



REPUBLICA DE CHILE
Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción
SUBSECRETARIA DE PESCA

FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA

INFORMES TECNICOS F I P

FIP - IT / 98 - 03

INFORME : EVALUACION DIRECTA DE CAMARON
FINAL : NAILON ENTRE LA II Y VIII REGIONES

UNIDAD : UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
EJECUTORA

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y OCEANOGRAFICAS
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA



INFORME FINAL

**EVALUACIÓN DIRECTA DE CAMARÓN NAILON
ENTRE LA II Y VIII REGIONES**

PROYECTO DEL FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA N° 98-03

- CONCEPCION, JUNIO DE 1999 -

Autores : **Rubén Roa**
Fabián Tapia
Luis Cid
Ma. Irene López
Christián Diaz
Hugo Arancibia

INDICE GENERAL

Pág.

1. ANTECEDENTES	1
Objetivo General	2
Objetivos Específicos	2
2. METODOLOGIA POR OBJETIVO ESPECÍFICO	
2.1. Objetivo Específico 1	
2.1.1. Diseño de muestreo bietápico	3
2.1.2. Distribución espacial de la densidad	11
2.1.2.1. Determinación de la densidad en cada localidad de muestreo	11
2.1.2.2. Determinación de la distancia recorrida en cada lance	12
2.1.2.3. Determinación del ancho de barrido en cada lance	13
2.1.2.4. Análisis espacial	15
2.2. Objetivo Específico 2	
2.2.1. Estimador diseño-basado	17
2.2.2. Estimador modelo-basado	18
2.2.3. Estimación de abundancia	26
2.3. Objetivo Específico 3	
2.3.1. Análisis de la estructura de tallas y edades por sexo y su distribución espacial	27
2.3.2. Determinación de la relación longitud-peso	29
2.3.3. Determinación de la proporción sexual	30
2.4. Objetivo Específico 4	
2.4.1. Análisis de fecundidad	30
2.4.2. Estado de desarrollo de los huevos	33
2.4.3. Determinación del potencial reproductivo	34
2.5. Objetivo Específico 5	
2.5.1. Datos de la captura por taxon	35
2.5.2. Análisis de la información de la captura	36
2.5.3. Análisis de clasificación	38
2.6. Otros Resultados. Producciones Audiovisuales y Cartográficas	39
3. RESULTADOS	
3.1. Informe General de Actividades de Pesca y Muestreo Biológico	40
3.2. Objetivo Específico 1	
3.2.1. Determinación de la densidad (CPUE) local de camarón nailon	45
3.2.2. Distribución espacial del camarón nailon sobre los fondos rastreables	48
3.3. Objetivo Específico 2	
3.3.1. Estimador geoestadístico de la biomasa total y por zona	52
3.3.2. Estimador diseño-basado de la biomasa total y por zona	61
3.3.3. Biomosas parciales	62
3.4. Objetivo Específico 3	
3.4.1. Estructura de tallas y edades por sexo y su distribución espacial	66
3.4.2. Relación longitud peso por sexo, por zona, y por foco	74
3.4.3. Determinación de la proporción sexual por zona y foco	76
3.5. Objetivo Específico 4	
3.5.1. Análisis de fecundidad	79
3.5.2. Diámetro de los huevos	81
3.5.3. Potencial reproductivo	86
3.6. Objetivo Específico 5	
3.6.1. Importancia relativa de las principales especies de fauna acompañante	88
3.6.2. Análisis comunitario	88
3.6.3. Análisis factorial de correspondencias	100

4. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS	
4.1. Objetivo Especifico 1. Distribución del camarón nailon	103
4.2. Objetivo Especifico 2. Biomasa y abundancia	103
4.3. Objetivo Especifico 3. Estructura poblacional	106
4.4. Objetivo Especifico 4. Aspectos reproductivos	107
4.5. Objetivo Especifico 5. Fauna acompañante	108
5. CONCLUSIONES	110
6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	111

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Fig. 1. Distribución espacial de los lances de pesca propuestos en el diseño de muestreo y de los realizados durante los cruceros de prospección	7
Fig. 2. Comparación entre las estimaciones de distancia recorrida obtenidas mediante el método de Pitágoras y el producto velocidad por tiempo	46
Fig. 3. Modelo asintótico de la relación entre APA y profundidad de arrastre, ajustado a los datos de las regiones II-IV (a) y V-VIII (b).	47
Fig. 4. Distribuciones de frecuencia de CPUE (kg/km ²) obtenidas en las zonas de evaluación	48
Fig. 5. Distribución latitudinal de la CPUE (kg/km ²)	49
Fig. 6. Distribución espacial de la densidad (kg/km ²) de camarón entre las regiones II y VIII	50
Fig. 7. Variogramas experimentales estandarizados calculados para la CPUE de las zonas de evaluación comprendidas entre las regiones II-IV y V-VIII	53
Fig. 8. Modelos ajustados a los variogramas experimentales calculados para la CPUE de camarón nailon en las regiones II-IV y V-VIII	54
Fig. 9. Resultados de la validación cruzada para los variogramas teóricos y parámetros del <i>kriging</i> seleccionados en las zonas II-IV y V-VIII	57
Fig. 10. Polígono de estimación geoestadística de la biomasa en la zona II-IV	58
Fig. 11. Polígono de estimación geoestadística de la biomasa en la zona V-VIII	59
Fig. 12. Polígonos de estimación geoestadística de la biomasa en los focos de abundancia	60
Fig. 13. Estructura de tallas y composición de clases anuales de machos y hembras de camarón nailon, obtenidas mediante análisis de mezclas distribucionales	67
Fig. 14. Estructura de tallas y composición de clases anuales de machos y hembras de camarón nailon en los focos de abundancia	69
Fig. 15. Distribución latitudinal de la talla media y peso medio de machos y hembras de camarón nailon entre las regiones II y VIII	70
Fig. 16. Distribución espacial de las tallas y edades de camarón en la zona II-IV	72
Fig. 17. Distribución espacial de las tallas y edades de camarón en la zona V-VIII	73
Fig. 18a. Función longitud-peso de camarón nailon por sexo y zona de evaluación	74
Fig. 18b. Función longitud-peso de camarón nailon por sexo y foco de abundancia	75
Fig. 19. Distribución espacial de la proporción de machos de camarón nailon en la zona II-IV	77
Fig. 20. Distribución espacial de la proporción de machos de camarón nailon en la zona V-VIII	78
Fig. 21. Proporción de madurez sexual a la talla en hembras de camarón por zona de evaluación	79
Fig. 22. Función de fecundidad a la talla para las dos zonas de evaluación	80
Fig. 23. Estados reproductivos 2, 3, y 4 observados en hembras de camarón nailon	83
Fig. 24. Variación latitudinal del diámetro de huevos en las zonas de evaluación	84
Fig. 25. Distribución espacial del diámetro de huevos (µm) en la zona V-VIII	85

Fig. 26. Variación latitudinal del potencial reproductivo de camarón nailon en la zona II-VIII	86
Fig. 27. Distribución espacial del potencial reproductivo en la zona V-VIII	87
Fig. 28. Importancia relativa de las principales especies de fauna acompañante en las zonas II-IV y V-VIII	89
Fig. 29. Composición de la captura de fauna acompañante por foco de abundancia	90
Fig. 30. Análisis de dendrograma para la zona II-IV	95
Fig. 31. Análisis de dendrograma inverso para las principales especies de fauna acompañante en la zona II-IV	96
Fig. 32. Análisis de dendrograma para la zona V-VIII	99
Fig. 33. Análisis de dendrograma inverso para las principales especies de fauna acompañante en la zona V-VIII	100
Fig. 34. Resultado del Análisis Factorial de Correspondencia en la zona II-IV	102
Fig. 35. Resultado del Análisis Factorial de Correspondencia en la zona V-VIII	102
Fig. 36. Variación de la CPUE con la profundidad en transectas cuyo lance más profundo tuvo captura	105

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Características de las embarcaciones utilizadas en el crucero de prospección	3
Tabla 2. Ubicación de lances con análisis de fecundidad en la zona II-IV	32
Tabla 3. Ubicación de lances con análisis de fecundidad en la zona V-VIII	32
Tabla 4. Variables operativas de los cruceros de prospección entre las regiones II y VIII	40
Tabla 5. Esfuerzo de muestreo biológico de la captura de camarón por zona de evaluación	43
Tabla 6. Esfuerzo de muestreo biológico de la captura de camarón por foco de abundancia	44
Tabla 7. Pesos medios totales y por sexo para cada zona y foco de abundancia	44
Tabla 8. Estadística básica para profundidad media y APA en las dos zonas de evaluación	47
Tabla 9. Resultados de la validación cruzada para los modelos ajustados a los datos de la zona II-IV	55
Tabla 10. Resultados de la validación cruzada para los modelos ajustados a los datos de la zona V-VIII	56
Tabla 11. Resultados de la estimación geoestadística de la biomasa en las zonas II-IV y V-VIII	61
Tabla 12. Resultados de la estimación clásica de la biomasa en las zonas II-IV y V-VIII	62
Tabla 13. Resultados de la estimación geoestadística y clásica de la biomasa por foco de abundancia	62
Tabla 14. Biomosas y abundancias parciales de camarón nylon por sexo y zona de evaluación	63
Tabla 15. Biomosas y abundancias parciales de camarón nylon por sexo y foco de abundancia	63
Tabla 16. Biomosas y abundancias parciales de camarón nylon por sexo y categoría de talla para ambas zonas de evaluación	64
Tabla 17. Biomosas y abundancias parciales de camarón nylon por sexo y categoría de talla para los focos de abundancia identificados	65
Tabla 18. Resultados del análisis de mezclas distribucionales de las tallas de camarón por zona de evaluación	67
Tabla 19. Resultados del análisis de mezclas distribucionales de las tallas de camarón por foco de abundancia	68
Tabla 20. Proporción sexual observada por zonas de evaluación y focos de abundancia	76
Tabla 21. Fecundidad promedio por categorías de talla de camarón en las dos zonas de evaluación	81
Tabla 22. Diámetro promedio y número de huevos analizados por zona de evaluación	82
Tabla 23. Diámetro promedio y número de huevos analizados por foco de abundancia	82
Tabla 24. Rangos latitudinales y estratos de profundidad para la definición de celdas latitud-profundidad de la fauna acompañante	91
Tabla 25a. Listado de los 45 taxa de fauna acompañante, CPUE (kg/km ²) e importancia relativa en la zona II-IV	92
Tabla 25b. Listado de los 45 taxa de fauna acompañante, CPUE (kg/km ²) e importancia relativa en la zona V-VIII	93
Tabla 26. Código de las celdas latitud-profundidad para el análisis comunitario en la zona II-IV	94
Tabla 27. Código de las celdas latitud-profundidad para el análisis comunitario en la zona V-VIII	98

RESUMEN EJECUTIVO

La Universidad de Concepción ha realizado un crucero de evaluación directa de la biomasa y abundancia del stock de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, a bordo del PAM Antares y del PAM Linda Kay, entre el 24 de Agosto de 1998 y el 22 de Septiembre de 1998. El PAM Antares operó entre la V y VIII Regiones y el PAM Linda Kay operó entre la II y IV Regiones. Este último barco fue dirigido por la Universidad Católica del Norte, institución subcontratada en el proyecto. Además, se completó una segunda fase del crucero entre el 5 y el 16 de Diciembre de 1998, sobre fondos de la III y IV Regiones, donde se revisitaron 2 focos de abundancia de los 3 identificados por un equipo técnico formado por personal del FIP, de la Subsecretaría de Pesca y del proyecto. El tercer foco de abundancia, ubicado en la V Región, no pudo ser revisitado por razones logísticas. A bordo del PAM Antares se realizaron 92 lances de pesca en 36 transectas perpendiculares a la costa, y a bordo del Linda Kay se realizaron 190 lances en 77 transectas. Junto con las actividades de pesca la evaluación de la biomasa, se realizaron muestreos biológicos a bordo y en tierra, para analizar la estructura poblacional del stock evaluado y estimar el peso medio a la talla, se estudiaron aspectos reproductivos del recurso, se estudió la participación de la fauna acompañante a la pesca de camarón, se elaboraron cartas de distribución espacial en escala 1:500.000 del recurso en el área de estudio, y se registraron las principales actividades del proyecto mediante la producción audiovisual que se adjunta a este Informe Final. La distribución espacial del recurso sobre los fondos rastreables de la plataforma continental entre la II y VIII Regiones demostró que existen cantidades significativas del recurso sobre el borde del talud continental y sólo entre la III y la V Regiones. En esta zona, el recurso se distribuyó en tres focos de abundancia, siendo el más importante el ubicado frente a la IV Región al norte de Coquimbo. La biomasa fue estimada por dos métodos, uno basado en un modelo geoestadístico de la distribución espacial de la densidad, y otro basado en el diseño de muestreo regular probabilístico que se implementó. Los dos métodos rindieron resultados muy similares, de 9400 toneladas o 1300 a 1400 millones de individuos con un bajo nivel de error estadístico. Este resultado contrasta con estimaciones previas que situaban al recurso como mínimo en 40 mil toneladas. En el primer foco de abundancia,

ubicado en la III Región, se evaluaron 1700 a 1800 toneladas o poco más de 300 a 350 millones de individuos. En el segundo foco de abundancia, de la IV Región, se evaluaron 2000 a 2200 toneladas o 300 a 350 millones individuos. En el foco 3, de la V Región la biomasa alcanzó la cifra de 1100 a 1300 toneladas o 130 a 150 millones de individuos. Cerca del 80% de la biomasa y del 71% de la abundancia evaluada correspondió a hembras, entre las que predominaron ampliamente las de tallas entre 25 y 30 mm de longitud cefalotorácica. Por otra parte, cerca del 75% de la biomasa se evaluó entre la III y IV Regiones. Entre la II y IV Regiones la mitad de las hembras maduras ya habían desovado en la temporada en que se realizó el crucero, lo que redujo el análisis de aspectos reproductivos en esta zona. En cambio, entre la V y VIII Regiones las hembras maduras aún portaban huevos, lo que junto con los resultados obtenidos sobre la distribución espacial de los estados de madurez, indican que el desove puede ocurrir asincrónicamente a lo largo del rango latitudinal ocupado por el recurso. La distribución espacial del potencial reproductivo entre la V y VIII Regiones junto con la distribución espacial de la proporción sexual, sugirieron que el stock está limitado por la disponibilidad de machos para el apareo. La fauna acompañante a la captura del recurso resultó ser muy abundante y diversa, superando en peso a la propia captura de camarón. Entre las especies de la fauna acompañante, destacan componentes conocidos de esos fondos, como la merluza común, los pejerratas, el lenguado de ojos grandes, y en menor medida el langostino colorado.

1. ANTECEDENTES

El camarón *Heterocarpus reedi* Bahamonde 1955, de la Familia Pandalidae, habita la plataforma continental de Chile central y es explotado comercialmente por una flota arrastrera de alrededor de 30 naves, que operan entre la III y VIII Regiones (Acuña *et al.* 1997). En el sentido batimétrico el camarón se ubica cerca del borde del talud, principalmente entre los 250 y los 400 m, a mayor profundidad que los langostinos amarillo en la zona centro-norte, y colorado en la centro-sur, que constituyen las otras dos pesquerías de arrastre industrial de crustáceos.

En el período de 1985 a 1995, en que se aplicó un régimen general de acceso para la pesquería, las capturas aumentaron fuertemente llegando a las 10 mil toneladas. A partir de 1996, la pesquería se declara en plena explotación y se decretan capturas máximas anuales que se mantienen en 10 mil toneladas. Sin embargo, en 1998 la autoridad ha reducido la cuota anual a 8 mil toneladas, lo cual es un reflejo de cierto nivel de preocupación respecto del estado del stock, sobre todo en los principales focos de abundancia donde se concentra el esfuerzo de pesca. Según el último estudio de evaluación indirecta (Acuña *et al.* 1997), la biomasa del stock fue cercana a las 40 mil toneladas en toda el área del stock en el año 1996, y las tasas de explotación alcanzaron el 10% en la V Región, y fueron menores en el resto del área explotada entre las regiones III y VIII. Sin embargo, una percepción más clara del estado del stock se puede ganar evaluando la biomasa y abundancia por métodos directos en toda el área de la pesquería, y en sus principales focos de abundancia.

El presente Informe Final contiene todos los resultados de la evaluación directa del recurso camarón nailon, y toma en cuenta los comentarios y críticas que se hicieron al Preinforme Final. Asimismo, se incluyen la cartografía de la distribución del recurso y la producción audiovisual comprometidas en nuestra Propuesta Técnica. Nuestros resultados nos llevan a concluir que la biomasa del stock está muy por debajo de lo reportado en estudios previos.

OBJETIVO GENERAL

Estimar la biomasa del camarón nailon existente en la plataforma continental y talud superior entre las regiones II a VIII, a través de métodos directos de evaluación.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar la distribución del recurso camarón nailon en el área a prospectar.
- Determinar la biomasa total (en peso) y abundancia (en número) del recurso camarón nailon en el área a prospectar, y para cada uno de los principales focos de abundancia.
- Determinar la estructura de tallas por sexo, la relación longitud-peso y la proporción sexual para el área total prospectada, y para cada uno de los principales focos de abundancia.
- Determinar la función de fecundidad de las hembras y el estado de madurez de los huevos en cada uno de los principales focos de abundancia.
- Determinar la importancia relativa de las especies que constituyen la fauna acompañante de la pesquería del camarón nailon, durante la cuantificación del recurso.

2. METODOLOGIA POR OBJETIVO ESPECÍFICO

2.1. Objetivo Específico 1. Determinar la distribución del recurso camarón nailon en el área a prospectar.

La información y muestras para la determinación de la distribución espacial del recurso fueron obtenidas a través de la realización de un crucero de evaluación directa sobre la plataforma continental de la II a VIII Regiones. El crucero se realizó a bordo de dos barcos arrastreros de compañías pesqueras de la IV y VIII Regiones, utilizando un diseño de muestreo bietápico (Cochran 1977, Thompson 1992) con distribución espacial regular de los lances de pesca en las localidades consignadas en la siguiente sección. Un barco (PAM Linda Kay) operó entre la II y IV Regiones y el otro barco (PAM Antares) operó entre la V y VIII Regiones. Al primer rango geográfico nos referiremos como Zona II-IV y al segundo como Zona V-VIII. Las principales características de las dos embarcaciones utilizadas y de los artes de pesca correspondiente se presentan en la Tabla 1 y en el Anexo 1, respectivamente.

Tabla 1. Características de las embarcaciones utilizadas en el crucero de prospección.

	PAM Antares	PAM Linda Kay
Matrícula	1901	1860
Tipo	Arrastrero	Arrastrero
Eslora (m)	23.8	29.8
Capacidad bodega (m ³)	144.8	100
Arte de pesca	Red de arrastre langostinera/camaronera	

2.1.1. Diseño de muestreo bietápico

Según las Bases Especiales del proyecto, el diseño de muestreo debía comprender una campaña en dos etapas. Una primera etapa debía cubrir toda el área de estudio, entre la II y VIII Regiones, y una segunda etapa debía comprender una intensificación del muestreo en los focos de mayor abundancia. Nuestro diseño da cuenta de este aspecto obligatorio de las Bases Especiales, y también del hecho que la distribución del camarón a lo largo de la plataforma continental es continua (Acuña *et al.* 1997), por lo que existe un gradiente

latitudinal que fue evaluado por medio de transectas perpendiculares a su orientación espacial.

Los diseños muestrales deben definirse *a priori*, independientemente de la información obtenida durante el proceso de muestreo. Sin embargo, de acuerdo con las bases de esta propuesta, que requiere “la cuantificación de los focos de abundancia detectados”, el plan de muestreo consideró dos etapas, en cada una de las cuales se desarrolló una estrategia de muestreo bietápico. En este punto, es necesario introducir un elemento de nomenclatura. El uso del término “muestreo bietápico” en la literatura estadística formal (Cochran 1977, Thompson 1992) no coincide con el sentido del mismo término en las Bases Especiales. En estadística, un muestreo bietápico corresponde al uso de muestras primarias y dentro de ellas el uso de submuestras. En las Bases Especiales, las dos etapas corresponden a una campaña global, y luego a una intensificación del muestreo en algunos focos de mayor abundancia. Como los dos sentidos difieren, nosotros utilizaremos el término “muestreo bietápico” en su acepción estadística formal, y para las dos campañas que exigen las Bases Especiales, utilizaremos el término “fase”. Así, hubo una primera fase global, y una segunda fase sobre los focos detectados, y en cada fase se aplicó un muestreo bietápico.

El muestreo bietápico considera primero la selección de una muestra de unidades primarias y, en una segunda etapa, la selección de muestras de unidades secundarias (submuestras) de cada una de las unidades primarias (Cochran 1977, Thompson 1992). En nuestro caso las unidades primarias son las transectas, y las unidades secundarias son las estaciones dentro de las transectas. En cada una de las etapas es posible definir cualquier estrategia de muestreo, con la ventaja adicional que es posible estimar la variabilidad de los estimadores para un subconjunto particular de unidades primarias, utilizando para ello los resultados generados por sus respectivas submuestras. Esta propiedad es particularmente útil en este estudio, por cuanto se requiere poner énfasis en la estimación de abundancia para algunos focos de abundancia.

Se consideró una estrategia de muestreo sistemático de transectas longitudinales, las que se ubicaron cada diez minutos, a partir de la latitud correspondiente al punto más al norte del área de interés. La distancia entre transectas se determinó de acuerdo a criterios prácticos,

los que permitieron definir el número máximo de transectas posibles de realizar en toda el área de estudio (II a VIII Regiones) dentro de los plazos señalados por la propuesta. Para asegurar la aleatoriedad del proceso, la ubicación de la primera unidad primaria o transecta fue determinada al azar, dentro de los primeros diez minutos al norte del área de interés. Una vez determinada la posición de la primera unidad primaria o transecta, quedan determinadas por la misma selección aleatoria todas las restantes transectas de la primera y segunda fases. Dentro de cada transecta se realizaron lances sistemáticos de aproximadamente 1 milla náutica de longitud, lo que corresponde a las unidades secundarias del muestreo bietápico, a partir de la línea que se encuentra ubicada a 1 milla náutica de la costa. La ubicación del primer lance de cada transecta fue determinada al azar entre la segunda, tercera y cuarta milla náutica desde la costa. De esta manera, tanto las unidades primarias (transectas) como las secundarias (estaciones o lances) fueron elegidas al azar. La distancia entre lances fue de 2 millas náuticas, por lo que hubo un lance cada tres millas náuticas. El objetivo de este diseño muestral fue utilizar estimadores clásicos y conocidos para un muestreo aleatorio regular bietápico (Cochran 1977, Thompson 1992) y lograr un cuadrado medio del error menor para un esfuerzo de muestreo esperado, condicionado en los resultados observados.

Una vez finalizada la primera fase del muestreo, es decir, una vez que se obtuvieron estimadores globales de abundancia en toda el área de estudio, lo cual fue informado en el Informe Extraordinario y en el Informe de Avance, se seleccionaron los focos de mayor abundancia, lo que corresponde a la segunda fase de la campaña. Para definir estos focos de mayor abundancia de la segunda fase, se revisaron los resultados de la primera fase, identificando los conjuntos de transectas en que la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) fue mayor. Esta labor se realizó en una reunión técnica con personal del FIP y del Departamento de Pesquerías de la Subsecretaría de Pesca, celebrada el día 19 de Noviembre de 1998. Esa reunión contó con la presencia de la Sra. Vilma Correa, Secretaria Ejecutiva del FIP, el Sr. Italo Campodónico, del Dpto. de Pesquerías de la Subsecretaría de Pesca, el Dr. Enzo Acuña, investigador responsable del subcontrato de la Universidad Católica del Norte, el Sr. Fabián Tapia, coinvestigador, y el Sr. Rubén Roa, Jefe de Proyecto.

En la segunda fase, se procedió a intensificar el muestreo en las zonas definidas, mediante el despliegue de una nueva transecta intermedia. Dentro de cada una de estas nuevas transectas, se procedió a una selección sistemática de lances, según el mismo criterio empleado en la primera fase. Para efectos de evaluación de los focos de abundancia, se consideraron las capturas observadas en ambas fases, de modo que en los focos de abundancia la intensidad de muestreo considerada para la evaluación fue aproximadamente el doble de la del área total.

La Fig. 1 muestra la distribución espacial de las estaciones de pesca tal como fueron presentadas en la Oferta Técnica (Fig. 1a) y tal como resultaron en la práctica (Fig. 1b). Se aplicaron los criterios de aleatorización del muestreo bietápico explicados previamente, es decir, con selección aleatoria de la primera transecta (hacia el norte) y de la primera estación (hacia la costa) de cada transecta. En el caso de las transectas, la primera (de más al norte) se ubicó al azar en la cuarta milla (contada desde el norte) entre las 10 primeras. En el caso de las estaciones, la primera estación del muestreo se eligió al azar entre cualquiera de las tres primeras millas marinas de cada transecta. En este diseño bietápico para la primera fase se excluyeron las estaciones que quedaron a una profundidad mayor que 450 m, en conformidad con las Bases Especiales del proyecto, aunque en la práctica se realizaron algunas. Asimismo, la primera estación de muestreo posible de ser seleccionada se ubicó a partir de la segunda milla marina desde la costa. De la aplicación de estos límites longitudinales a las estaciones de cada transecta y la selección doblemente aleatoria, resultó un total de 620 estaciones. De estas 620 estaciones, 281 se ubicaron entre profundidades de 30 a 150 m o sobre fondos no rastreables de la zona centro sur (V a VIII Regiones). Dado que es ampliamente reconocido que a estas bajas profundidades no se encuentra camarón (evaluaciones directas de langostino colorado en 1996 y de langostino amarillo en 1997, y bitácoras de pesca de las tres pesquerías), entre la V y VIII Regiones las transectas partieron de profundidades de entre 150 a 200 m, en lugar de partir del comienzo de la segunda milla marina. Esto resultó en un total de 339 estaciones (Fig. 1a).

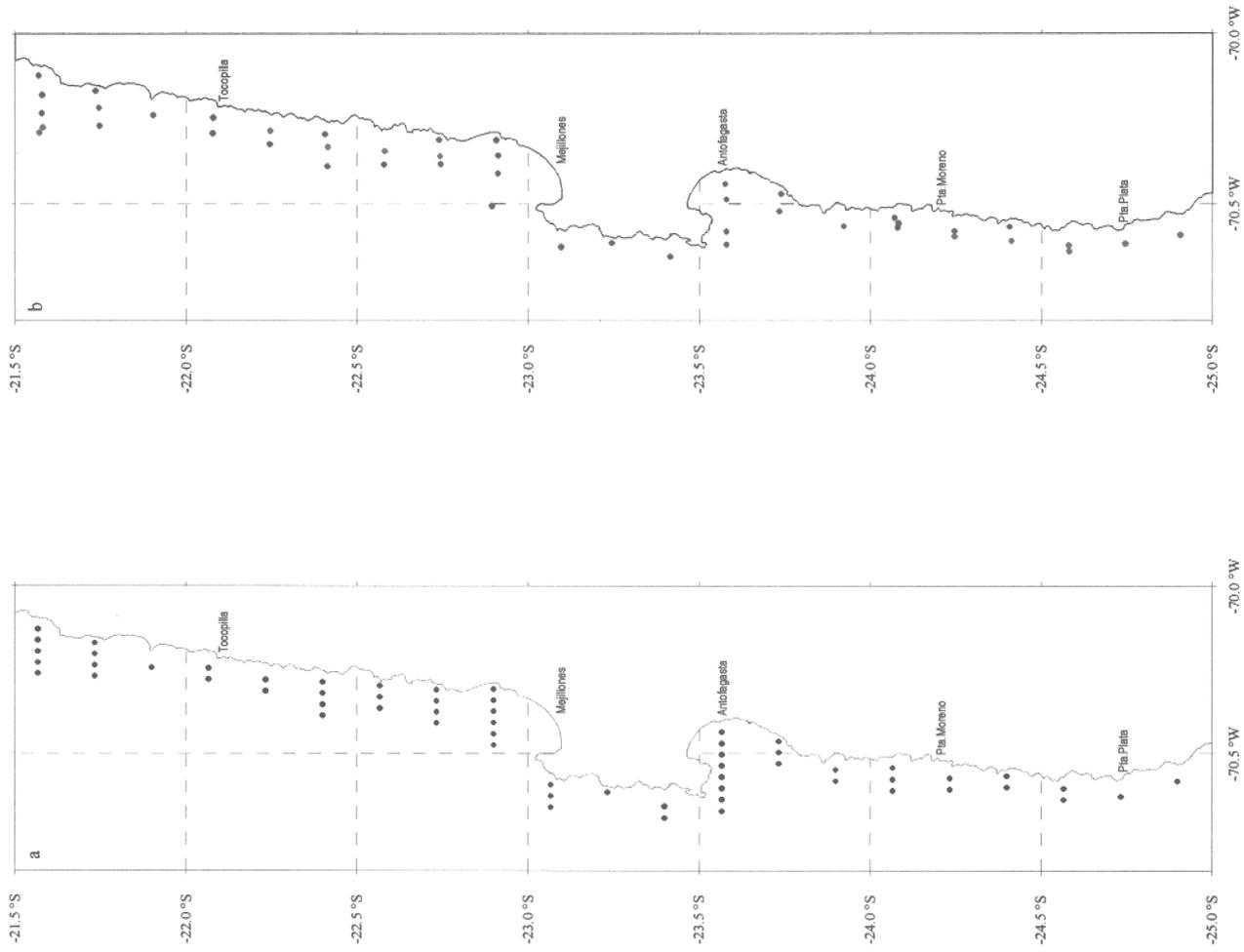


Fig. 1. Distribución espacial de los lances de pesca propuestos en el diseño de muestreo (a), y de los realizados durante los cruceros de prospección (b). Los símbolos rojos indican lances con captura durante la primera (círculos) y segunda fase (cruces) de la evaluación.

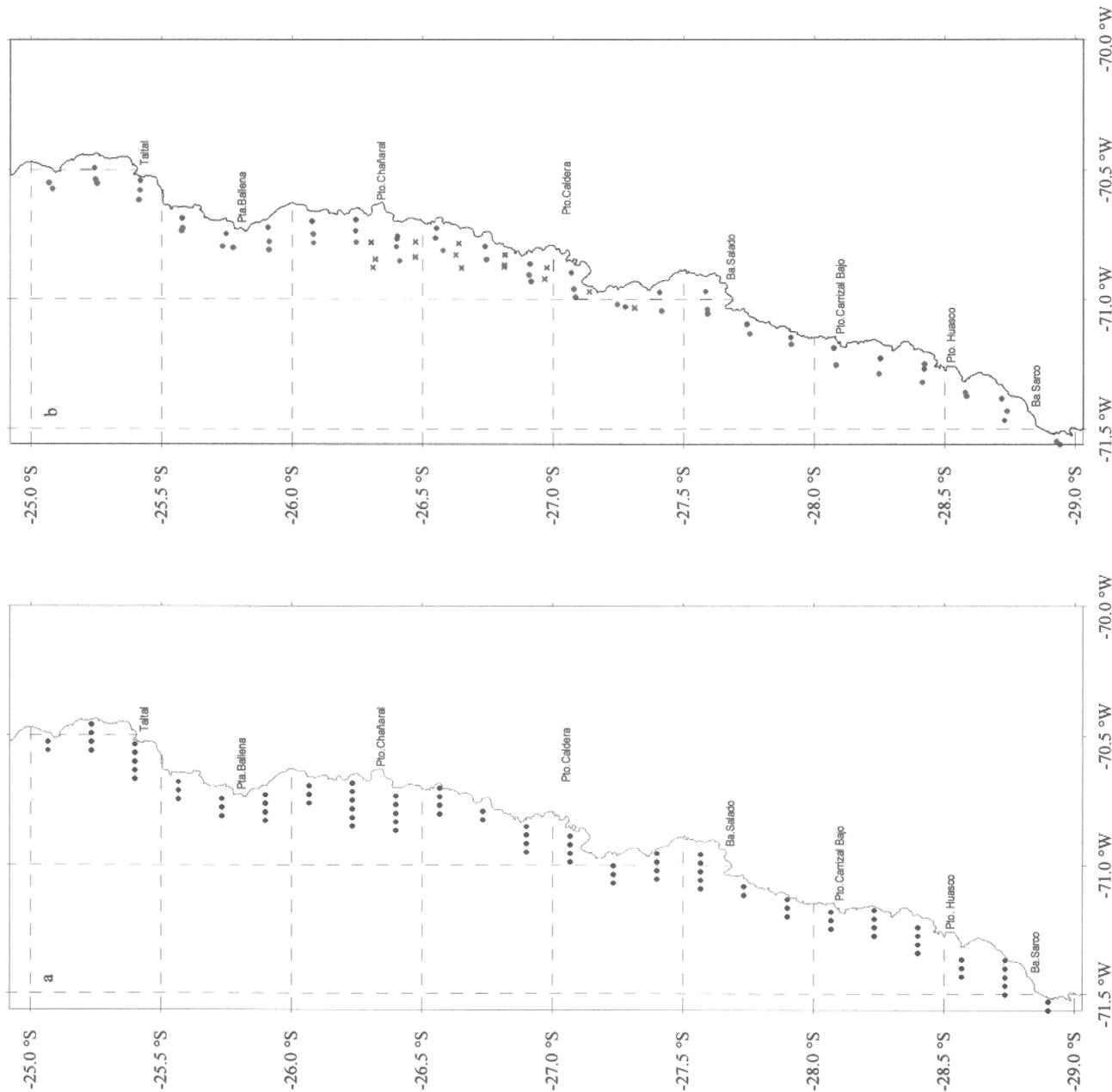


Fig. 1. Continuación.

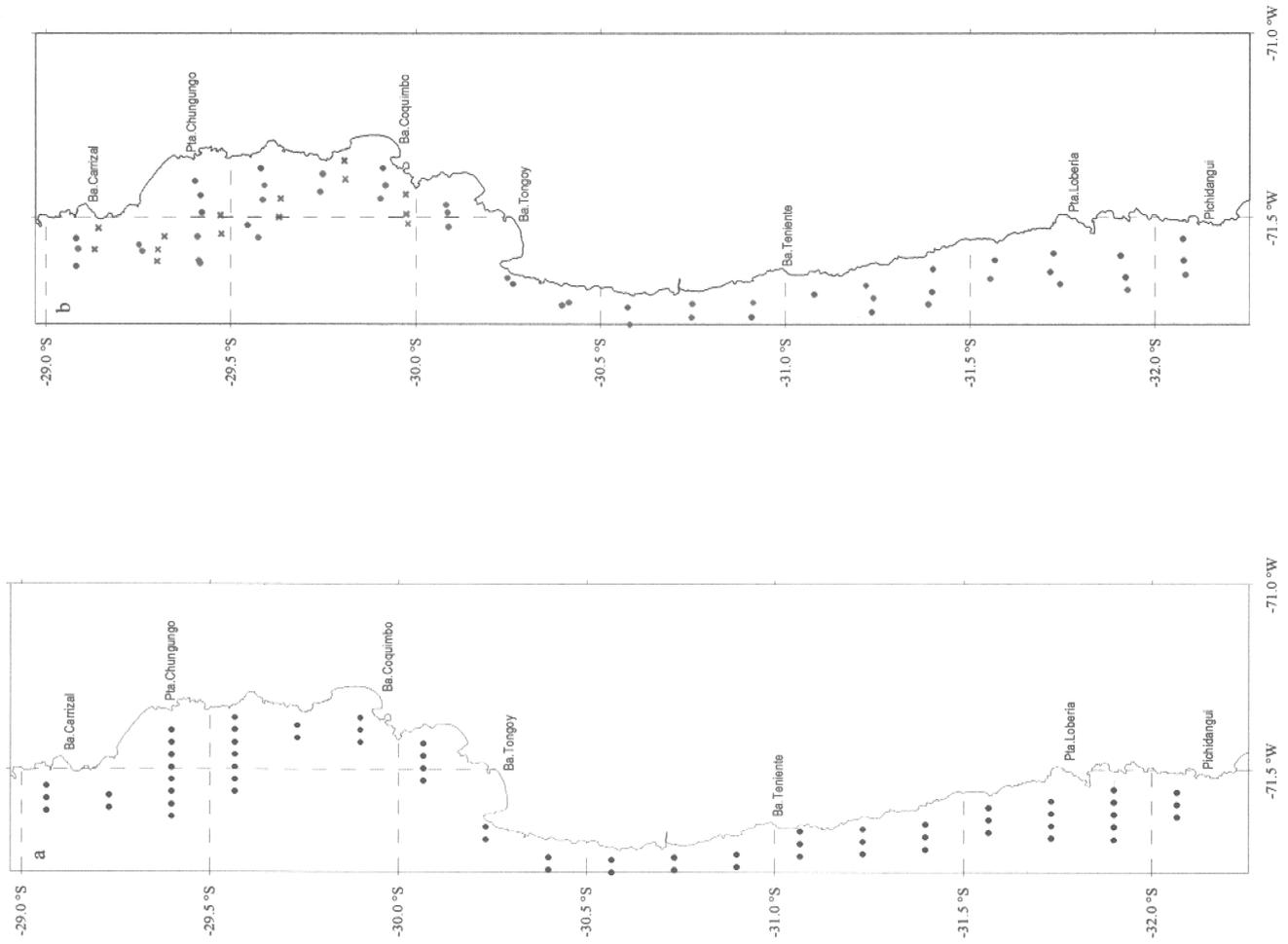


Fig. 1. Continuación.

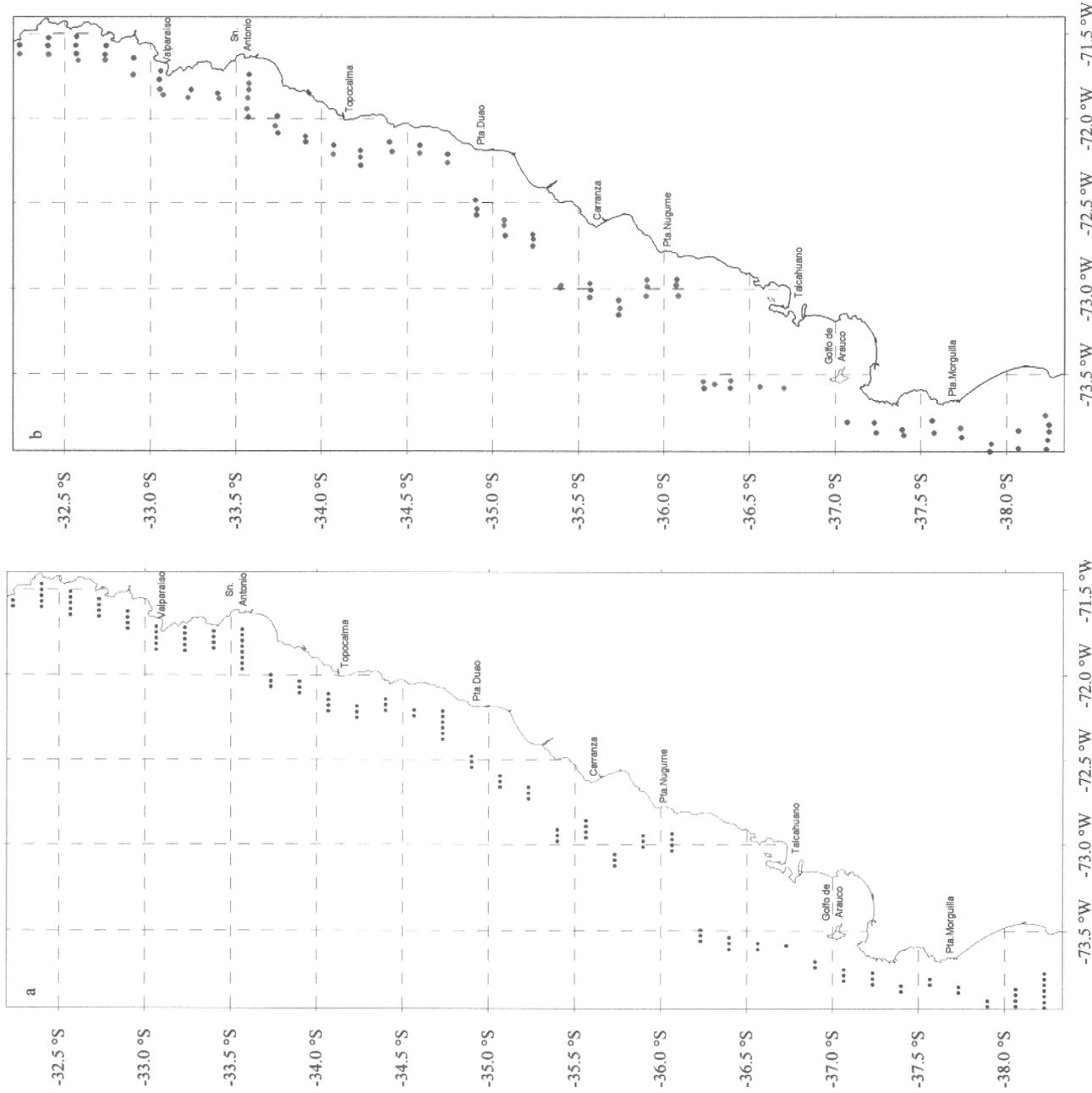


Fig. 1. Continuación.

2.1.2. Distribución espacial de la densidad

2.1.2.1. Determinación de la densidad en cada localidad de muestreo

En cada localidad de muestreo la densidad fue estimada como la captura en peso y en número del recurso por kilómetro cuadrado barrido con la red

$$D_w(x, y) = \frac{C_w(x, y)}{S(x, y)} \quad 1$$
$$D_n(x, y) = \frac{C_n(x, y)}{S(x, y)}$$

donde $D_w(x, y)$ y $D_n(x, y)$ son la densidad en peso (w) y número (n) en la localidad x (latitud) y (y longitud), C es la captura, y S es el área barrida en cada lance. Para ello, la captura en peso se calculó como

$$C_w = K\bar{P} \quad 2$$

donde K es el número de cajas estándar (25 litros) y \bar{P} es el peso promedio de las cajas (en esta y en las siguientes expresiones hemos dejado implícito el subíndice de localidad (x, y) para simplificar). Tanto el número de cajas como su peso promedio fueron medidos a bordo en cada lance de pesca. Por otro lado, la captura en número en cada lance fue

$$C_n = \sum_{l=1}^L C_{l,n} = C_w \sum_{l=1}^L \frac{F_l}{\sum_{l=1}^L F_l \bar{w}_l} \quad 3$$

donde $C_{l,n}$ es la captura en número de la categoría de talla l (en saltos de 1 mm de longitud cefalotorácica), L es el número total de categorías de talla, F_l es la frecuencia numérica de la categoría de talla l , y \bar{w}_l es el peso medio de la categoría de talla. La frecuencia numérica a la talla fue determinada sobre la base de mediciones de talla hechas sobre muestras aleatorias de la captura en cada lance. De cada lance se separó además una muestra

aleatoria de la captura para la determinación en laboratorio del peso medio a la talla, lo que sirvió para convertir la captura en peso en captura en número (por ejemplo: ec. 3).

