214,3			607,5		484,3			7291,2	25201,1	2271,1		447,1
27,5		400,1	462,2	214,3			121,5		242,2			4666,5	12019,0	1705,4		241,8
28,5		133,3	66,0	71,4								1263,8	5298,8	727,4		128,6
29,5			33,0	71,4								291,6	1680,0	195,6		42,2
30,5													1809,3	242,5		15,3
31,5													775,4			
32,5												194,4	129,2			1,9
33,5													129,2	67,9		
34,5													129,2			
35,5													129,3			
36,5													258,5			
37,5																
38,5																
39,5																
40,5																
41,5																
42,5																
43,5																
44,5																
45,5																
46,5																
47,5																
48,5																
>49,5																
Total	0,0	17802,5	12117,0	8429,6	0,0	0,0	17617,9	0,0	9683,8	0,0	0,0	52302,5	195017,6	27497,4	0,0	1728,9

Anexo 7.14. Abundancia (miles de ejemplares) de machos de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero fuera de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Foco 17 a 31.

MC	CALADERO														
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
10,5															
11,5											182,6				
12,5											182,7				
13,5											365,2	226,8	55,0		
14,5		114,3					65,2			55,9	365,2	680,0		170,7	
15,5		37,9		128,8							365,3		109,9	113,9	
16,5	117,2	114,4		64,3			129,6		47,5		182,7		220,2	398,6	
17,5		68,3	145,5	128,5	45,2		389,5		94,5	56,1	1460,7	688,8	385,3	284,8	
18,5	117,0	447,5	436,1	385,7	136,0	96,9	389,5		47,4	167,9	547,7	2076,1	715,8	398,6	279,2
19,5	117,1	485,7	290,7	385,5	317,1	359,2	2144,7	91,7	331,7	111,7	365,3	4161,4	330,3	626,3	698,4
20,5	448,5	668,5	872,1	1221,1	271,6	814,8	3011,0	550,9	331,5	167,7	2738,8	9109,6	1431,4	626,3	1396,5
21,5	663,0	1003,4	872,2	2313,5	362,3	1361,5	3095,5	1560,5	663,2	55,9	2738,8	13289,5	1376,3	569,4	2234,5
22,5	1326,0	2597,8	3779,2	5141,2	996,3	1601,2	5694,3	1468,8	663,2	111,9	6755,6	17885,8	1706,6	1309,6	5027,5
23,5	2495,8	10989,8	7703,9	9382,7	2173,5	4711,5	11751,8	3763,7	1042,1	671,2	14606,7	28974,1	2862,7	1822,1	4189,6
24,5	4134,0	20454,2	15843,8	15809,4	4483,1	12950,6	28980,4	4222,8	615,8	2796,4	14789,3	22648,0	3413,3	2334,6	3770,7
25,5	5986,6	28337,6	31251,6	19729,7	5388,7	23209,2	54291,6	10189,8	1326,3	6096,1	20084,2	22005,1	6331,0	2220,6	7262,0
26,5	8424,4	32345,6	41281,2	18380,1	5660,3	25250,2	53746,2	14596,2	1610,5	6879,1	20084,2	11351,6	6110,8	2619,2	15222,4
27,5	4172,6	20266,2	29361,9	14588,4	5705,7	20873,5	51439,6	14412,5	1705,3	4026,9	13511,2	14301,1	2972,9	2676,2	12848,3
28,5	2183,5	14333,1	15407,7	8675,9	2309,5	8693,2	34814,4	9914,4	994,7	2908,3	6207,8	8697,1	1211,2	1992,9	9217,2
29,5	1169,6	6103,5	6105,0	4691,4	860,3	3878,8	20486,5	5140,8	568,5	950,8	3469,1	7309,9	440,4	911,0	5725,9
30,5		2113,4	2616,4	1863,7	317,0	1680,2	9853,9	2754,0	236,9	223,7	2921,4	1868,0		683,3	2374,1
31,5		296,9	872,2	385,6	45,3	324,7	3747,6	367,2			547,8	2348,9		455,5	1256,9
32,5	97,6	68,3		64,3		96,8	1038,2	183,6			182,6			57,0	279,3
33,5		38,1		64,2			259,6		47,4						
34,5				64,3											139,6
35,5							194,6								
36,5		38,1													
37,5															
38,5						387,3									
39,5						96,8									
40,5															
41,5															
42,5															
43,5															
44,5															
45,5															
46,5				128,5											
47,5															
48,5															
>49,5															
Total	31452,9	140922,5	156839,2	103661,0	29071,9	106386,6	285523,7	69216,9	10326,5	25279,5	112654,8	167621,7	29673,2	20270,6	71922,3