2.1.2.2. Determinación de la distancia recorrida en cada lance

El área barrida en cada lance fue

$$S = da \quad 4$$

donde d es la distancia recorrida y a es el ancho de barrido de la red. La distancia d fue evaluada por dos metodologías. Primero, se determinó mediante

$$d_1 = VT \quad 5$$

donde V es la velocidad durante el arrastre y T es la duración del mismo. Este procedimiento ha sido realizado anteriormente por Henríquez y Bahamonde (1982), Henríquez *et al.* (1983), Arancibia (1988, 1989, 1992, 1993), Acuña *et al.* (1995) y otros, todos basados en Paloheimo y Dickie (1964) y Alverson y Pereyra (1969). Segundo, se utilizó el teorema de Pitágoras corregido por posición latitudinal

$$d_2 = M \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 \cos^2 \left(\frac{x_1 + x_2}{2} \right)} \quad 6$$

donde M es la conversión de millas náuticas a unidades del sistema MKS. El tiempo de arrastre se midió desde el momento en que frena el winche principal (cable de cala) hasta que la red comienza a ser virada. Este es el tiempo efectivo de arrastre. Se probó que ambas determinaciones de la densidad son equivalentes, al contrastar la hipótesis que la relación entre d_1 y d_2 es lineal con pendiente igual a 1, es decir que ambas medidas son equivalentes.

2.1.2.3. Determinación del ancho de barrido en cada lance

El ancho de barrido de la red fue estimado a través de la abertura de punta de alas (APA), de acuerdo con el método geométrico de Koyama (1974). Esta metodología se basa en la medición de ángulos de divergencia entre los cables de cala y requiere los siguientes supuestos:

- 1) Los cables de arrastre poseen una configuración recta entre la embarcación y los portalones.
- 2) Las líneas de unión entre los portalones y la red, también poseen una configuración lineal.
- 3) La configuración de las líneas de unión, la longitud de la red y la distancia entre los portalones, conforman un triángulo isósceles con el vértice al inicio del copo.
- 4) El ángulo de abertura de los cables de arrastre, con relación al eje de simetría de la nave, es idéntico tanto para el cable de babor como para el de estribor.

Siendo una solución práctica para el cálculo del APA en el caso de los arrastreros por popa, este método geométrico ha sido utilizado en la evaluación conjunta Japón-USA de recursos demersales en el mar de Bering (Wakabayashi 1985). Wakabayashi (1985) y Nashida (1990) validaron el método geométrico mediante la utilización de instrumental electrónico dispuesto en las puntas de alas del arte.

La abertura de punta de alas fue calculada a través de (Koyama 1974):

$$APA = \frac{AP * L_{net}}{L_{net} + L_{ms}} \quad 7$$

donde AP es la abertura de portalones, L_{ms} es la longitud de estándar y malleta, y L_{net} es la longitud de la red.

La abertura entre portalones es

$$\frac{AP}{\zeta} = L_1 + \frac{k * S_w * (L_2 - L_1)}{L_o} \quad 8$$

donde:

- S_w : longitud del cable de arrastre filado (m)
- L_o : distancia entre el punto 1 y 2. Valor sugerido 2 m
- L_1 : distancia entre cables en el punto medición 1 (m)
- L_2 : distancia entre cables en el punto medición 2 (m)
- AP : abertura horizontal teórica entre portalones (m)
- k : corrector de la longitud del cable (adimensional)
- ζ : corrector de la abertura teórica entre portalones (adimensional)

El factor corrector de longitud del cable S_w , fue calculado como:

$$k = \frac{S_{wx}}{S_w} \quad 9$$

donde S_{wx} es la proyección del cable de arrastre en el eje x (m). Para el cálculo de esta razón se utilizó el método de Fridman (1973) y (1986), que consiste en una expansión en series de Taylor de las ecuaciones diferenciales del cable de arrastre, integradas en su respectivo dominio de integración.

El otro factor incorporado en la expresión propuesta por Koyama (1974), que corrige la abertura entre portalones está representado por la expresión:

$$\xi = \frac{AP + \Delta AP}{AP} \quad 10$$

donde ΔAP es el elemento diferencial discreto de abertura entre portalones que genera la inexactitud entre el estimado teórico y el estimado instrumental. Este factor corrector se estimó asignando un valor característico para esta variable de acuerdo a lo confrontado en

la experiencia práctica a nivel mundial. Una expresión para esta variable es la siguiente, donde A y B son parámetros y V_k es la velocidad de arrastre en nudos:

$$\xi = 1 + A * (V_k - B) \quad 11$$

No es posible utilizar el método de Koyama (1974) en todos los lances de pesca debido a que su medición implica un riesgo significativo para el medidor en los barcos arrastreros por popa comerciales. En particular, no es posible medir ángulos cuando los lances se realizan de noche o en condiciones de mal tiempo. Este caso de datos faltantes, puede abordarse de dos maneras. Se estima el APA medio a través de los lances en los cuales hubo medición, y se aplica este promedio a todos los lances ($APA \neq APA[x,y]$), o se estiman los “datos” faltantes en base a un modelo estimado a partir de los datos para que $APA = APA(x,y)$. En el primer caso, se ignora la variabilidad en el APA lance a lance, la que por otro lado se puede estimar a través de la varianza muestral del APA en los lances con medición. En el segundo caso, se puede utilizar un modelo incorrecto conduciendo a sesgo en la estimación de APA en los lances en que no hubo medición. A nuestro juicio, fue posible estimar un modelo apropiado para la relación entre APA y profundidad, por lo que el problema del sesgo en la estimación de los datos faltantes fue irrelevante. Además, el coeficiente de variación del APA fue de 23% entre la II y IV Regiones y de 19% entre la V y VIII Regiones, cifras que son significativas. Por lo tanto, para incorporar la variabilidad lance a lance del APA en la estimación de densidad local, se ajustó un modelo asintótico simple de 3 parámetros para la relación entre APA y profundidad con los datos disponibles, y con el modelo se estimaron los datos faltantes de APA.

2.1.2.4. Análisis espacial

Este análisis se realizó mediante la aplicación de técnicas geoestadísticas sobre las estimaciones de densidad local de camarón en cada lance con captura. Los procedimientos detallados de análisis se incluyen en la sección 2.2.2, con la única diferencia que el análisis geoestadístico fue utilizado para el mapeo de la densidad, en lugar de la estimación de la densidad media.

La técnica geoestadística utilizada consistió básicamente en la interpolación desde la grilla de muestreo hacia el resto del área cubierta por el crucero, mediante la modelación de las autocorrelaciones espaciales de las observaciones. En particular, el método de interpolación fue el llamado *kriging*, por ser ampliamente utilizado con estos fines y ser aceptable en varios contextos de aplicación (Foote y Stefánsson 1993). El procedimiento básico del *kriging* consiste en la interpolación sobre el área no muestreada mediante combinaciones lineales de las observaciones provenientes del área muestreada en la grilla de transectas. Los coeficientes de la combinación lineal son óptimos desde el punto de vista de las desviaciones cuadráticas esperadas entre las observaciones y las interpolaciones.

2.2. Objetivo Específico 2. Determinar la biomasa total (en peso) y abundancia (en número) del recurso camarón nailon en el área a prospectar, y para cada uno de los principales focos de abundancia.

Se utilizó la información sobre densidad y su distribución espacial colectada mediante el despliegue del diseño de muestreo de la Fig. 1. Esta información permite al menos dos enfoques estadísticamente rigurosos, que hemos utilizado en este estudio. Un enfoque entrega un estimador de biomasa y abundancia que es insesgado respecto del diseño de muestreo y otro entrega un estimador que es insesgado respecto de un modelo de la distribución espacial de la densidad (Smith 1990). En el caso de ambos estimadores, se calculó tanto la biomasa como la abundancia numérica, y sus respectivas varianzas.

Como se ha dicho previamente, se utilizaron dos barcos para llevar a cabo el crucero de prospección, uno entre la II y IV regiones y uno entre las regiones V y VIII. Esto introduce el problema de las diferentes potencias de pesca de las dos embarcaciones. Sin embargo, Acuña *et al.* (1997) han demostrado que el poder de pesca en esta pesquería es prácticamente igual para todos los barcos. Aunque este resultado permitiría unificar los datos provenientes de ambos barcos, nosotros preferimos evitar el problema realizando estimaciones de biomasa y abundancia por separado para las zonas II-IV y V-VIII Regiones, pues si cada estimación es insesgada, su suma también lo es.

2.2.1. Estimador diseño-basado

El enfoque diseño-basado empleado aquí es conceptualmente diferente al del tradicional método del área barrida, en donde la densidad media se multiplica por el área. En este enfoque, se va cuantificando el total de camarón en cada unidad de muestreo primaria y secundaria y se va sumando para llegar al estimador de biomasa total. No hay aquí una densidad media ni un área que se conocen previamente a la biomasa, sino que tanto la biomasa como el área se van conociendo a medida que se va realizando la sumatoria unidad por unidad. La densidad media se conoce entonces después de conocer la biomasa y el área. Este enfoque sigue la tendencia clásica en muestreo de poblaciones finitas (Cochran 1977, Thompson 1992).

Sea N el número de unidades primarias (transectas) en la población y sea M_i el número de unidades secundarias (estaciones) dentro de cada unidad primaria. Llamamos $y_{ij} = \text{CPUE} * s_1 * s_2$, a la cantidad de camarón en la j -ésima unidad secundaria de la i -ésima unidad primaria, donde la CPUE se mide como biomasa o abundancia por unidad de área y $s_1 * s_2$ es el área que cubre cada unidad secundaria. Luego, el total de la i -ésima unidad primaria es $y_i = \sum_{j=1}^{M_i} y_{ij}$.

Luego, el valor medio para la i -ésima unidad primaria es $\mu_i = y_i / M_i$, por lo que el total poblacional es $\tau = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{M_i} y_{ij}$. Por la vía de las unidades primarias, la media poblacional es $\mu_p = \tau / N$, mientras que por la vía de las unidades secundarias es $\mu_s = \tau / M$, con $M = \sum_{i=1}^N M_i$ igual al total de unidades secundarias.

El estimador correspondiente al total de la i -ésima unidad primaria es entonces

$$\hat{y}_i = \frac{M_i}{m_i} \sum_{j=1}^{m_i} y_{ij} = M_i \bar{y}_i, \text{ donde } \bar{y}_i = \frac{1}{m_i} \sum_{j=1}^{m_i} y_{ij} \quad 12$$

Luego un estimador del total poblacional se obtuvo de

$$\hat{\tau} = \frac{N}{n} \sum_{i=1}^n y_i \quad 13$$

Al observarse proporcionalidad en la captura en relación con el tamaño de las unidades primarias (es decir que hubo más capturas por transecta en las transectas que resultaron ser más largas), un buen estimador de la varianza del estimador del total poblacional (ec. 13) viene dado por el estimador de razón (Thompson 1992):

$$s(\hat{\tau}) = \frac{N(N-n)}{n(n-1)} \sum_{i=1}^N (\hat{y}_i - M_i \hat{\tau})^2 + \frac{N}{n} \sum_{i=1}^N M_i (M_i - m_i) \frac{s_i^2}{m_i} \quad 14$$

con s_i^2 , un estimador de la varianza de la i -ésima unidad primaria.

Los estimadores de las varianzas para la segunda fase se obtuvieron de forma análoga y separadamente para cada uno de los focos. Esta estrategia de estimación es de tipo diseño-insesgada, producto de la aleatoriedad de la ubicación de las transectas y de los lances dentro de las transectas.

2.2.2. Estimador modelo-basado

A diferencia del enfoque diseño-basado de la sección anterior, el enfoque modelo basado de esta sección sigue la tradición pesquera del método del área barrida (Alverson y Pereyra 1969, Roa y Bahamonde 1993), en donde se evalúa la densidad media y el área y el producto de ambas, habida cuenta del coeficiente de capturabilidad local, es la biomasa del stock. Sólo que en nuestro caso se construye un modelo más o menos complejo para arribar al estimador de densidad media, específicamente un modelo geoestadístico, en lugar del estimador de densidad media basado en el muestreo aleatorio (Roa y Bahamonde 1993). Por otro lado, en este enfoque se conoce primero la densidad media y el área, y luego la biomasa, contrario a lo que sucede con el enfoque diseño-basado de la sección anterior.

El método del área barrida supone que la abundancia relativa media o densidad media, medida apropiadamente, es una función estrictamente lineal de la abundancia global, a través de la relación (Ricker 1975):

$$Z^* = q \frac{B}{S} \quad 15$$

donde Z^* es la densidad (medida como captura por unidad de esfuerzo), q es la fracción del stock que es capturada dentro del área que barre la red, B es la abundancia global, y S es el área global que ocupa la fracción retenida; a partir de este supuesto de linealidad:

$$B = \frac{S}{q} Z^* \quad 16$$

El razonamiento precitado se fundamenta en suponer que la distribución espacial de la abundancia relativa representa un volumen sobre un área geográfica. Este volumen es irregular en el sentido que existen zonas con alta densidad y zonas con baja densidad del recurso, tal como si se tratara de cumbres y valles en un paisaje tridimensional, lo que se puede representar por (Foote y Stefánsson 1993)

$$B = \frac{1}{q} \int_x \int_y Z(x, y) dx dy \quad 17$$

donde la biomasa es un volumen que se obtiene integrando sobre un área una función espacial de la densidad o abundancia relativa. El enfoque descrito por las ecuaciones anteriores pretende aplanar el contorno tridimensional descrito por la función $Z(x,y)$, de tal manera que esa función sea aproximada por una constante independiente de la posición espacial, una altitud promedio del paisaje.

La varianza del estimador de biomasa está dada por la varianza del estimador de densidad, que se trata más adelante, pues se supone que el área del stock se mide sin error, y que el coeficiente de capturabilidad local es fijo e igual a 1. El área corresponde a la suma de las

áreas de todas las posibles cuadrículas de muestreo y se determina sobre la base del despliegue del polígono de interpolación del *kriging* en mesa digitalizadora y uso del Sistema de Información Geográfico ArcInfo.

Todo el problema analítico del método del área barrida consiste en determinar un apropiado diseño de muestreo e implementar un apropiado algoritmo de estimación de la densidad media. En nuestro caso, la densidad media corresponde a la que resulta del análisis geoestadístico.

Las técnicas de análisis geoestadístico están siendo utilizadas con una frecuencia cada vez mayor en investigación pesquera a nivel mundial, y se han convertido en una herramienta de alta relevancia tanto en la descripción de la distribución espacial de recursos bentónicos (Freire *et al.* 1992, González-Gurriarán *et al.* 1993, Comeau *et al.* 1998) y pelágicos (Maravelias *et al.* 1996), como en estimaciones de biomasa (Conan 1985, Simard *et al.* 1992, Pelletier y Parma 1994, Maynou *et al.* 1998). En los últimos años nuestro grupo ha logrado implementar con éxito estas técnicas en evaluaciones directas de langostino colorado (Roa *et al.* 1997) y langostino amarillo (Roa *et al.* 1998). Desde diseños de muestreo de tipo regular-probabilístico se ha podido obtener estimaciones modelo-basadas de la biomasa y su varianza para estos recursos.

La geoestadística utiliza la correlación espacial entre los datos en lugar de evitarla, permitiendo obtener resultados insesgados prácticamente desde cualquier tipo de diseño muestral (Conan 1985, Petitgas 1996). No obstante, se obtienen resultados más completos al aplicar este tipo de análisis bajo estrategias de muestreo de tipo regular (Conan 1985), como es el caso de este estudio. Las estimaciones locales de densidad obtenidas durante la prospección son consideradas como una representación muestral del proceso aleatorio subyacente (*i.e.* distribución de la biomasa de camarón), por lo que se realizó un análisis estructural que permitió caracterizar este proceso en base a las propiedades de los datos, modelando el cambio en su disimilitud en función de la distancia entre ellos. Posteriormente, este modelo se utilizó durante el *kriging* para asignar ponderadores óptimos a los datos de densidad en las localidades muestreadas, obteniendo así una estimación de la densidad media en el área de prospección. Como ya se ha indicado, el *kriging* se utilizó

además para reconstruir el proceso aleatorio, estimando sus valores en puntos no muestreados y permitiendo así generar mapas de distribución espacial (Petitgas 1996).

Para el presente análisis se supuso que existe *estacionaridad de segundo orden*, es decir, que la media del proceso aleatorio bajo estudio es constante en el área de prospección y la covarianza entre dos puntos de muestreo depende sólo de sus distancias relativas (Isaaks y Srivastava 1989), por lo menos en el contexto local en que se realiza la interpolación por *kriging*. La herramienta estructural utilizada es el variograma, definido (Journel y Huijbregts 1978) como la esperanza de la variable aleatoria $(Z(x) - Z(x+\mathbf{h}))^2$, o

$$2\gamma(x, \mathbf{h}) = E\left(\left(Z(x) - Z(x + \mathbf{h})\right)^2\right) \quad 18$$

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

$$\gamma^*(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} (Z(x_i) - Z(x_i + h))^2 \quad 19$$

donde $N(\mathbf{h})$ es el número de pares de datos experimentales separados por el vector \mathbf{h} . Cuando existe efecto proporcional en los datos, es decir, cuando los cambios espaciales en la media local tienen asociado un cambio proporcional en su variabilidad, es conveniente utilizar variogramas experimentales relativos o estandarizados (Isaaks y Srivastava 1989, Pannatier 1996) de la forma

$$\gamma_s = \frac{\gamma^*(h)}{\sigma_{-h}\sigma_{+h}} \quad 20$$

$$\sigma^2_{-h} = \frac{1}{N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} z^2(x_i) - m^2_{-h} \quad , \quad m_{-h} = \frac{1}{N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} z(x_i)$$

$$\sigma^2_{+h} = \frac{1}{N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} z^2(x_i + h) - m^2_{+h} \quad , \quad m_{+h} = \frac{1}{N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} z(x_i + h)$$

donde la semivarianza en cada intervalo de distancia está ponderada por su variabilidad local. Este tipo de variograma experimental fue utilizado en nuestro análisis luego de verificar la existencia de efecto proporcional en las densidades de camarón para ambas zonas de evaluación. El uso de variogramas estandarizados permite detectar con mayor resolución el tipo de estructura espacial existente entre las observaciones, y una mejor estimación de las magnitudes relativas de los parámetros *sill* y *nugget* durante el ajuste de los variogramas teóricos (Goovaerts 1997). Realizamos este cálculo en varias direcciones para investigar así la existencia de diferencias direccionales en la estructura del proceso (*i.e.* anisotropía).

Una vez calculados los variogramas experimentales, se ajustó un modelo estadístico que permitiera relacionar la estructura observada con el supuesto proceso generador. Los dos modelos utilizados fueron el esférico y el exponencial, y están dados en términos del variograma por Cressie (1993), como

$$\gamma(\mathbf{h};\theta) = \begin{cases} 0, & \mathbf{h} = 0 \\ c_0 + c \left(\frac{3}{2} \left(\frac{\|\mathbf{h}\|}{\beta} \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{\|\mathbf{h}\|}{\beta} \right)^3 \right), & 0 < \|\mathbf{h}\| \leq \beta \\ c_0 + c, & \|\mathbf{h}\| \geq \beta \end{cases} \quad 21$$

para el modelo esférico, y

$$\gamma(\mathbf{h};\theta) = \begin{cases} 0, & \mathbf{h} = 0 \\ c_0 + c \left(1 - \exp\left(-\frac{\|\mathbf{h}\|}{\beta}\right) \right), & \mathbf{h} \neq 0 \end{cases} \quad 22$$

para el modelo exponencial, 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 β es el rango del variograma, más allá del cual los datos ya no presentan correlación (para el modelo exponencial, el rango práctico es tres veces el rango teórico $\beta=3\beta$).

Los modelos fueron ajustados a los datos del variograma experimental mediante el método de mínimos cuadrados descrito por Cressie (1993), y aplicado con éxito por Pelletier y Parma (1994) a datos similares, minimizando la sumatoria

$$\sum_{i=1}^H N(h_i) \left(\frac{\hat{\gamma}(h_i)}{\gamma(h_i)} - 1 \right)^2 \quad 23$$

donde H es el número de intervalos en que se dividió la distancia entre puntos de muestreo. Cada residuo al cuadrado se ponderó 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, zona crucial en la estimación de los parámetros del modelo (Pelletier y Parma 1994).

Previo a la estimación de biomasa y mapeo de la distribución espacial del recurso, se realizó una validación cruzada de los parámetros del variograma teórico ajustado y de los parámetros a utilizar en la interpolación por *kriging* (*i.e.* parámetros del variograma teórico, radio de búsqueda, número máximo de pares a utilizar en la interpolación). El método de validación cruzada (Deutsch y Journel 1998) consiste en eliminar uno a uno los puntos en que se realizó el muestreo y utilizar el resto de los datos para estimar el valor de la variable en ese punto, utilizando el modelo de variograma y parámetros de *kriging* seleccionados (Maravelias *et al.* 1996). De esta forma, se define el error de predicción en cada localidad muestreada como la diferencia entre el valor medido y el estimado a partir del resto de los datos (Isaaks y Srivastava 1989). El objetivo final de este procedimiento es obtener un criterio de decisión para seleccionar una combinación dada de parámetros del variograma teórico y del *kriging*.

Se utilizó el promedio de los errores de estimación (*i.e.* sesgo) como criterio primario, dado que el objetivo central del análisis es obtener una estimación insesgada de la densidad media (Z^*) en la zona de prospección (Isaaks y Srivastava 1989). Además, como criterio secundario, y con el objetivo de incorporar una medida conjunta del sesgo y de la

dispersión de las estimaciones con respecto a los valores verdaderos, se calculó el cuadrado medio del error (Maravelias *et al.* 1996)

$$CME = \left(\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \{Z^{*(k)}(x_j, y_j) - Z(x_j, y_j)\} \right)^2 + \frac{1}{N-1} \sum_{j=1}^N \{(Z^{*(k)}(x_j, y_j) - Z(x_j, y_j))\}^2 \quad 24$$

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

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

Se utilizó el *kriging puntual ordinario* como método de interpolación para obtener una estimación de la densidad media del camarón sobre el área de prospección y/o sobre cada foco de abundancia. Se consideró la distancia media entre las estaciones de muestreo como la distancia internodal de la grilla de interpolación, dados los buenos resultados obtenidos siguiendo este procedimiento para el langostino colorado (Roa *et al.* 1997) y langostino amarillo (Roa *et al.* 1998).

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

$$Z^*(x_0, y_0) = \sum_{i=1}^n w_i Z(x_i, y_i) \quad 25$$

donde w_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*, fue minimizado (Simard *et al.* 1992).

La densidad media (Z^*) se obtuvo promediando las estimaciones locales calculadas en cada uno de los m nodos de la grilla que cubre el área de estudio. De esta forma, la biomasa total (B) fue estimada a través del producto entre la densidad media y el área total,

$$\hat{B} = S \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m Z^*(x_j) \quad 26$$

La varianza (σ^2) de este estimador se calculó utilizando el concepto de varianzas extensivas (Journel y Huijbregts 1978, Wackernagel 1995). Este procedimiento ya ha sido utilizado por nuestro grupo en la evaluación del stock de los langostinos colorado (Roa *et al.* 1997) y amarillo (Roa *et al.* 1998), y fue aplicado por Simard *et al.* (1992) en el camarón del norte *Pandalus borealis*, aunque la distribución espacial de sus estaciones de muestreo no era la óptima para esta metodología. Básicamente, las varianzas extensivas corresponden a la integración de los errores elementales de muestreo sobre toda el área definida por la distribución espacial de la densidad del recurso. Estos errores elementales corresponden a fracciones de la varianza de la densidad en porciones discretas del espacio, que se extienden sobre una región de influencia que conserva la geometría del volumen a integrar. Cuando el espacio entre estaciones de muestreo es regular, la integración puede discretizarse y convertirse en una sumatoria, cuyos valores se encuentran graficados en las cartas de varianzas extensivas publicadas por Journel y Huijbregts (1978). Por lo tanto, la varianza de la estimación de biomasa puede calcularse como

$$\sigma^2(B) = \sigma_{E-g}^2 c s_{(x)} s_{(y)} N S \quad 27$$

donde σ_{E-g}^2 es la varianza extensiva indicada en las cartas de Journel y Huijbregts (1978) para diferentes geometrías de las unidades de muestreo; el subíndice *E-g* significa *Elemental-geometría*, *c* es el *sill* del variograma ajustado, $s_{(x)}s_{(y)}$ es la región de influencia correspondiente a cada unidad de muestreo, y *N* es el número total de posibles unidades de muestreo que cubren el área de integración *S*.

Se utilizaron los programas VARIOWIN 2.2 (Pannatier 1996) para el cálculo de los variogramas experimentales, Geo-Eas 1.2.1 (Englund y Sparks 1988) para la validación cruzada y *kriging*, y el programa SURFER 5.0 (Keckler 1994) para el mapeo y trazado de isolíneas.

2.2.3. Estimación de abundancia

La abundancia numérica fue estimada como la razón entre biomasa estimada y el peso medio de los individuos, esto es

$$\hat{N} = \frac{\hat{B}}{\bar{w}} \quad 28$$

Esta fórmula se aplicó a todos los casos en que se estimó biomasa, es decir a las estimaciones geoestadísticas y clásicas, de biomasa total por zona o parciales por foco, sexo y talla. La varianza de \hat{N} se puede obtener de (Lindgren 1993)

$$V(\hat{N}) = \frac{1}{\bar{w}^2} V(\hat{B}) + \frac{\hat{B}^2}{\bar{w}^4} V(\bar{w}) \quad 29$$

puesto que \hat{B} y \bar{w} son no correlacionados debido a que vienen de distintos procesos de estimación (\hat{B} viene de la estimación clásica o geoestadística y \bar{w} viene de la media muestral de la muestra de la captura). Desafortunadamente, en el caso de las biomasa parciales, la ec. 28 es además multiplicada por una proporción, ya sea una proporción sexual o una proporción a la talla, las que a su vez tiene errores binomiales y multinomiales respectivamente. Esto complica mucho el cálculo de las varianzas, no sólo de la abundancia sino también de la biomasa parcial. Por lo tanto, no se estiman las varianzas de las biomasa ni de las abundancias parciales, pero si se estiman para las zonas (II a IV y V a VIII) y para los focos.

2.3. Objetivo específico 3. Determinar la estructura de tallas por sexo, la relación longitud-peso y la proporción sexual para el área total prospectada, y para cada uno de los principales focos de abundancia.

En nuestra Propuesta Técnica, se indicó que se tomaría una muestra biológica para tallas y sexos, midiendo los camarones a bordo, en cantidad determinada por el tiempo disponible entre lance y lance. Sin embargo, la gran presencia de fauna acompañante en casi todos los lances nos forzó a dedicar mucho más tiempo del proyectado a separar los camarones en la pesca. Ante esta situación, se decidió hacer la separación por sexo y la medición de tallas en laboratorio, para lo cual se separó de cada lance una muestra aleatoria de ca. 300 individuos. La talla fue medida como longitud cefalotorácica (en mm) definida como la distancia entre la base del pedúnculo ocular y el borde posterior del caparazón, medida dorsalmente a lo largo de la línea media del cuerpo (Roa y Ernst 1996). Los individuos fueron clasificados como (1) machos, (2) hembras no ovígeras y (3) hembras ovígeras. La diferenciación entre hembras sin huevos y machos se basó en la forma del endopodito del primer par de pleópodos, que en las hembras es distalmente aguzado y con pilosidad en sus bordes, mientras que en el macho es redondeado y sin pilosidad (Henríquez 1979). Muestras adicionales se tomaron por separado y se llevaron al laboratorio en tierra para la determinación del peso (sección 2.3.2) y análisis de fecundidad de las hembras (sección 2.4.1). Los análisis que se indican a continuación fueron aplicados a los datos de toda el área prospectada y de cada foco de abundancia.

2.3.1. Análisis de la estructura de tallas y edades por sexo y su distribución espacial

Las mediciones de talla se agruparon en categorías de 1 mm. Este conjunto de datos sirvió para conocer la estructura de talla por sexo, e inferir una estructura de edad sobre la base de la estructura de tallas. Para ello se utilizó el análisis de mezclas distribucionales de Macdonald y Pitcher (1979), que ha sido aplicado previamente en nuestras investigaciones sobre el langostino colorado (Roa 1993a, 1993b, Roa y Bahamonde 1993, Roa *et al.* 1993, Roa *et al.* 1995a, 1995b, Roa y Tapia 1998) y sobre el camarón nailon (Roa y Ernst 1996).

Este análisis se realizó de acuerdo a los criterios descritos en Roa (1993b) y Roa y Ernst (1996).

Específicamente, se adopta el supuesto de que la estructura global de tallas de una categoría sexual está compuesta poblacionalmente por varias clases anuales o cohortes de individuos que nacieron en un año determinado, y que tienen todos la misma edad entera. Como no todos los individuos de una misma edad tienen una misma talla, existe una distribución de probabilidad para la talla de individuos de una misma edad, que corresponde a una distribución normal-Gaussiana.

El análisis de mezclas distribucionales implementado en el programa estadístico MIX (Macdonald y Pitcher 1979) asume que el histograma $F(l)$ (frecuencia numérica a la talla) es una combinación lineal de distribuciones de probabilidad

$$\begin{aligned} F(l) &= \pi_1 f_1(l) + \dots + \pi_r f_r(l) \\ \sum_i \pi_i &= 1 \end{aligned} \tag{30}$$

donde π_i es la proporción de representación de la distribución i en la mezcla, y $f_i(l)$ es una función densidad de probabilidad. Existen r de esas funciones en la mezcla distribucional. En nuestro caso la variable l es la talla, y como se dijo previamente las funciones son clases anuales y corresponden a la función densidad de probabilidad normal. Cada función normal está caracterizada por dos parámetros: la media y la varianza, por lo que al ajustar una mezcla distribucional a un histograma de tallas de camarón nailon capturado en una temporada, se requiere estimar $3r$ parámetros, r medias, r varianzas, y r proporciones, cuando no se impone ninguna restricción al análisis, excepto las naturales de que cada varianza sea mayor que cero y que las medias de las r clases anuales siempre vayan en orden creciente.

La estimación de los parámetros de la mezcla distribucional, sujeta a la evidencia de los histogramas colectados se realizó mediante máxima verosimilitud, es decir, tomando el valor de parámetros en los cuales la derivada parcial del logaritmo de la función de verosimilitud respecto de los parámetros es igual a cero. El vector de parámetros máximo

verosímil es aquel cuyos valores maximizan la probabilidad de que los datos hayan ocurrido cuando el modelo $F(l)$ es cierto. La solución de las ecuaciones de verosimilitud se obtuvo en forma iterativa por el método Gauss-Newton, y la bondad del ajuste se determinó a través de un estadístico Chi-cuadrado.

Para conocer la distribución espacial de las tallas y edades simultáneamente, se utilizaron en combinación los resultados del análisis geoestadístico y del análisis de mezclas distribucionales. Para ello, se realizó el mismo análisis geoestadístico indicado para la densidad en la sección 2.2.2, pero sobre las tallas medias observadas en cada lance con captura, de tal manera que reemplazando densidad (z) por la variable longitud (l) entre las ecs. 18 y 25, se tiene la exposición metodológica en términos del análisis geoestadístico de la tallas medias. Una vez concluido este análisis espacial, se mapearon las tallas medias y las desviaciones estándar de las clases anuales identificadas con la aplicación del algoritmo MIX, en gradientes de color que representan la intensidad de la presencia de distintas cohortes entre la II y VIII Regiones. De esto resultó un mapeo de la presencia de las cohortes sobre el área prospectada y los principales focos de abundancia.

2.3.2. Determinación de la relación longitud-peso

Para determinar la relación longitud-peso, los datos de talla y peso que fueron colectados de cada lance fueron agrupados, ajustándose una función de potencia del tipo $w=aLC^b$, donde w es el peso (g), LC la longitud cefalotorácica (mm), y a y b , los parámetros a estimar mediante regresión lineal de los datos transformados a logaritmo. Este análisis se realizó por separado para cada sexo en las zonas II-IV y V-VIII, y en cada foco de abundancia. Se realizó una prueba de regresión lineal múltiple con variables indicadoras (Netter *et al.* 1985) para probar si existen diferencias significativas entre los pesos medios a la talla de las dos zonas, dentro de cada sexo. Otros contrastes se consideraron menos relevantes, ya sea por redundantes (entre focos: el foco 1 más el foco 2 es lo mismo que la zona centro-norte, y el foco 3 es prácticamente lo mismo que la zona centro sur) o por haber resultados previos (entre sexos: Roa y Ernst 1998).

2.3.3. Determinación de la proporción sexual

Desde la muestra de la captura de cada lance y la clasificación de los individuos entre machos y hembras, se estimó la proporción sexual de cada localidad muestreada. Con distintos niveles de agregación de las muestras de cada localidad se pudo conocer la proporción sexual estimada para el área total prospectada y para cada foco de abundancia. Se obtuvo un mapeo de la distribución espacial de la proporción sexual con análisis geoestadístico, tal como se ha descrito para la densidad (sección 2.2.2) y las tallas (sección 2.3.1).

2.4. Objetivo específico 4. Determinar la función de fecundidad de las hembras y el estado de madurez de los huevos en cada uno de los principales focos de abundancia.

2.4.1. Análisis de fecundidad

Se analizó la fecundidad de las hembras de camarón nailon, expresada como el número de huevos portados a la talla, para toda el área de muestreo y para cada foco de abundancia. Las muestras fueron tomadas entre los meses de Agosto y Septiembre de 1998. Se utilizaron muestras congeladas, tomadas de la captura exclusivamente para este objetivo. Una vez en tierra se seleccionaron aquellas hembras cuyo estado de madurez fuera 1 (sección 2.4.2) y que no presentasen deterioro físico de la masa ovígera. Para la estimación del número total de huevos portados por cada hembra de camarón, se aplicó un método gravimétrico, realizándose el recuento directo de 3 fracciones de la masa ovígera, de peso conocido. En la Oferta Técnica se mencionó el uso de un método volumétrico, pero las pruebas iniciales tanto en los laboratorios de la Universidad Católica del Norte como en los de la Universidad de Concepción, se observó una mayor precisión y rapidez con el método que aquí se describe:

- a) Se descongelaron los ejemplares, se midieron (0.01 mm) y se pesaron completos (0.0001 g).

- b) Se extrajeron los huevos en forma manual, comenzando desde los pleópodos posteriores hacia la parte anterior.
- c) Se colocaron los huevos en una cápsula petri, luego se retiraron los pleópodos, extrayéndosele el exceso de humedad y se procedió a pesar la masa ovígera total (0.0001 g).
- d) Se pesaron 3 submuestras similares de huevos (0.0001 g) y se realizó un conteo exhaustivo utilizando un estéreo-microscopio.
- e) Se extrapoló el número promedio de huevos por submuestra al peso total de la masa ovígera. Se calculó de esta forma la fecundidad correspondiente a cada fracción, la fecundidad promedio, la desviación estándar y el porcentaje de desviación estándar.
- f) En el caso de que el porcentaje de desviación estándar fuese superior al 10%, se procedió a hacer el recuento de una cuarta fracción, eliminándose el valor atípico.

A los datos del número de huevos a la talla se ajustó un modelo exponencial del tipo $G = ae^{(bLC)}$, donde G es el número de huevos y LC es la longitud cefalotorácica. Los parámetros a y b fueron estimados mediante una regresión no-lineal del número total de huevos versus la talla. Se analizaron separadamente los datos de fecundidad a la talla provenientes de las zonas II-IV y V-VIII. La comparación estadística de ambas curvas fue realizada usando el análisis de suma de cuadrados residuales modificado para mínimos cuadrados no lineales por Chen *et al.* (1992).

En las Tablas 2 y 3 se indican la procedencia y el número de hembras ovígeras utilizadas en el análisis de fecundidad entre las regiones II-IV y V-VIII.

Tabla 2. Ubicación de lances con análisis de fecundidad en la zona II-IV.

Lance	Latitud Media	Longitud Media	N° hembras analizadas
17	22.580	70.345	1
100	28.421	71.248	2
109	28.940	71.558	1
119	29.413	71.618	3
121	29.581	71.366	3
133	30.089	71.525	2
134	30.248	71.665	2
136	30.414	71.733	1
137	30.395	71.741	14
141	30.745	71.774	4
150	31.386	71.738	4
161	32.082	71.656	3

Tabla 3. Ubicación de lances con análisis de fecundidad en la zona V-VIII.

Lance	Latitud Media	Longitud Media	N° hembras analizadas
162	36.700	73.580	8
163	36.560	73.573	3
165	36.388	73.537	4
167	36.229	73.542	6
171	36.295	73.558	18
173	33.575	71.791	2
174	33.574	71.829	4
175	33.568	71.877	2
176	33.564	71.942	5
179	33.400	71.882	1
180	33.218	71.875	3
182	32.237	71.618	3
189	32.577	71.656	1
190	32.734	71.653	2
194	32.900	71.741	5
197	33.055	71.825	1
198	33.074	71.859	2
201	33.729	72.044	3
205	34.067	72.209	4
210	34.411	72.194	3
212	34.572	72.204	1
215	34.734	72.262	1
220	35.064	72.630	5
221	35.066	72.598	1
229	38.226	73.742	4
235	37.730	73.817	4
247	35.741	73.112	2
248	35.732	73.065	3
252	35.393	72.992	2
253	35.398	72.977	4

2.4.2. Estado de desarrollo de los huevos

Una vez separadas las hembras para el análisis de fecundidad, se clasificaron las restantes según el estado de desarrollo de sus huevos. Se midieron y se seleccionaron 4 a 5 ejemplares de cada estado de madurez, que permitiesen cubrir el rango de tallas observado para cada estado. De las hembras seleccionadas se tomaron 10 huevos, a los cuales se les midió el diámetro mayor utilizando una lupa con ocular milimetrado y previamente calibrado. La escala utilizada en el análisis del estado de desarrollo de los huevos fue la propuesta por Pavez *et al.* (1994), y contempla 4 estados de desarrollo. A continuación se describen la coloración y las características fundamentales de los huevos de camarón nailon para cada estado de desarrollo.

Estado 1

La masa ovígera es de color café oscuro, el huevo es esférico y presenta un vitelo de aspecto homogéneo, sin granulaciones aparentes ni espacio perivitelino.

Estado 2

La masa ovígera es de color café más pálido, aparecen granulaciones y comienza a aparecer espacio perivitelino; no existe mancha ocular ni pigmentación y el huevo adopta una forma más ovalada.

Estado 3

La masa ovígera es de un color café lechoso. El volumen ocupado por el vitelo disminuye y comienzan a aparecer indicios de pigmentación ocular. Aun no existe ningún tipo de pigmentación en el embrión.

Estado 4

La masa ovígera presenta un color lechoso. El embrión presenta mancha ocular desarrollada, comienza a diferenciarse el abdomen y aparecen numerosos cromatóforos

Tanto el estado de desarrollo como el tamaño de los huevos fueron analizados en forma global y para cada foco de abundancia. El tamaño promedio de los huevos en cada lance de

pesca se utilizó en el mapeo geoestadístico de la distribución espacial de cada estado de desarrollo, sobre la base del tamaño promedio estimado para cada uno en cada zona de evaluación.

2.4.3. Determinación del potencial reproductivo

El potencial reproductivo en cada lance fue estimado de la misma manera en que se ha hecho para el langostino colorado en Roa y Bahamonde (1993) y Roa *et al.* (1997), y para el langostino amarillo en Roa *et al.* (1998). Para ello, se utilizó el modelo descrito por Restrepo y Watson (1991), indexado por posición espacial

$$E(x, y) = D_h(x, y) P(x, y) G(x, y) \quad 31$$

donde E es el número de huevos por unidad de área, D_h es la densidad numérica de hembras, P es la fracción de hembras que portan huevos, y G es el número de huevos por hembras. La densidad en número de hembras fue

$$D_n(x, y) = \frac{D_w(x, y)}{\bar{W}_h(x, y)} \quad 32$$

donde D_w es la densidad en peso (ton/km²) de las hembras, y \bar{W}_h es el peso medio de las hembras en la localidad (x,y). La densidad en peso de las hembras en cada localidad se estimó utilizando la ecuación

$$D_w(x, y) = D_{tot}(x, y) \left[\frac{\bar{W}_h N_h}{\bar{W}_h N_h + \bar{W}_m N_m} \right]_{(x,y)} \quad 33$$

donde $D_{tot}(x,y)$ es la densidad total (*i.e.* machos y hembras), \bar{W}_h y \bar{W}_m son los pesos medios de hembras y machos, respectivamente, y N_h y N_m son el número de hembras y de machos en la muestra de la localidad (x, y), respectivamente (la ec. 31 es una aplicación de la ec. 3).

La proporción de hembras maduras en cada localidad ($P(x,y)$) fue calculada a partir de la muestra biológica obtenida en cada lance (estimador diseño-basado para P). Se evaluó la función de fecundidad ajustada a la talla media de las hembras de camarón en cada localidad para obtener el número promedio de huevos por hembra (estimador modelo-basado para G).

Una vez obtenidas las estimaciones locales, se utilizó la metodología geoestadística detallada en la sección 2.2.2 para mapear la distribución espacial del potencial reproductivo y estimar la abundancia de huevos en cada foco de abundancia.

2.5. Objetivo Específico 5. Determinar la importancia relativa de las especies que constituyen la fauna acompañante de la pesquería de camarón nailon durante la cuantificación del recurso.

La información de la fauna acompañante en las capturas de camarón nailon provino de los registros a bordo, por lance, según el procedimiento que se detalla más abajo y que ha sido aplicado al caso de la fauna acompañante del camarón nailon (Acuña y Arancibia 1996, Acuña *et al.* 1997), langostino amarillo (Acuña *et al.* 1995, Acuña *et al.* 1997) y langostino colorado (Roa *et al.* 1997). Los taxa de la fauna acompañante fueron identificados al nivel más específico posible, siguiendo a Andrade y Báez (1980), Pequeño y Lamilla (1985), Ojeda y Avilés (1987), Meléndez y Meneses (1989), Kong *et al.* (1988) y otros.

2.5.1. Datos de la captura por taxon

La información básica consistió en la captura (en peso) en cada lance por taxon de la fauna acompañante, según el siguiente procedimiento (Arancibia *et al.* 1994):

- (a) Se separó la especie objetivo *H. reedi* de la fauna acompañante. Paralelamente, se pesó y contabilizó la captura (número de cajas) de camarón nailon y de la fauna acompañante.

- (b) Dependiendo de la magnitud de la captura de fauna acompañante, se tomó dos submuestras con una bandeja de 80 litros extraídas al azar. Cuando la captura se encontró estratificada en el copo, *i.e.* se observó diferentes taxa en distintos sectores del copo, entonces se tomó 3 submuestras, una de la parte posterior, otra del centro y la tercera de la parte anterior del copo. Cuando la captura se distribuyó uniformemente, entonces se obtuvo 2 submuestras.
- (c) La fauna acompañante fue separada por especie, contada y pesada conjuntamente.
- (d) En el caso de especies representadas por ejemplares grandes con baja frecuencia de aparición, como congrio dorado (*Genypterus blacodes*) y raya volantín (*Raja trachiderma*, *Raja chilensis*), estos fueron separados del resto de la fauna acompañante, depositados en cajas, contados individualmente y pesados en conjunto.
- (e) En el caso de las especies con ejemplares pequeños con bajo aporte en el peso total de la captura, se separó todos los individuos de cada submuestra, fueron contados individualmente y pesados en conjunto.
- (f) Simultáneamente, el resto de la captura de la fauna acompañante fue depositada en bandejas, las que fueron contadas al momento de vaciar su contenido al mar.
- (g) Para cada lance, la captura en peso por taxon de la fauna acompañante fue obtenida del producto entre el peso promedio de cada taxon en las submuestras y el número total de bandejas contabilizadas.
- (i) El aporte relativo (porcentual) de cada taxon de la fauna acompañante consistió simplemente en la fracción en peso de ese taxon respecto de la captura total.

2.5.2. Análisis de la información de la captura estandarizada por taxon y división por zonas, focos y profundidad

En este estudio se analizó la fauna acompañante para las dos zonas de evaluación, II-IV y V-VIII Regiones, y por foco de abundancia, tal como se ha hecho para los otros objetivos específicos del proyecto. Cada zona se dividió latitudinalmente en intervalos de un grado y estratos de 50 m de profundidad, que ha resultado ser un rango de profundidad lo suficientemente apropiado para posteriores procedimientos analíticos (ver Arancibia 1989, Roa *et al.* 1997, Acuña *et al.* 1997), ya que no es tan pequeño como para retener muy pocas observaciones, ni tan grande como para tener muy pocos estratos para la comparación y

posterior agrupación (Arancibia 1988). De esta forma se establecieron celdas latitud-profundidad dentro de las cuales se calculó la captura por unidad de esfuerzo estándar promedio para efectos del análisis de clasificación o análisis de cluster posterior.

En el caso de los focos de abundancia identificados, se calculó la participación porcentual en peso de los ítems que registraron una participación superior al 5%. Sobre estos subconjuntos de los datos no se realizaron los análisis multivariados que se describen a continuación, debido a que la estructura de correlaciones de la cual dependen estos análisis, y que resulta en asociaciones faunísticas, se registraron en escalas espaciales mayores, en latitud, que las de los focos.

Dada la naturaleza multivariada de los datos (varios taxa por lance), y con el fin de no perder información, así como de procesarla en conjunto en términos de asociación, el análisis consideró estandarizar la captura de la fauna acompañante de *H. reedi*. Sobre el particular, se aplicaron análisis no-paramétricos (Arancibia 1988) a través del Índice de Similitud de Bray-Curtis, que ha resultado ser el que entrega resultados más claros y es el mayormente aplicado en estudios de ecología marina (Bloom 1981), y análisis de dendrograma de celdas de la zona de pesca y 50 m de profundidad.

Adicionalmente, se aplicó un Análisis Factorial de Correspondencias (AFCO) utilizando como fuente de información la captura por unidad de esfuerzo estándar por especie o taxon en las asociaciones latitud-profundidad que se presentan más adelante. El AFCO permite representar poblaciones en una dimensión reducida (coordenadas) con referencia a los caracteres, interpretándose como un problema de representación de datos mediante un caso particular de Análisis de Componentes Principales, y siendo la principal ventaja la simultaneidad de la representación de poblaciones y caracteres (Cuadras 1981). El propósito de este análisis fue representar geoméricamente, y en un espacio reducido, estas asociaciones latitud-profundidad en relación con la captura por unidad de esfuerzo de cada taxon.

A menudo la distribución de la captura estándar no presenta una distribución normal, sino lognormal para los valores distintos de cero (Arancibia y Mora 1992, Arancibia 1993, Acuña

et al. 1995, Acuña y Arancibia 1996). Debido a ello, el promedio (denominado c) y la varianza ($var(c)$) de la captura estándar son estimados según las expresiones

$$c = \frac{m}{n} \times e^{\bar{y}} \times G_m \left(\frac{s^2}{2} \right) \quad 34$$

$$var(c) = \frac{m}{n} \times 2\bar{y} \times \left[\frac{m}{n} G_m^2 \left(\frac{s^2}{2} \right) - \left(\frac{m-1}{n-1} \right) \times G_m \left(\frac{m-2}{m-1} \right) \right] \quad 35$$

donde n es el número total de lances realizados, m es el número de lances con captura, s^2 es la varianza y \bar{y} es la media muestral, respectivamente, de los valores \log_e distintos de cero. Además,

$$G_m(x) = 1 + \frac{m-1}{m} x + \sum_{j=2}^{\infty} \frac{(m-1)^{2j-1} x^j}{m_j (m+1)(m+3)\dots(m+2j-3)j!} \quad 36$$

La identificación de grupos en las pescas de *H. reedi* consiste en sintetizar la información de captura estándar de cada especie o taxa, entre pares de lances, mediante el Índice de Bray-Curtis (B.C.), cuya expresión es la siguiente:

$$B.C. = \frac{\left[2 \times \sum \min(x_{ij}, x_{kj}) \right]}{\sum (x_{ij} + x_{kj})} \quad 37$$

donde: x_{ij} es la ocurrencia del j -ésimo atributo en el i -ésimo objeto; x_{kj} es la ocurrencia del mismo atributo en el k -ésimo objeto.

2.5.3. Análisis de clasificación

El método de clasificación utilizado fue el promedio no ponderado entre pares, comparándose pares de celdas latitud-profundidad, cuyos valores de captura por unidad de esfuerzo estándar (kg/km^2) estuviesen conformados por un vector de medias, calculados para cada taxon desde los lances agrupados en cada una de las celdas. La interpretación de los resultados consideró el Análisis de Dendrograma, con el propósito de producir una cantidad relativamente pequeña de patrones co-ocurrentes. La estrategia aglomerativa utilizada fue la del vecino más cercano.

Estos análisis fueron efectuados con el paquete computacional COMM (Dieter Piepunburg, Universidad de Kiel). De acuerdo con Arancibia (1988), el criterio estadístico en la identificación de grupos entre estratos de profundidad consiste en calcular la similitud dentro de estos estratos mediante la comparación entre pares de lances de pesca. El índice utilizado es el de Bray-Curtis (Bloom, 1981) y el método de clasificación es el de pares de grupos no ponderados (Sneath y Sokal, 1973).

La información de la captura por unidad de esfuerzo estándar fue calculada para cada lance y taxon. Debido a la gran cantidad de taxa que generalmente se registra en este tipo de estudios, aquellos menos frecuentes, menos abundantes o sin valor comercial fueron agrupados en taxa mayores, como por ejemplo, algunas especies de pequeños tiburones de profundidad, especies de pequeñas rayas o especies de pejerratas. Además, se eliminaron los taxa que aportaran con menos del 1% a la captura total, aunque se retuvo algunos grupos que son recursos actuales o potenciales.

2.6. Otros Resultados. Producciones Audiovisuales y Cartográficas

Para cumplir con el punto 5.6. de las bases especiales del proyecto, se ha realizado un vídeo de 25 a 30 minutos de duración, del cual se entrega al FIP un Master y 10 copias. El vídeo ha sido realizado por la empresa productora VICOM Ltda., y tiene como propósito servir de medio de difusión de las actividades del FIP y de la Universidad de Concepción. Asimismo, el subcontratista Proyexion Ltda. ha elaborado la cartografía detallada de la distribución espacial de la densidad del recurso en sus 3 principales focos de abundancia, en cartas a escala de 1:500.000, las que también servirán de difusión de los resultados más importantes del proyecto.

3. RESULTADOS

3.1. Informe General de Actividades de Pesca y Muestreo Biológico

Se realizó el crucero de evaluación directa a bordo de dos barcos que actuaron independientemente: uno cubrió los fondos de la plataforma continental entre la II y IV Regiones (zona II-IV, PAM Linda Kay) y el otro cubrió los fondos entre la V y VIII Regiones (zona V-VIII, PAM Antares). En cuanto a las actividades de pesca, en ambos barcos el personal embarcado consistió del patrón de pesca, el piloto, el motorista, el contra maestre, y cinco marinos. En cuanto a las actividades de investigación, en el PAM Linda Kay se embarcó un Jefe de Crucero y un muestreador bio-pesquero, y en el PAM Antares se embarcó un Jefe de Crucero y dos muestreadores bio-pesqueros. Las principales variables operativas se muestran en la Tabla 4. El crucero, en total en su primera fase, se extendió entre el 24 de Agosto y el 22 de Septiembre, abarcando cerca de 17 grados de latitud, y un rango de profundidad entre 46 y 680 m. Se desplegaron 100 transectas y en ellas se realizaron 253 lances de pesca, de los cuales el 44% registró captura de camarón. El total de tiempo de arrastre efectivo fue de 120.58 horas, obteniéndose una captura de 3.8 toneladas de camarón (el máximo autorizado en la Resolución N°1183 del 13 de Agosto de 1998 de la Subsecretaría de Pesca fue de 60 toneladas), y 31.9 toneladas de fauna acompañante.

Tabla 4. Variables operativas de los cruceros de prospección de camarón nailon entre las regiones II y VIII.

Variable Operativa	II-IV		V-VIII
	1ºFase	2ºFase	1ºFase
Período	24/08/98 - 22/09/98	05/12/98 - 16/12/98	29/08/98 - 14/09/98
PAM	Linda-Kay	Linda-Kay	Antares
Rango latitudinal	21°34'S - 32°04'S	26°18' - 29°58'S	32°14'S - 38°15'S
Rango de profundidad (m)	46 - 595	102 - 578	117 - 680
Nº transectas	64	13	36
Nº lances	161	29	92
Nº lances c/ captura de camarón	75	16	37
Nº lances c/ muestreo biológico	69	14	35
Nº lances c/ medición ángulos de cables	111	28	38
Tiempo total de arrastre (h)	76.28	14.67	44.30
Captura de camarón nailon (kg)	3114	775	692
Captura de fauna acompañante (kg)	18539	4584	13402

Según los planos de la redes (Anexo 1), la red del PAM Linda Kay aparece presentando una mayor abertura de punta de alas (APA) que la del PAM Antares, a pesar de tener un menor tamaño. Sin embargo, la red del PAM Linda Kay es de mayor tamaño que la red del PAM Antares, lo cual no se aprecia en el plano de la red debido a que durante su levantamiento realizado en terreno no se incluyeron las estructuras que ésta posee en las puntas de alas que, sin ser paños de red propiamente tales, constituyen un sistema de cabuyería instalado en los extremos de los dos paneles (superior e inferior). Estas estructuras poseen una longitud aproximada de 5 m cada una, resultando en una longitud de relinga de 35.8 m.

Aunque no se realizó una validación de los datos de medición de la abertura de punta de alas con posterioridad a los cruceros, se aseguró la calidad de la información utilizada mediante procedimientos de verificación tales como:

- i. Supervisión en terreno de las dos embarcaciones, a fin de garantizar la calidad de los datos recopilados.
- ii. Capacitación adecuada del personal técnico que recopiló los datos a bordo.
- iii. Contratación de los resultados de APA alcanzados en ambos cruceros, con respecto a otros cruceros de las mismas características y a la pesca comercial, que indicó que los valores manejados corresponden al rango de valores conocidos.

Se puede hacer notar que la variación del APA mostró un rango bastante amplio, superando en algunas profundidades la regla que el APA es un 50% de la relinga superior. Esto se puede explicar por varias razones:

- i. Los sistemas de armado y configuración de las redes de arrastre en el taller de red dependen de múltiples factores, entre los cuales se encuentran los requerimientos del patrón de pesca, la disponibilidad de material, y eficiencia en los sistemas de mantenimiento.
- ii. La abertura horizontal alcanzada por la red es variable durante todo el lance, más aún en la pesquería de crustáceos, en la cual los patrones o pilotos deben seguir los veriles, desarrollando así diversas maniobras que hacen variar constantemente el APA, y en

algunos casos pueden llegar a cerrar o bajar la red a su máxima expresión; esto depende tanto de la pericia del patrón como de las condiciones del fondo marino.

- iii. Finalmente, la red trabaja en un medio dinámico, en un fluido, por lo cual no se puede asumir reglas o estimaciones que mantienen un valor constante del APA, por el contrario el valor de APA varía intra e interlances, por lo que estas variables deben ser medidas a bordo por personal capacitado.

En general, se puede decir respecto de la conducta de las redes que las condiciones de operación de ambos cruceros fueron normales y adecuadas respecto del régimen operacional de esta pesquería, dado que los cruceros se hicieron con naves y tripulaciones de la pesca comercial.

En la reunión técnica del 19 de Noviembre se decidió que la segunda fase de los cruceros de prospección se realizaría sobre 2 focos entre la II y IV Regiones y 1 foco en la V Región (Figs. 5 y 6), todos ellos identificados por el grupo técnico sobre la base de los resultados de los mapeos geoestadísticos de la densidad del recurso, obtenidos de la primera fase. Sin embargo, no fue posible remuestrear el foco de la V Región debido a falta de disponibilidad de barco (se adjunta una justificación más extensa de esta situación en el Anexo 2). Todos los barcos arrastreros de la Compañía Pesquera Camanchaca S.A., empresa con la cual hemos trabajado en las tres evaluaciones directas de crustáceos realizadas por nuestro grupo, y la única que en la VIII Región dispone de capitanes experimentados en la pesca de camarón, fueron enviados a Valdivia para mantención y fondeo. No fue así para el caso de los 2 focos de la III y IV Regiones, los que sí fueron remuestreados de acuerdo con la planificación descrita en la Metodología. Afortunadamente, el foco de la V Región era el menos importante de los 3 que debían ser revisitados, en términos de biomasa del recurso. Sin embargo, todos los análisis que se aplicaron a los focos de la zona II-IV también se aplicaron sobre el foco de la zona V-VIII.

La segunda fase se realizó sobre el Foco 1 (de más al norte, en la III Región) y el Foco 2 (de más al sur, en la IV Región) entre el 5 y el 16 de Diciembre de 1998, y consistió de 13 transectas y 29 lances de pesca (Tabla 4).

El diseño y esfuerzo de muestreo realizados fueron muy cercanos a lo previsto (Fig. 1). En la zona II-IV se realizaron 161 lances de los 211 propuestos en la primera fase (76%), más los 29 de la segunda fase, y en la zona V-VIII se realizaron 92 de los 128 lances propuestos (72%). Debe tomarse en cuenta que la planificación de los cruceros se realiza sobre cartas náuticas, que no describen las zonas de fondos no rastreables y cuyas anotaciones de profundidad son incompletas. Nuestro grupo maneja información actualizada del fondo no rastreable entre la V y VIII Regiones, lo que nos permitió refinar el diseño, pero aun así hubo muchos lances propuestos que no pudieron realizarse por las condiciones del fondo, tanto en términos de calidad como de profundidad. Debe destacarse también que el diseño realizado resultó bastante regular en la disposición de las muestras, muy similar a como fue planeado. Esto permite abordar con confianza los cálculos de varianzas extensivas de la estimación modelo-basada de biomasa.

El esfuerzo de muestreo biológico se elevó a 36.415 individuos, de los cuales el 70% fueron hembras, con un 74% proveniente de la zona II-IV (Tabla 5). Del total de ejemplares analizados en esta zona, un 21% y un 33% correspondieron al Foco 1 y Foco 2, respectivamente (Tabla 6). De los individuos pesados en laboratorio se obtuvo un peso medio mayor tanto en hembras como machos de la zona V-VIII Regiones, en comparación con los individuos provenientes tanto de la zona II-IV en total como de cada foco de abundancia, y en hembras en comparación con machos en ambas zonas y focos (Tabla 7).

Tabla 5. Esfuerzo de muestreo biológico de la captura de camarón nailon en los cruceros de prospección realizados entre las regiones II y VIII.

Sexo	II - IV		V - VIII	
	Medidos	Pesados	Medidos	Pesados
Machos	5976	2186	2187	521
Hembras sin huevos	8973	3648	1405	299
Hembras ovígeras	4423	1745	4145	907
Total	19372	7579	7737	1727

Tabla 6. Esfuerzo de muestreo biológico de la captura de camarón nailon en los focos de abundancia localizados entre Bahía Salado y Chañaral (Foco 1), entre Bahía Carrizal y Bahía de Coquimbo (Foco 2), y entre Bahía de Quintero y Punta Toro (Foco 3).

Sexo	FOCO 1		FOCO 2		FOCO 3	
	Medidos	Pesados	Medidos	Pesados	Medidos	Pesados
Machos	1357	394	2043	777	848	183
Hembras sin huevos	2062	668	3441	1339	654	122
Hembras ovígeras	841	285	936	376	1294	290
Total	4260	1347	6420	2497	2796	595

Tabla 7. Pesos medios totales y por sexo determinados para cada zona de evaluación y para los focos de abundancia localizados entre Bahía Salado y Chañaral (Foco 1), entre Bahía Carrizal y Bahía de Coquimbo (Foco 2), y entre Bahía de Quintero y Punta Toro (Foco 3).

ZONA	MACHOS		HEMBRAS		TOTAL	
	Peso medio (g)	n	Peso medio (g)	n	Peso medio (g)	n
II-IV	4.72	2186	7.44	5393	6.65	7579
Foco 1	3.80	394	5.86	953	5.26	1347
Foco 2	4.86	777	7.00	1715	6.33	2492
V-VIII	6.08	521	10.01	1206	8.82	1727
Foco 3	5.68	183	9.36	412	8.23	595

3.2. Objetivo Específico 1. Determinar la distribución del recurso camarón nailon en el área a prospectar.

3.2.1. Determinación de la densidad (CPUE) local de camarón nailon

La densidad o CPUE local (ec. 1) requiere determinar la captura y el área barrida en cada lance, siendo ésta última el producto entre distancia barrida y la Abertura de Punta de Alas (APA). La captura (ec. 2) para todos los lances se muestra en el Anexo 3. En el caso de la distancia recorrida en cada lance, una comparación entre la medición como velocidad por tiempo (ec. 5) y por el método de Pitágoras (ec. 6) reveló que ambas metodologías fueron equivalentes desde el punto de vista estadístico, pues la relación entre una y otra apareció lineal y con pendiente no significativamente diferente de 1, tanto para el crucero en la zona II-IV, como para el que se realizó en la zona V-VIII Regiones (Fig. 2). Sin embargo, el registro de posición geográfica que se usa para el cálculos de Pitágoras y que proviene del GPS del barco contiene más cifras significativas que el registro de velocidad, también proveniente del GPS, por lo que es razonable suponer que la variabilidad de la distancia recorrida es mejor capturada por la ec. 6. De hecho, la varianza muestral de la distancia medida por Pitágoras es el doble de la medida por velocidad por tiempo. En consecuencia, para todos los cálculos y estimaciones se utilizó la distancia evaluada por Pitágoras.

En el caso del APA, calculada según Koyama (1974), el valor medio y la variabilidad fueron mayores en la zona II-IV (Tabla 8). El porcentaje de lances en que se midieron ángulos de cables también fue mayor en el crucero de la zona II-IV (86% *versus* 41%). El modelo que sirvió para incluir estimaciones de los datos faltantes de APA fue asintótico simple para ambas zonas (Fig. 3), y fue estimado por mínimos cuadrados no lineales en el modulo NONLIN de SYSTAT (Wilkinson 1980). Los valores de APA para cada lance también se incluyen en el Anexo 3. Finalmente, la densidad fue la razón entre captura y área barrida de cada lance (ec. 1), la que dividida por el peso medio a la talla ponderado por la frecuencia de tallas (ec. 3), permitió estimar la densidad local en número. Ambas densidades, en peso y número, se incluyen también en el Anexo 3.

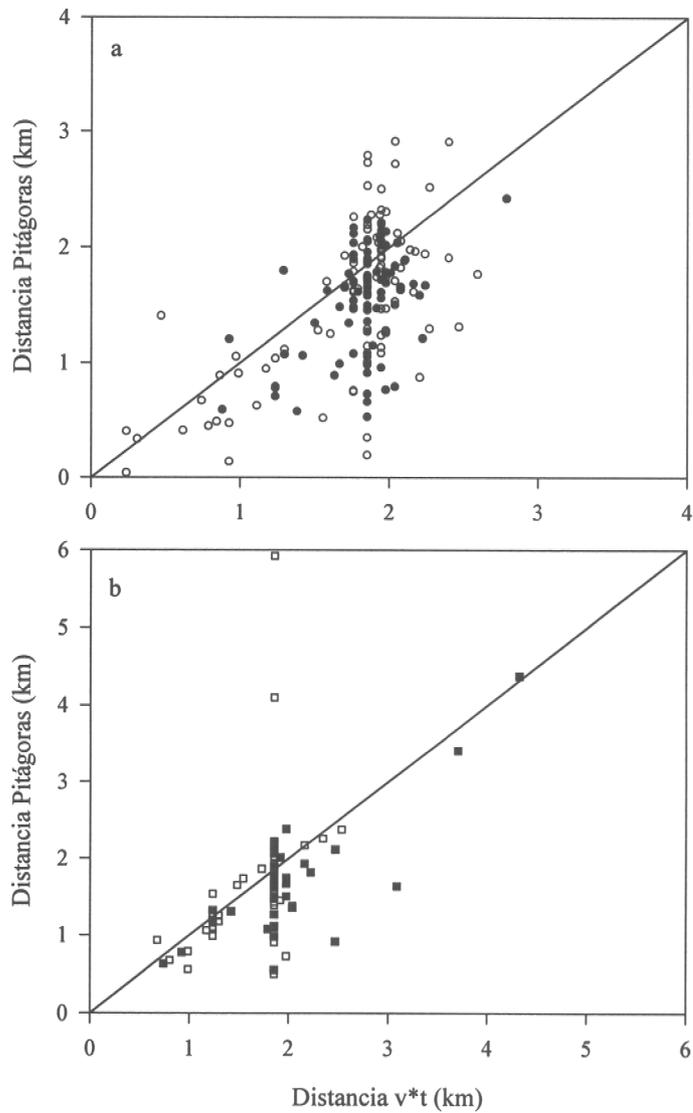


Fig. 2. Comparación entre las estimaciones de distancia recorrida obtenidas mediante el método de Pitágoras y el producto velocidad por tiempo, en las zonas de evaluación comprendidas entre las regiones II-IV y V-VIII. Los símbolos negros indican los lances con captura.

Tabla 8. Estadística básica para profundidad media y APA en las dos zonas de evaluación.

Estadística Básica	II-IV Regiones		V-VIII Regiones	
	Prof.media (m)	APA (m)	Prof.media (m)	APA (m)
Tamaño muestra	139	139	38	38
Mínimo	46	10	125	12
Máximo	593	25	649	22
Promedio	291.9	18.5	265.8	16.6
Desv. Estándar	140.9	4.2	125.8	3.1

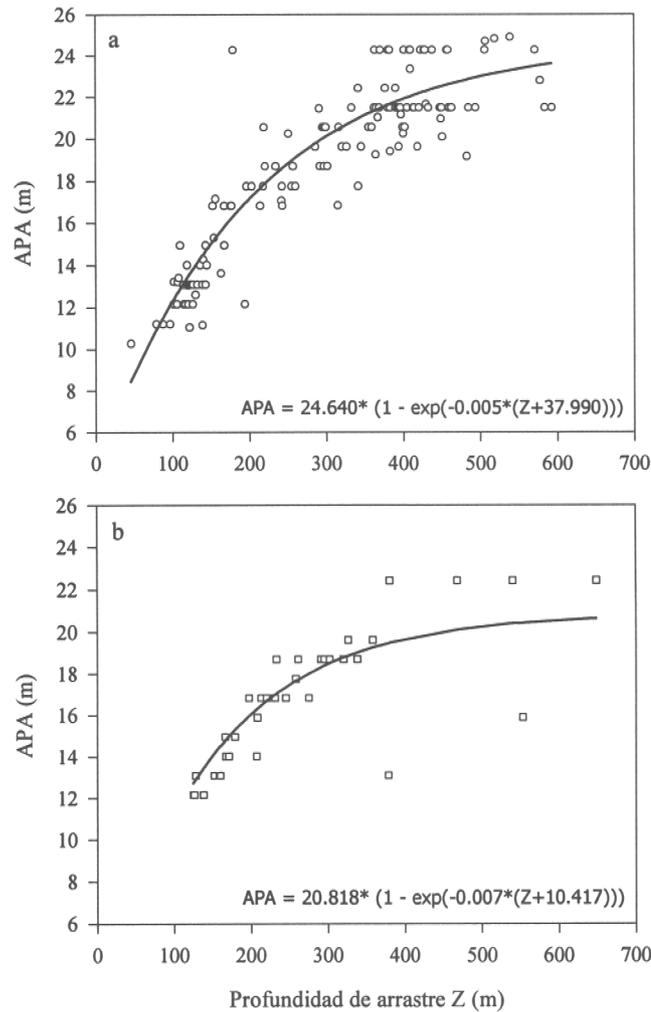


Fig. 3. Modelo asintótico de la relación entre APA y profundidad de arrastre, ajustado a los datos de las regiones II-IV (a) y V-VIII (b).

La distribución de frecuencias de la CPUE reveló una distribución altamente asimétrica, con una mayoría de lances sin captura en ambas zonas (II-IV y V-VIII), aunque en la zona norte fue más probable encontrar densidades superiores a 1 tonelada/km² (Fig. 4). Asimismo, las máximas densidades locales se observaron en la zona II-IV, alcanzando en sólo 2 lances cerca de 7 toneladas/km² (Fig. 4). Los lances con CPUEs superiores a 2 toneladas/km² fueron muy raros en ambas zonas (Fig. 4).

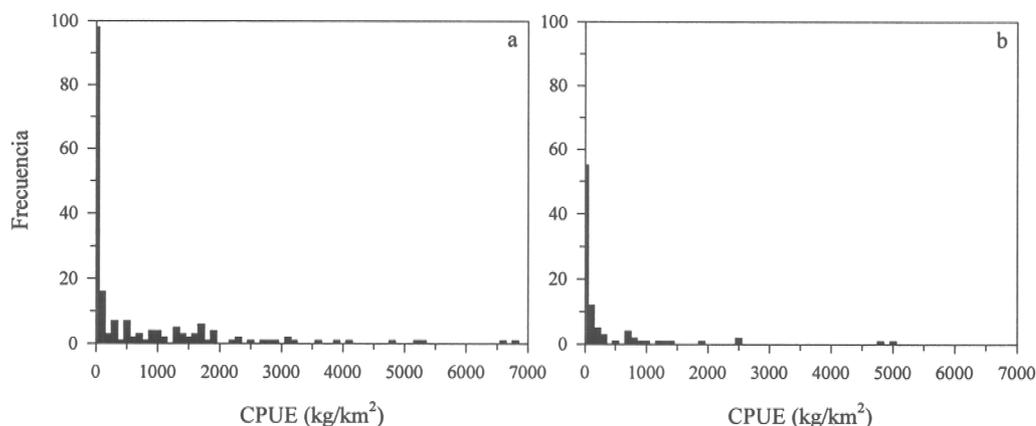


Fig. 4. Distribuciones de frecuencia de CPUE (kg/km²) obtenidas en las zonas de evaluación comprendidas entre las regiones II-IV (a) y V-VIII (b).

3.2.2. Distribución espacial del camarón nailon sobre los fondos rastreables

Latitudinalmente, fue evidente la presencia de densidades altas en sólo 3 sectores, 2 en la zona II-IV y 1 en la V-VIII (Fig. 5), los que fueron identificados en la reunión técnica del 19 de Noviembre para ser revisitados. La distribución latitudinal y longitudinal, resultante del análisis geoestadístico (cuyos resultados detallados se informan en la sección correspondiente al Objetivo Específico 2) reveló muy claramente que el camarón nailon sólo se encuentra en concentraciones significativas en los 2 focos de la zona II-IV, uno en la III y otro en la IV Región (Fig. 6). De hecho, la distribución del camarón es casi continua en una estrecha banda de profundidad entre el Pto. de Chañaral en la III Región y la Bahía de Tongoy en la IV Región (Fig. 6). Más al sur, el camarón sólo se encuentra en pequeños

focos al norte y al sur del Cañón del Río Maipo en la V Región, y frente a Punta Nugurne en la VII Región (Fig. 6). Es evidente entonces que al momento de ocurrir la prospección, el camarón demostró ser un recurso propio de la zona centro-norte solamente.

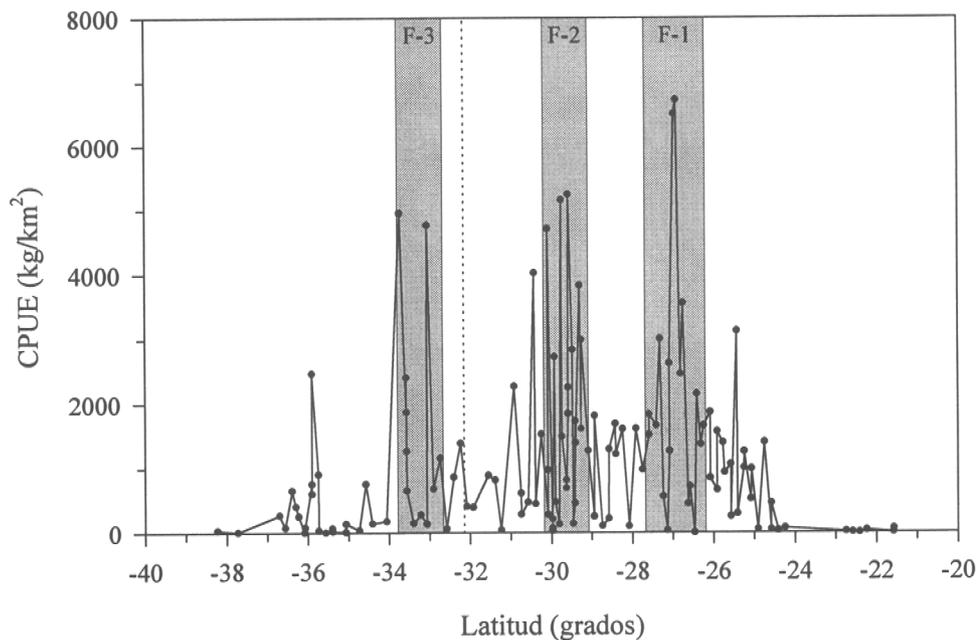


Fig. 5. Distribución latitudinal de la CPUE (kg/km^2) obtenida a partir de la totalidad de los lances con captura realizados en las dos zonas de evaluación. La línea punteada separa a las zonas comprendidas entre las regiones II-IV y V-VIII. Las zonas sombreadas corresponden a los focos de abundancia identificados, dos de los cuales fueron revisitados en la segunda fase del crucero de prospección.

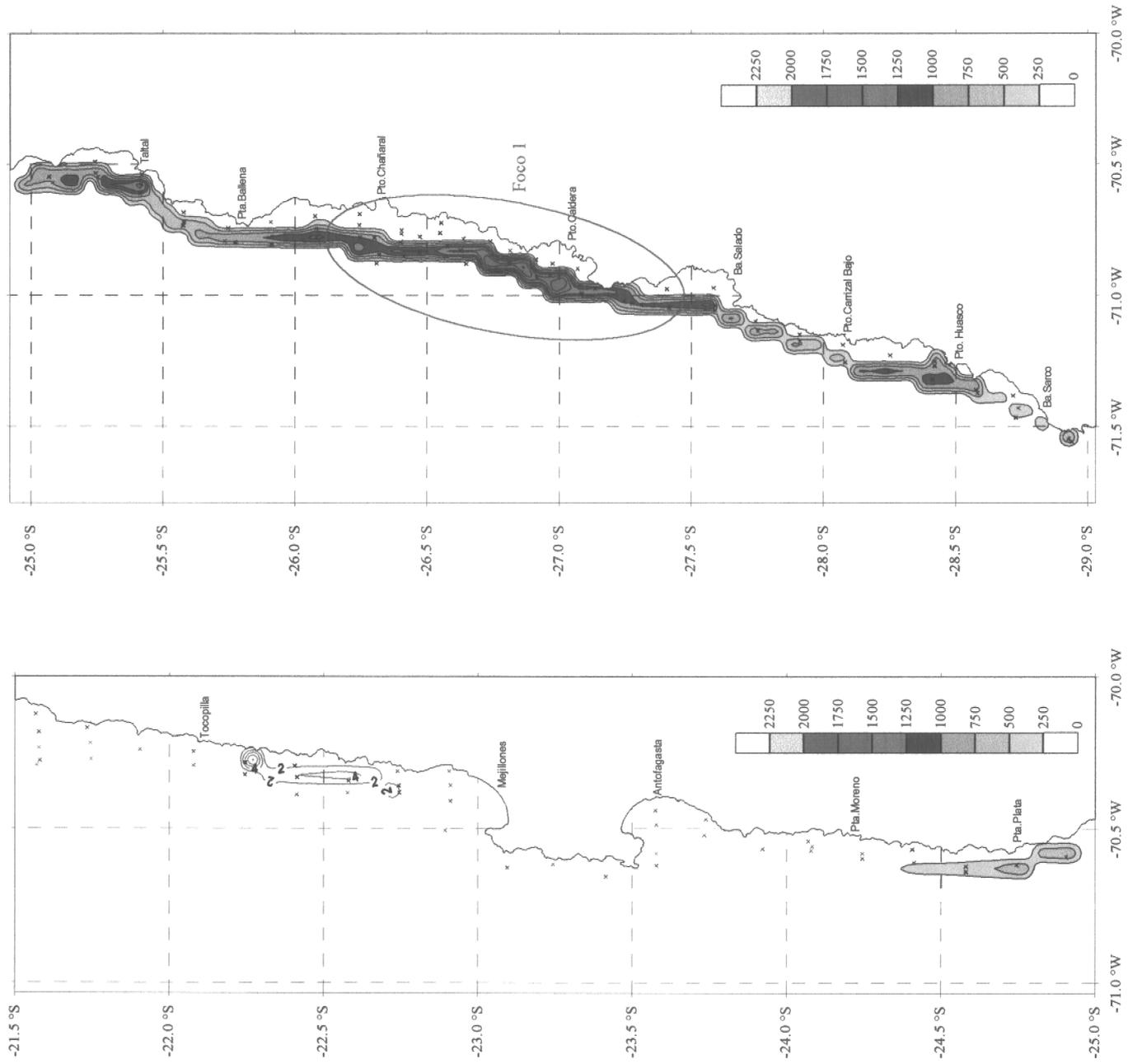


Fig. 6. Distribución espacial de la densidad (kg/km²) de camarón nailon entre las regiones II y VIII. Se indican los focos identificados en la reunión técnica del 19 de Noviembre.

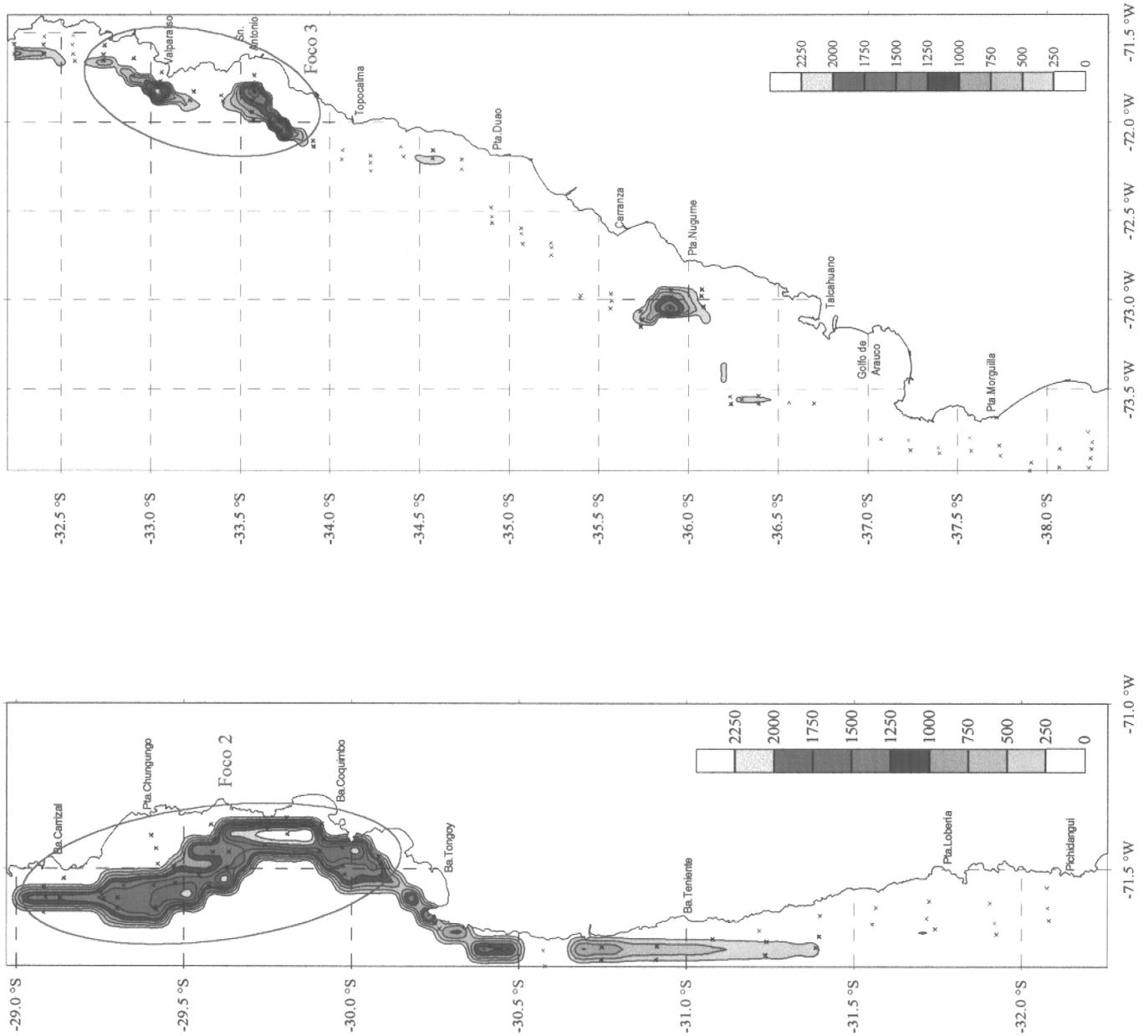


Fig. 6. Continuación.

3.3. Objetivo Específico 2. Determinar la biomasa total (en peso) y abundancia (en número) del recurso camarón nailon en el área a prospectar, y para cada uno de los principales focos de abundancia.

3.3.1. Estimador geoestadístico de la biomasa total y por zona

El análisis variográfico de los datos de densidad para ambas zonas de evaluación (II-IV y V-VIII) indicó la presencia de autocorrelaciones espaciales significativas en dos niveles de espaciado de las comparaciones entre pares de observaciones (Fig. 7). Aunque el patrón de distribución espacial observado para el recurso no cambió entre la primera y segunda etapa de la evaluación, la incorporación de las observaciones correspondientes a la segunda fase permitió obtener variogramas experimentales más continuos y, por lo tanto, una mejor modelación de la estructura espacial de los datos. Se ajustaron modelos esféricos y exponenciales a los variogramas experimentales de ambas zonas de evaluación y para los dos niveles de espaciado (Fig. 8). De los cuatro modelos ajustados para cada zona, los resultados de la validación cruzada, con la minimización del cuadrado medio del error como función objetivo, indicaron que la mejor estimación de los datos de la zona II-IV se obtuvieron con un modelo esférico con espaciado de 0.15 grados, y una elipse de búsqueda de 0.4 y 0.2 grados dividida en cuatro sectores, en cada uno de los cuales se utilizó un máximo de 4 puntos vecinos para interpolar la densidad de camarón en cada nodo de la grilla de estimación (Tabla 9). En la zona V-VIII se seleccionó un modelo exponencial con espaciado de 0.15 grados, un círculo de búsqueda de radio 0.3 grados con un sector y utilizando un máximo de 10 puntos vecinos para la interpolación de la densidad en cada nodo de la grilla de estimación (Tabla 10). Estas combinaciones de parámetros seleccionadas para la interpolación por *kriging*, permitieron obtener una buena conducta de la correlación espacial (Fig. 9a,b) y de los errores del modelo geoestadístico (Fig. 9c,d). Estos mismos modelos y combinaciones de parámetros del *kriging* fueron utilizados posteriormente en la estimación de la biomasa en cada uno de los focos de abundancia detectados.

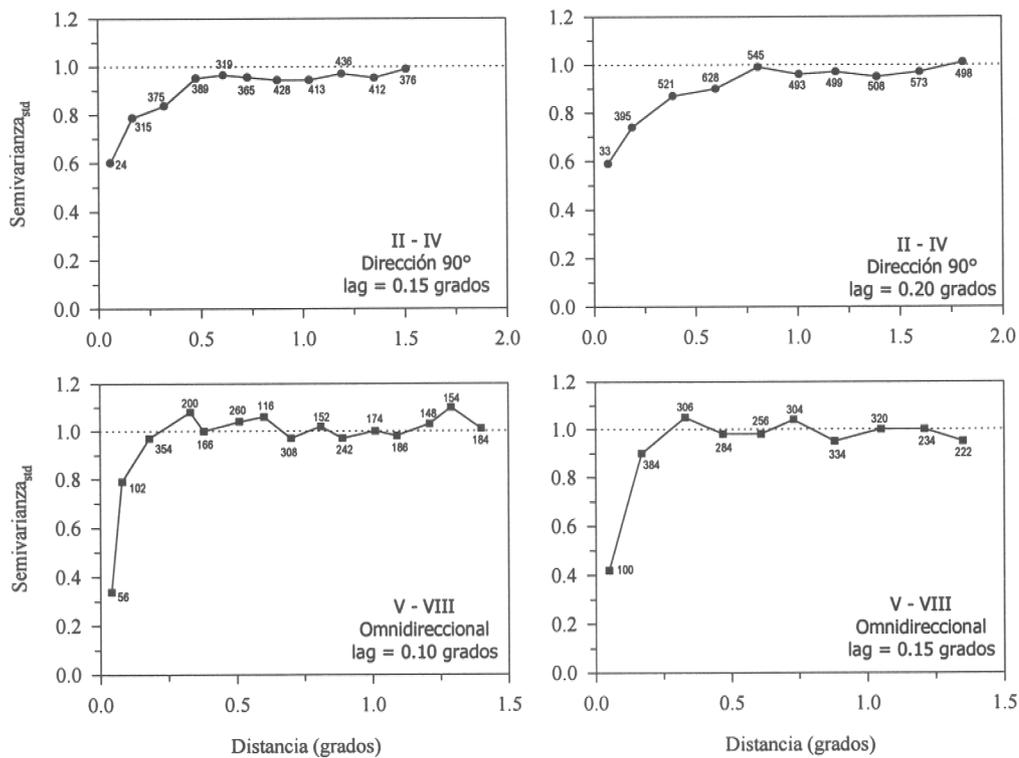


Fig. 7. Variogramas experimentales estandarizados calculados para la CPUE de las zonas de evaluación comprendidas entre las regiones II-IV y V-VIII. Se indica el número de pares con que se calculó la semivarianza de cada punto y el intervalo de distancia o lag que se utilizó para calcular cada variograma.