Anexo 7.15. Abundancia (miles de ejemplares) de **hembras** de camarón nílón (*Heterocarpus reedi*) por caladero **fuera** de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geostadístico. Foco 1 a 16.

MC	CALADERO															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
10,5																
11,5																
12,5																
13,5			32,5													
14,5			33,0													
15,5				214,5			121,1					129,7				
16,5		66,8	65,7	572,5			243,1					387,6				
17,5		266,8	264,4	1788,6			971,9					258,8	242,6			1,7
18,5		932,8	528,5	2289,5			728,9		120,6			904,3	646,6			
19,5		799,7	660,3	1717,3			242,9		362,2			3231,1	1454,6			
20,5		1132,8	660,4	715,4			1336,1				680,2	4781,8	1939,3			9,7
21,5		1466,0	462,3	930,2			1093,2		120,8		777,5	7237,4	1892,5			15,3
22,5		1265,9	1188,6	572,5			1578,9		241,5		2526,7	14216,0	3104,7			19,2
23,5		2132,3	1815,9	858,7			2672,1		482,8		4470,2	19514,8	5753,4			34,5
24,5		2998,6	2179,0	1645,6			3765,3		241,4		5150,5	23779,7	6165,3			63,5
25,5		1799,1	1683,8	2719,0			2550,6		362,0		5442,1	33213,9	5735,3			88,5
26,5		3065,2	1584,8	2361,2			1700,5		241,3		6025,0	43682,1	4841,1			188,5
27,5		1599,3	957,4	2790,6			1214,6		120,6		8065,8	41872,9	4656,0			365,3
28,5		666,4	429,3	1001,8			242,9		120,7		6316,7	23779,6	3915,7			463,4
29,5		466,5	33,0	572,4			243,0				4373,1	13440,6	2938,0			409,6
30,5		66,7	66,1	143,1							2623,8	8271,1	2075,0			378,8
31,5		66,6		214,7							777,4	2972,5	922,9			194,2
32,5		66,6		71,6							583,1	1292,4	323,2			59,6
33,5				71,6							194,4	129,2	161,6			15,4
34,5											194,3	129,2				
35,5																1,9
36,5												129,2				
37,5																
38,5																
39,5																
40,5																
41,5																
42,5																
43,5																
44,5																
45,5																
46,5																
47,5																
48,5																
>49,5																
Total	0,0	18858,3	12644,9	21250,9	0,0	0,0	18705,2	0,0	2414,0	0,0	0,0	48200,7	243354,1	46767,8	0,0	2309,2

Anexo 7.16. Abundancia (miles de ejemplares) de **hembras** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por caladero **fuera** de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geostadístico. Foco 17 a 31.