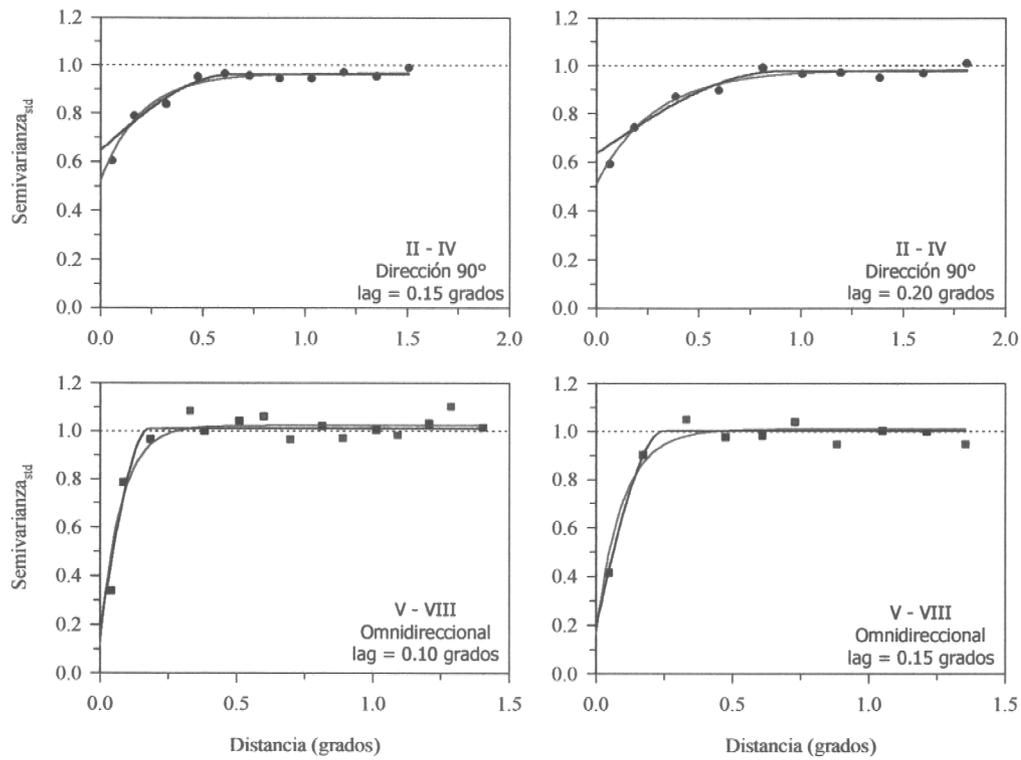


Fig. 8. Modelos ajustados a los variogramas experimentales calculados para la CPUE de camarón nailon en las regiones II-IV y V-VIII. Para cada variograma experimental se ajustó un modelo exponencial (azul) y un modelo esférico (negro). Para los estimadores de parámetros de cada modelo, ver Tablas 9 y 10.

Tabla 9. Resultados de la validación cruzada para los modelos ajustados a los datos de la zona II-IV. La combinación de parámetros seleccionada se indica en negrita. DE_R : Desviación estándar de los residuos; CME: Cuadrado Medio del Error.

MODELO	Nºmáx. puntos	1 SECTOR POR NODO			4 SECTORES POR NODO		
		Sesgo	DE _R	CME (*10 ⁶)	Sesgo	DE _R	CME (*10 ⁶)
<i>Exponencial</i>	2	47.207	1546.3	2.39	-0.797	1225.1	1.50
<i>Lag = 0.15 grados</i>	3	46.407	1313.5	1.73	10.608	1219.6	1.49
	4	22.924	1285.7	1.65	4.319	1186.1	1.41
Nugget = 0.523	5	2.997	1245.2	1.55	2.699	1185.0	1.40
Sill = 0.443	6	13.361	1240.2	1.54	9.607	1188.8	1.41
Rango = 0.605	7	20.954	1226.0	1.50	10.981	1186.3	1.41
	8	12.700	1227.2	1.51	7.752	1185.7	1.41
	9	26.129	1204.8	1.45	11.054	1185.2	1.40
	10	25.904	1195.4	1.43	10.833	1183.7	1.40
<i>Esférico</i>	2	41.771	1545.9	2.39	-8.436	1223.1	1.50
<i>Lag = 0.15 grados</i>	3	41.086	1311.3	1.72	0.003	1218.3	1.48
	4	20.125	1285.4	1.65	-3.549	1177.2	1.39
Nugget = 0.647	5	-5.055	1244.7	1.55	-5.096	1177.4	1.39
Sill = 0.314	6	6.678	1233.5	1.52	5.977	1182.7	1.40
Rango = 0.636	7	13.118	1219.7	1.49	6.559	1176.9	1.39
	8	2.108	1218.9	1.49	4.135	1175.9	1.38
	9	15.975	1195.5	1.43	7.639	1177.4	1.39
	10	17.003	1186.4	1.41	7.937	1175.6	1.38
<i>Exponencial</i>	2	45.851	1546.1	2.39	-2.870	1224.2	1.50
<i>Lag = 0.2 grados</i>	3	45.040	1312.8	1.73	7.996	1218.9	1.49
	4	22.087	1285.5	1.65	2.587	1183.4	1.40
Nugget = 0.513	5	0.904	1244.8	1.55	0.967	1182.5	1.40
Sill = 0.470	6	11.680	1238.2	1.53	8.761	1186.6	1.41
Rango = 0.857	7	19.014	1224.3	1.50	9.982	1183.4	1.40
	8	10.245	1224.8	1.50	6.793	1182.5	1.40
	9	23.886	1202.2	1.45	10.102	1182.4	1.40
	10	23.986	1192.6	1.42	10.007	1180.8	1.39
<i>Esférico</i>	2	41.090	1545.9	2.39	-9.283	1223.1	1.50
<i>Lag = 0.2 grados</i>	3	40.449	1311.2	1.72	-1.367	1218.4	1.48
	4	19.886	1285.4	1.65	-4.804	1176.4	1.38
Nugget = 0.635	5	-5.985	1244.8	1.55	-6.330	1176.8	1.38
Sill = 0.341	6	5.864	1232.9	1.52	5.410	1182.4	1.40
Rango = 0.891	7	12.141	1219.0	1.49	5.854	1176.1	1.38
	8	0.620	1218.0	1.48	3.734	1175.3	1.38
	9	14.438	1194.6	1.43	7.326	1177.2	1.39
	10	15.599	1185.6	1.41	7.688	1175.4	1.38

Tabla 10. Resultados de la validación cruzada para los modelos ajustados a los datos de la zona V-VIII. La combinación de parámetros seleccionada se indica en negrita. Las celdas sombreadas corresponden a combinaciones de parámetros que entregaron estimaciones de CPUE negativas, por lo que fueron descartadas al seleccionar el modelo. DE_R : Desviación estándar de los residuos; CME: Cuadrado Medio del Error.

MODELO	Nºmáx. puntos	1 SECTOR POR NODO			4 SECTORES POR NODO		
		Sesgo	DE_R	CME (*10 ⁶)	Sesgo	DE_R	CME (*10 ⁶)
<i>Exponencial</i>	2	62.853	1087.8	1.19	46.531	981.8	0.97
<i>Lag = 0.10 grados</i>	3	43.822	1027.4	1.06	40.148	977.8	0.96
	4	61.916	1011.2	1.03	31.536	971.7	0.95
Nugget = 0.113	5	51.690	984.3	0.97	28.842	966.2	0.93
Sill = 0.909	6	34.572	977.0	0.96	28.344	966.1	0.93
Rango = 0.227	7	34.936	976.2	0.95	27.830	965.5	0.93
	8	28.090	972.1	0.95	27.830	965.5	0.93
	9	31.449	969.0	0.94	27.830	965.5	0.93
	10	27.830	965.5	0.93	27.830	965.5	0.93
<i>Esférico</i>	2	66.043	1114.6	1.25	51.645	1023.4	1.05
<i>Lag = 0.10 grados</i>	3	49.807	1065.4	1.14	49.514	1024.9	1.05
	4	67.973	1050.0	1.11	38.563	1017.0	1.04
Nugget = 0.178	5	61.157	1025.9	1.06	35.670	1010.2	1.02
Sill = 0.834	6	42.651	1019.6	1.04	35.064	1010.2	1.02
Rango = 0.179	7	44.237	1020.6	1.04	34.489	1009.5	1.02
	8	36.084	1016.2	1.03	34.489	1009.5	1.02
	9	39.119	1014.0	1.03	34.489	1009.5	1.02
	10	34.489	1009.5	1.02	34.489	1009.5	1.02
<i>Exponencial</i>	2	62.108	1085.3	1.18	45.519	980.1	0.96
<i>Lag = 0.15 grados</i>	3	42.542	1024.8	1.05	38.390	975.7	0.95
	4	60.479	1008.8	1.02	31.048	970.9	0.94
Nugget = 0.165	5	50.676	982.4	0.97	28.437	965.9	0.93
Sill = 0.845	6	34.262	975.2	0.95	28.009	965.8	0.93
Rango = 0.289	7	34.110	974.5	0.95	27.586	965.3	0.93
	8	27.890	971.1	0.94	27.586	965.3	0.93
	9	30.559	968.4	0.94	27.586	965.3	0.93
	10	27.586	965.3	0.93	27.586	965.3	0.93
<i>Esférico</i>	2	64.033	1103.7	1.22	50.205	1011.3	1.03
<i>Lag = 0.15 grados</i>	3	45.131	1049.6	1.10	44.230	1010.2	1.02
	4	61.196	1033.0	1.07	37.078	1005.3	1.01
Nugget = 0.198	5	53.999	1014.4	1.03	34.529	1000.1	1.00
Sill = 0.805	6	42.815	1010.9	1.02	34.659	999.8	1.00
Rango = 0.249	7	41.833	1010.7	1.02	34.136	999.1	1.00
	8	35.900	1006.4	1.01	34.136	999.1	1.00
	9	37.220	1003.7	1.01	34.136	999.1	1.00
	10	34.136	999.1	1.00	34.136	999.1	1.00

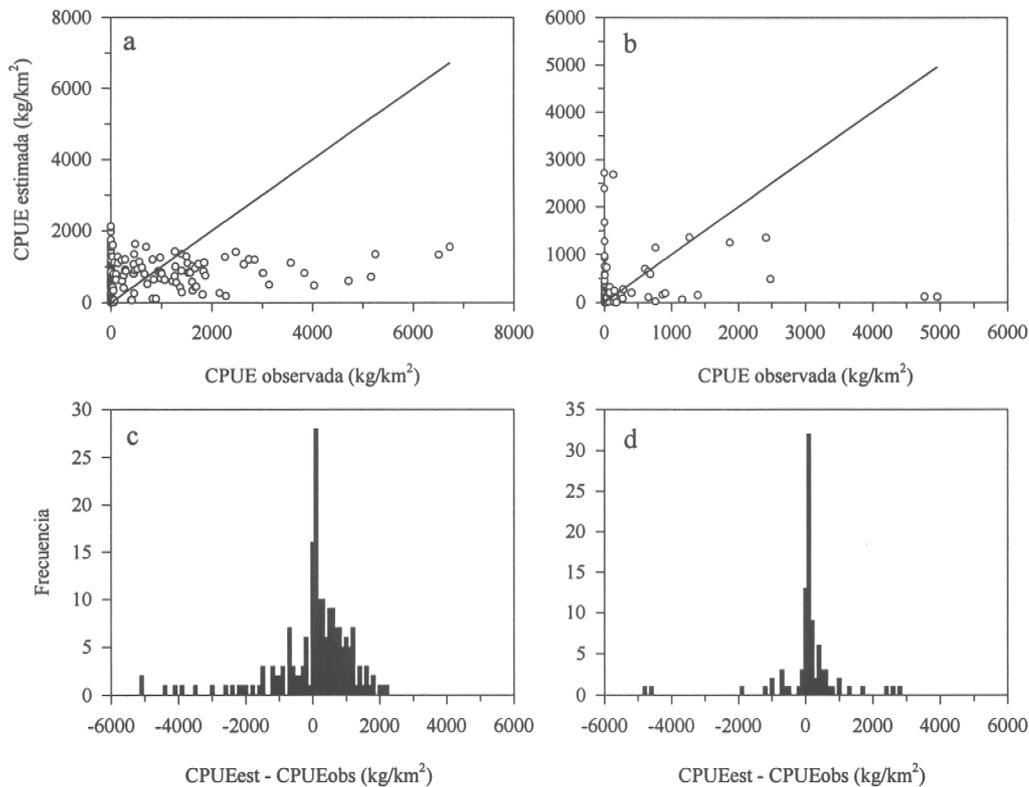


Fig. 9. Resultados de la validación cruzada para los variogramas teóricos y parámetros del *kriging* seleccionados en las zonas II-IV (a, c) y V-VIII (b, d).

Los polígonos utilizados para restringir la grilla de interpolación por *kriging* en las zonas II-IV, V-VIII, y en los tres focos de abundancia identificados, se muestran en las Figuras 10, 11 y 12, respectivamente. Además, estos polígonos fueron utilizados para delimitar y calcular el área de distribución del recurso sobre la cual se realizó la estimación geoestadística de biomasa en cada zona, mediante la utilización del software GIS Arc/Info. La construcción de estos polígonos se basó en la posición de los lances sin captura (de delimitación) y de las isóbatas de 100 y 450 m. Las estimaciones puntuales de densidad obtenidas por *kriging*, junto a los ponderadores asignados a las observaciones vecinas para la estimación de cada nodo de las grillas de interpolación se entregan en forma detallada en el Anexo 4.

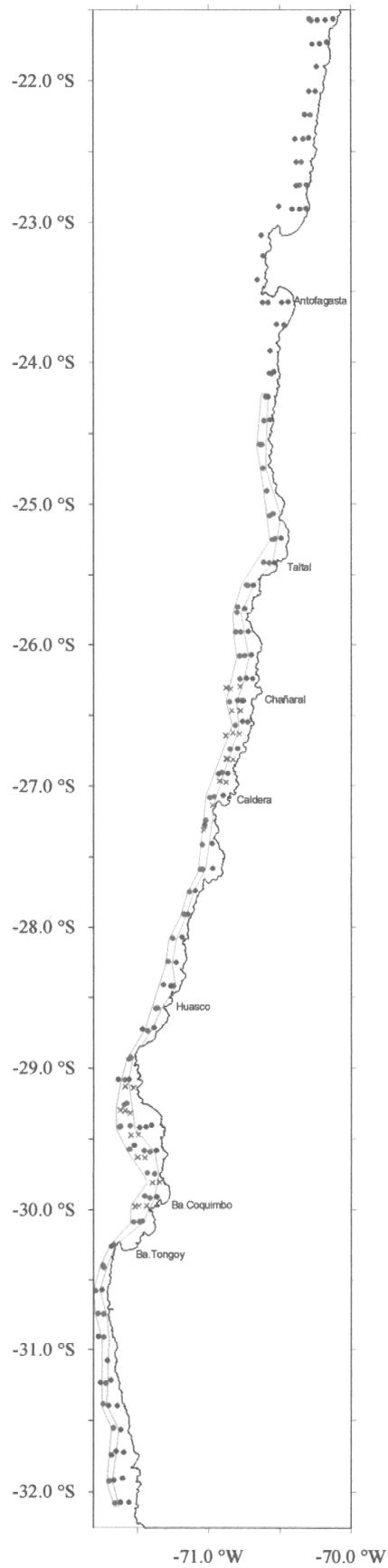


Fig. 10. Polígono de estimación geoestadística de la biomasa mediante interpolación por *kriging* en la zona II-IV.

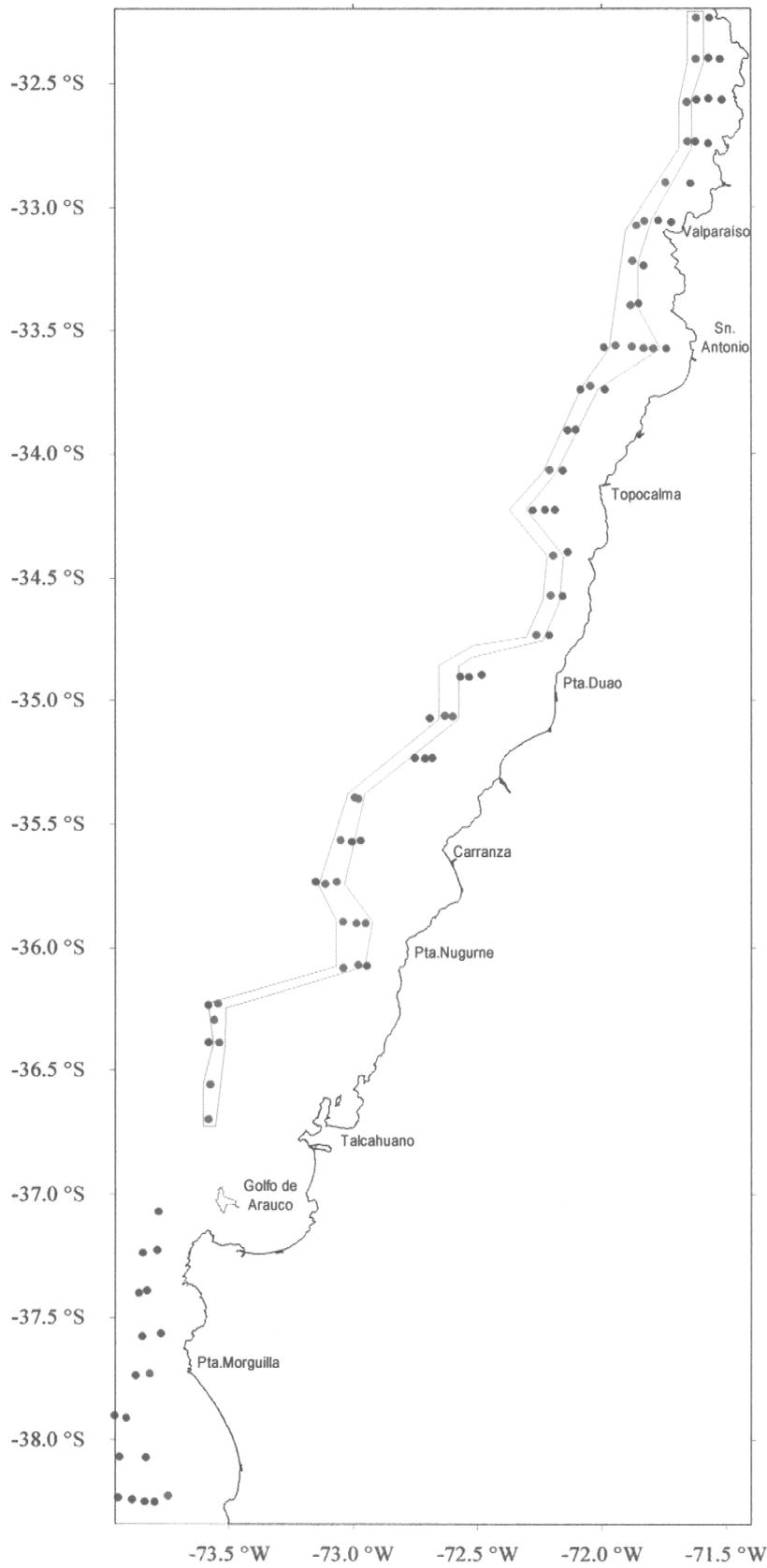


Fig. 11. Polígono de estimación geoestadística de la biomasa mediante interpolación por *kriging* en la zona V-VIII.

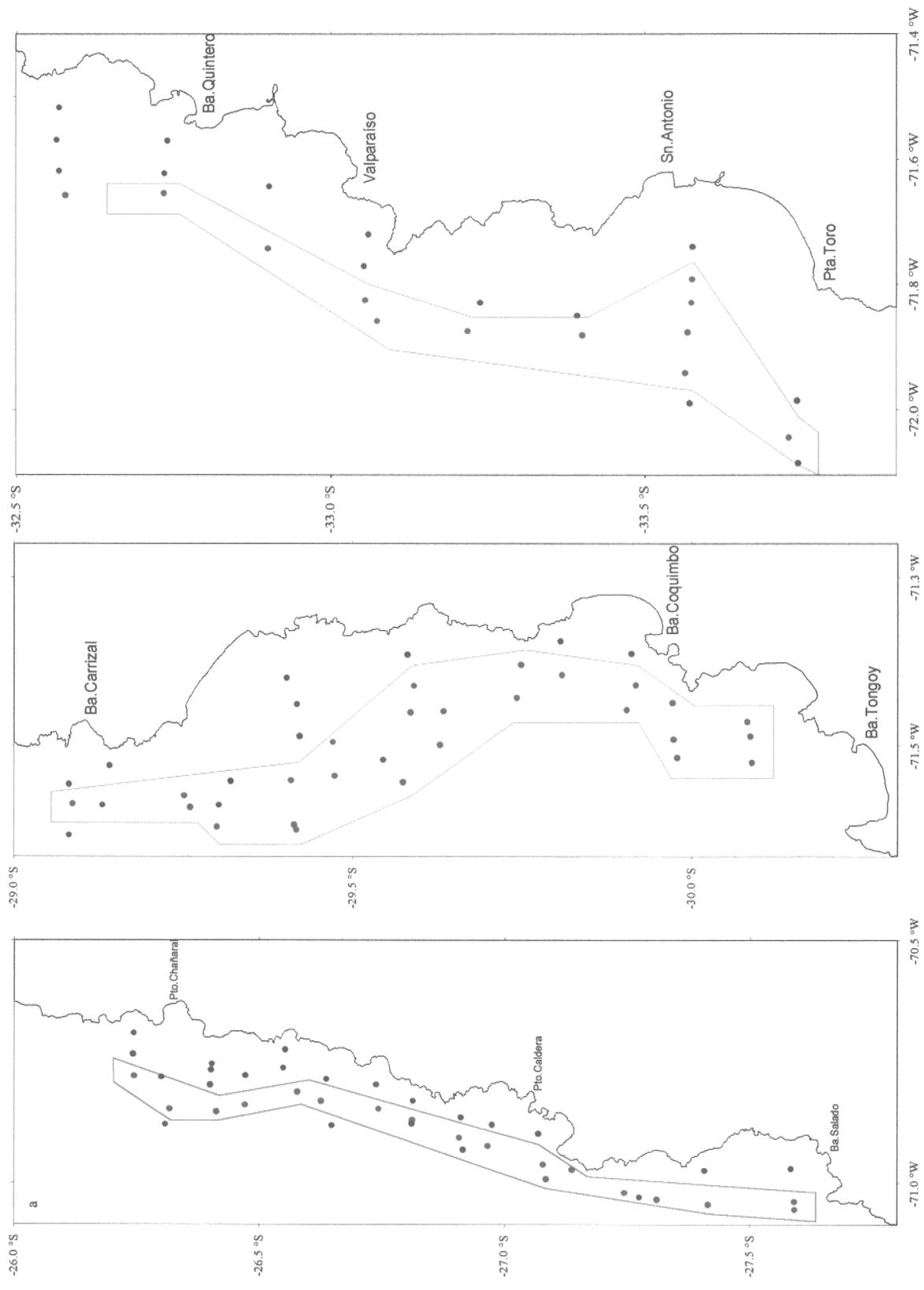


Fig. 12. Polígonos de estimación geoestadística de la biomasa mediante interpolación por *kriging* en los focos de abundancia identificados entre Bahía Salado y Chañaral (Foco 1, a), entre Bahía Carrizal y Bahía de Coquimbo (Foco 2, b), y entre Bahía de Quintero y Punta Toro (Foco 3, c).

Las áreas de estimación, densidades medias y estimaciones de biomasa y abundancia obtenidas para las dos zonas de evaluación se entregan en la Tabla 11. En la zona II-IV hubo casi 3 veces más camarón en peso y más de 3 veces en número que en la zona V-VIII. El total entre la II y VIII Regiones fue de 9402 toneladas o 1318 millones de individuos. El error de estimación fue bastante bajo, alcanzando sólo un 10% de coeficiente de variación en la biomasa total.

Tabla 11. Resultados del análisis geoestadístico para la estimación de biomasa y abundancia de camarón nailon entre las regiones II y VIII.

	II-IV Regiones	V-VIII Regiones	Total
Area (km ²)	5756	3791	9547
Z* (kg/km ²)	1183	684	-
Biomasa (ton)	6809	2593	9402
Varianza (ton ²)	444876	462909	907785
Coef. Variación	9.8%	26.2%	10.1%
I.C. (95%)	[5502, 8117]	[1261, 3928]	[5763, 12045]
Abundancia (millones)	1024	294	1318
Varianza (mill ²)	238317	22966	261283
Coef. Variación	47.7%	51.5%	38.8%
I.C. (95%)	[67, 1981]	[0, 591]	[316, 2320]

3.3.2. Estimador diseño-basado de la biomasa total y por zona

Según la ecuaciones de Thompson (1992) para diseños bietápicas (en el sentido estadístico del término) y sistemáticos (ecs. 13 y 14) nuestros resultados indican que la biomasa es casi 3 veces mayor en la zona II-IV que en la zona V-VIII, y es más de 3 veces mayor en la zona II-IV en términos de abundancia (Tabla 12). Los coeficientes de variación son bastantes bajos, especialmente en la zona II-IV, y para el total (Tabla 12). Según este enfoque, la biomasa total estimada es de 9455 toneladas o 1360 millones de individuos. Cabe hacer notar la gran similitud entre los enfoques modelo y diseño-basados tanto en términos de biomasa y abundancia total como en términos de la varianza de estimación. Es importante recalcar también que las estimaciones geoestadística (modelo-basada) y clásica (diseño-basada) son realizadas de manera independiente, por diferentes profesionales del equipo de trabajo, por lo que la convergencia de los resultados se debe a la calidad de los datos para el uso de ambos enfoques de estimación.

Tabla 12. Resultados de la estimación clásica de la biomasa y abundancia de camarón nailon entre las regiones II y VIII.

	II-IV Regiones	V-VIII Regiones	Total
Area (km ²)	5927	2951	8878
Z* (kg/km ²)	1220	816	1065
Biomasa (ton)	7231	2408	9455
Varianza (ton ²)	761784	335217	1153448
Coef.Variación	12.1%	24.0%	11.4%
I.C. (95%)	[5517, 8938]	[1274, 3544]	[7532, 11742]
Abundancia (*10⁶)	1087	273	1360
Varianza (mill ²)	274653	18983	293636
Coef.Variación	48.2%	50.5%	39.8%
I.C. (95%)	[60, 2114]	[3, 543]	[298, 2422]

3.3.3. Biomosas parciales

El foco 2, ubicado al norte de la Bahía de Coquimbo, es el más abundante, con una biomasa cercana a las 2000 toneladas en un área de 1200 a 1300 km² (Tabla 13). En cambio, el foco 3, ubicado entre Valparaíso y San Antonio, es el menor, sin superar las 1500 toneladas en un área de 1100 a 1400 km² (Tabla 13). Para los 3 focos y los 2 métodos el coeficiente de variación no alcanzó el 24%, y llegó a ser tan bajo como 6.6% (foco 1, estimación geoestadística).

Tabla 13. Resultados de las estimaciones geoestadística y clásica de la biomasa y abundancia de camarón nailon, en los focos de abundancia identificados entre Bahía Salado y Chañaral (Foco1), entre Bahía Carrizal y Bahía de Coquimbo (Foco 2), y entre Bahía de Quintero y Pta. Toro (Foco 3).

	Estimación geoestadística			Estimación clásica		
	Foco 1	Foco 2	Foco 3	Foco 1	Foco2	Foco3
Area (km ²)	975	1266	1317	871	1250	1138
Z* (kg/km ²)	1759	1551	872	2110	1779	1141
Biomasa (ton)	1715	1964	1148	1838	2223	1299
Varianza (ton ²)	12765	21521	55868	147451	160270	76031
Coef.Variación	6.6%	7.5%	20.5%	20.9%	18.0%	21.2%
I.C. (95%)	[1494, 1936]	[1676, 2251]	[686, 1612]	[1085, 1841]	[1439, 2227]	[786, 1840]
Abundancia (*10⁶)	326	310	139	349	351	158
Varianza (mill ²)	23553	14616	5740	31852	22037	7416
Coef.Variación	47.1%	39.0%	54.5%	51.1%	42.3%	54.5%
I.C. (95%)	[25, 627]	[73, 547]	[0, 287]	[0, 699]	[60, 642]	[0, 327]

Las hembras predominaron fuertemente sobre los machos en biomasa y abundancia, en todo el rango latitudinal de la II a la VIII Regiones (Tabla 14), y también en cada uno de los focos (Tabla 15). Hay aproximadamente 4 veces más biomasa y 2.5 veces más número de hembras que de machos, en ambas zonas y en los 3 focos de abundancia.

Tabla 14. Biomاسas y abundancias parciales de camarón nailon por sexo, para las dos áreas de evaluación.

REGIONES		Estimación geoestadística		Estimación clásica	
		Biomasa (ton)	Abundancia (millones)	Biomasa (ton)	Abundancia (millones)
II – IV	Machos	1395	295	1482	314
	Hembras	5414	727	5749	772
	Total	6809	1023	7231	1086
V – VIII	Machos	540	89	502	82
	Hembras	2053	205	1906	191
	Total	2593	294	2408	273

Tabla 15. Biomاسas y abundancias parciales de camarón nailon por sexo, para los focos de abundancia localizados entre Bahía Salado y Chañaral (Foco 1), entre Bahía Carrizal y Bahía de Coquimbo (Foco 2), y entre Bahía de Quintero y Punta Toro (Foco 3).

		Estimación geoestadística		Estimación clásica	
		Biomasa (ton)	Abundancia (millones)	Biomasa (ton)	Abundancia (millones)
Foco 1	Machos	362	95	388	102
	Hembras	1353	231	1450	247
	Total	1715	326	1838	350
Foco 2	Machos	469	97	531	109
	Hembras	1495	213	1692	241
	Total	1964	310	2223	351
Foco 3	Machos	244	30	276	33
	Hembras	905	109	1023	123
	Total	1149	139	1299	156

El rango de tallas predominante en machos de ambas zonas (II-IV y V-VIII) es el de 20-25 mm, y en hembras es el de 25-30 mm (Tabla 16). La misma situación se observa cuando se fracciona además por foco (Tabla 17), excepto que en los machos del foco 3 el rango de tallas predominante es el de 25-30 mm.

Tabla 16. Biomosas y abundancias parciales de camarón nailon por sexo y categoría de talla para ambas áreas de evaluación.

REGIONES	Longitud Cefalotorácica (mm)	Estimación geoestadística		Estimación clásica		
		Biomasa (ton)	Abundancia (millones)	Biomasa (ton)	Abundancia (millones)	
II – IV	Machos	10-15	0.3	0.3	0.3	0.3
		15-20	68.7	28.3	72.9	30.1
		20-25	807.0	191.6	857.0	203.4
		25-30	463.6	70.1	492.4	74.4
		30-35	53.3	5.0	56.6	5.3
		35-40	2.5	0.1	2.6	0.1
		40-45	0.0	0.0	0.0	0.0
	Total	1395.3	295.3	1481.8	313.7	
	Hembras	10-15	1.0	0.8	1.1	0.9
		15-20	51.5	20.0	54.7	21.2
		20-25	1248.6	263.8	1325.9	280.1
		25-30	2699.0	337.6	2866.2	358.6
		30-35	1182.2	91.6	1255.5	97.2
		35-40	229.4	13.4	243.7	14.3
40-45		2.0	0.1	2.1	0.1	
Total	5413.7	727.4	5749.2	772.4		
V – VIII	Machos	05-10	0.0	0.0	0.0	0.0
		10-15	0.2	0.2	0.2	0.2
		15-20	23.2	8.2	21.6	7.6
		20-25	274.0	50.5	254.5	46.9
		25-30	228.6	28.6	212.3	26.5
		30-35	14.4	1.2	13.4	1.1
		35-40	0.0	0.0	0.0	0.0
	Total	540.5	88.6	501.9	82.3	
	Hembras	05-10	1.5	0.2	1.4	0.2
		10-15	0.4	0.3	0.4	0.3
		15-20	27.8	8.0	25.8	7.4
		20-25	351.6	59.0	326.5	54.8
		25-30	1063.0	99.6	987.2	92.5
		30-35	591.2	37.1	549.0	34.4
35-40		16.9	0.9	15.7	0.8	
Total	2052.5	205.1	1906.1	190.4		

Tabla 17. Biomosas y abundancias parciales de camarón nailon por sexo y categoría de talla para los focos de abundancia localizados entre Bahía Salado y Chañaral (Foco 1), entre Bahía Carrizal y Bahía de Coquimbo (Foco 2), y entre Bahía de Quintero y Punta Toro (Foco 3).

	Longitud Cefalotorácica (mm)	Estimación geoestadística		Estimación clásica		
		Biomasa (ton)	Abundancia (millones)	Biomasa (ton)	Abundancia (millones)	
Foco 1	Machos	10-15	0.0	0.0	0.0	0.0
		15-20	29.2	12.3	31.2	13.2
		20-25	283.3	74.8	303.6	80.2
		25-30	49.9	8.2	53.4	8.8
		30-35	0.0	0.0	0.0	0.0
		35-40	0.0	0.0	0.0	0.0
		Total	362.3	95.4	388.3	102.2
	Hembras	10-15	1.2	1.0	1.3	1.0
		15-20	21.2	8.5	22.7	9.1
		20-25	600.1	132.5	643.2	142.1
		25-30	546.5	73.6	585.7	78.9
		30-35	178.4	15.0	191.2	16.0
		35-40	5.3	0.2	5.7	0.3
		Total	1352.7	230.8	1449.7	247.4
Foco 2	Machos	10-15	0.0	0.0	0.0	0.0
		15-20	20.3	7.9	22.9	9.0
		20-25	299.5	66.2	339.0	75.0
		25-30	148.2	22.3	167.8	25.3
		30-35	1.3	0.1	1.4	0.1
		35-40	0.0	0.0	0.0	0.0
		Total	469.3	96.6	531.2	109.4
	Hembras	10-15	0.2	0.1	0.2	0.1
		15-20	15.3	6.2	17.3	7.0
		20-25	393.9	76.9	445.8	87.1
		25-30	955.6	119.3	1081.7	135.1
		30-35	126.4	10.3	143.1	11.7
		35-40	3.4	0.2	3.8	0.3
		Total	1494.7	213.1	1691.8	241.2
Foco 3	Machos	10-15	0.3	0.0	0.4	0.0
		15-20	20.3	2.5	23.0	2.7
		20-25	101.6	12.5	115.0	13.7
		25-30	115.5	14.2	130.7	15.6
		30-35	6.2	0.8	7.0	0.8
		35-40	0.0	0.0	0.0	0.0
		Total	244.0	30.0	276.0	33.0
	Hembras	10-15	0.6	0.1	0.7	0.1
		15-20	24.1	2.9	27.3	3.3
		20-25	117.5	14.2	132.8	16.0
		25-30	530.0	63.8	599.2	72.0
		30-35	232.7	28.0	263.1	31.6
		35-40	0.0	0.0	0.0	0.0
		Total	905.0	109.0	1023.0	123.0

3.4. Objetivo Específico 3. Determinar la estructura de tallas por sexo, la relación longitud-peso y la proporción sexual para el área total prospectada, y para cada uno de los principales focos de abundancia.

3.4.1. Estructura de tallas y edades por sexo y su distribución espacial

El rango de tallas de camarón como resultado de este estudio cubrió desde los 14 a los 41 mm de longitud cefalotorácica (el conjunto completo de datos se entrega en el Anexo 5). Las estructuras de tallas para las zonas II-IV y V-VIII mostraron hembras que alcanzan mayores tamaños que los machos (Fig. 13). Como ya se mostró para el caso de las biomazas parciales, en los machos predominan las tallas de 20 a 25 mm, mientras que en las hembras predominan las tallas de 25 a 30 mm, sobre todo en la zona V-VIII (Fig. 13). La estructura de edad de ambos sexos mostró una clase anual más presente en la zona II-IV que en la zona V-VIII; esta es una clase anual de 1 año más de vida y con baja proporción en la zona II-IV (Fig. 13). La clase anual más predominante en machos tuvo una talla media de 22,7 mm en ambas zonas, mientras que la clase anual más representada en hembras tuvo una talla media de 24,5 mm en ambas zonas (Tabla 18). En ambos sexos y ambas zonas la clase anual más predominante representa el 50% del stock en número de individuos (Tabla 17).

En los focos 1 y 2 de la zona II-IV los machos sólo presentan 3 clases anuales (Fig. 14), faltando en esos focos una clase anual más vieja que se encuentra en bajas densidades en la II Región, al norte del foco 1. En ambos focos la clase anual predominante en machos sigue siendo la más dominante en toda la zona: la de *ca.* 22 mm de longitud cefalotorácica (Tabla 19). En el caso de las hembras, la clase anual más vieja está presente en el foco 1 y no en el foco 2. La clase anual de hembras predominante en los dos focos es la misma que predomina a nivel de toda la zona II-VIII (Fig. 14 y Tabla 18). El foco 3 presenta una estructura de edades diferente a la de la zona V-VIII completa, en ambos sexos (Fig. 14).

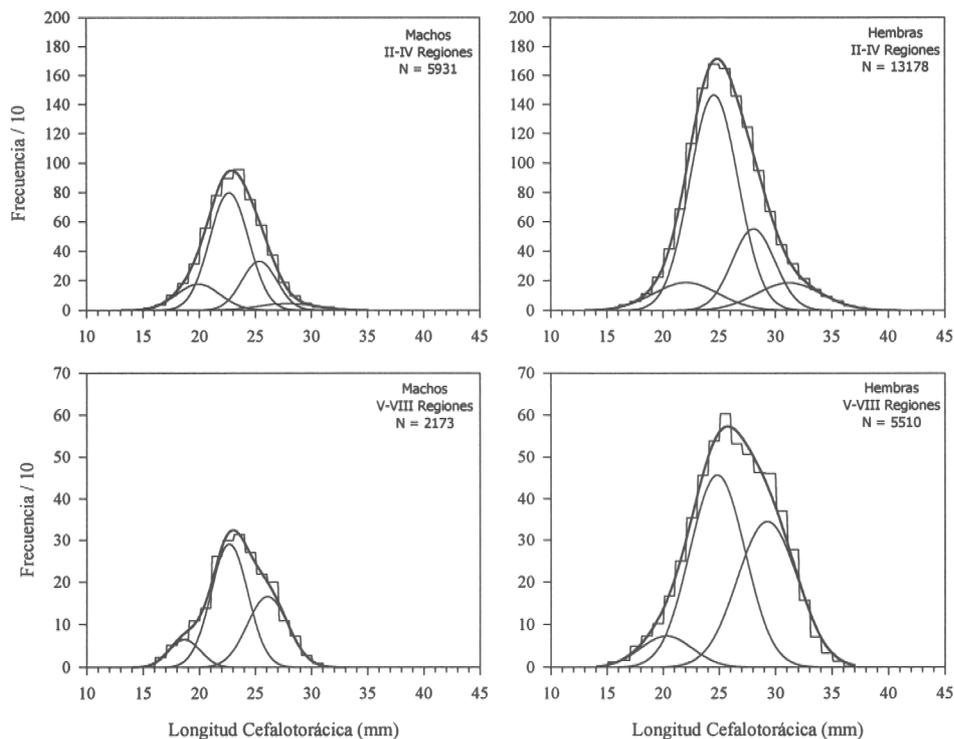


Fig. 13. Estructura de tallas y composición de clases anuales de machos y hembras de camarón nailon, obtenidas mediante análisis de mezclas distribucionales para las zonas II-IV y V-VIII.

Tabla 18. Resultados del análisis de mezclas distribucionales realizado a las estructuras de tallas de camarón nailon en las zonas II-IV (21°-32°S) y V-VIII (32°-38°S) regiones. Los errores estándar se indican entre paréntesis.

ZONA	MACHOS					HEMBRAS				
	Clase anual	LC media (mm)	Desv. Est. (mm)	Proporc.	Valor-p	Clase anual	LC media (mm)	Desv. Est. (mm)	Proporc.	Valor-p
II - IV	1	19.920 (0.234)	1.961 (0.155)	0.146 (0.008)	0.557	1	22.051 (0.374)	2.904 (0.230)	0.103 (0.006)	0.947
	2	22.671 (0.060)	1.738 (0.103)	0.587 (0.014)		2	24.565 (0.056)	2.141 (0.065)	0.597 (0.009)	
	3	25.354 (0.152)	1.558 (0.145)	0.219 (0.011)		3	28.066 (0.115)	1.891 (0.125)	0.198 (0.007)	
	4	27.848 (0.392)	2.546 (0.293)	0.049 (0.005)		4	31.197 (0.187)	2.887 (0.140)	0.102 (0.004)	
V - VIII	1	18.679 (0.154)	1.395 (0.113)	0.105 (0.009)	0.107	1	20.287 (0.283)	2.313 (0.201)	0.077 (0.006)	0.000
	2	22.669 (0.074)	1.639 (0.073)	0.550 (0.016)		2	24.830 (0.080)	2.435 (0.104)	0.506 (0.012)	
	3	26.073 (0.110)	1.805 (0.086)	0.346 (0.014)		3	29.271 (0.106)	2.655 (0.083)	0.416 (0.010)	

Tabla 19. Resultados del análisis de mezclas distribucionales realizado a las estructuras de tallas de camarón nailon en los focos de abundancia identificados entre Bahía Salado y Chañaral (Foco 1), entre Bahía Carrizal y Bahía de Coquimbo (Foco 2), y entre Bahía Quintero y Punta Toro (Foco 3). Los errores estándar se indican entre paréntesis.