MC	CALADERO														
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
10,5															
11,5															
12,5												226,8			
13,5												226,8			
14,5		38,4					65,2								
15,5		76,4					129,9								
16,5				192,8			65,0			112,1		226,7			
17,5				192,8	45,2	34,4	259,6			56,1		226,5	55,1		
18,5		144,4	290,6	321,3	181,0	96,9	1171,3	91,8	94,8	55,8	182,5	924,7	385,6	57,0	
19,5	233,8	76,1	872,2	385,5	407,4	165,4	584,0	91,7		55,9	547,8	689,0	110,3		279,2
20,5	117,1	311,3	1308,2	1157,0	588,4	165,2	1515,0	367,3		167,7	912,9	462,4	275,5	170,8	1117,2
21,5		698,8	1453,6	1414,0	316,9	615,1	4854,0	826,2	379,4	167,8	1460,7	3717,8	605,9	170,8	3910,4
22,5	584,8	1724,4	1308,2	1928,1	452,7	780,6	4788,9	459,0	189,7	335,6	2373,7	5349,9	826,2	227,8	4050,0
23,5	741,1	6186,9	2035,1	2827,8	1629,8	524,3	6823,2	1377,2	142,3	223,9	5660,2	11731,2	991,5	455,6	4468,9
24,5	1657,5	13210,3	5814,4	7326,6	2852,0	3249,2	14509,6	3121,5	332,0	335,7	9859,8	15240,7	661,0	626,4	4469,0
25,5	1872,0	23893,0	13663,9	12918,1	7243,5	8154,6	26598,3	6243,1	474,4	1510,4	25197,2	24474,6	991,4	1139,0	4189,6
26,5	4796,5	42962,1	20931,9	18380,9	10774,7	13533,9	43884,8	6702,2	664,1	2909,0	35056,9	22074,9	1487,2	1196,0	4189,7
27,5	5811,2	36140,2	28054,6	19730,6	11680,1	18677,5	51840,0	10833,6	569,3	3916,0	50394,3	19346,8	661,0	2164,1	3072,4
28,5	4543,3	29481,4	25438,1	17545,5	11815,9	14962,3	47265,7	14965,0	664,2	3636,3	46012,2	14561,0	936,4	3986,5	3770,7
29,5	5322,5	17360,9	19478,4	13882,1	11996,9	12983,8	43956,3	10650,0	948,8	3580,3	30674,8	14154,1	661,0	2278,0	6424,1
30,5	3977,2	12241,7	17879,4	12918,1	6564,4	11384,0	41169,4	12394,3	426,9	3748,1	22823,5	9747,4	495,7	6264,5	4748,3
31,5	3119,1	8078,4	6831,9	5977,0	4391,3	6381,8	23327,8	9640,1	94,9	2013,9	11503,1	4462,2	110,1	4442,2	3631,0
32,5	2222,2	5098,4	2907,2	3599,1	1856,1	3406,8	20440,5	7987,5	426,9	1510,4	7851,3	4471,5	165,2	3417,0	3631,0
33,5	818,7	1740,2	2325,8	707,0	814,9	1520,9	14188,4	3764,2	94,9	615,4	4016,9	1886,6		3929,6	1955,2
34,5		608,1	726,8	257,1	362,2	296,5	6956,4	1101,7	94,9	167,8	1095,5	707,5		1366,8	558,6
35,5		182,6		64,3	90,5		2839,0	459,0	47,5		365,2	235,8		284,8	1256,9
36,5		68,3			90,6		736,5							57,0	
37,5		68,3		64,3			412,1	91,8				182,6		57,0	139,7
38,5							64,9							56,9	
39,5				64,3			412,1								
40,5															
41,5															
42,5															
43,5															
44,5															
45,5															
46,5															
47,5															
48,5							64,9								
>49,5															
Total	35817,0	200390,3	151320,2	121854,3	74154,4	96933,3	358922,4	91167,4	5644,9	25118,1	256171,0	155380,7	9749,9	32347,8	55862,0

Anexo 7.17. Biomasa (toneladas) de machos de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por región dentro y fuera de las 5 mn de reserva artesanal entre la II - VIII Regiones. Enfoque geoestadístico.