	MACHOS					HEMBRAS				
	Clase anual	LC media (mm)	Desv. Est. (mm)	Proporc.	Valor-p	Clase anual	LC media (mm)	Desv. Est. (mm)	Proporc.	Valor-p
Foco 1	1	18.981 (0.239)	1.473 (0.178)	0.138 (0.015)	0.532	1	16.018 (0.499)	1.283 (0.462)	0.009 (0.002)	0.794
	2	21.949 (0.093)	1.362 (0.070)	0.702 (0.036)		2	20.426 (0.183)	1.454 (0.167)	0.126 (0.011)	
	3	23.653 (0.469)	2.276 (0.339)	0.160 (0.029)		3	23.417 (0.057)	1.496 (0.063)	0.655 (0.014)	
		4	27.118 (0.149)	1.604 (0.136)		0.177 (0.011)	5	31.382 (0.358)	1.823 (0.259)	
	Foco 2	1	21.054 (0.495)	2.442 (0.308)		0.217 (0.013)	0.956	1	19.125 (768.223)	
2		23.601 (0.418)	1.834 (0.133)	0.634 (0.019)	2	20.358 (96.274)		2.531 (46.460)	0.043 (0.005)	
3		24.528 (2.250)	2.191 (0.921)	0.149 (0.013)	3	23.275 (1.040)		1.923 (1.705)	0.207 (0.013)	
		4	25.559 (0.556)	1.867 (0.638)	0.477 (0.018)	5		27.827 (0.606)	1.962 (0.289)	0.252 (0.022)
6		29.500 -	1.800 -	0.015 (0.013)						
Foco 3		1	18.198 (0.343)	1.048 (0.241)	0.076 (0.203)	0.447		1	19.726 (0.364)	2.085 (0.242)
	2	20.980 (0.360)	2.336 (0.295)	0.362 (0.044)	2		23.539 (0.213)	2.280 (0.399)	0.284 (0.016)	
	3	24.713 (0.442)	2.319 (0.314)	0.385 (0.081)	3		27.861 (0.144)	2.087 (0.266)	0.421 (0.019)	
	4	26.134 (0.447)	1.510 (0.301)	0.178 (0.058)	4		31.075 (0.377)	1.818 (0.221)	0.149 (0.014)	

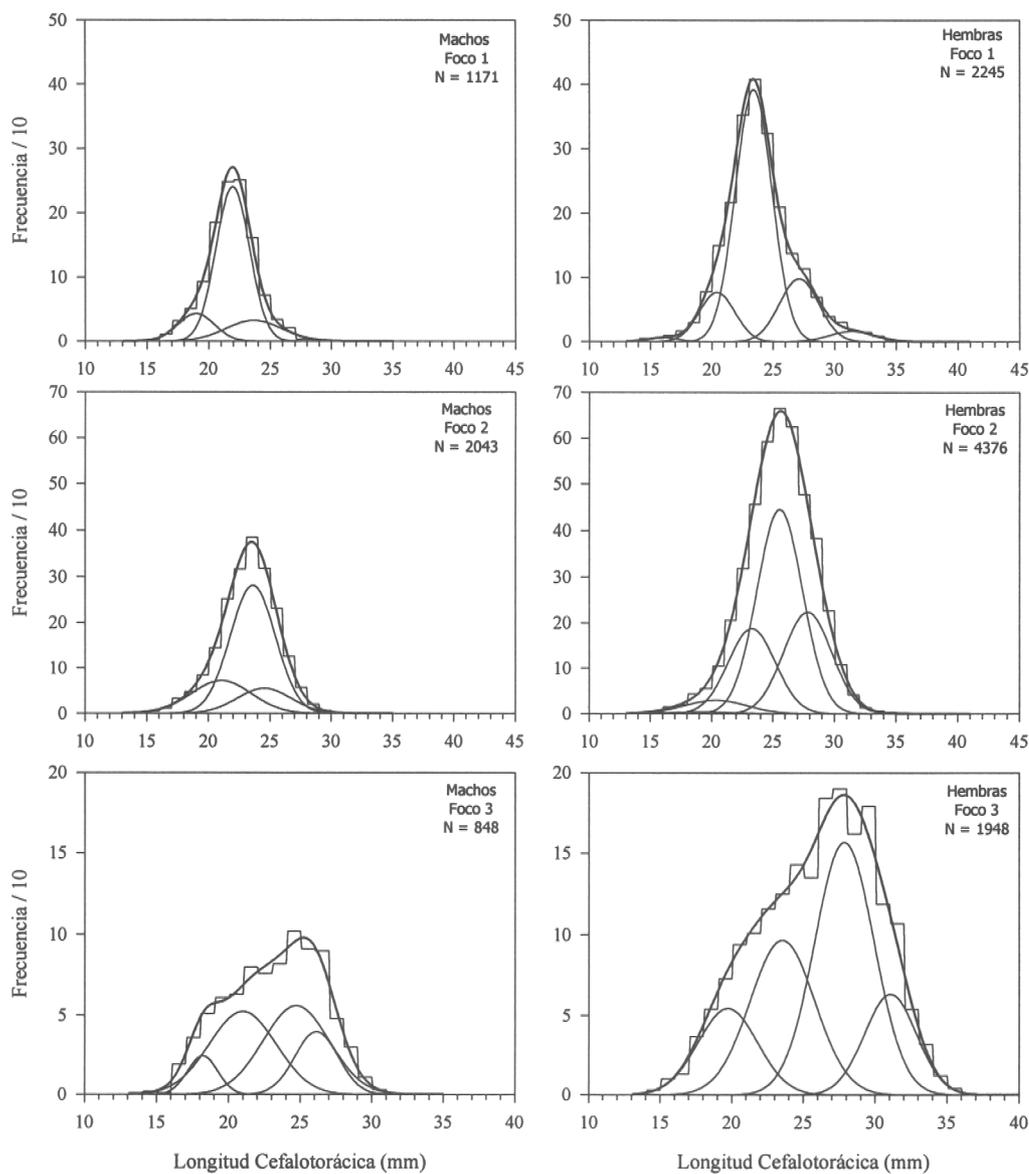


Fig. 14. Estructura de tallas y composición de clases anuales de machos y hembras de camarón nailon, obtenidas mediante análisis de mezclas distribucionales para los focos de abundancia localizados entre Bahía Salado y Chañaral (Foco 1), entre Bahía Carrizal y Bahía de Coquimbo (Foco 2), y entre Bahía de Quintero y Punta Toro (Foco 3).

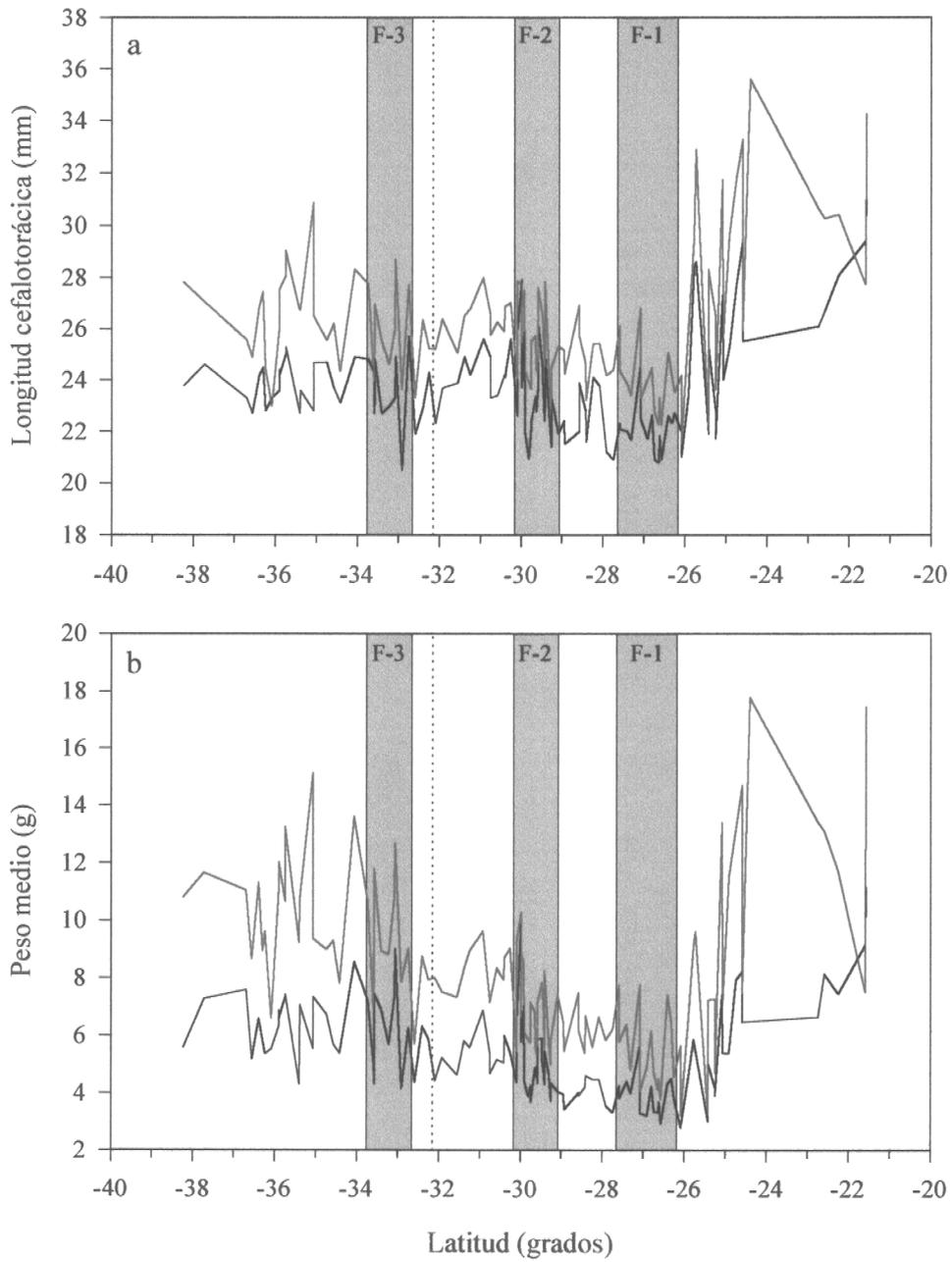


Fig. 15. Distribución latitudinal de la talla media (a) y peso medio (b) de machos (líneas negras) y hembras (líneas rojas) de camarón nailon entre las regiones II y VIII. La línea punteada indica el límite entre los dos cruceros de prospección y las zonas sombreadas corresponden a los focos de abundancia identificados.

En los machos no hay una clara predominancia de una clase anual sino que predominan dos, y en el caso de las hembras predomina la clase anual que está más representada en toda la zona V-VIII, pero se hace visible una clase anual más vieja (Fig. 14) cuya talla media es mayor que 30 mm (Tabla 19). En general entonces, los focos 1 y 2 de la zona II-IV están representados por estructuras de tallas y edades similares a las de todo el stock de su zona, y en cambio el foco 3 difiere en su estructura del resto de la zona V-VIII, con la presencia de una clase anual más vieja que se observa en el foco 3 pero no en toda la zona.

En sentido latitudinal, se observa claramente que la talla media de machos y hembras se mantiene constante variando entre 22 y 28 mm, pero aumenta mucho hacia la II Región en el extremo norte del área de evaluación (Fig. 15). En el caso del peso medio, hay una tendencia suave al incremento hacia el sur y un incremento fuerte hacia el norte, en la II Región (Fig. 15).

El mapeo geoestadístico de las tallas y edades revela que en el área entre la II y III , y en la VIII Región se encuentran los camarones de menor talla y más juveniles, mientras que hacia los entremos norte de la II y sur de la VIII Región hay camarones de mayor talla y edad (Fig. 16 y 17). Entre la III y VII Región la estructura de tallas y edades es muy homogénea, con presencia de sólo 2 clases anuales, las predominantes en ambos sexos (Fig. 16 y 17). Pareciera que este stock cuenta con varias áreas de crianza sobre la plataforma continental de Chile central.

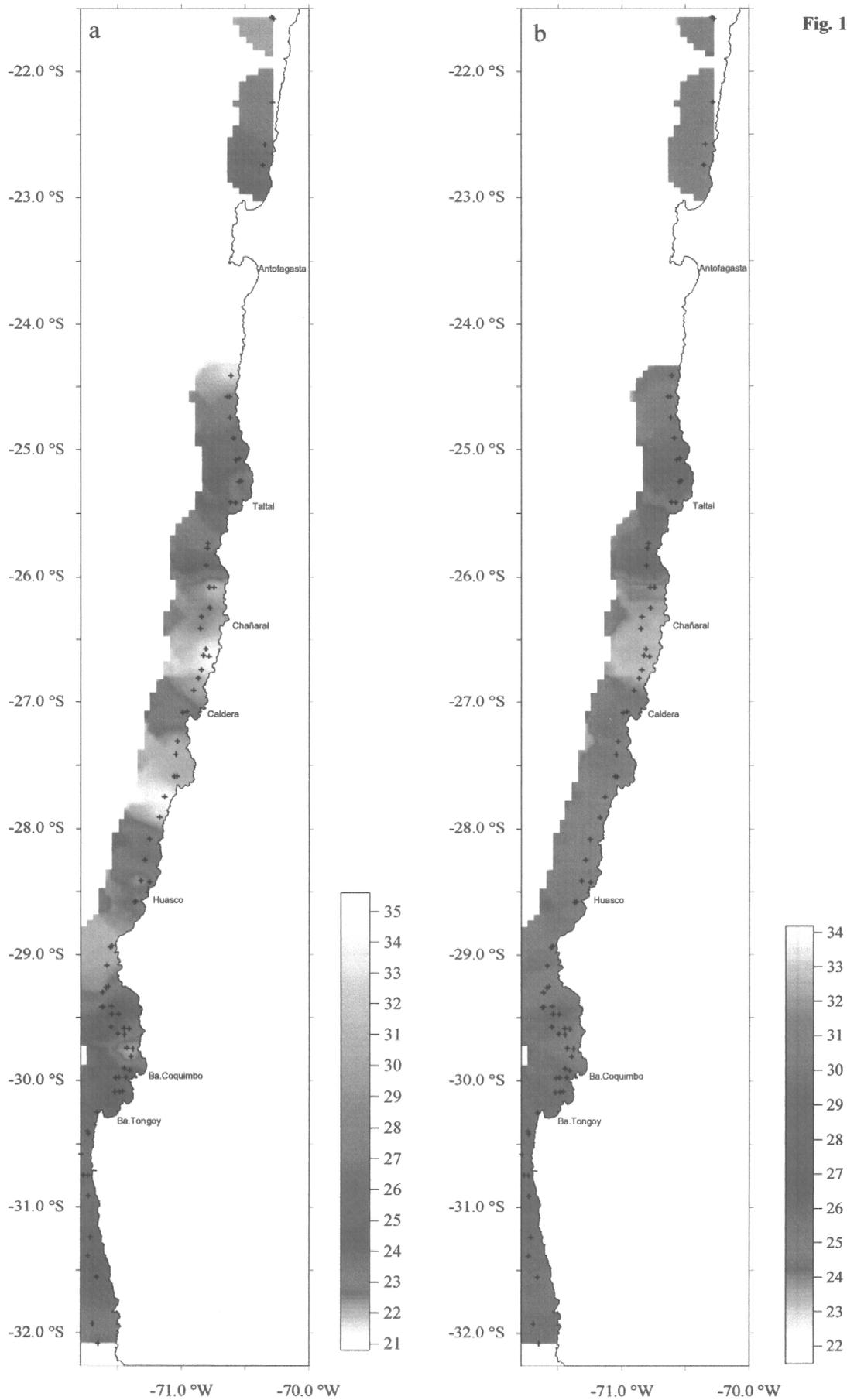


Fig. 16. Distribución espacial de las tallas (mm) y de las clases anuales de machos (a) y hembras (b) de camarón identificadas entre las regiones II y IV. En este tipo de figura, se presentan dos resultados independientes: (1) el análisis geoestadístico, que nos indica cual es la talla en cada punto de espacio, y (2) los resultados del MIX, que nos indican como es la distribución de la talla a la edad en cada clase anual. Cada color representa una clase anual, con la máxima intensidad centrada en la talla media estimada por el MIX para cada una, y desapareciendo según la magnitud de la desviación estándar también estimada por MIX. Por ejemplo, en el panel a, de machos, una clase anual cuya talla media está entre 25 y 26 mm predomina fuertemente entre Ba. Tongoy y Ba. Coquimbo, y se va desvaneciendo hacia el norte y hacia el sur.

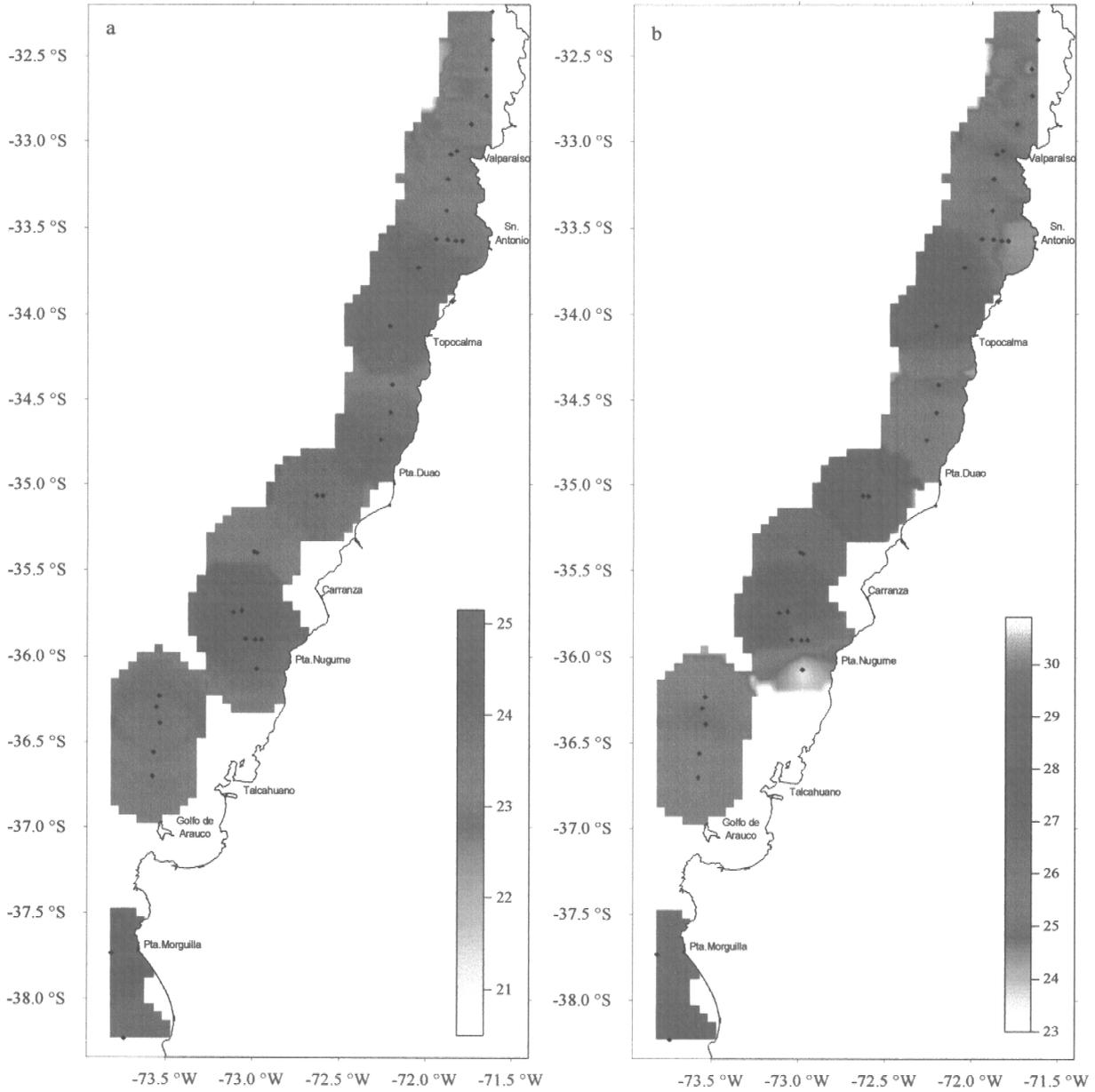


Fig. 17. Distribución espacial de las tallas (mm) y de las clases anuales de machos (a) y hembras (b) de camarón identificadas entre las regiones V y VIII. Ver explicación en la leyenda de la Fig. 16.

3.4.2. Relación longitud peso por sexo, por zona, y por foco

Para ambas zonas (II-IV y V-VIII) las hembras tienen una curva longitud peso más empinada que la de machos (Fig. 18a). Esto indica que las hembras son de mayor peso que los machos a una talla determinada y sobre todo en las tallas mayores, un resultado que ya fue probado estadísticamente por Roa y Ernst (1998). Por foco es aparente que los machos son similares en su curva longitud peso entre los 3 focos, mientras que las hembras del foco 3 tienen una curva más empinada que las hembras de los dos focos de la zona II-IV (Fig. 18b). Al comparar estadísticamente la zona II-IV a la zona V-VIII para cada sexo mediante la prueba de variables indicadoras de Netter *et al.* (1985) los F parciales indican que existen diferencias significativas entre zonas para ambos sexos ($F^*_{\text{hembras}}(2,6541)=1250, p \ll 0.001$; $F^*_{\text{machos}}(2,2687)=424, p \ll 0.001$). Luego se concluye que para ambos sexos, los camarones de la zona centro sur son más pesados que los de la zona centro norte a la misma talla.

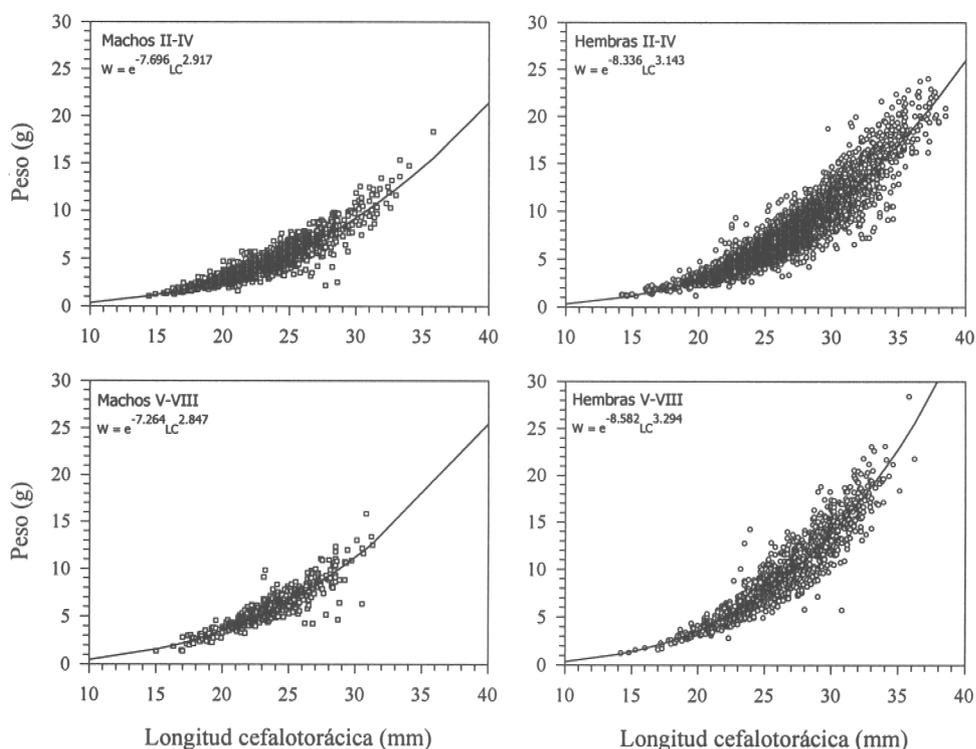


Fig. 18a. Función longitud-peso estimada para machos y hembras de camarón nailon en las dos zonas de evaluación.

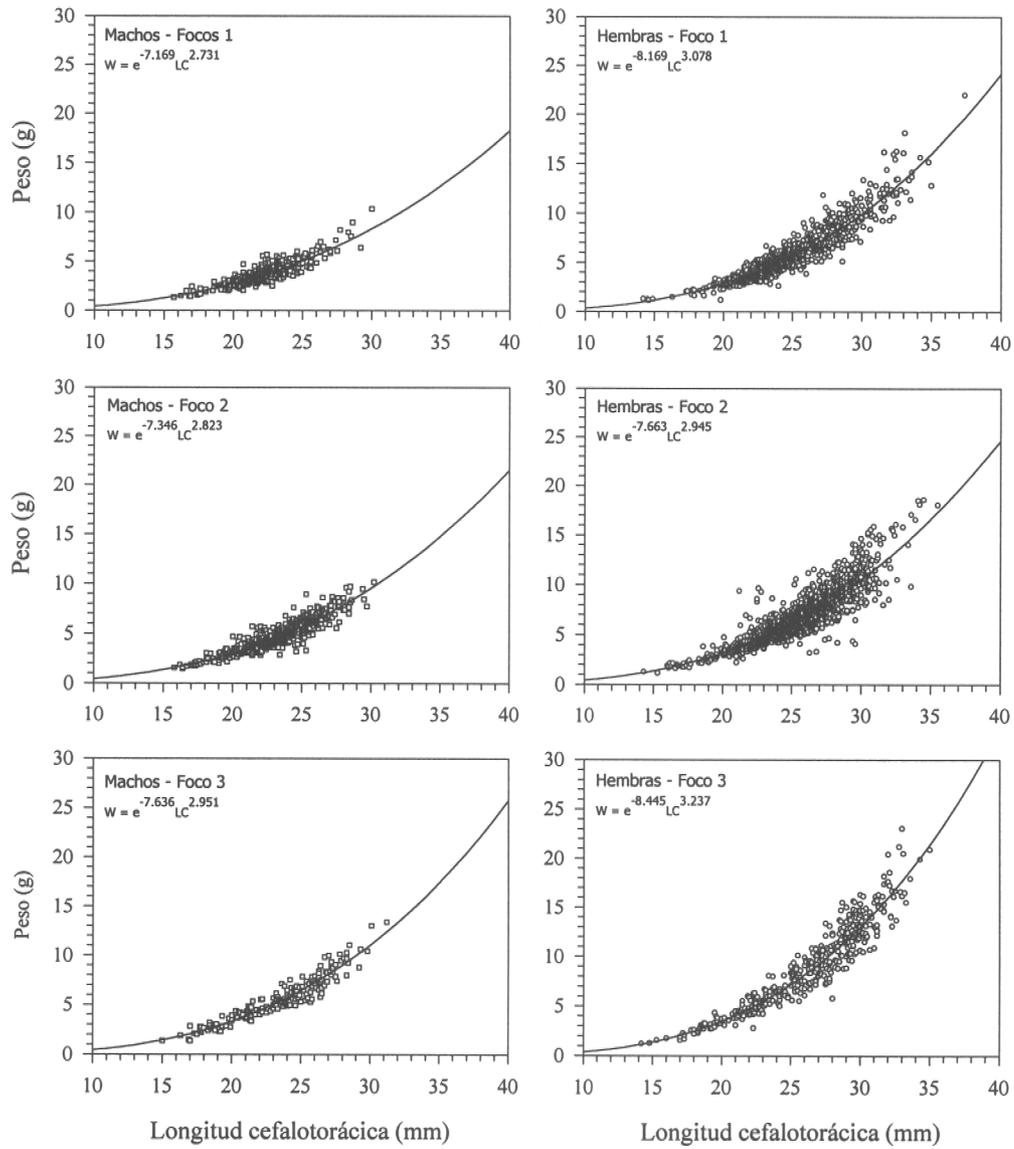


Fig. 18b. Función longitud-peso estimada para machos y hembras de camarón nailon en los tres focos de abundancia identificados.

3.4.3. Determinación de la proporción sexual por zona y foco

Las hembras predominan en proporción sexual en ambas zonas y en todos los focos; de hecho, los machos no alcanzan a ser un tercio del stock en número (Tabla 20). Las hembras ovígeras predominaron sólo en la zona V-VIII y dentro de ella, en el foco 3, y estuvieron poco representadas en la zona II-IV (Tabla 20). La distribución espacial de proporción de machos muestra que éstos predominan en sectores muy restringidos de la plataforma continental, y en particular al norte de Valparaíso, frente a Punta Duao, y al sur de Punta Nugurne (Figs. 19 y 20). En el resto de la plataforma continental, las hembras predominan ampliamente.

Tabla 20. Proporción sexual observada en las dos zonas de evaluación y en los focos de abundancia identificados.

Zona	Machos	Proporción Sexual	
		Hembras no ovígeras	Hembras ovígeras
II - IV	0.31	0.46	0.23
Foco 1	0.32	0.48	0.20
Foco 2	0.32	0.54	0.14
V-VIII	0.28	0.18	0.54
Foco 3	0.31	0.23	0.46

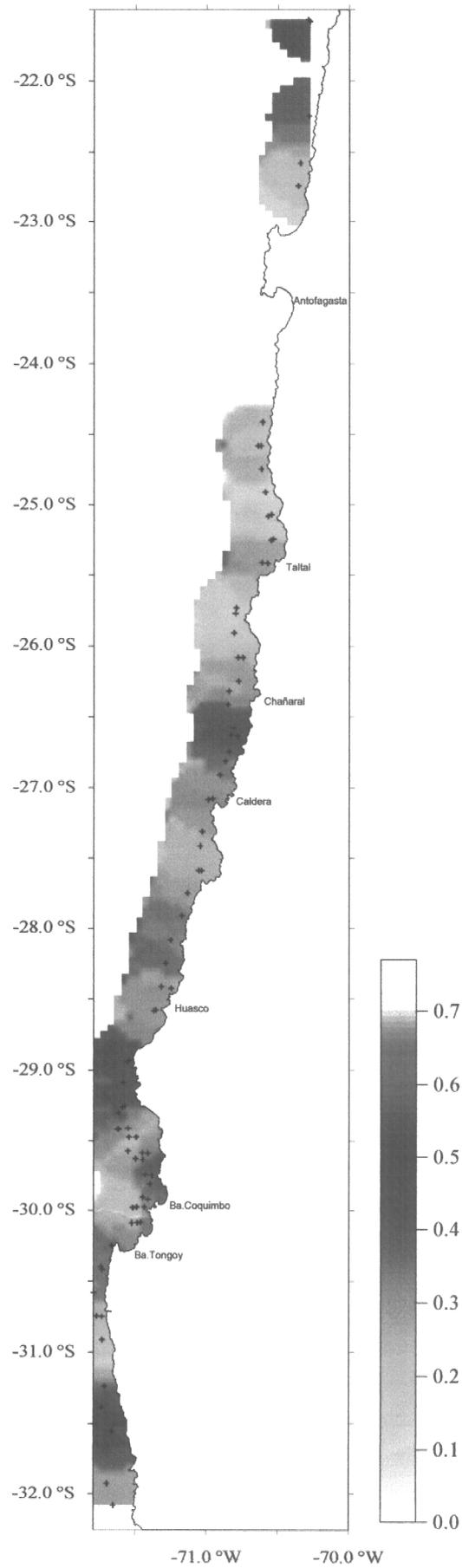


Fig. 19. Distribución espacial de la proporción de machos de camarón nailon entre las regiones II y IV. Los tonos verdes indican predominio de hembras, y los azules igual proporción entre ambos sexos.

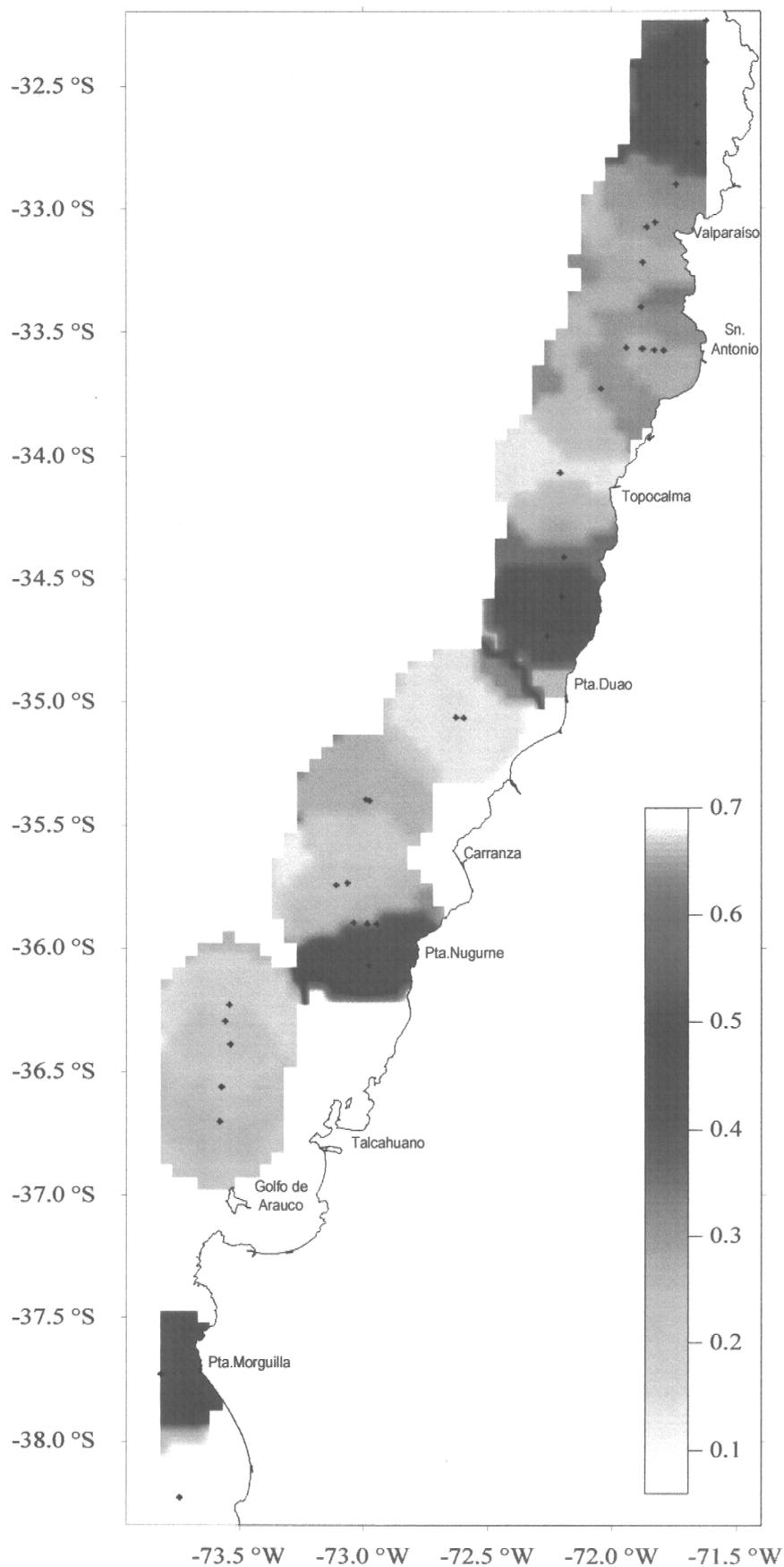


Fig. 20. Distribución espacial de la proporción de machos de camarón nailon entre las regiones V y VIII. Los tonos verdes indican predominio de hembras, y los azules igual proporción entre ambos sexos.

3.5. Objetivo Específico 4. Determinar la función de fecundidad de las hembras y el estado de madurez de los huevos en cada uno de los principales focos de abundancia.

3.5.1. Análisis de fecundidad

En la zona II-IV se tuvo poco éxito en el estudio de los aspectos reproductivos del recurso porque muchas de las hembras de mayor talla ya habían desovado en la época en que se realizó el crucero, y aquellas hembras portadoras, en su gran mayoría portaban huevos en estado avanzado de desarrollo. No fue así en el caso de la zona V-VIII, en que se contó con numerosos muestreos de fecundidad y con bastantes hembras con huevos en estado incipiente de desarrollo. La Fig. 21 muestra la proporción de hembras maduras a la talla por zona. Se observa que en la zona II-IV sólo la mitad de las hembras sobre 25 mm de LC aún portaba huevos, mientras que en la zona V-VIII casi la totalidad de las hembras sobre 25 mm portaba huevos. Debido a esto, no se reportan curvas de fecundidad por foco, pues el tamaño de muestra fue muy bajo en la zona II-IV como para llegar a este nivel de desagregación de los datos y hacer con ellos un ajuste apropiado.

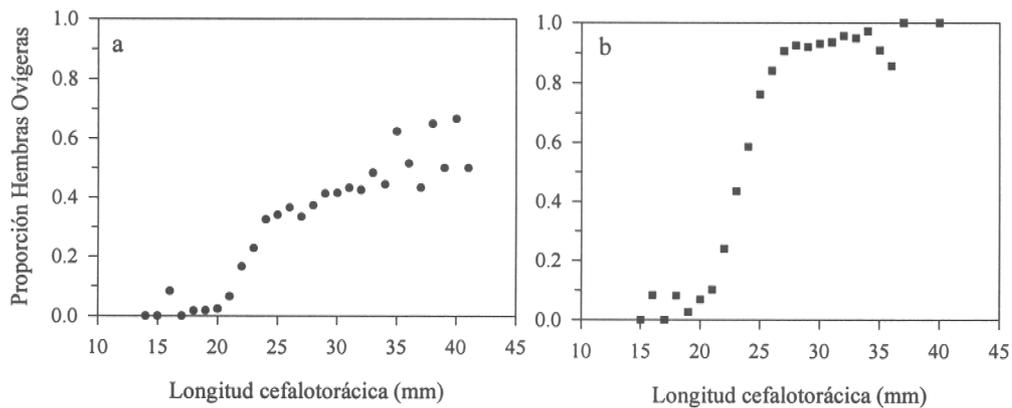


Fig. 21. Proporción de madurez sexual en función de la talla en hembras de camarón nailon, en las zonas de evaluación comprendidas entre las regiones II-IV (a) y V-VIII (b).

Una curva exponencial resultó ser una buena descripción de la relación entre fecundidad, medida como número de huevos por hembra en estado 1, y talla, tanto para la zona II-IV como para la zona V-VIII (Fig. 22 y Tabla 21). Los residuos tuvieron una distribución aleatoria en el rango de variación observado, de acuerdo con los supuestos de la regresión no lineal. Las curvas ajustadas a estos datos permitieron el análisis de la distribución espacial del potencial reproductivo.

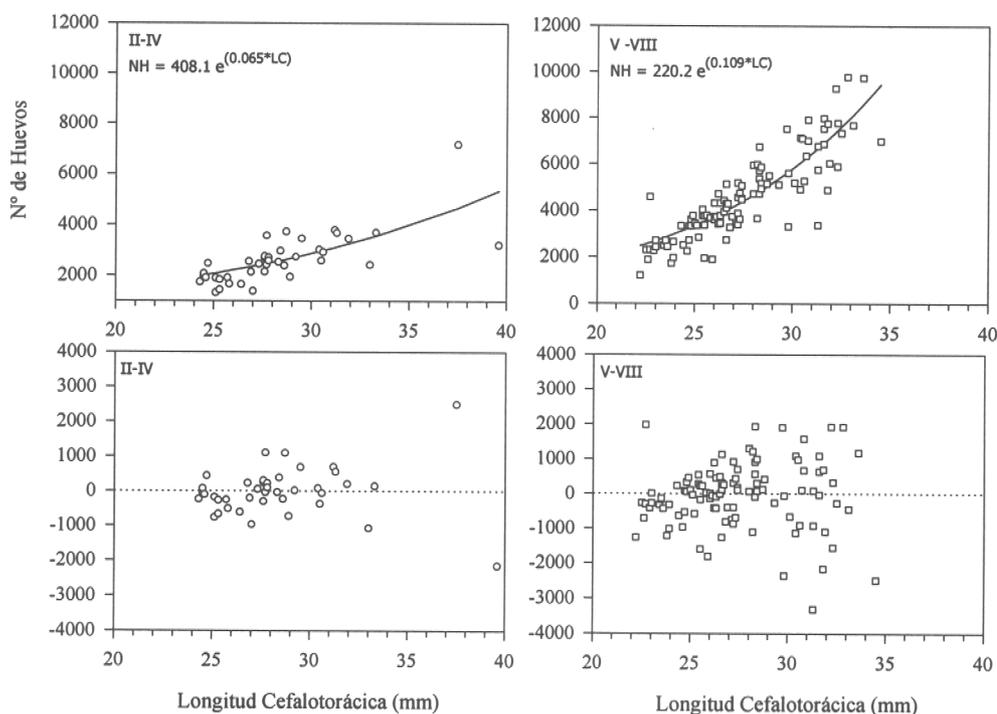


Fig. 22. Función de fecundidad a la talla ajustada para los datos de ambas zonas de evaluación.

En un total de 150 hembras examinadas para determinar la fecundidad en toda la zona de muestreo (II a VIII región), se presentaron tallas comprendidas entre 22,2 mm y 39,6 mm de longitud cefalotorácica, con un tamaño promedio de 27,7 mm. El número de huevos por hembra para toda el área de muestreo fluctuó entre un valor máximo de 9783 y un mínimo de 1211, con un valor promedio de 4026. La comparación estadística de ambas curvas de fecundidad (Fig. 22 y Tabla 21), por el método descrito en Chen *et al.* (1992) indica que

ambas curvas son significativamente diferentes ($F_{1,143}=133$; $p<0.01$), aunque esto puede deberse en muy alta medida al hecho de encontrar pocas hembras con huevos en la zona II-IV.

Tabla 21. Fecundidad promedio (número de huevos) por categorías de talla estimadas para hembras de camarón nailon en las dos zonas de evaluación.

Zona	Talla (mm)	Nº Hembras analizadas	Fecundidad promedio	Fecundidad mínima	Fecundidad máxima	Desviación estándar
II – IV	24.1-26	11	1835	1321	2465	305
	26.1-28	12	2419	1390	3570	558
	28.1-30	7	2818	1942	3729	620
	30.1-32	6	3238	2586	3790	472
	32.1-34	2	3056	2415	3697	906
	34.1-36	0	-	-	-	-
	36.1-38	1	7164	-	-	-
	38.1-40	1	3207	-	-	-
V – VIII	22.1-24	15	2624	1211	4591	732
	24.1-26	23	3311	1892	4318	650
	26.1-28	29	4237	2740	5957	766
	28.1-30	15	5353	3314	7510	1641
	30.1-32	17	6338	3366	7980	1284
	32.1-34	7	8210	5885	9783	1453
	34.1-36	1	6890	-	-	-

3.5.2 Diámetro de los huevos

De un total de 552 hembras analizadas en toda el área de muestreo, el diámetro promedio observado fue de 0,9 mm, con un mínimo de 0,74 mm y un máximo de 1,20 mm. En ambas zonas, el diámetro de los huevos tendió a aumentar con el estado de desarrollo (Tabla 22), el que fue descrito por la escala de Pavez *et al.* (1994) (Fig. 23), y lo mismo ocurrió con el análisis por foco (Tabla 23). Esto indica que el diámetro de huevos es una variable cuantitativa relacionada positivamente con el estado de desarrollo de los huevos. En sentido latitudinal, en la zona II-IV la poca información no permite identificar una tendencia latitudinal en el diámetro de huevos (Fig. 24a), y por ende en el estado de desarrollo de los

mismos. La misma falta de información no permitió realizar un mapeo geoestadístico del diámetro de huevos en la zona II-IV. En la zona V-VIII la tendencia latitudinal del diámetro de huevos indica estados más avanzados al norte de Valparaíso y frente a Punta Nugurne, y estados menos avanzados frente a la VI y el norte de la VII Regiones (Fig. 24b). El mapeo geoestadístico confirma zonas de mayor presencia de huevos de estados avanzados frente a Punta Nugurne, y permite ver además que hay un núcleo de huevos de menor estado de desarrollo frente a San Antonio (Fig. 25). El conjunto de esta información apoya la hipótesis que el desove está en cierta medida desincronizado entre la II y VIII Regiones, ocurriendo antes en la zona II-IV (razón por la cual encontramos pocas hembras ovíferas en nuestro crucero realizado en primavera) y ocurriendo en distintas tandas en la zona V-VIII.