MC	DENTRO ARPA							FUERA ARPA						
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
10,5														
11,5													0,252	
12,5													0,309	
13,5													1,111	0,106
14,5												0,116	2,278	0,333
15,5			0,173							0,137			1,044	0,568
16,5		2,062	0,321						1,852	0,415	0,126	0,325	0,707	1,818
17,5		2,655	0,876						2,872	2,489	0,910	1,142	7,427	3,131
18,5		6,150	3,105						6,230	5,986	4,021	1,323	7,216	8,850
19,5		9,080	5,777						8,045	19,310	5,414	4,532	16,519	15,692
20,5		17,945	17,921						16,989	38,682	13,203	7,749	65,196	22,052
21,5		42,305	43,074						28,025	83,769	23,046	12,591	85,565	42,622
22,5		57,346	69,485						42,023	154,523	64,721	24,277	149,226	79,951
23,5	0,148	70,379	102,280						59,184	212,828	178,307	64,990	292,015	137,201
24,5	0,342	44,721	112,980						51,604	303,359	385,910	178,965	311,985	164,111
25,5	1,962	44,238	145,793						39,343	409,396	681,605	340,314	525,324	245,318
26,5	3,809	24,063	203,479						23,693	409,033	876,943	389,830	571,719	285,842
27,5	2,802	4,788	145,461						12,883	271,472	713,726	376,451	518,687	323,369
28,5	2,306	1,707	89,428						3,003	146,919	430,575	267,994	348,379	237,395
29,5	0,649	0,764	41,086						1,165	65,146	209,473	151,534	217,127	184,819
30,5	0,729		13,502							36,449	92,523	77,598	141,245	63,325
31,5			4,577							13,349	22,284	28,470	41,840	59,881
32,5	0,454		0,858						0,190	6,211	3,337	15,717	6,057	5,801
33,5			1,970							3,902	1,023	4,258	0,777	
34,5										2,308	1,116			2,913
35,5										2,542	1,215	3,724		
36,5			2,653							6,420				
37,5														
38,5											8,838			
39,5											2,378			
40,5														
41,5														
42,5														
43,5														
44,5														
45,5														
46,5											5,397			
47,5														
48,5														
>49,5														
Total	13,201	328,203	1004,799	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	297,101	2194,701	3726,301	1951,900	3312,005	1885,098

Anexo 7.18. Biomasa (toneladas) de **hembras** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por región **dentro** y **fuera** de las **5 mm** de reserva artesanal entre la II - VIII Regiones. Enfoque geoestadístico.

MC	DENTRO ARPA							FUERA ARPA						
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
10,5														
11,5			0,064											
12,5													0,298	
13,5			0,054						0,026				0,366	
14,5								0,033	0,046			0,116		
15,5		0,196	0,247					0,427	0,269			0,276	0,529	
16,5		0,635	0,734					1,428	0,576	0,378		0,163	0,819	0,177
17,5		3,760	1,358					5,991	0,913	0,553		0,843	0,118	1,993
18,5		4,657	3,856					9,716	3,598	2,661		0,441	6,777	3,640
19,5		6,158	4,090					9,430	13,220	5,785		2,504	5,232	2,418
20,5		11,993	12,599					11,462	23,094	12,914		5,466	10,112	7,633
21,5		15,244	24,671					13,999	36,214	18,692		10,654	37,666	34,712
22,5		14,917	40,715					19,801	87,552	27,553		11,988	49,453	49,847
23,5	0,148	37,873	75,294					37,366	151,074	68,691		24,458	127,342	68,738
24,5	0,342	53,183	91,314					57,668	217,594	187,185		69,857	216,202	98,615
25,5	1,962	69,119	122,758					55,464	336,218	420,489		183,280	511,208	103,986
26,5	3,809	78,678	167,698					61,667	514,184	757,741		350,390	651,678	145,147
27,5	2,802	82,790	278,135					53,836	607,481	898,476		479,315	903,719	149,131
28,5	2,306	78,774	339,908					24,145	451,498	885,349		435,211	966,851	190,713
29,5	0,649	34,275	353,780					15,276	347,016	755,777		430,619	774,875	230,879
30,5	0,729	36,054	345,667					4,872	263,503	668,880		424,389	733,880	252,413
31,5		2,344	215,771					3,958	151,837	367,640		288,999	410,902	193,801
32,5	0,454	0,734	103,423					2,373	94,123	217,060		208,649	401,865	198,604
33,5		0,747	25,577					1,227	33,019	102,609		125,597	260,109	148,935
34,5		0,068	5,952					0,239	10,734	33,114		51,201	121,224	54,881
35,5			1,182						2,347	4,282		21,105	51,120	40,484
36,5			2,652						2,791	3,339		8,018	7,150	1,422
37,5										3,064		1,436	14,290	5,385
38,5												1,539		1,647
39,5											1,666	1,648	8,816	
40,5														
41,5														
42,5														
43,5														
44,5														
45,5														
46,5														
47,5														
48,5													2,840	
>49,5														
Total	13,201	532,199	2217,499	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	390,404	3348,901	5443,898	3141,002	6272,601	1985,201