Tabla 22. Diámetro promedio y número de huevos analizados en las zonas de evaluación comprendidas entre las regiones II-IV y V-VIII.

Estado de desarrollo	II - IV			V - VIII		
	Nº hembras analizadas	Nºhuevos medidos	Diámetro prom. (μm)	Nº hembras analizadas	Nºhuevos medidos	Diámetro prom. (μm)
1	27	270	816.7	72	720	802.7
2	42	416	824.6	121	1210	874.8
3	85	828	870.5	104	1040	953.2
4	15	125	959.3	85	850	1013.0
Total	169	1639	-	382	3820	-

Tabla 23. Diámetro promedio y número de huevos analizados en los focos de abundancia identificados entre Bahía Salado y Chañaral (Foco 1), entre Bahía Carrizal y Bahía de Coquimbo (Foco 2), y entre Bahía de Quintero y Punta Toro (Foco 3). NHA: Número de hembras analizadas; NHM: número de huevos medidos; DP: diámetro promedio de los huevos.

Estado de desarrollo	Foco 1			Foco 2			Foco 3		
	NHA	NHM	DP (μm)	NHA	NHM	DP (μm)	NHA	NHM	DP (μm)
1	1	10	836.0	15	150	809.9	26	260	796.8
2	3	26	921.5	17	170	827.8	45	450	856.9
3	5	50	906.4	44	430	860.2	32	320	937.2
4	-	-	-	9	81	928.9	25	250	960.0
Total	9	86	-	85	831	-	128	1280	-

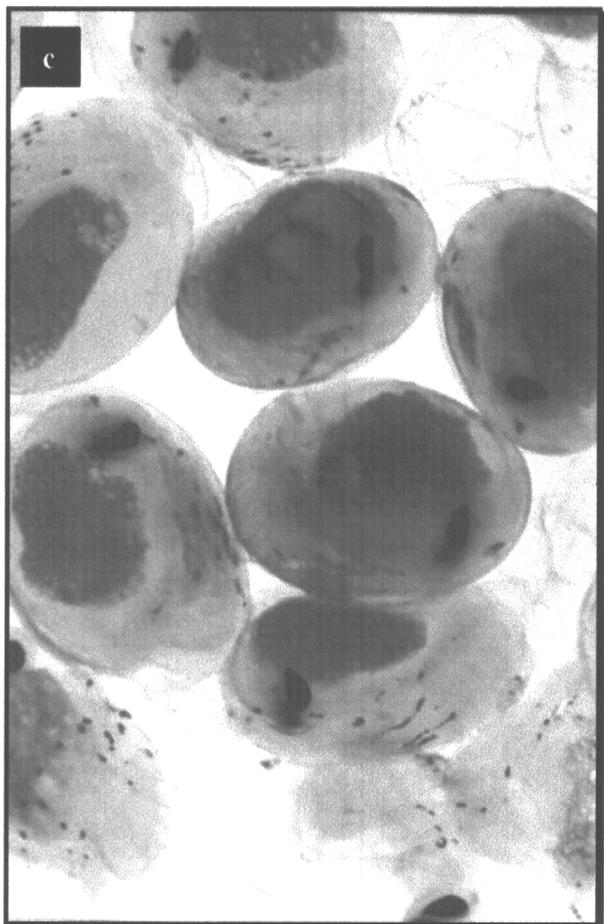
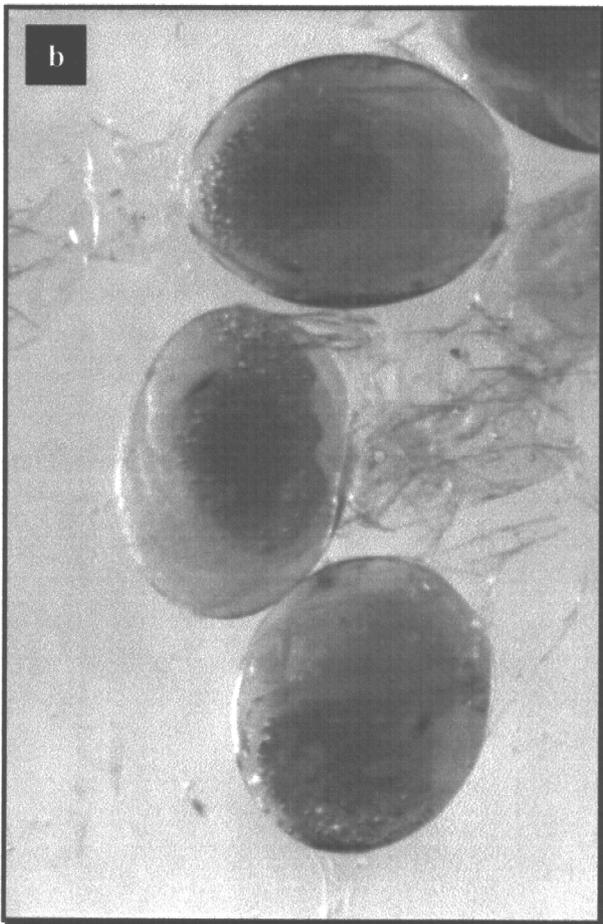
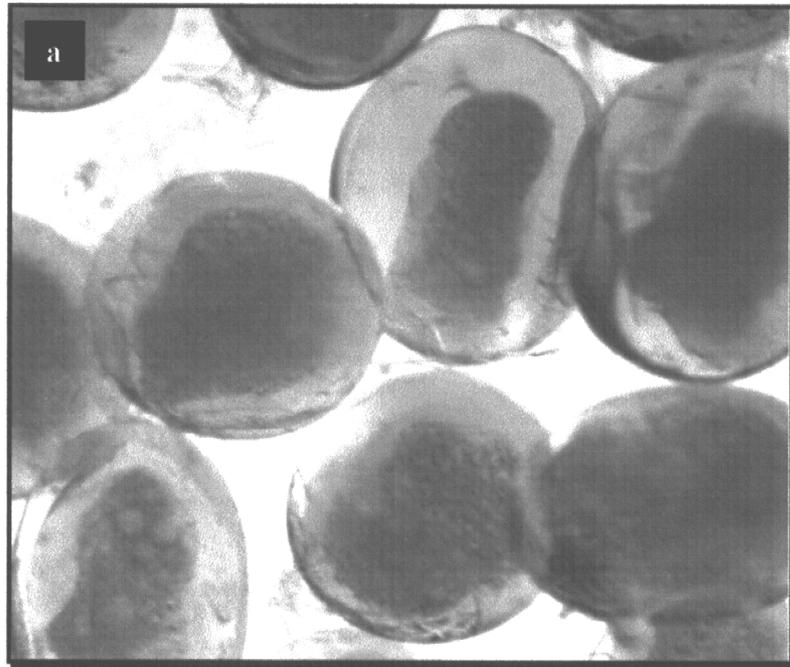


Fig. 23. Estados reproductivos 2 (a), 3 (b), y 4 (c) observados en hembras de camarón nailon entre las regiones II y VIII.

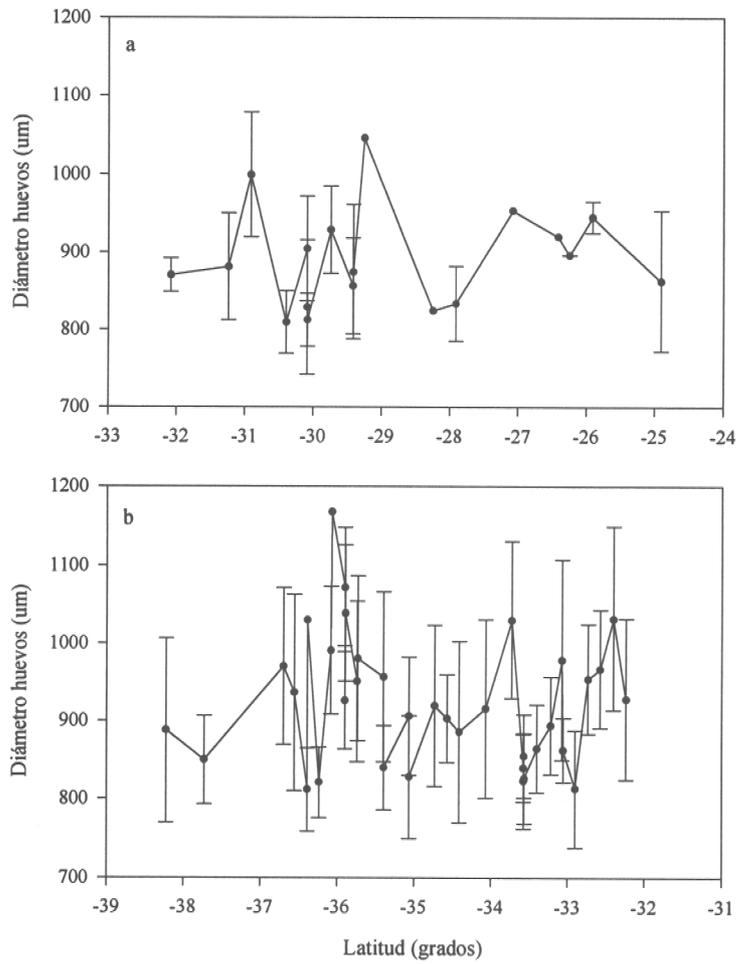


Fig. 24. Variación latitudinal del diámetro de huevos en las zonas de evaluación comprendidas entre las regiones II-IV (a) y V-VIII (b).

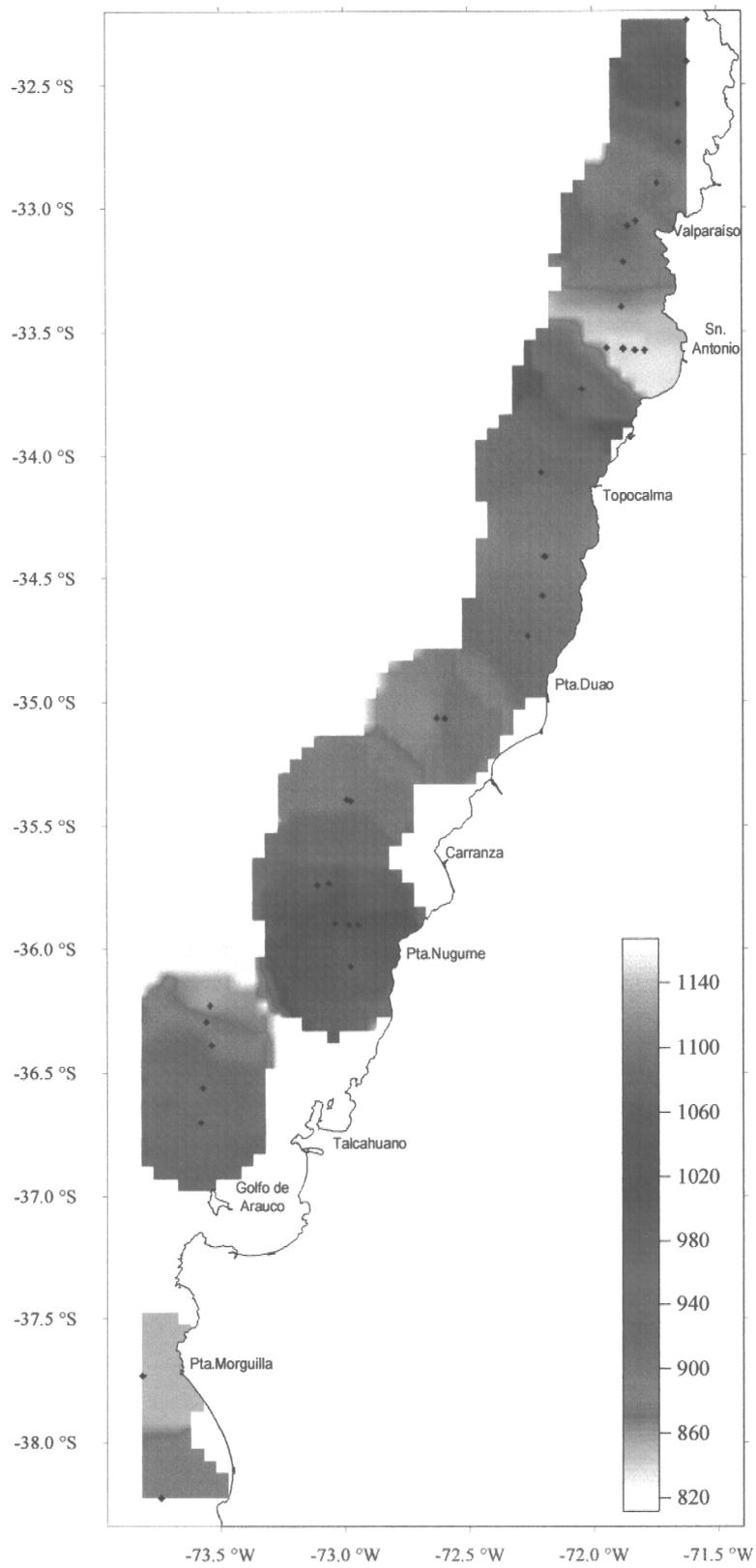


Fig. 25. Distribución espacial del diámetro de huevos (μm) y de sus estados de desarrollo en la zona V-VIII. Cada color corresponde a un estado de desarrollo, y su máxima intensidad está centrada en el diámetro promedio estimado para cada uno.

3.5.3. Potencial reproductivo

Las estimaciones locales de potencial reproductivo fluctuaron entre 1679 y 0,466 millones de huevos/km² (promedio=220x10⁶/km²). La tendencia latitudinal del potencial reproductivo sigue la misma tendencia de la densidad, con máximos muy pronunciados en los focos de abundancia (Fig. 26). El mapeo geoestadístico del potencial reproductivo sólo pudo hacerse para la zona V-VIII, debido a la ausencia de estructura espacial detectada por el análisis variográfico de los datos de la zona II-IV. Se puede suponer entonces, una distribución uniforme de la densidad en el espacio, de tal manera que la estimación del número total de huevos en la zona II-IV y para los focos 1 y 2 se efectuó a través del producto entre la media aritmética de las estimaciones locales y el área del polígono correspondiente. En la zona II-IV, se estimó un total de 1,2x10¹² (billones) huevos, con 0,2x10¹² y 0,3x10¹² en los focos 1 y 2, respectivamente (46% del total de huevos de la zona en los dos focos). En la zona V-VIII, se estimó un total de 0,5x10¹² huevos, de los cuales el 61% se encontró en el foco 3. El mapeo geoestadístico de la zona V-VIII indicó la presencia de focos de potencial reproductivo en la V Región y luego al sur de la VII Región, frente a Punta Nugurne (Fig. 27).

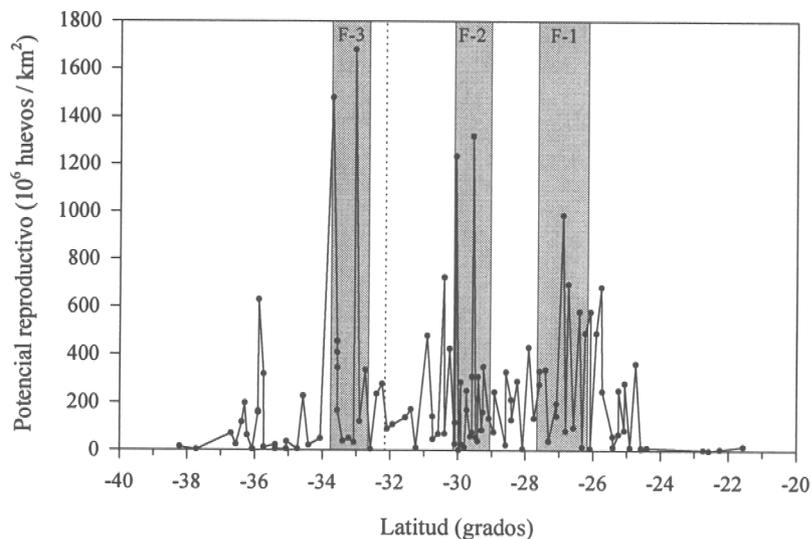


Fig. 26. Variación latitudinal del potencial reproductivo de camarón nailon entre las regiones II y VIII. La línea punteada divide las dos zonas de evaluación. Las áreas sombreadas corresponden a los focos de abundancia identificados.

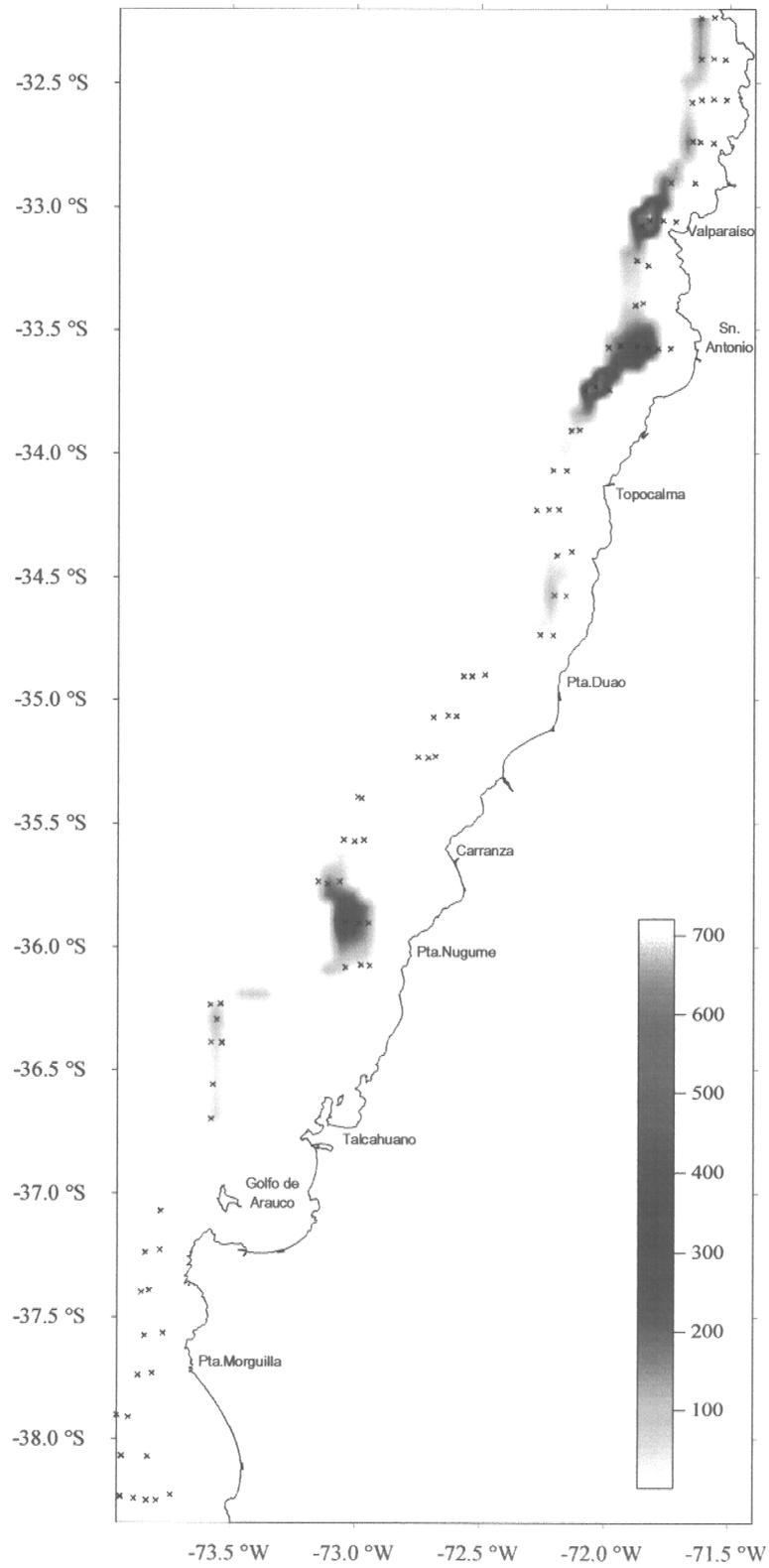


Fig. 27. Distribución espacial del potencial reproductivo (10^6 huevos/ km^2) entre las regiones V y VIII.

3.6. Objetivo Especifico 5. Determinar la importancia relativa de las especies que constituyen la fauna acompañante de la pesquería del camarón nailon, durante la cuantificación del recurso.

3.6.1. Importancia relativa de las principales especies de fauna acompañante

En la Zona II-IV, las capturas de fauna acompañante están dominadas por langostino colorado (38,9 %), seguido por jaiba araña (*Libidoclaea granaria*, 15,6%) y merluza común (15,4%) (Fig. 28a). En la Zona V-VIII, el taxon dominante en la fauna acompañante corresponde a especies del genero *Coelorhynchus* (pejerratas, 32,4%), seguido de merluza común (*Merluccius gayi*, 29,7%) (Fig. 28b). Al desagregar la información por foco, y sólo identificando los ítems que aparecen con más del 5% en peso, en el foco 1 predominan el langostino colorado, la merluza común y el langostino amarillo, mientras que en el foco 2 predominan la merluza común, el langostino amarillo y el lenguado de ojos grandes, con presencia significativa de pejerratas y raya volantín (Fig. 29). En el foco 3 se observa un notable predominio de merluza común, langostino amarillo y pejerratas por sobre las demás especies (Fig. 29). Como se puede apreciar, el foco 2 es el que presenta una mayor variedad de ítems de fauna acompañante, la que de todas maneras es baja, con la merluza común y el langostino amarillo predominando como ítems más frecuentes y de mayores aportes porcentuales en peso (32% y 28%, respectivamente).

3.6.2. Análisis comunitario

Este análisis se realizó con la información agregada por zona (II-IV y V-VIII) y no por foco, debido a que la naturaleza multivariada de los datos exige un alto nivel de tamaño de muestra para obtener consistencia estadística de los resultados. El área de evaluación fue dividida en grados de latitud y rangos de profundidad (Tabla 24). Sobre estas cuadrículas se identificaron 44 ítems en la zona II-IV y 45 ítems en la zona V-VIII (Tabla 25). Para identificar económicamente las celdas latitud-profundidad y las especies presentes en ellas, fue necesario codificarlas según la Tabla 26.

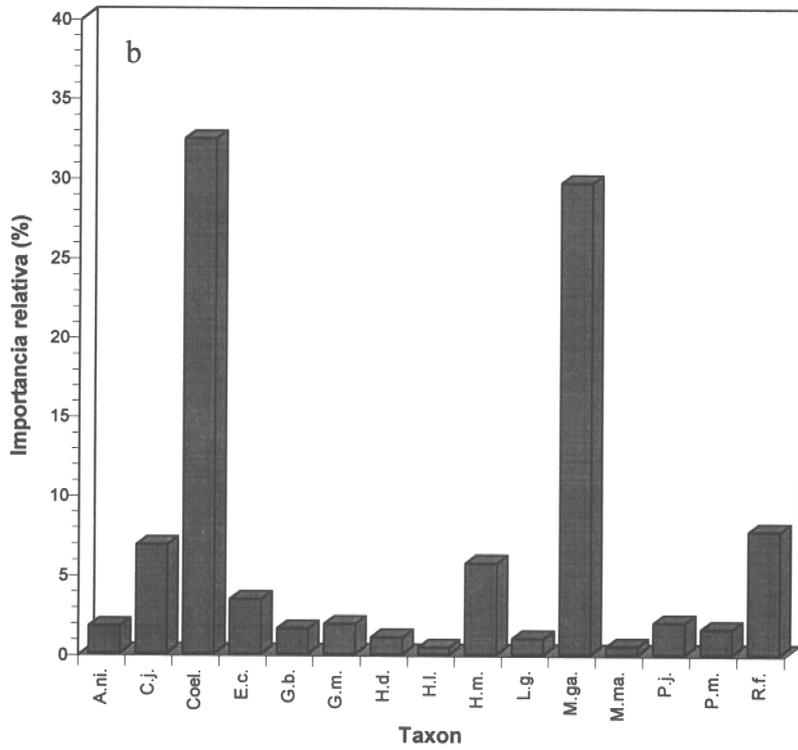
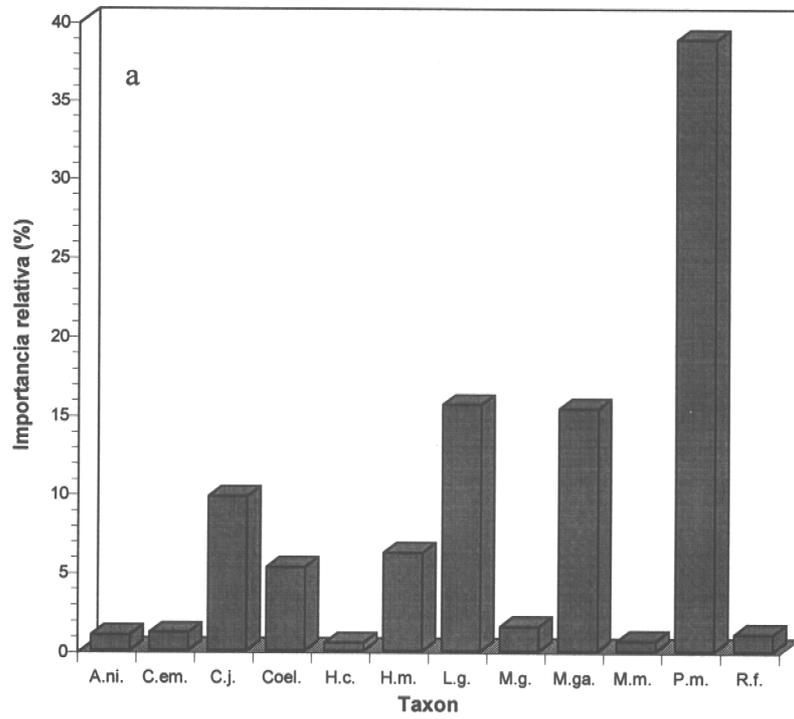


Figura 28. Importancia relativa (%) de las principales especies de la fauna acompañante en las zonas II-IV (a) y V-VIII (b). Para nomenclatura ver Tabla 25 (a, b).

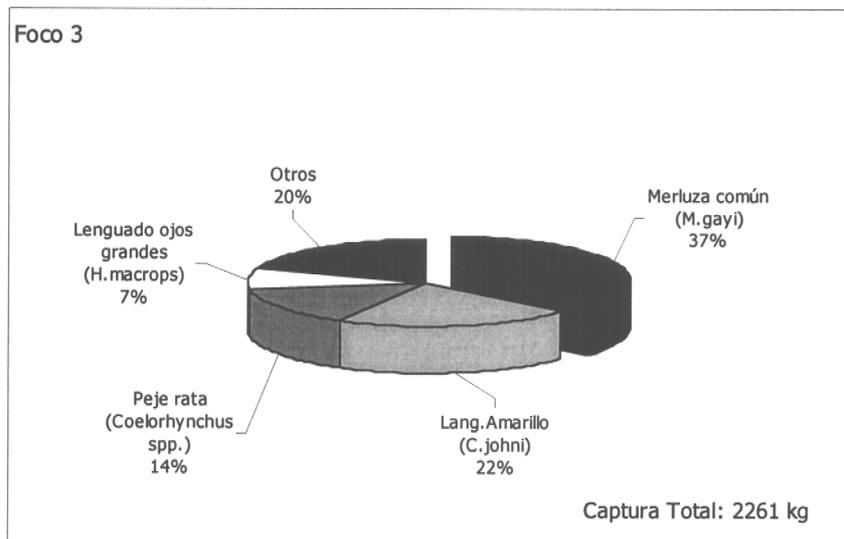
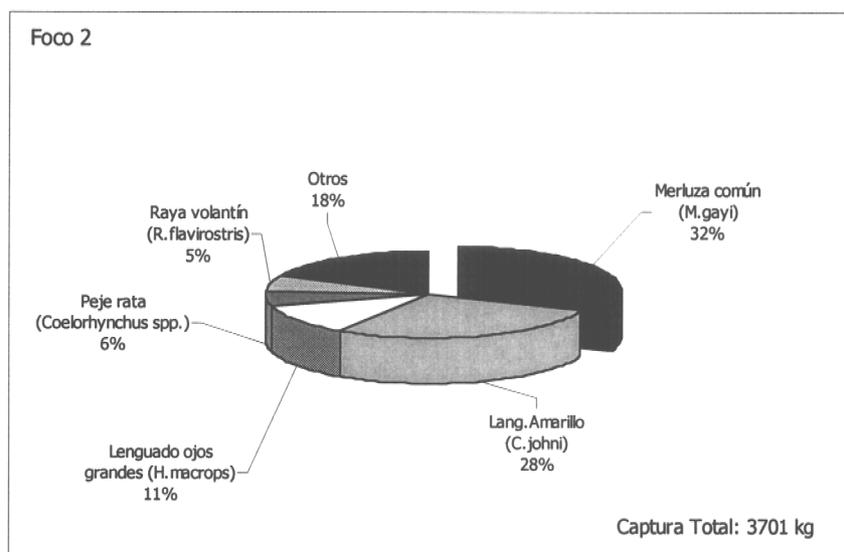
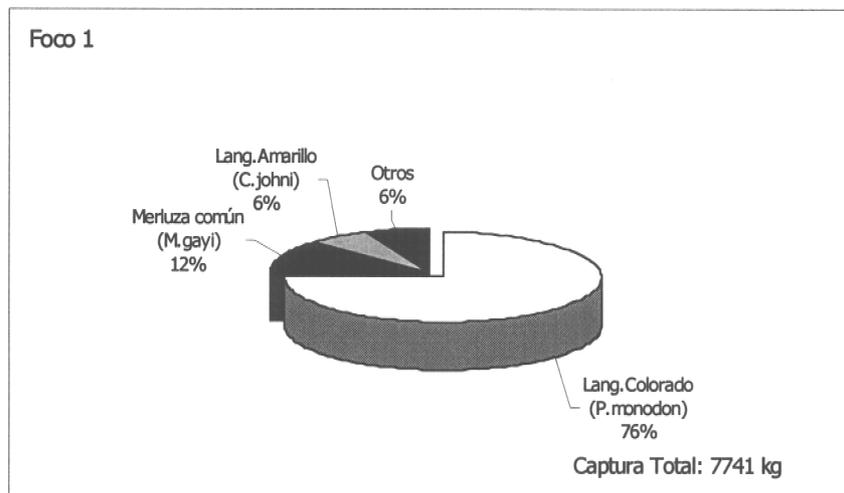


Fig. 29. Composición de la captura de fauna acompañante en cada uno de los focos de abundancia identificados entre las regiones II y VIII.

Tabla 24. Rangos latitudinales y estratos de profundidad (m) para la definición de celdas latitud-profundidad de la fauna acompañante.

Zona	Código	Rango	
		Latitudinal	Estrato Profundidad (m)
II-IV	A	21°00' - 21°59'	1 ≤ 100
	B	22°00' - 22°59'	2 101 – 150
	C	23°00' - 23°59'	3 151 – 200
	D	24°00' - 24°59'	4 201 – 250
	E	25°00' - 25°59'	5 251 – 300
	F	26°00' - 26°59'	6 301 – 350
	G	27°00' - 27°59'	7 351 – 400
	H	28°00' - 28°59'	8 401 – 450
	I	29°00' - 29°59'	9 451 – 500
	J	30°00' - 30°59'	10 > 500
	K	31°00' - 31°59'	
	L	32°00' - 32°59'	
	V-VIII	M	33°00' - 33°59'
N		34°00' - 34°59'	
P		35°00' - 35°59'	
Q		36°00' - 36°59'	
R		37°00' - 37°59'	
S		38°00' - 38°59'	

En la zona II-IV se observan cuatro grandes asociaciones (Tabla 26 y Fig. 30). La Asociación I cubre dos rangos latitudinales, entre 21° y 23° S, a profundidades inferiores a 250 m; y entre 29° y 32° S, sobre los 350 m de profundidad (Fig. 30). La principal especie en esta asociación es el congrio *Cherublema emmelas* (96% en peso). La Asociación II considera principalmente el rango latitudinal 21° a 26° S y 250 a 450 m de profundidad. Las principales especies que forman parte de esta asociación son jaiba araña (*Libidoclaea granaria*; 83% incidencia en peso), seguido del peje rata *Coelorhynchus* spp. (8%). La Asociación III (Tabla 26) está subdividida en cuatro grupos (III-a, III-b, III-c y III-d). La Asociación III-a cubre principalmente el rango batimétrico de 101 a 300 m de profundidad entre las latitudes 25° y 32° S. Las principales especies que forman parte de esta asociación son merluza común (48% en peso), seguida de lenguado de ojos grandes (29%). En la Asociación III-b las principales especies son merluza común (>71% en peso), seguida de pejerratas (*Coelorhynchus* spp.; 14,5%), encontrándose principalmente desde 24° S hasta 28° S entre 300 y 500 m de profundidad. La Asociación III-c (Tabla 26, Fig. 30) se encuentra concentrada entre 25° y 27° S a profundidades inferiores a 350 m, y está constituida principalmente por el langostino colorado *Pleuroncodes monodon* (61%) y la merluza común (25%).

Tabla 25a. Listado de los 45 taxa de fauna acompañante, CPUE (kg/km²) e importancia relativa (%) en la zona II-IV.

Nombre vernacular	Nombre científico	Acrónimo	CPUE	%
Tiburón negro narigón	<i>Apristurus nasatus</i>	A.n.	50,8	0,22
Tiburón gato	<i>Aculeola nigra</i>	A.ni.	228,3	0,99
Bagre	<i>Aphos porosus</i>	A.p.	22,9	0,10
Alepocefálicos	Alepocephalidae	Alep.	31,2	0,13
Alfonsino	<i>Beryx splendens</i>	B.s.	0,5	< 0,01
Pejegallo	<i>Callorhynchus callorhynchus</i>	C.c.	3,6	0,02
Tiburón pinocho	<i>Centroscymnus crepidater</i>	C.cr.	15,3	0,07
Congrio no identificado	<i>Cherublemma emmelas</i>	C.em.	260,6	1,13
Langostino amarillo	<i>Cervimunida johni</i>	C.j.	2259,1	9,77
Jaiba limón	<i>Cancer porteri</i>	C.po.	69,5	0,30
Pejerrata	<i>Coelorhynchus</i> sp.	Coel.	1211,9	5,24
Tollo pajarito	<i>Daenia calcea</i>	D.c.	12,0	0,05
Besugo	<i>Epigonus crassicaudus</i>	E.c.	112,4	0,49
Camarón acorazado	<i>Glyphocrangon alata</i>	G.a.	3,6	0,02
Congrio dorado	<i>Genypterus blacodes</i>	G.b.	26,2	0,11
Centollín	<i>Glyptolithodes cristatipes</i>	G.c.	2,6	0,01
Congrio colorado	<i>Genypterus chilensis</i>	G.ch.	2,3	0,01
Congrio negro	<i>Genypterus maculatus</i>	G.m.	10,5	0,05
Bagre	<i>Galeichthys peruvianus</i>	G.pe.	2,5	0,01
Tollo luminoso (Halaaelurus)	<i>Halaaelurus canescens</i>	H.c.	117,3	0,51
Gama de profundidad	<i>Haliporoides diomedae</i>	H.d.	90,0	0,39
Chancharro	<i>Helicolenus lengerichi</i>	H.l.	0,2	< 0,01
Lenguado de ojos grandes	<i>Hippoglossina macrops</i>	H.m.	1428,4	6,18
Quimera	<i>Hydrolagus macrophthalmus</i>	H.ma.	11,0	0,05
Gabinza	<i>Isacia conceptionis</i>	I.c.	3,0	0,01
Jaiba araña	<i>Libidoclea granaria</i>	L.g.	3613,3	15,63
Jaiba paco	<i>Mursia gaudichaudii</i>	M.g.	352,4	1,52
Merluza común	<i>Merluccius gayi</i>	M.ga.	3558,3	15,39
Tollo fino	<i>Mustelus mento</i>	M.m.	149,4	0,65
Merluza de cola	<i>Macruronus magellanicus</i>	M.ma.	2,7	0,01
Raya águila o manta raya	<i>Myliobatis</i> sp.	Myl.	10,0	0,04
Pulpos	<i>Octopus</i> sp.	Oct.	36,1	0,16
Zapateador	<i>Pterigosquilla armata</i>	P.a.	1,6	0,01
Pasifea	<i>Pasiphacea acutifrons</i>	P.ac.	0,8	< 0,01
Lenguado de ojos chicos	<i>Paralichthys adspersus</i>	P.ad.	33,8	0,15
Blanquillo	<i>Prolatilus jugularis</i>	P.j.	57,9	0,25
Langostino colorado	<i>Pleuroncodes monodon</i>	P.m.	8985,4	38,86
Anguila babosa	<i>Polystotrema polytrema</i>	P.p.	0,2	< 0,01
Raya escobina	<i>Psammobatis scobina</i>	P.sc.	31,2	0,13
Raya volantín	<i>Raja (Dipturus) flavirostris</i>	R.f.	247,0	1,07
Cabrilla	<i>Sebastes capensis</i>	S.c.	0,6	< 0,01
Cojinoba del norte	<i>Seriollella violacea</i>	S.v.	5,4	0,02
Pulpo de profundidad	Vampiromorpha	Vamp.	25,9	0,11
Anguila hocicona	<i>Xenomystax atrarius</i>	X.a.	33,3	0,14

Tabla 25b. Listado de los 45 taxa de fauna acompañante, CPUE (kg/km²) e importancia relativa (%) en la zona V-VIII.

Nombre vernacular	Nombre científico	Acrónimo	CPUE	%
Pez acorazado	<i>Agonopsis chilensis</i>	A.ch.	0,1	< 0,01
Tiburón negro narigón	<i>Apristurus nasatus</i>	A.n.	19,8	0,15
Tiburón gato	<i>Aculeola nigra</i>	A.ni.	232,0	1,73
Bagre	<i>Aphos porosus</i>	A.p.	4,8	0,04
Alepocefálicos	Alepocephalidae	Alep.	11,0	0,08
Anguila congrio	<i>Bassanago albescens</i>	B.a.	23,5	0,18
Alfonsino	<i>Beryx splendens</i>	B.s.	0,5	< 0,01
Pejegallo	<i>Callorhynchus callorhynchus</i>	C.c.	8,0	0,06
Tiburón pinocho	<i>Centroscymnus crepidater</i>	C.cr.	29,8	0,22
Langostino amarillo	<i>Cervimunida johni</i>	C.j.	913,4	6,82
Chanchito (Torito)	<i>Congiopodus peruvianus</i>	C.p.	0,1	< 0,01
Jaiba limón	<i>Cancer porteri</i>	C.po.	3,0	0,02
Pejerrata	<i>Coelorhynchus sp.</i>	Coel.	4340,1	32,39
Jibia	<i>Dossidicus gigas</i>	D.g.	2,2	0,02
Torpedo	<i>Discopyge tschudii</i>	D.t.	0,5	< 0,01
Besugo	<i>Epigonus crassicaudus</i>	E.c.	457,2	3,41
Camarón acorazado	<i>Glyphocrangon alata</i>	G.a.	0,5	< 0,01
Congrio dorado	<i>Genypterus blacodes</i>	G.b.	214,5	1,60
Congrio negro	<i>Genypterus maculatus</i>	G.m.	253,3	1,89
Bagre	<i>Galeichthys peruvianus</i>	G.pe.	0,5	< 0,01
Tollo luminoso (Halaelurus)	<i>Halaelurus canescens</i>	H.c.	44,0	0,33
Gama de profundidad	<i>Haliporoides diomedea</i>	H.d.	142,1	1,06
Chancharro	<i>Helicolenus lengerichi</i>	H.l.	58,9	0,44
Lenguado de ojos grandes	<i>Hippoglossina macrops</i>	H.m.	765,5	5,71
Quimera	<i>Hydrolagus macrophthalmus</i>	H.ma.	3,8	0,03
Anguila hocicona	Halosauridae	Hal.	20,0	0,15
Gabinza	<i>Isacia conceptionis</i>	I.c.	0,5	< 0,01
Jaiba araña	<i>Libidoclea granaria</i>	L.g.	132,6	0,99
Calamar común	<i>Loligo gahi</i>	L.ga.	0,8	0,01
Jaiba paco	<i>Mursia gaudichaudii</i>	M.g.	46,4	0,35
Merluza común	<i>Merluccius gayi</i>	M.ga.	3976,5	29,68
Merluza de cola	<i>Macruronus magellanicus</i>	M.ma.	68,3	0,51
Espinudo	<i>Notacanthus sexspinis</i>	N.s.	6,0	0,04
Pulpos	<i>Octopus sp.</i>	Oct.	2,1	0,02
Zapateador	<i>Pterigosquilla armata</i>	P.a.	0,9	0,01
Blanquillo	<i>Prolatilus jugularis</i>	P.j.	265,5	1,98
Langostino colorado	<i>Pleuroncodes monodon</i>	P.m.	213,0	1,59
Anguila babosa	<i>Polystotrema polytrema</i>	P.p.	3,3	0,02
Raya escobina	<i>Psammobatis scobina</i>	P.sc.	37,3	0,28
Raya volantín	<i>Raja (Dipturus) flavirostris</i>	R.f.	1028,7	7,68
Tollo con espina	<i>Squalus acanthias</i>	S.ac.	23,8	0,18
Pintarroja	<i>Schroederichthys chilensis</i>	S.ch.	3,8	0,03
Pampanito	<i>Stromateus stellatus</i>	S.s.	40,0	0,30
Camarón armado	<i>Stereomastis suhmi</i>	S.su.	0,1	< 0,01
Cojinoba del norte	<i>Seriollella violacea</i>	S.v.	3,5	0,03

Tabla 26. Código de las celdas latitud-profundidad para el análisis comunitario, y código, acrónimo y nombre de las especies que forman asociaciones faunísticas en la zona II-IV.

Asociación	Código	Celda	Asociación	Código	Celda	
I	1	A-01	III-b	41	K-08	
	2	A-04		42	D-07	
	3	C-02		43	E-03	
	4	C-03		44	F-08	
	5	D-09		45	F-09	
	6	H-10		46	F-07	
	7	I-10		47	F-02	
	8	J-07		48	F-03	
	9	D-05		49	E-02	
	10	D-06		50	E-04	
II	11	A-06	III-c	51	B-01	
	12	A-08		52	F-06	
	13	B-06		53	I-06	
	14	B-07		54	E-05	
	15	E-06		55	G-04	
	16	H-02		56	K-05	
	17	I-02		57	G-02	
	18	K-04		58	H-09	
	19	G-08		59	H-06	
	20	K-02		60	C-07	
III-a	21	J-03	III-d	61	D-08	
	22	J-04		62	J-08	
	23	K-06		63	B-09	
	24	H-08		64	I-08	
	25	H-07		65	I-07	
	26	I-03		IV	66	F-10
	27	J-02			67	I-09
	28	J-05			68	G-09
	29	F-05			69	B-08
	30	K-03			70	C-08
31	F-04	71	A-09			
32	J-09	72	B-10			
33	E-08	No forman asociación	73		C-01	
34	H-04		74		D-02	
35	H-05		75		A-02	
36	I-04		76	B-03		
37	I-05		77	B-02		
III-b	38		E-07			
	39		G-06			
	40		G-07			

Asociación	Código	Acrónimo	Taxon
A	1	C.em.	<i>Cherublema emmelas</i>
	2	M.m.	<i>Mustelus mento</i>
	3	L.g.	<i>Libidoclea granaria</i>
	4	A.ni.	<i>Aculeola nigra</i>
	5	H.c.	<i>Halaehurus canescens</i>
	6	Coel.	<i>Coelorhynchus</i> sp.
	7	R.f.	<i>Raja (Dipturus) flavirostris</i>
B	8	H.m.	<i>Hippoglossina macrops</i>
	9	M.ga.	<i>Merluccius gayi</i>
	10	M.g.	<i>Mursia gaudichaudii</i>
	11	C.j.	<i>Cervimunida johni</i>
	12	P.m.	<i>Pleuroncodes monodon</i>

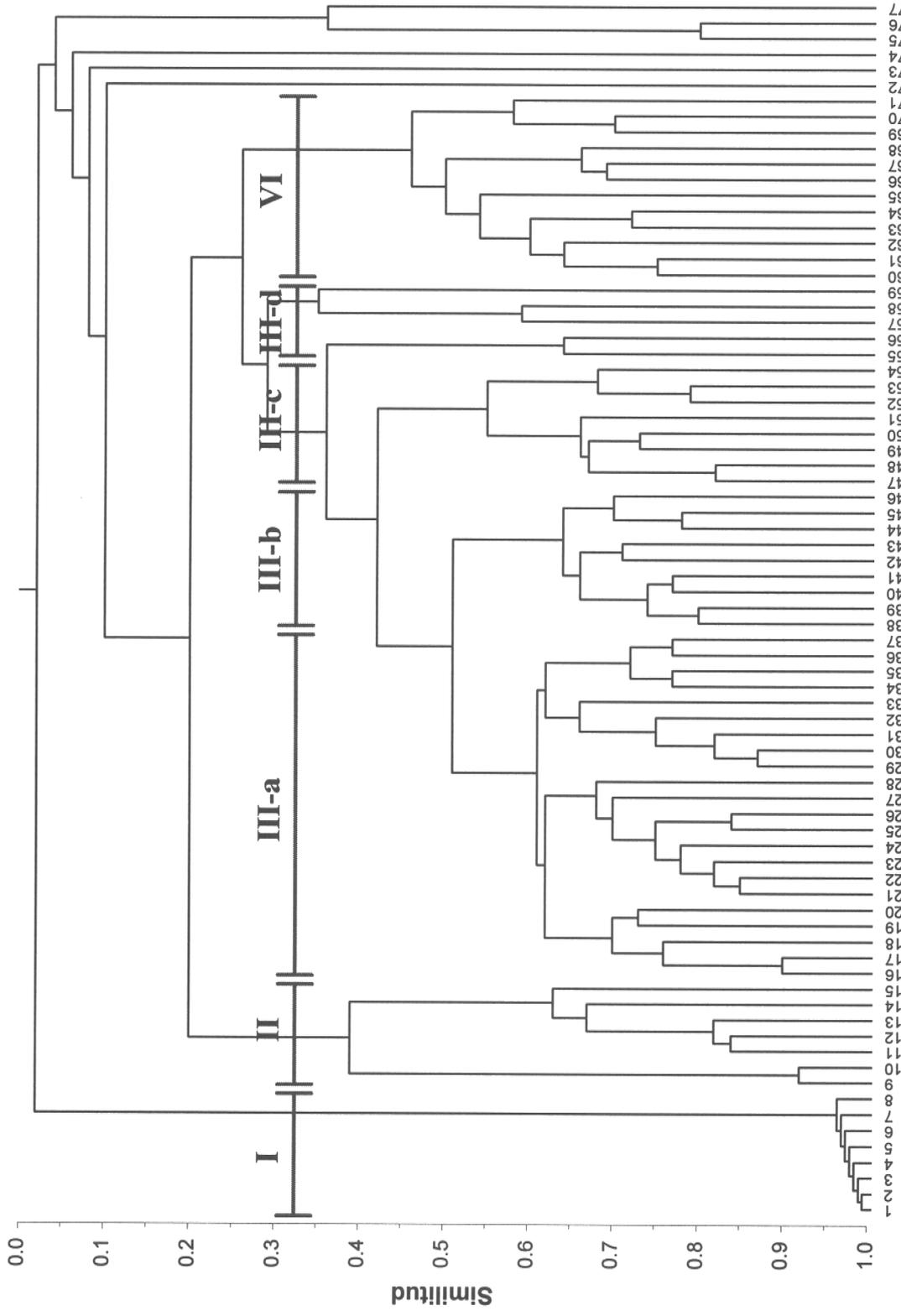


Figura 30. Análisis de dendrograma para la zona II-IV. Para detalles ver texto y Tabla 26.

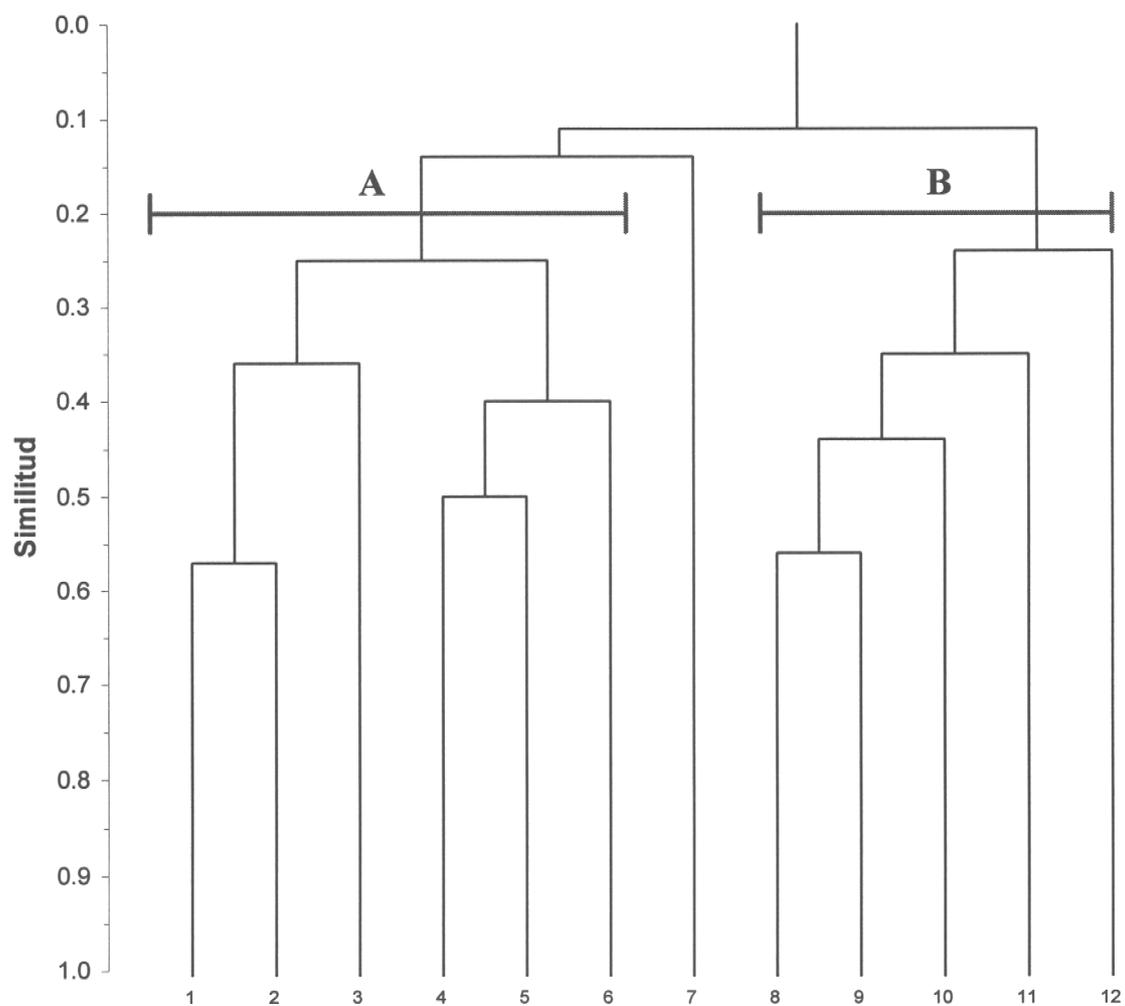


Figura 31. Análisis de dendrograma inverso para las principales especies de fauna acompañante en la zona II-IV. Para detalles ver texto y Tabla 26.

La Asociación III-d es dominada por el langostino amarillo *Cervimunida johni*, encontrándose en un estrecho rango latitudinal (27°-29°S) y batimétrico (251-350 m; 93% en peso). La Asociación IV comprende el rango latitudinal entre 21° S y 31° S en profundidades superiores a 351 m (Tabla 26). Las principales especies que componen esta asociación son pejerratas (*Coelorhynchus* spp.; 44% en peso), seguido de tiburón gato (*Aculeola nigra*; 29% en peso) y tollo luminoso (*Halaelurus canescens*; 12%).

El análisis de dendrograma inverso para la zona II-IV (Fig. 31) revela la presencia de dos asociaciones faunísticas (A y B), la primera formada por *Cherublema emmelas*, *Mustelus mento*, *Libidoclea granaria*, *Aculeola nigra*, *Halaelurus canescens* y *Coelorhynchus* sp.. La segunda asociación faunística está constituida por *Hippoglossina macrops*, *Merluccius gayi*, *Mursia gaudichaudii*, *Cervimunida johni* y *Pleuroncodes monodon* (Tabla 26).

En la zona V-VIII, el análisis comunitario revela la existencia de tres asociaciones (Tabla 27 y Fig. 32). La Asociación V está subdividida en tres grupos (V-a, V-b y V-v). El primero (Asociación V-a) está constituido principalmente por merluza común (39% en peso), pejerratas (*Coelorhynchus* spp; 37%) y lenguado de ojos grandes (*Hippoglossina macrops*; 11%). La Asociación V-b comprende las latitudes 34° a 39° S y un estrecho rango batimétrico (151 a 300 m de profundidad) (Tabla 27). Las principales especies que la componen *Coelorhynchus* sp., *Merluccius gayi* y *Raja (Dipturus) flavirostris*, con importancias relativas de 50%, 31% y 11%, respectivamente. La Asociación V-c se encontró sólo entre 37° S y 38° S y profundidades desde 251 hasta 350 m (Tabla 27), donde las principales especies son merluza común (42%) , seguida de pejerrata (32%). La Asociación VI (Tabla 27) tiene un carácter más somero que las anteriores, encontrándose entre 101 y 250 m de profundidad, desde 32° S hasta 35° S, dominando *Cervimunida johni* (61%), seguido de *Merluccius gayi* (21%) e *Hippoglossina macrops* (11%). La Asociación VII se presenta en profundidades mayores a 251 m en casi todo el rango latitudinal. En efecto, esta asociación se extiende desde 33° S hasta 39° S (Tabla 27) donde más de la mitad de las capturas (50,2%) estuvieron dominadas por pejerratas (*Coelorhynchus* spp.), seguidos de *Raja (Dipturus) flavirostris* (14,2%) y *Epigonus crassicaudus* (11%). En esta Asociación VII también son importantes *Aculeola nigra* (9,1%) y *Haliporoides diomedae* (7,4% en peso).

El análisis de dendrograma inverso para la zona V-VIII (Fig. 33) revela la presencia de dos asociaciones faunísticas (C y D). La primera asociación está formada por *Coelorhynchus* sp., *Merluccius gayi*, *Raja (Dipturus) flavirostris*, *Genypterus maculatus*, *Hippoglossina macrops*, *Aculeola nigra*, *Epigonus crassicaudus* y *Libidoclea granaria*. La otra asociación está conformada sólo por las especies: *Genypterus blacodes*, *Helicolenus lengerichi* y *Macruronus magellanicus* (Tabla 27).

Tabla 27. Código de las celdas latitud-profundidad para el análisis comunitario, y código, acrónimo y nombre de las especies que forman asociaciones faunísticas en la zona V-VIII.

Asociación	Código	Celda	Asociación	Código	Celda
V-a	1	P-03	VI	20	L-02
	2	P-04		21	L-03
	3	L-06		22	M-02
	4	P-02		23	N-03
	5	N-04		24	M-03
	6	M-04		25	L-04
	7	M-05		26	M-06
	8	L-05		27	M-07
	9	R-04		28	R-08
	10	P-05		29	N-08
V-b	11	Q-05	VII	30	P-09
	12	N-05		31	Q-10
	13	Q-03		32	S-05
	14	Q-04		33	S-06
	15	R-03		34	P-08
	16	S-03		35	M-09
V-c	17	R-05	36	N-09	
	18	R-06	37	N-06	
	19	L-07	No forman asociacion	38 39	Q-06 M-10

Asociación	Código	Acrónimo	Taxon
C	1	Coel.	<i>Coelorhynchus sp.</i>
	2	M.ga.	<i>Merluccius gayi</i>
	3	R.f.	<i>Raja (Dipturus) flavirostris</i>
	4	G.m.	<i>Genypterus maculatus</i>
	5	H.m.	<i>Hippoglossina macrops</i>
	6	A.ni.	<i>Aculeola nigra</i>
	7	H.d.	<i>Haliporoides diomedeeae</i>
	8	E.c.	<i>Epigonus crassicaudus</i>
	9	L.g.	<i>Libidoclea granaria</i>
	10	C.j.	<i>Cervimunida johni</i>
D	11	G.b.	<i>Genypterus blacodes</i>
	12	H.l.	<i>Helicolenus lengerichi</i>
	13	M.ma.	<i>Macruronus magellanicus</i>
	14	P.j.	<i>Prolatilus jugularis</i>
	15	P.m.	<i>Pleuroncodes monodon</i>

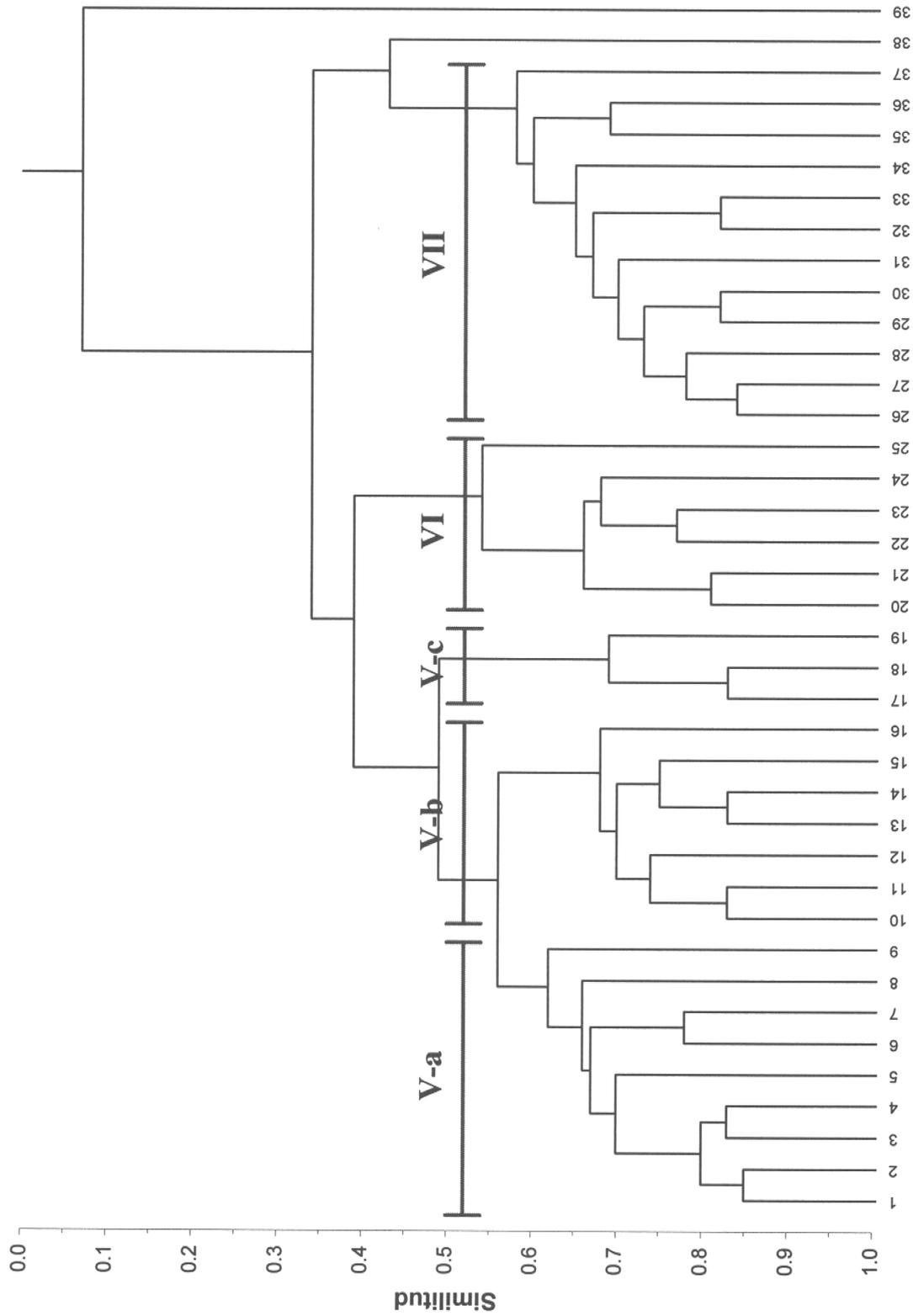


Figura 32. Análisis de dendrograma para la zona V-VIII. Para detalles ver texto y Tabla 27.

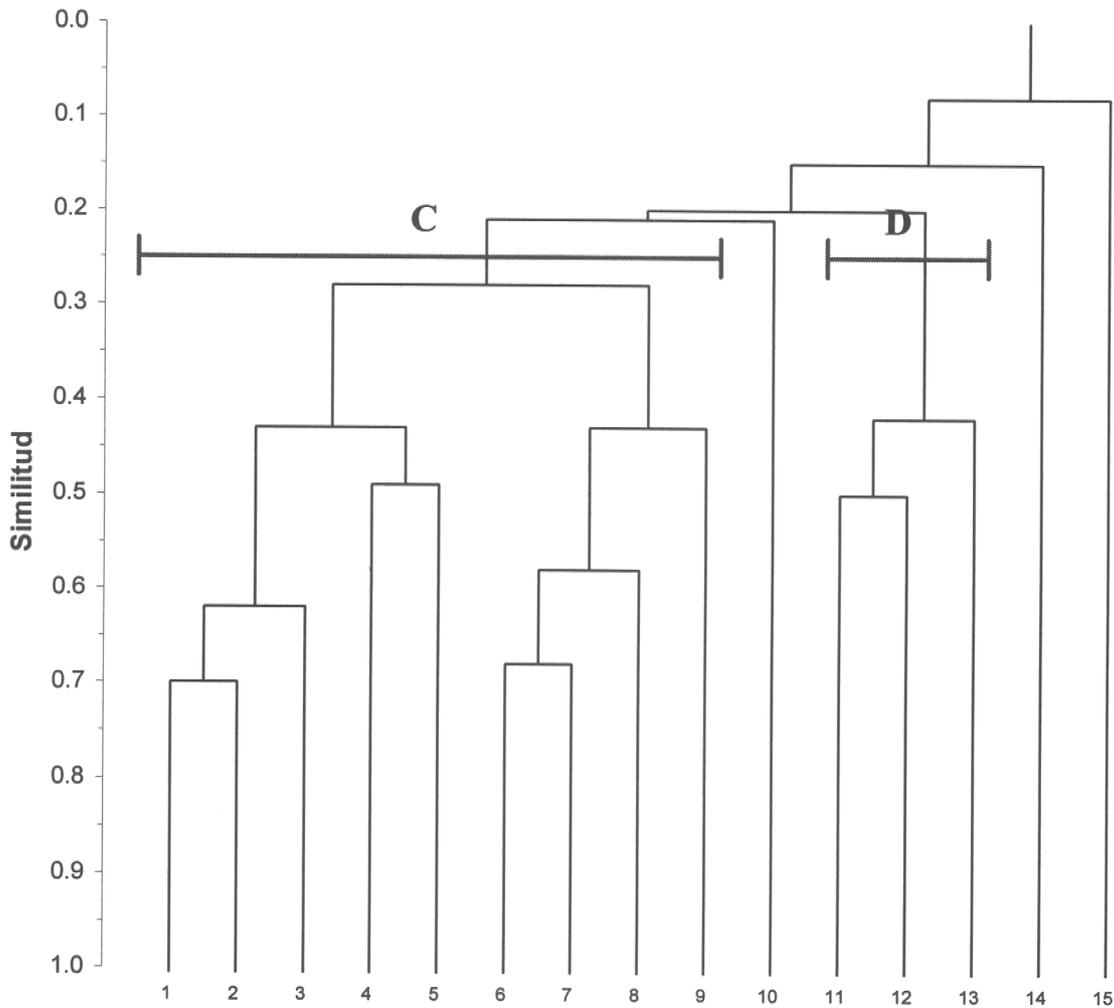


Figura 33. Análisis de dendrograma inverso para las principales especies de fauna acompañante en la zona V-VIII. Para detalles ver texto y Tabla 27.

3.6.3. Análisis factorial de correspondencias

Los resultados del Análisis Factorial de Correspondencias empleado en la descripción de la estructura de dependencia entre las macrozonas latitud-profundidad y los taxa, en función de la CPUE, revelaron que en la zona II-IV existe una importante segregación a lo largo del primer gradiente composicional, que explica el 37,2% de la varianza total de los datos (Fig. 34). Esta segregación genera dos agrupaciones principales, la primera está conformada por las Asociaciones II y IV, relacionadas a altos rendimientos para los taxa *Coelorhynchus* sp.,

Libidoclaea granaria, *Cherublema emmelasl* y *Halaelurus canescens*. La segunda agrupación está conformada por las Asociaciones III-a, III-b y III-c, fuertemente relacionadas a rendimientos de pesca de *Merluccius gayi*, *Hippoglossina macrops* y *Pleuroncodes monodon*. La Asociación III-d se separa de las anteriores debido exclusivamente a los elevados rendimientos de *Cervimunida johni*.

En la zona V-VIII es posible apreciar a lo largo del primer gradiente composicional, que explica el 66,5% de la varianza total de los datos, una importante segregación de la Asociación VI, particularmente debido a los altos rendimientos de *Cervimunida johni* y *Prolatilus jugularis*, y la presencia de *Pleuroncodes monodon* (Fig. 35). Las Asociaciones V y VII se caracterizaron por altos rendimientos en los taxa *Raja (Dipturus) flavirostris* y *Coelorhynchus* sp., los que sin embargo, se segregan a lo largo del segundo gradiente composicional (24,2% de la varianza) debido a la importante presencia de *Merluccius gayi*, y a los rendimientos de *Genypterus blacodes* y *G. maculatus* en las Asociaciones V-a, V-b y V-c. La Asociación VII muestra más importantes rendimientos de *Epigonus crassicaudus*, *Haliporoides diomedae* y *Aculeola nigra* que el resto de las asociaciones observadas.

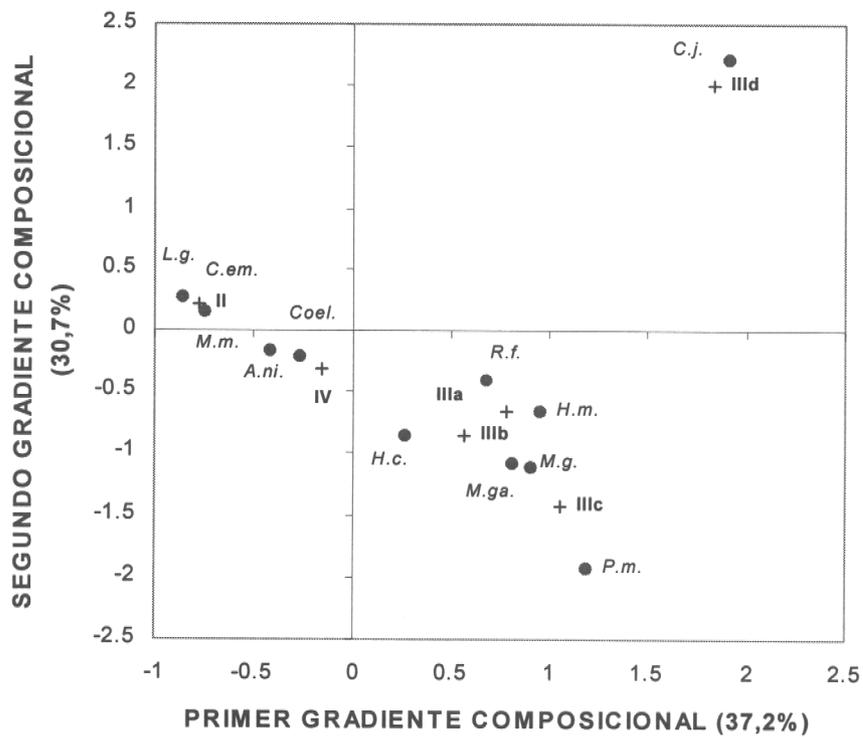


Figura 34. Resultado del Análisis Factorial de Correspondencia realizado para la CPUE por taxon Asociación en la zona II-IV.

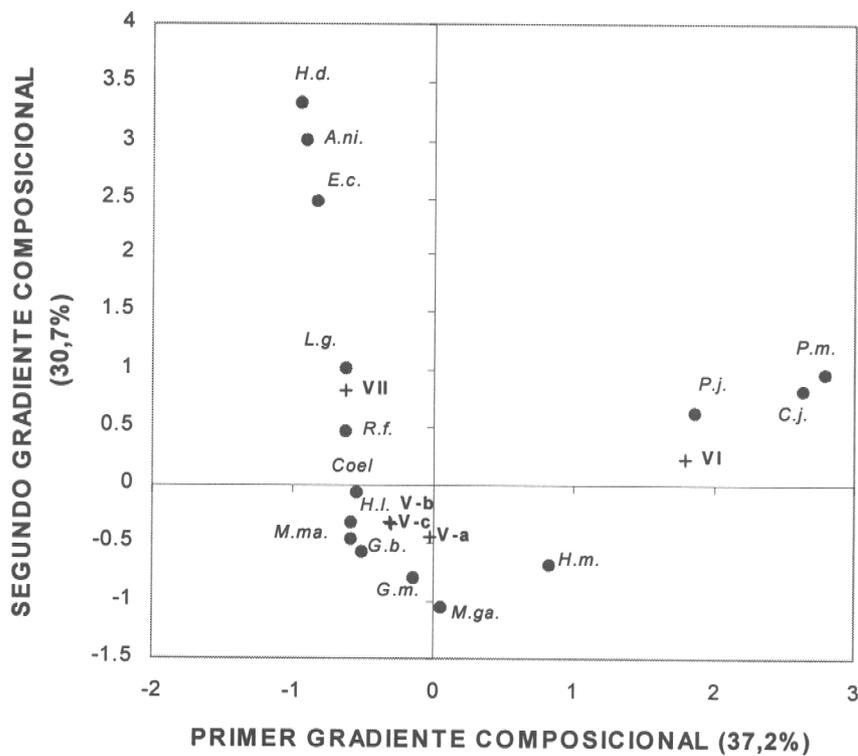


Figura 35. Resultado del Análisis Factorial de Correspondencia realizado para la CPUE por taxon Asociación en la zona V-VIII.

4. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

4.1. Objetivo Específico 1. Distribución del camarón nailon

En la temporada en que se realizó la evaluación directa (primavera de 1998) el camarón se distribuyó en abundancia significativa entre la III y V Regiones, con tres focos principales de abundancia: uno en la III, otro en la cuarta, y uno menor en la V Región. Según nuestros resultados, el camarón se ha convertido en un recurso de la zona centro norte, lo que puede ser confirmado a través de una inspección de las capturas por región en el próximo anuario de SERNAPESCA. De los tres focos de abundancia, el de la IV Región es el más importante, y se da en una región de ensanchamiento de la plataforma continental. La forma de los focos, siguiendo el borde del talud, demuestra el estrecho rango de profundidades que ocupa el recurso. Entre la VI y VIII Regiones, el recurso está sólo escasamente presente, con extensos intervalos latitudinales en que simplemente no fue observado. Este resultado es muy llamativo cuando de hecho la captura de camarón desembarcada a través de la VIII Región ha ido en aumento en casi toda la década del 90, desde 1018 toneladas en 1990 a 2247 toneladas en 1996 (Anuarios de SERNAPESCA de 1990 a 1996). En este estudio encontramos una biomasa de *ca.* 2500 toneladas en dicha área, casi igual a la captura de hace sólo 2 años atrás. Es muy probable que en 1998, sólo se registren capturas incidentales de camarón. Sería además interesante conocer los movimientos de la flota entre 1990 y 1996, para explorar la posibilidad que la flota haya ido despejando de camarón diferentes áreas, a una tasa más rápida de lo que las mismas áreas pudieran renovarse. En la II Región se encuentran camarones de talla mayor que en otras áreas pero en muy baja densidad. Esta Región no parecer ser una alternativa para explorar nuevos caladeros de pesca para la flota de la III y IV Regiones.

4.2. Objetivo Específico 2. Biomasa y abundancia

Ambos enfoques de estimación, diseño- y modelo-basados, han coincidido en estimar una biomasa total bastante baja de camarón, de sólo 9400 toneladas entre la II y VIII Regiones, y con un bajo nivel de error estadístico. Acuña *et al.* (1996) estimaron casi 60 mil toneladas entre la II y VIII Regiones con datos del stock de 1995 y métodos de evaluación indirecta.

A pesar de esta discrepancia, es importante hacer notar que la tendencia latitudinal de la biomasa es igual en los dos estudios, con mayores biomazas en la IV Región (nuestro foco 2) y menores biomazas entre la V y VIII Regiones. Una posibilidad es que el stock haya caído a una sexta parte de su biomasa entre 1995 y 1998. Otra posibilidad, no excluyente con la anterior, es que la biomasa fue sobrestimada por Acuña *et al.* (1996) o subestimada en este estudio. Acuña *et al.* (1996) utilizaron los algoritmos desarrollados por Roa (1993a) y Roa *et al.* (1995a), que se basan en el uso del método del área barrida en un contexto de lances comerciales de toda una temporada de pesca. Un importante factor de control en ese método es el cálculo del área sobre el cual se aplica el método del área barrida. Si el recurso es bastante móvil en la escala de tiempo de una temporada anual y se desplaza batimétricamente, y la flota sigue estos desplazamientos, el colapso de la posición espacial de todos los lances de una temporada conduce a una sobre-estimación del área que habitó el recurso. El camarón parece ser un organismo de bastante capacidad natatoria, y de mayor flotabilidad que los langostinos. Por otro lado, al observar la Fig. 15 y la Tabla 30 de Acuña *et al.* (1996), se aprecia que las áreas poblacionales son mucho mayores que las que encontramos en este estudio. Pudiera ser entonces, que la estimación de biomasa de Acuña *et al.* (1996), estuviera sesgada hacia arriba por efecto de multiplicar la densidad media (derivada de estimadores diseño- y modelo-basados, como en este estudio) por un área demasiado extensa. Nuestro estudio también contiene incertidumbres sistemáticas que pueden afectar la estimación. En primer lugar, la posible movilidad del camarón puede afectarnos también por el hecho que hubo dos meses entre la primera y segunda fases. Al agregar los datos de la segunda fase a los datos de la primera fase la CPUE promedio baja un 4% en el foco 1 y un 17% en el foco 2, en comparación con la CPUE que se obtiene al considerar solamente los datos de la fase 1. Es decir que si existió efecto de la movilidad en la escala temporal de nuestros datos, este fue menor. Por otro lado, la desviación estándar de la CPUE con los datos de ambas fases aumento en un 11% en el foco 1 y un 4% en el foco 2. Desde este punto de vista, la fase 2 no parece haber contribuido a una mejora de los resultados del estudio.

La biomasa de camarón puede ser mayor que la reportada en este estudio, y por lo tanto más cercana a la que resultó del estudio de Acuña *et al.* (1996), si la cobertura espacial de nuestro muestreo fuera incompleta. Hacia el margen somero, es claro que no hay camarón.

En cambio, hacia el margen profundo del hábitat pudiera encontrarse una fracción poblacional que escapó a nuestro muestreo. Al observar la Fig. 1 se aprecia que en los focos de abundancia de la III, IV y V Regiones, los lances de mayor profundidad fueron en su mayoría lances con captura, por lo que parte de la biomasa quedó fuera de la cobertura del muestreo. Sin embargo, esta fracción es muy baja, lo que se aprecia al observar la distribución de la CPUE a medida que aumenta la profundidad en aquellas transectas en las cuales el último lance tuvo captura (Fig. 36).

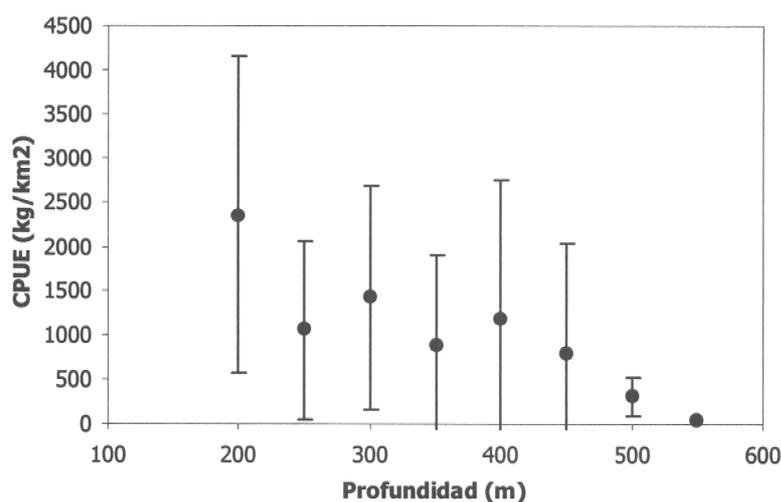


Fig. 36. Variación de la CPUE con la profundidad en aquellas transectas en que el lance más profundo tuvo captura.

Un último elemento de duda, es la fracción poblacional que pudiera habitar las zonas de roqueríos sumergidos, llamadas lajas. En el caso del langostino amarillo, un gráfico similar al de la Fig. 36 pero en función de la distancia con el fondo de laja más cercano, mostró que la CPUE aumentaba en dirección de las lajas, presumiéndose la presencia de una fracción poblacional importante en esas áreas. Desafortunadamente, en este estudio no contamos con buena evidencia sobre la posición de los fondos de laja entre la III y V Regiones. Es muy improbable sin embargo, que más de la mitad del stock se encuentre en fondos de laja. Por lo tanto, nuestros resultados ponen en duda la validez de la estimación de Acuña et al. (1996) para el presente momento. Además, contradicen la percepción que existe en la Subsecretaría de Pesca, y que se basa en Acuña *et al.* (1996) así como en otros resultados

previos, que la biomasa de camarón está por lo menos por sobre las 40 mil toneladas (Italo Campodónico, comunicación personal). Este tema deberá además ser analizado a la luz de los resultados finales del proyecto FIP 97-24, que actualiza la evaluación indirecta usando nuevas herramientas de análisis. Por lo pronto, nuestros resultados sugieren fuertemente que se debiera revisar la percepción que existe sobre la biomasa de este recurso, actualizándola a la baja.

La biomasa del stock es principalmente biomasa de hembras de entre 25 y 30 mm de LC, y lo mismo ocurre con la abundancia. Al considerar este fuerte predominio de hembras, sobre todo en las tallas mayores, es inevitable considerar la posibilidad que los machos cambien de sexo a cierta talla/edad, como ocurre en otros pandálidos (Anderson 1991). Sin embargo, Gabriel Henríquez (com. pers.) estudió biológicamente este tema en un laboratorio especializado de Inglaterra, concluyendo que no hay transición sexual en *H. reedi*. Otra posible explicación es que las hembras logran alcanzar mayores tallas porque presentan una mayor tasa de crecimiento, lo cual produce que en términos de número y biomasa las hembras de mayor talla den cuenta de la mayor parte de la biomasa del stock adulto. Esta puede ser la conclusión correcta tomando en cuenta el estudio de Roa y Ernst (1996), que mostró que las hembras alcanzan mayores tallas a la edad que los machos.

4.3. Objetivo Específico 3. Estructura poblacional

Para ambos sexos, se identificaron 4 clases anuales en la zona II-IV y 3 en la zona V-VIII. Las tallas medias de esas cohortes en los machos, fueron similares a las de las edades II a V, y en las hembras correspondieron a las edades III a VI, del trabajo de Roa y Ernst (1996). Resulta claro entonces que en esta evaluación directa las cohortes juveniles no fueron incluidas en el diseño de muestreo. Esas cohortes juveniles aportan poco en biomasa, pero son importantes en número. Al disgregar la información por foco, se encuentran resultados similares, aunque se pueden apreciar clases anuales de baja representación y de mayor edad y talla, que no aparecen en el conjunto general de datos por zona. Esto se debe a que las cohortes con baja representación pueden ser más evidentes al disgregar los datos y hacer el análisis espacial más fino.

El análisis espacial de la estructura de tallas por sexo revela un stock espacialmente homogéneo, aunque los camarones de la zona V-VIII tiene un mayor peso medio que los camarones de la zona II-IV. En particular, no se aprecia un gradiente latitudinal en las tallas, lo que indica que los camarones funcionan sin estructura espacial de edades; es decir que las áreas de crianza, donde las larvas reclutan al bentos, pueden estar distribuidas latitudinalmente a lo largo de todo el stock. Siendo así, es probable que los juveniles se integren a la población desde el talud o desde las numerosas zonas de fondos no rastreables que existen en la plataforma continental.

Espacialmente, el stock está constituido por una extensa franja de predominio de hembras, las que alcanzan globalmente a ser un 71% del stock en número. Sólo en la V y VII regiones se encuentran 3 núcleos de predominio de machos, pero en toda la zona II-IV el predominio de las hembras es absoluto. En este stock, la probabilidad de aparearse debe ser una limitante del proceso de renovación poblacional.

4.4. Objetivo Específico 4. Aspectos reproductivos

Las mitad de las hembras maduras provenientes de la zona II-IV había desovado antes de la realización del crucero en primavera, mientras que las hembras maduras de la zona V-VIII eran aún portadoras de huevos. Esto, junto con el hecho que las hembras portadoras de la zona II-IV portaban huevos es estados de desarrollo más avanzado que las hembras portadoras de la zona V-VIII, implica que en 1998 el desove en la zona centro-norte empezó en invierno. De ahí que se contó con escasa información para analizar los aspectos reproductivos de la fracción latitudinal más importante del stock. Uno de los resultados interesantes es que el estado de desarrollo de los huevos está correlacionado con un aumento del tamaño de los mismos, de tal manera que se puede seguir el diámetro de los huevos para inferir relaciones de estado de desarrollo de los mismos con otras variables. El análisis espacial del diámetro muestra que las zonas con mayor predominancia de machos, al norte de Valparaíso y frente a Punta Nugurne, son las que presentan un estado más avanzado de los huevos y también son las zonas en que se concentra el potencial reproductivo. Este patrón apoya la hipótesis que la renovación del stock esta limitada por la

proporción sexual favorable a las hembras, pues allí donde los machos predominan, hay mayor potencial reproductivo y los huevos ya están más próximos a eclosionar.

Es importante hacer notar que las zonas con alto potencial reproductivo son escasas y de muy limitada extensión espacial. Este resultado también implica una situación comprometida del recurso, pues a la baja biomasa estimada está asociada un potencial reproductivo de escasa presencia. Sin embargo, se debe considerar que el potencial reproductivo de la zona II-IV está subestimado por la temprana eclosión larval que se dio allí.

El rango de tallas de las hembras analizadas fluctuó entre 22.1 y 24.6 mm, y la fecundidad fue de 1211 a 9783 huevos por hembra para toda el área de muestreo, valores muy parecidos a los obtenidos por Arana y Tiffou (1970) pero por debajo de los encontrados por Acuña *et al.* (1996), lo que se explicaría por lo avanzado de la época reproductiva en la zona II-IV. Por otro lado, el tamaño promedio de los huevos de camarón fluctuó entre 0.79 y 1.04 mm, lo que al ser comparado con los valores obtenidos para langostino colorado (0.50-0.60 mm, Palma y Arana 1990) y amarillo (0.60-0.80 mm, Palma y Rosales 1995), permite establecer que los huevos de camarón nailon son de mayor tamaño y su número es menor. En relación al potencial reproductivo, si se comparan los valores obtenidos para el camarón nailon con respecto a las dos especies de langostinos: langostino amarillo con 1000 millones de huevos/km² (Roa *et al.* 1998) y langostino colorado con 2000 a 20000 millones de huevos/km² (Roa *et al.* 1997), es claramente observable que estos dos últimos poseen un potencial reproductivo mucho mayor que el camarón nailon.

4.5. Objetivo Específico 5. Fauna acompañante.

El stock de camarón está asociado a una abundante fauna acompañante sobre todo de peces demersales. De hecho, la captura de fauna acompañante en este estudio fue mucho mayor que la captura de camarón. La merluza común fue la especie más representada en las 2 zonas y en los 3 focos, aunque en la zona V-VIII el langostino amarillo fue casi tan importante como la merluza. La pesquería sobre el camarón puede entonces interferir

significativamente con otras pesquerías importantes, y en particular con la de la merluza común.

Los análisis comunitarios revelan la existencia de regiones del espacio latitudinal y batimétrico definidas por asociaciones faunísticas. En la zona II-IV la principal asociación se da entre la merluza común y varias otras especies de peces dependiendo de la profundidad. En el análisis inverso, en que se clasifican las especies sobre la base de las vecindades espaciales, se da una comunidad de peces óseos y cartilagosos, y otra asociación de merluza, lenguados y crustáceos. Esta asociación ha aparecido en previos análisis comunitarios de pesca de arrastre de crustáceos (Roa *et al.* 1998) y parece ser muy característica de la plataforma continental chilena. En la zona V-VIII los resultados son muy similares, con la merluza participando fuertemente en casi todas las asociaciones identificadas. En esta zona, sin embargo, los pejerratas se hacen muy importantes, y de hecho definen una asociación de aguas más profundas en un amplio rango latitudinal. El análisis inverso para esta zona también entrega dos asociaciones faunísticas, una dominada por merluza común y otros peces óseos y cartilagosos, y una segunda asociación definida por la presencia de congrio dorado y merluza de cola. A modo de resumen general entonces, y tomando en cuenta también los resultados del AFCO, en ambas zonas las asociaciones faunísticas son prácticamente de 2 tipos: aquellas dominadas por merluza común que abarcan profundidades menores, y aquellas dominadas por otros peces de mayor profundidad, especialmente pejerratas en la zona V-VIII.