Anexo7.19. Abundancia (miles de ejemplares) de **machos** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por región **dentro y fuera** de las **5 mn** de reserva artesanal entre la II - VIII Regiones. Enfoque geoestadístico.

MC	DENTRO ARPA							FUERA ARPA						
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
10,5														
11,5													182,6	
12,5													182,7	
13,5													592,0	55,0
14,5													1101,0	170,7
15,5			143,8							114,3		65,2	365,3	223,8
16,5		1236,9	216,0							37,9	128,8		230,2	618,9
17,5		1375,5	483,0						1140,8	231,5	64,3	129,6	2064,5	905,8
18,5		2843,5	1417,3						1567,5	1373,4	387,4	389,5	1895,9	2336,8
19,5		3546,4	2204,5						2974,4	2744,1	1464,2	389,5	3981,0	3777,3
20,5		5912,0	5733,7						3191,0	7472,4	1693,6	1171,7	13108,3	4633,2
21,5		11951,5	11680,6						5722,0	12825,3	3520,7	1759,2	15229,5	7952,9
22,5		14134,3	16122,0						7997,8	23307,1	5352,9	2503,7	23197,9	13467,2
23,5	32,1	15177,7	20272,9						10574,6	36634,2	13087,2	4301,0	40294,0	19721,5
24,5	64,2	8538,8	19219,0						13080,8	43570,5	31822,3	10216,9	39308,9	20837,2
25,5	320,5	7247,3	21280,0						10148,1	53167,4	60790,8	25241,5	60980,2	28075,5
26,5	544,7	3422,7	25851,5						6768,5	62409,1	95105,4	43046,9	60306,6	30319,2
27,5	352,5	648,5	16220,7						3601,2	54141,7	108963,4	44575,8	50277,2	30759,1
28,5	256,4	207,3	8801,8						1738,4	31574,7	79637,8	38947,8	31120,7	20438,6
29,5	64,0	81,2	3604,6						351,5	15045,8	43141,1	25152,6	17767,3	14387,2
30,5	64,1		1055,8						123,0	5913,1	18983,5	12951,0	10408,2	4472,3
31,5			334,2							3019,6	7604,0	6069,0	2877,5	3834,7
32,5	32,1		50,4							1004,0	1661,8	2045,9	366,2	336,3
33,5			114,1							12,4	410,8	1038,2	47,4	
34,5											235,3	64,2		
35,5											129,2	64,2		139,6
36,5			114,1								129,3	64,3	194,6	
37,5											296,6			
38,5												387,3		
39,5												96,8		
40,5														
41,5														
42,5														
43,5														
44,5														
45,5														
46,5												128,5		
47,5														
48,5														
>49,5														
Total	1730,5	76323,6	154920,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	68992,0	355787,2	474443,9	220449,3	375885,2	207462,6

Anexo 7.20. Abundancia (miles de ejemplares) de **hembras** de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por región **dentro y fuera** de las **5 mn** de reserva artesanal entre la II - VIII Regiones. Enfoque geoestadístico.

MC	DENTRO ARPA							FUERA ARPA						
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
10,5														
11,5			145,5											
12,5													226,8	
13,5			71,5						32,5				226,8	
14,5									33,0	38,4		65,2		
15,5		160,3	205,8						335,7	206,1		129,9	226,7	
16,5		426,4	494,1						948,2	387,6	192,8	65,0	338,7	55,1
17,5		2008,6	749,5						3291,7	503,1	238,0	293,9	56,1	566,2
18,5		2141,4	1760,1						4600,4	1627,2	957,9	129,8	1919,5	914,3
19,5		2381,7	1538,8						3782,5	4995,7	1762,0	652,5	1148,5	625,3
20,5		3906,5	3998,2						3888,0	7523,0	3423,5	1236,4	2021,7	1799,3
21,5		4295,3	6664,3						4122,0	10025,6	4311,7	2110,7	6971,2	7045,4
22,5		3676,3	9398,4						5008,6	20785,5	5595,9	2114,4	7948,0	8641,3
23,5	32,1	8150,8	15001,8						8246,6	30953,0	12343,0	3835,7	17778,5	10396,8
24,5	64,2	9941,4	15660,2						11158,0	38431,0	29584,5	9880,0	27133,9	13067,0
25,5	320,5	11197,4	18219,9						9461,3	51528,3	58876,0	23211,6	56864,5	12215,7
26,5	544,7	11086,5	21690,2						9336,9	68786,5	94547,3	40034,7	65402,3	15126,8
27,5	352,5	10173,9	31333,1						7196,4	71608,5	100327,1	49584,2	81902,3	13915,7
28,5	256,4	8302,8	33571,1						2863,5	46996,4	88875,2	40921,2	80860,3	16004,2
29,5	64,0	3191,9	31050,3						1593,5	31957,0	68682,2	36892,1	59850,5	17852,9
30,5	64,1	2953,7	26954,5						443,0	21615,5	55022,9	33303,6	52618,4	17404,3
31,5		199,2	15089,1						330,8	11098,1	27539,2	20815,6	27176,9	12192,4
32,5	32,1	57,2	6577,1						175,4	6195,5	14807,0	13805,4	24946,3	11458,2
33,5		53,3	1467,2						84,0	1954,5	6392,7	7660,5	15087,8	7771,4
34,5		3,9	321,3							12,4	577,9	1881,2	2893,0	6626,1
35,5			50,4								116,2	223,1	1103,1	2607,5
36,5			114,1								129,2	158,8	389,3	347,2
37,5												132,6	64,9	621,6
38,5													64,9	196,6
39,5												64,3	64,9	56,9
40,5														
41,5														
42,5														
43,5														
44,5														
45,5														
46,5														
47,5														
48,5													64,9	
>49,5														
Total	1730,5	84308,5	242126,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	76944,1	428039,6	575938,8	291387,6	541255,2	171773,5

10. Plan detallado de asignación del personal profesional y técnico.

10.1. Total de Horas asignadas

10.1.1. Objetivo específico 1.

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

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Enzo Acuña			30	30	10	70
Alex Cortés	40	30	20		10	100
Viviana López	40	30	20			90
Ximena Bennett	40	30	20			90
Juan Carlos Villarroel	40	20	20	20		100
Danny Rivera	100	20				120
Gino Pallotti	100	20				120
Claudia Valenzuela	100	20				120
N.N. 1	100	20				120
N.N. 2	100	20				120
TOTAL	660	210	110	50	20	1050

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Hugo Arancibia						0
Luis Cubillos						0
Sergio Neira						0
Mónica Barros						0
Ma. José Zúñiga	30	50	40			120
Juan Pineda						0
TOTAL	30	50	40	0	0	120

CONSULTORES INDEPENDIENTES

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

10.1.2. Objetivo específico 2.

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

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Enzo Acuña			30	30	10	70
Alex Cortés	40	30	20			90
Viviana López	40	30	20			90
Ximena Bennett	40	30	20			90
Juan Carlos Villarroel	30	20				50
Danny Rivera	80	20				100
Gino Pallotti	80	20				100
Claudia Valenzuela	80	20				100
N.N. 1	80	20				100
N.N. 2	80	20				100
TOTAL	550	210	90	30	10	890

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Hugo Arancibia			40	70	10	120
Luis Cubillos						0
Sergio Neira						0
Mónica Barros						0
Ma. José Zúñiga	20	50	40			110
Juan Pineda						0
TOTAL	20	50	80	70	10	230

CONSULTORES INDEPENDIENTES

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

10.1.3. Objetivo específico 3.

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

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Enzo Acuña			25	30		55
Alex Cortés	20	20	20		10	70
Viviana López	20	20	20			60
Ximena Bennett	20	20	20			60
Juan Carlos Villarroel	30	20	20	20		90
Danny Rivera	90	10				100
Gino Pallotti	90	10				100
Claudia Valenzuela	90	10				100
N.N. 1	90	10				100
N.N. 2	90	10				100
TOTAL	540	130	105	50	10	835

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Hugo Arancibia						0
Luis Cubillos						0
Sergio Neira						0
Mónica Barros						0
Ma. José Zúñiga						0
Juan Pineda						0
TOTAL	0	0	0	0	0	0

CONSULTORES INDEPENDIENTES

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

10.1.4. Objetivo específico 4.

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

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Enzo Acuña			20	30		50
Alex Cortés						0
Viviana López						0
Ximena Bennett						0
Juan Carlos Villarroel						0
Danny Rivera	80					80
Gino Pallotti	80					80
Claudia Valenzuela	80					80
N.N. 1	80					80
N.N. 2	80					80
TOTAL	400	0	20	30	0	450

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Hugo Arancibia			60	60	10	130
Luis Cubillos						0
Sergio Neira		80	80	60	20	240
Mónica Barros		80	80	20	20	200
Ma. José Zúñiga						0
Juan Pineda	50	100	80			230
TOTAL	50	260	300	140	50	800

CONSULTORES INDEPENDIENTES

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

10.1.5. Objetivo específico 5.

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

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Enzo Acuña			25	30		55
Alex Cortés						0
Viviana López						0
Ximena Bennett						0
Juan Carlos Villarroel						0
Danny Rivera						0
Gino Pallotti						0
Claudia Valenzuela						0
N.N. 1						0
N.N. 2						0
TOTAL	0	0	25	30	0	55

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Hugo Arancibia			30	20		50
Luis Cubillos		100	80	60	20	260
Sergio Neira						0
Mónica Barros						0
Ma. José Zúñiga						0
Juan Pineda						0
TOTAL	0	100	110	80	20	310

CONSULTORES INDEPENDIENTES

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

10.1.6. Objetivo específico 6 (Adicional).

Estimar y simular del efecto de la mortalidad por relación en el stock de camarón nailon entre la V-VIII Regiones.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Enzo Acuña			5	5		10
Alex Cortés				5		5
Viviana López						0
Ximena Bennett						0
Juan Carlos Villarroel						0
Danny Rivera						0
Gino Pallotti						0
Claudia Valenzuela						0
N.N. 1						0
N.N. 2						0
TOTAL	0	0	5	10	0	15

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Hugo Arancibia			10	10		20
Luis Cubillos						0
Sergio Neira			10	10		20
Mónica Barros						0
Ma. José Zúñiga						0
Juan Pineda						0
TOTAL	0	0	20	20	0	40

CONSULTORES INDEPENDIENTES

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