5. CONCLUSIONES

- 5.1. El stock de camarón nailon entre la II y VIII Regiones en la primavera de 1998 se distribuyó en abundancia significativa entre la III y V Regiones, con muy escasa presencia en la II Región y entre la VI y VIII Regiones. Se identificaron 3 focos de abundancia, uno en la III, otro en la IV, y otro en la V Región, siendo el de la IV Región el mayor.
- 5.2. La biomasa del stock de camarón nailon entre la II y VIII Regiones en la primavera de 1998 fue estimada en 9400 toneladas, de las cuales cerca del 80% correspondió a hembras, y cerca del 75% se estimó entre la II y IV Regiones.
- 5.3. La estructura poblacional del stock reveló una fuerte predominancia de hembras (71% del total en número) de tallas entre 25 y 30 mm de longitud cefalotorácica y una homogénea distribución espacial de las tallas de ambos sexos. El stock evaluado está conformado por pocas cohortes, sobre todo en machos, en que las edades abarcan desde la II a la IV, mientras que en hembras se llega a discernir edades de entre II y VI.
- 5.4. Las hembras de la zona entre la II y IV Regiones habían desovado gran parte de su huevos durante el invierno, antes que las hembras de la zona entre la V y VIII Regiones. En esta última zona, se apreció una distribución espacial heterogénea del estado de desarrollo de los huevos, implicando la existencia de tandas espaciales de desove. Las zonas de máximo potencial reproductivo fueron muy escasas y coincidieron con las pocas zonas de presencia predominante de machos, implicando que la población está limitada por la falta de machos.
- 5.5. La fauna acompañante de camarón nailon es muy variada, aporta más en peso a la captura que el propio camarón, y está dominada por dos grupos de organismos, principalmente merluza en todo el rango de distribución de la II a la VIII Regiones, y langostinos colorado y amarillo al norte y al sur de la IV Región, respectivamente.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acuña, E., H. Arancibia, A. Mujica, K. Brokordt y C. Gaymer (1995) Estudio biológico-pesquero del langostino amarillo (*Cervimunida johni*) en la II y IV Región, mediante el uso de la flota arrastrera con base en Coquimbo. Informe final Proyecto U.C. del Norte - Sede Coquimbo/ Instituto de Investigación Pesquera de la VIII Región/ Empresas Pesqueras Coquimbo. 107 pp.
- Acuña, E. y H. Arancibia (1996) Evaluación directa del stock de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por el método de área barrida, en la zona de operación de la flota arrastrera de las regiones III y IV. Informe final Proyecto U.C. del Norte - Sede Coquimbo/ Instituto de Investigación Pesquera de la VIII Región/ Empresas Pesqueras Coquimbo y Caldera, 75 pp.
- Acuña, E., H. Arancibia, R. Roa, R. Alarcón, C. Díaz, A. Mujica, F. Winkler y L. Cid (1997) Análisis de la pesquería y evaluación indirecta del stock de camarón nailon (II a VIII Regiones). Informe Final Proyecto FIP 95-06. Universidad Católica del Norte, Coquimbo. 186 pp.
- Alverson, D.L., and 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.
- Anderson, P.J. (1991) Age, growth , and mortality of the northern shrimp *Pandalus borealis* Kröyer in Pavlof Bay, Alaska. Fishery Bulletin, U.S., 89: 541-553.
- Andrade, H. y P. Báez (1980) Crustáceos decápodos asociados a la pesquería de *Heterocarpus reedi* Bahamonde, 1955, en la zona central de Chile. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile 37:261-267.
- Arana, P., y M. Tiffou (1970) Madurez sexual, sexualidad y fecundidad del camarón nylon (*Heterocarpus reedi*). Investigaciones Marinas, 1: 261-284.
- Arancibia, H. (1988) Cluster analysis: the use of a simple statistical method in the identification of groups. ICES C.M. 1988/D: 12. Stat. Comm., Ref. Dem. Fish. Comm., 18 p.
- Arancibia, H. (1989) Distribution patterns, trophic relationships and stock interactions in the demersal fish assemblage off Central Chile. Dr. rer. nat. Thesis, University of Bremen, RFA, 221 p.
- Arancibia, H. (1992) Distribution patterns of the demersal fish assemblage off central Chile. Biol. Pesq., 21: 43-53.
- Arancibia, H. (1993) Fauna Acompañante. En: Evaluación directa del stock de merluza común de Chile centro-sur. IFOP/INPESCA. Proyecto FIP, Informe Final.
- Arancibia, H. y S. Mora (1992) Cuantificación de la abundancia de merluza común (*Merluccius gayi*) por el Método del Area Barrida. Informe Final Proyecto 1. Programa Básico de Investigación del Recurso Merluza Común. Instituto de Investigación Pesquera/ Instituto de Fomento Pesquero/ Empresas Pesquera El Golfo y Biobío, 21 p. + 3 Figs.
- Bloom, S. A. (1981) Similarity indices in community studies: potential pitfalls. Mar. Ecol. Prog. Ser. 5: 125-128.
- Carrothers, P.J.G. (1980) Estimation of trawl door spread from wing spread. J. Northw. Atl. Fish. Sci., 1: 81-89.

- Cochran, W.G. (1977) *Sampling Techniques*. 2nd Ed. John Wiley and Sons, New York.
- Comeau, M., G.Y. Conan, F. Maynou, G. Robichaud, J.C. Therriault, and M. Starr (1998) Growth, spatial distribution, and abundance of benthic stages of the snow crab (*Chionoecetes opilio*) in Bonne Bay, Newfoundland, Canada. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 55: 262–279.
- Conan, G.Y. (1985) Assessment of shellfish stocks by geostatistical techniques. ICES C.M., 30 (mimeo).
- Cressie, N.A.C. (1993) *Statistics for spatial data*. Wiley, New York.
- Cuadras, C. (1981) *Métodos de Análisis Multivariante*. Ed. Universitaria de Barcelona S.A., España, 642 p.
- Deutsch, C.V., and Journel, A.G. (1998) *GSLIB: Geostatistical Software Library and User's Guide*. 2nd Ed. Oxford University Press, New York. 369 pp.
- Englund, E., and A. Sparks (1988) *Geo-EAS (geostatistical environmental assessment software) user's guide*. U.S. Environmental Protection Agency, Las Vegas, Nev.
- Foote, K., and G. Stefánsson (1993) Definition of the problem of estimating fish abundance over an area from acoustic line-transect measurements of density. *ICES J. mar. Sci.*, 50: 369-381.
- Freire, J., E. González-Gurriarán, and I. Olaso (1992) Spatial distribution of *Munida intermedia* and *M. sarsi* (Crustacea: Anomura) on the Galician continental shelf (NW Spain): application of geostatistical analysis. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 35: 637-648.
- Fridman, A.L. (1973) *Theory and design of commercial fishing gear*. Israel Program for Scientific Translations. 450 pp.
- Fridman, A.L. (1986) *Calculation for fishing gear design*. Fishing News Books, Farnham, England. 241 pp.
- González-Gurriarán, E., J. Freire, and L. Fernández (1993) Geostatistical analysis of the spatial distribution of *Liocarcinus depuratus*, *Macropipus tuberculatus* and *Polybius henslowii* (Crustacea: Brachyura) over the Galician continental shelf (NW Spain). *Marine Biology*, 115: 453-461.
- Goovaerts, P. (1997) *Geostatistics for natural resources evaluation*. Oxford University Press, New York.
- Henríquez, G. (1979) Estado actual de las principales pesquerías nacionales. Crustáceos. Camarón. Instituto de Fomento Pesquero, Valparaíso.
- Henríquez, G. y R. Bahamonde (1982) Estudio biológico pesquero del recurso langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*). 35°47'S- 37°05'S. Informe a Subsecretaría de Pesca. Instituto de Fomento Pesquero, 67 p.
- Henríquez, G., R. Bahamonde y R. Bustos (1983) Monitoreo del recurso langostino colorado. Instituto de Fomento Pesquero, 26 p.

- Isaaks, E.H., and R.M. Srivastava (1989) An Introduction to Applied Geostatistics. Oxford University Press, New York. 561 pp.
- Journel, A.G., and C.J. Huijbregts (1978) Mining geostatistics. Academic Press, London.
- Keckler, D. (1994) SURFER for Windows user's guide. Golden Software Inc., Golden, CO.
- Kong, I., R. Meléndez y G. Henríquez (1988) Los peces Ophidiiformes de aguas profundas entre Arica e Isla Mocha. Estudios Oceanológicos.
- Koyama, T. (1974) Study of stern trawl. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab., 77: 171-247.
- Lindgren, B.W. (1993) Statistical Theory, 4th Edition. Chapman & Hall, New York, 633 pp.
- Macdonald, P.D.M., and T.J. Pitcher (1979) Age groups from size-frequency data: a versatile and efficient methods of analyzing distribution mixtures. J. Fish. Res. Board Can., 36: 987-1001.
- Maravelias, C.D., D.G. Reid, E.J. Simmonds, and J. Haralabous (1996) Spatial analysis and mapping of acoustic survey data in the presence of high local variability: geostatistical application to North Sea herring (*Clupea harengus*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 53: 1497-1505.
- Maynou, F.X., F. Sardá, and G.Y. Conan (1998) Assessment of the spatial structure and biomass evaluation of *Nephrops norvegicus* (L.) populations in the northwestern Mediterranean by geostatistics. ICES Journal of Marine Science, 55: 102-120.
- Meléndez, R. y D. Meneses (1989) Tiburones del talud continental entre Arica (18°25' S) e Isla Mocha (38°15' S). Investigaciones Marinas, UCV, 17:3-73.
- Nashida, K. (1990) The measurement of the distance between wing tips and the heights of the headropes of small trawlers' net. Bulletin Japan Sea Natl. Fish. Res. Inst., 40: 213-220.
- Netter J., W. Wasserman y M.H. Kutner (1985) Applied Linear Statistical Models, 2nd Edition. Irwin, Illinois, 1127 pp.
- Ojeda, P. y S. Avilés (1987) Peces oceánicos chilenos, pp. 247-270, En: Islas Oceánicas Chilenas: conocimiento científico y necesidades de investigaciones (J.C. Castilla, Ed.). Ediciones U. Católica de Chile, Santiago.
- Palma, S., y P. Arana (1990) Aspectos reproductivos del langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) en la zona centro-sur de Chile. Inves. Pesq. (Chile), 34: 99-112.
- Palma, S. y S. Rosales (1995) Desarrollo embrionario y fecundidad del langostino amarillo *Cervimunida johni* entre Valparaíso y Talcahuano. Septiembre – Octubre 1995. En: Arana, P., T. Melo, S. Palma, P. Pavez. Evaluación directa del stock de langostino amarillo y estado de situación del recurso entre la V y VIII Región. Informe Final. Estud. Doc., UCV, 48/95: 284 pp.
- Paloheimo, J.E., and M. Dickie (1964) Abundance and fishing success. Rapp. P.-v. Réun. Cons. Explor. Mer, 155: 152-163.
- Pannatier, Y. (1996) VARIOWIN: Software for Spatial Data Analysis in 2D. Springer-Verlag, NY. 91 pp.

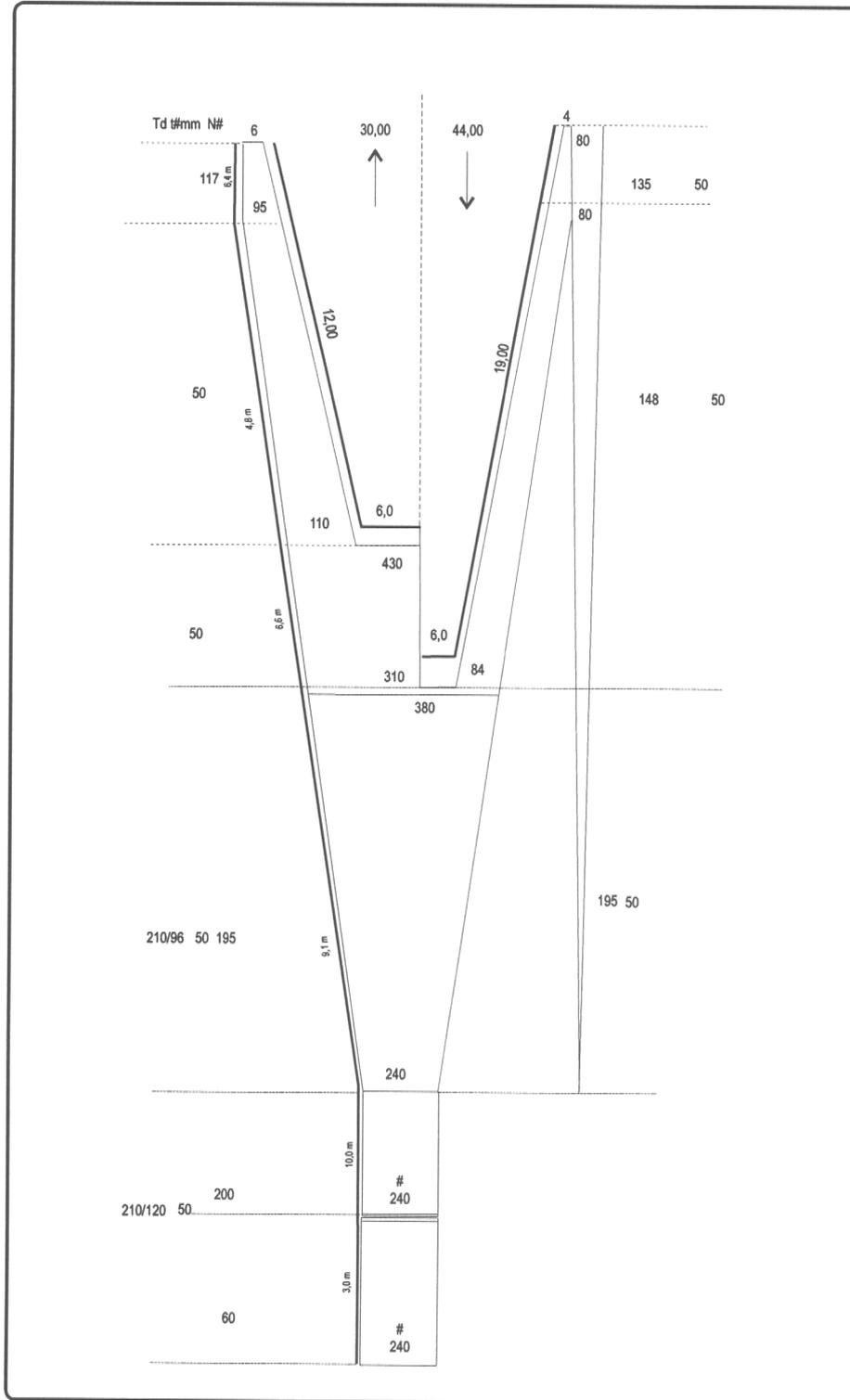
- Pavez, P., T. Peñailillo, S. Palma, N. Silva, H. Miranda e I. Giakoni (1994) Evaluación directa del stock de langostino amarillo, por el método de área de barrido, mediante la ejecución de un crucero de investigación pesquera. Informe Final. Estud. Doc., UCV, 15/94: 226 pp.
- Pelletier, D., and A.M. Parma (1994) Spatial distribution of Pacific Halibut (*Hippoglossus stenolepis*): an application of geostatistics to longline survey data. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 51: 1506-1518.
- Pequeño, G. y J. Lamilla (1985) Estudio sobre una colección de rayas del sur de Chile. (Chondrichthyes, Rajidae). *Rev. Biol. Mar., Valparaíso*, 21(2): 225-271.
- 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.
- Restrepo, V.R., and 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.
- Ricker, W.E. (1975) Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Bd. Can.*, 191: 1-382.
- Roa, R. (1993a). Análisis metodológico pesquería langostino colorado. Informe Técnico IFOP, 86 pp.
- Roa, R. (1993b) Annual growth and maturity function of the squat lobster *Pleuroncodes monodon* in central Chile. *Marine Ecology Progress Series*, 97: 157-166.
- Roa, R., and 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., P.V. Alegría y A. Rivera (1993). Investigación monitoreo 1993 pesquería langostino colorado. Informe Técnico, IFOP, 74 pp.
- Roa, R., R. Ugarte y A. Rivera (1995a) Informe Final Proyecto FIP Evaluación del Recurso y la Pesquería de Langostino Colorado de la Zona Centro-Sur, 1994. Informe Técnico, IFOP.
- Roa, R., V.A. Gallardo, B. Ernst, M. Baltazar, J.I. Cañete, and S. Enríquez-Briones (1995b) Nursery ground, age structure and abundance of juvenile squat lobster *Pleuroncodes monodon* on the continental shelf off central Chile. *Marine Ecology Progress Series*, 116: 47-54.
- Roa, R., and B. Ernst (1996) Age structure, annual growth, and variance of size-at-age of the shrimp *Heterocarpus reedi*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 137: 59-70.
- Roa, R. and F. Tapia (1998) Spatial differences in growth and sexual maturity between branches of a large population of the squat lobster *Pleuroncodes monodon*. *Marine Ecology Progress Series*, 167: 186-195.
- Roa R., F. Tapia, L. Cid, R. Quiñones, B. Ernst, D. Figueroa, H. Arancibia, R. Galleguillos y M. Retamal (1997) Evaluación directa del stock de langostino colorado en la zona centro-sur. Universidad de Concepción. Informe Final, Proyecto FIP N°96-23. 131 pp.
- Roa, R., L. Cid, F. Tapia, R. Quiñones, H. Arancibia, D. Figueroa e I. Lépéz (1998) Evaluación directa del stock de langostino amarillo en el litoral de la V a VIII Regiones. Universidad de Concepción. Informe Final, Proyecto FIP 97-23. 128 pp.

- Simard, Y., P. Legendre, G. Lavoie, and D. Marcotte (1992) Mapping, estimating biomass, and optimizing sampling programs for spatially autocorrelated data: case study of the northern shrimp (*Pandalus borealis*). Can. J. Fish. Aquat. Sci., 49: 32-45.
- Smith, S.J. (1990) Use of statistical models for the estimation of abundance from groundfish trawl survey data. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 47: 894-903.
- Sneath, P. H. A. y R. R. Sokal (1973) Numerical taxonomy. W. H. Freeman and Company, USA, 573 p.
- Thompson, S.K. (1992) Sampling. John Wiley and Sons, New York. 343 pp.
- Wakabayashi K. (1985) Methods of the U.S.-Japan Demersal Trawl surveys. Bulletin N° 44- North Pacific Commission. pp. 7-29.
- Wackernagel, H. (1995) Multivariate geostatistics. Springer-Verlag, Berlin.

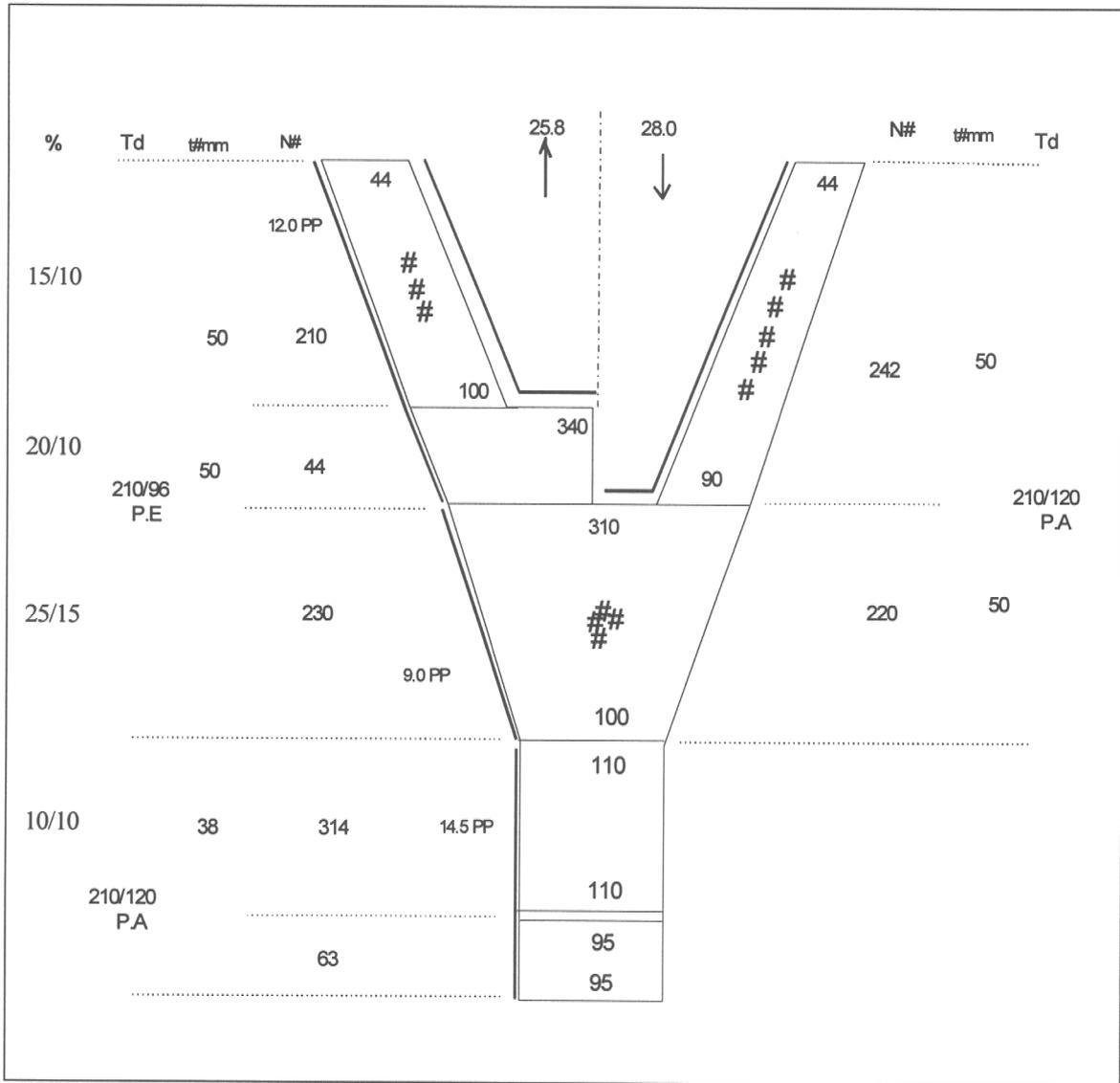
ANEXO 1

PLANOS DE REDES UTILIZADAS DURANTE CRUCEROS DE PROSPECCION

PAM ANTARES



PAM LINDA KAY



ANEXO 2

Razones que explican la demora en el inicio de la segunda fase de los cruceros de prospección

Según nuestra Propuesta Técnica (pág. 5), nosotros proyectamos terminar la primera etapa, realizar los mapeos geoestadísticos, reunirnos con el personal del FIP y de la Subsecretaría para decidir donde visitar, y recomenzar de inmediato los cruceros. Nuestra proyección fue que dentro de 1 mes podríamos realizar todas las actividades entre etapas. La realidad de cómo resultaron las actividades entre esas dos etapas se muestra en la Fig. A.2.1.

- 1) Los cruceros de la primera etapa comenzaron en Agosto y concluyeron en Septiembre de 1998. Cabe hacer notar que el inicio de los cruceros fue programado para Mayo de 1998, pero que la demora en la entrega de los fondos iniciales del proyecto debido al ajuste presupuestario que afectó a todas las entidades gubernamentales resultó en una demora de 3 meses en el inicio de los cruceros. Este es un importante elemento de juicio, pues de no existir tal demora, se habría iniciado mucho antes la segunda etapa y se habrían cubierto los tres focos de abundancia.
- 2) La digitación de los datos biológico-pesqueros de los cruceros de la zona centro norte (II a IV Regiones, Subcontrato de la Universidad Católica del Norte) y de la zona centro sur (V a VIII Regiones) tomó 6 semanas concluyendo la última semana de Octubre.
- 3) Simultáneamente con la revisión de la información y en la medida que iba siendo validada, se iniciaron los análisis de estimación de la biomasa y la abundancia por ambos métodos propuestos, el geoestadístico y el clásico de la teoría del muestreo de poblaciones finitas. Asimismo se trabajó en los mapeos geoestadísticos que iban a servir de base a la decisión de los focos a visitar en la segunda etapa. Estas actividades fueron realizadas durante todo el mes de Octubre.
- 4) La segunda semana de Octubre el CIP decidió solicitarnos la preparación de un Informe Extraordinario con una estimación de avance de la biomasa y abundancia del stock de camarón con el fin de utilizar esta información en sus decisiones de manejo para el año 1999. Este Informe no estaba contemplado en la programación inicial del proyecto, aunque es una prerrogativa del CIP según las Bases Administrativas de los proyectos FIP. Este informe nos ocupó la última semana de Octubre y la primera de Noviembre, y resultó en un atraso de la reunión técnica donde se decidirían los focos a visitar en la segunda etapa.
- 5) La reunión de decisión de los focos a visitar se programó para el 19 de Noviembre, ya con 4 semanas de atraso debido a lo planteado en el punto 3 y 4. La coordinación y la realización efectiva de esta reunión tomó la segunda y tercera semanas de Noviembre. Allí se decidió visitar 3 focos de abundancia definidos claramente por el análisis geoestadístico, 2 en la zona centro norte (III y IV Regiones) y uno en la V Región. Luego se requirió otra semana, la última de Noviembre para coordinar el inicio de la segunda etapa.
- 6) En la segunda y cuarta semanas de Noviembre se trabajó además en la confección y entrega del Informe de Crucero, que debido al atraso ya existente no pudo contener los resultados de la segunda etapa, los que fueron incluidos en el Preinforme Final.
- 7) Por último, la segunda etapa en la zona centro norte (III y IV Regiones) se inició en Diciembre. Lamentablemente, para esa fecha los barcos arrastreros de la empresa pesquera Camanchaca, con la cual siempre hemos contado para arrendar embarcaciones, ya habían sido enviados a Valdivia para su mantención anual, por lo cual no fue posible visitar el foco de la V Región. Cabe hacer notar que por un lado nuestro equipo de trabajo no cuenta con los contactos necesarios en otras empresas para arrendar embarcaciones arrastreras, y por otro lado que en la VIII Región la única empresa con experiencia en la pesca de arrastre de

crustáceos, es decir con capitanes experimentados y que conocen los fondos desde la V a la VIII Regiones, es Camanchaca.

Como se puede ver de lo anterior, el lapso de dos meses y medio entre la primera y segunda etapas se explica principalmente por 3 hechos: primero, hubo que realizar una exhaustiva revisión de los datos colectados, que aunque fueron apropiados en su colección, presentaron problemas en su digitación y primer procesamiento; segundo, hubo que preparar un Informe Extraordinario solicitado por la Secretaría Ejecutiva del FIP para asistir a la Subsecretaría de Pesca en decisiones de manejo para el año 1999, cosa que hicimos con especial dedicación en el marco de nuestras obligaciones; y tercero, la decisión de los focos a visitar se tomó con un mecanismo participativo pero que también produce demoras en la toma de decisiones.

Fig. A.2.1. Cronograma de actividades 1° y 2° Etapa cruces de prospección proyecto FIP 98-03

Semana/Actividad	SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE			DICIEMBRE							
	Desde	Hasta															
1ª Etapa cruces de prospección	24/08/99	31/08/99	07/09/99	14/09/99	21/09/99	28/09/99	05/10/99	12/10/99	19/10/99	26/10/99	02/11/99	09/11/99	16/11/99	23/11/99	30/11/99	07/12/99	14/12/99
	30/08/99	06/09/99	13/09/99	20/09/99	27/09/99	04/10/99	11/10/99	18/10/99	25/10/99	01/11/99	08/11/99	15/11/99	22/11/99	29/11/99	06/12/99	13/12/99	20/12/99
Digitalización de datos biológico-pesqueros	II - IV Regiones V - VIII Regiones			II - IV Regiones V - VIII Regiones													
Revisión de datos biológico-pesqueros				Datos*			Datos fauna acompañante, longitud-sexo y longitud-peso										
Análisis de datos pesqueros							An. geostatístico y mapeo de densidad										
Informe Extraordinario							Estim. de biomasa modelo- y diseño-basadas										
Reunión técnica							Solic. el 08/10/98			Preparación y entrega el 06/11/98							
Definición, diseño y coordinación 2ª Etapa													Reunión 19/11/98 Diseño y coordinación 2ª Etapa				
Informe de Avance o de Cruce													Preparación y entrega el 13/11/98				
2ª Etapa cruces de prospección													Foco 2				
													Foco 1				

* : Viaje de F. Tapia a Coquimbo el 01/10/98 para revisión y recepción de datos biológico-pesqueros 1ª Fase II-IV Regiones.

ANEXO 3. Resumen de los lances de pesca realizados, capturas y CPUE obtenidas durante los cruceros de prospección entre las regiones II y VIII.

Nº Lance	Longitud Promedio	Latitud Promedio	Prof.media (m)	APA (m)	Captura (kg)	CPUE (kg/km2)	CPUE (Nº/km2)
1	-70.124	-21.568	87.0	11.214	0	0	0
2	-70.181	-21.578	117.0	12.147	0	0	0
3	-70.234	-21.577	139.0	13.080	0	0	0
4	-70.276	-21.580	359.0	20.542	0.20	5.00	567
5	-70.291	-21.570	402.0	20.542	1.50	59.60	3562
6	-70.169	-21.734	46.0	8.450	0	0	0
7	-70.218	-21.744	123.5	13.080	0	0	0
8	-70.271	-21.746	485.0	21.475	0	0	0
9	-70.240	-21.904	245.0	18.654	0	0	0
10	-70.247	-22.079	125.0	13.733	0	0	0
11	-70.293	-22.078	450.0	21.475	0	0	0
12	-70.285	-22.245	355.0	20.542	1.00	32.06	3163
13	-70.325	-22.244	584.0	21.475	0	0	0
14	-70.295	-22.406	121.5	13.080	0	0	0
15	-70.333	-22.414	316.5	20.542	0.05	1.44	125
16	-70.389	-22.413	494.0	21.475	0	0	0
17	-70.345	-22.580	373.0	21.484	0.25	7.02	612
18	-70.383	-22.578	593.0	21.475	0	0	0
19	-70.312	-22.740	97.0	11.214	0	0	0
20	-70.360	-22.742	362.0	21.475	0.25	16.50	1319
21	-70.383	-22.744	460.0	22.597	0	0	0
22	-70.313	-22.907	46.0	10.281	0	0	0
23	-70.358	-22.911	106.0	12.147	0	0	0
24	-70.411	-22.911	183.0	16.479	0	0	0
25	-70.506	-22.894	412.5	22.049	0	0	0
26	-70.627	-23.095	443.0	22.416	0	0	0
27	-70.616	-23.244	365.0	21.475	0	0	0
28	-70.656	-23.415	390.0	21.475	0	0	0
29	-70.440	-23.575	87.5	11.214	0	0	0
30	-70.487	-23.578	114.5	13.080	0	0	0
31	-70.581	-23.578	194.0	12.147	0	0	0
32	-70.620	-23.579	448.0	21.475	0	0	0
33	-70.470	-23.739	79.0	11.214	0	0	0
34	-70.521	-23.733	143.0	13.080	0	0	0
35	-70.566	-23.922	414.0	21.475	0	0	0
36	-70.541	-24.071	144.5	14.012	0	0	0
37	-70.557	-24.083	383.0	21.475	0	0	0
38	-70.571	-24.080	459.0	21.475	0	0	0
39	-70.581	-24.245	255.0	17.744	0	0	0
40	-70.597	-24.245	413.0	21.475	2.25	69.87	5005
41	-70.568	-24.406	102.5	12.147	0	0	0
42	-70.610	-24.412	369.0	21.475	1.13	33.20	1868
43	-70.622	-24.580	301.5	18.676	18.50	456.10	64239
44	-70.640	-24.580	433.0	21.475	1.13	51.40	4019
45	-70.618	-24.745	392.5	21.475	56.00	1403.25	107828
46	-70.592	-24.906	326.5	19.609	0	51.62	5167
47	-70.548	-25.068	292.0	18.676	18.00	990.52	143674
48	-70.572	-25.081	463.0	21.475	17.50	521.22	40150
49	-70.491	-25.242	121.0	13.080	0	0	0
50	-70.535	-25.245	297.0	18.676	37.00	1260.25	273516

Anexo 3. Continuación.

Nº Lance	Longitud Promedio	Latitud Promedio	Prof.media (m)	APA (m)	Captura (kg)	CPUE (kg/km2)	CPUE (Nº/km2)
51	-70.551	-25.252	380.0	21.475	37.50	1009.96	163445
52	-70.540	-25.418	104.0	12.525	0	0	0
53	-70.577	-25.417	233.0	18.284	120.00	3130.60	982169
54	-70.614	-25.412	395.0	21.812	7.00	295.63	46240
55	-70.686	-25.578	127.0	13.841	0	0	0
56	-70.724	-25.580	341.0	20.936	36.00	1064.74	151673
57	-70.735	-25.576	405.0	21.950	9.00	252.37	35848
58	-70.746	-25.746	290.0	19.860	0	0	0
59	-70.795	-25.733	400.0	21.882	22.00	935.99	105445
60	-70.800	-25.774	172.5	16.039	27.00	1398.01	154592
61	-70.722	-25.908	111.0	12.942	0	0	0
62	-70.776	-25.912	234.5	18.331	20.00	662.46	99617
63	-70.808	-25.911	380.0	21.592	36.00	1569.50	252970
64	-70.699	-26.075	121.0	13.512	0	0	0
65	-70.746	-26.080	222.5	17.941	27.00	849.58	278314
66	-70.782	-26.081	396.5	21.834	72.00	1868.38	359209
67	-70.691	-26.244	104.0	12.525	0	0	0
68	-70.734	-26.242	124.5	13.706	0	0	0
69	-70.779	-26.245	232.5	18.268	45.00	1660.99	374178
70	-70.754	-26.403	112.5	13.029	0	0	0
71	-70.797	-26.399	122.5	13.080	0	0	0
72	-70.767	-26.401	250.0	18.802	0	0	0
73	-70.852	-26.412	405.0	21.475	79.50	2151.72	322385
74	-70.725	-26.553	101.5	12.147	0	0	0
75	-70.763	-26.549	125.5	13.080	0	0	0
76	-70.812	-26.577	260.0	17.744	22.50	722.30	212975
77	-70.797	-26.738	172.0	16.017	0	0	0
78	-70.847	-26.743	320.5	19.609	93.50	3561.20	805993
79	-70.864	-26.911	127.0	13.841	0	0	0
80	-70.906	-26.907	242.5	17.744	96.00	6726.32	1479873
81	-70.931	-26.915	368.5	21.412	0	0	0
82	-70.898	-27.069	121.5	13.540	0	0	0
83	-70.961	-27.078	223.0	17.958	57.17	2629.09	713186
84	-70.992	-27.084	361.5	21.297	16.00	1264.63	166633
85	-71.021	-27.244	341.5	17.744	16.00	563.02	96739
86	-71.030	-27.275	421.0	21.475	0	0	0
87	-70.974	-27.407	121.0	13.512	0	0	0
88	-71.045	-27.415	396.5	21.475	48.75	1662.66	273851
89	-70.970	-27.583	114.5	12.147	0	0	0
90	-71.039	-27.590	303.0	20.161	61.00	1832.54	354704
91	-71.056	-27.590	397.5	21.848	52.50	1515.85	215137
92	-71.095	-27.741	126.5	12.147	0	0	0
93	-71.133	-27.751	394.5	21.475	32.00	980.36	197502
94	-71.147	-27.909	137.5	14.394	0	0	0
95	-71.173	-27.910	400.0	21.882	35.00	1617.32	310521
96	-71.187	-28.073	120.5	12.147	0	0	0
97	-71.253	-28.082	460.0	21.475	2.00	99.38	17105
98	-71.228	-28.251	125.0	13.080	0	0	0
99	-71.286	-28.246	394.0	19.609	54.00	1607.21	304028
100	-71.248	-28.421	214.0	16.811	56.50	1687.52	341285

Anexo 3. Continuación.

Nº Lance	Longitud Promedio	Latitud Promedio	Prof.media (m)	APA (m)	Captura (kg)	CPUE (kg/km2)	CPUE (Nº/km2)
201	-72.044	-33.729	240.0	17.211	108.0	4958.34	525615
202	-72.085	-33.744	648.5	22.408	0	0	0
203	-72.137	-33.907	312.5	18.647	0	0	0
204	-72.104	-33.905	148.0	13.950	0	0	0
205	-72.209	-34.067	238.0	17.160	5.0	180.38	13872
206	-72.156	-34.069	169.0	14.889	0	0	0
207	-72.187	-34.226	196.0	15.910	0	0	0
208	-72.227	-34.226	239.5	17.198	0	0	0
209	-72.276	-34.227	381.0	19.474	0	0	0
210	-72.194	-34.411	302.0	18.481	4.0	143.90	20193
211	-72.136	-34.395	179.0	14.945	0	0	0
212	-72.204	-34.572	291.0	18.676	24.0	761.52	88886
213	-72.157	-34.574	167.0	14.012	0	0	0
214	-72.210	-34.736	160.0	13.080	0	0	0
215	-72.262	-34.734	377.5	13.080	1.0	43.03	5661
216	-72.482	-34.897	165.5	14.945	0	0	0
217	-72.534	-34.904	204.5	16.193	0	0	0
218	-72.568	-34.904	441.5	19.938	0	0	0
219	-72.690	-35.073	457.5	20.031	0	0	0
220	-72.630	-35.064	277.5	18.044	6.0	139.64	15892
221	-72.598	-35.066	178.0	15.251	0.3	12.56	860
222	-72.751	-35.233	455.5	20.020	0	0	0
223	-72.710	-35.236	291.0	18.294	0	0	0
224	-72.682	-35.232	164.0	14.678	0	0	0
225	-73.943	-38.232	305.0	18.529	0	0	0
226	-73.888	-38.240	337.5	18.676	0	0	0
227	-73.838	-38.248	320.0	18.676	0	0	0
228	-73.798	-38.249	295.0	18.676	0	0	0
229	-73.742	-38.226	192.5	15.788	1.0	36.47	3506
230	-73.938	-38.068	329.5	18.890	0	0	0
231	-73.833	-38.070	152.0	14.139	0	0	0
232	-73.957	-37.901	286.5	18.213	0	0	0
233	-73.911	-37.910	274.5	16.811	0	0	0
234	-73.873	-37.737	444.0	20.0	0	0	0
235	-73.817	-37.730	262.5	17.7	0.3	10.67	1089
236	-73.846	-37.576	303.0	18.5	0	0	0
237	-73.773	-37.566	177.5	15.2	0	0	0
238	-73.860	-37.399	350.0	19.1	0	0	0
239	-73.828	-37.391	261.0	17.7	0	0	0
240	-73.844	-37.237	648.0	20.6	0	0	0
241	-73.786	-37.226	255.5	17.6	0	0	0
242	-73.782	-37.070	233.5	17.0	0	0	0
243	-72.948	-35.900	189.5	15.7	18.0	607.16	59297
244	-72.986	-35.900	224.0	16.8	14.0	763.13	78704
245	-73.041	-35.895	296.0	18.4	68.0	2477.01	239716
246	-73.151	-35.732	275.0	18.0	0	0	0
247	-73.112	-35.741	237.5	17.1	33.0	911.52	89508
248	-73.065	-35.732	200.0	16.0	2.0	36.58	2916
249	-72.968	-35.565	149.0	14.0	0	0	0
250	-73.006	-35.570	174.0	15.1	0	0	0

Anexo 3. Continuación.

Nº Lance	Longitud Promedio	Latitud Promedio	Prof.media (m)	APA (m)	Captura (kg)	CPUE (kg/km2)	CPUE (Nº/km2)
101	-71.267	-28.420	333.0	21.475	0	0	0
102	-71.319	-28.412	414.5	23.340	41.88	1217.72	200964
103	-71.372	-28.582	409.0	23.340	8.50	219.75	34201
104	-71.359	-28.577	275.5	19.501	43.00	1294.73	214161
105	-71.382	-28.717	127.0	13.841	0	0	0
106	-71.429	-28.737	257.0	18.676	1.60	106.09	18042
107	-71.465	-28.727	506.0	24.273	0	0	0
108	-71.547	-28.927	376.5	22.408	85.83	1814.45	383548
109	-71.558	-28.940	456.5	24.273	8.50	250.78	40884
110	-71.558	-29.081	132.5	13.080	0	0	0
111	-71.587	-29.086	390.0	22.408	52.50	1273.23	202947
112	-71.634	-29.081	571.0	24.273	0	0	0
113	-71.575	-29.251	220.5	18.676	100.00	3001.84	592777
114	-71.592	-29.260	370.0	24.273	60.00	1613.60	344256
115	-71.401	-29.402	114.0	13.080	0	0	0
116	-71.440	-29.417	167.5	14.945	0	0	0
117	-71.487	-29.422	234.5	18.676	0	0	0
118	-71.552	-29.409	175.5	16.811	36.00	1393.92	178164
119	-71.618	-29.413	299.5	20.542	72.00	1735.00	357253
120	-71.626	-29.417	428.5	24.273	20.00	458.60	73318
121	-71.366	-29.581	119.0	14.012	0	0	0
122	-71.412	-29.590	268.5	19.609	72.67	1845.37	355570
123	-71.452	-29.585	345.5	19.609	90.00	2257.29	403736
124	-71.521	-29.545	380.0	24.273	0	0	0
125	-71.555	-29.574	177.0	16.811	162.00	5245.69	762777
126	-71.381	-29.748	286.0	19.609	216.00	5162.71	1087619
127	-71.430	-29.742	438.0	24.273	36.00	1493.56	244365
128	-71.365	-29.911	110.0	14.945	0	0	0
129	-71.411	-29.918	196.5	17.744	90.00	2732.08	343580
130	-71.448	-29.904	427.5	24.273	18.00	478.04	85788
131	-71.465	-30.082	167.0	16.811	159.00	4714.66	532568
132	-71.486	-30.086	297.0	20.542	36.00	976.22	158277
133	-71.525	-30.089	446.5	22.454	5.00	280.66	56148
134	-71.665	-30.248	167.5	16.811	58.67	1531.67	192134
135	-71.682	-30.263	401.0	24.273	0	0	0
136	-71.733	-30.414	295.0	20.542	108.00	4029.06	611400
137	-71.741	-30.395	402.0	24.273	20.00	447.58	54340
138	-71.747	-30.573	136.0	14.012	0	0	0
139	-71.793	-30.579	458.0	24.273	13.50	471.40	61485
140	-71.736	-30.747	219.0	20.542	8.00	615.58	91588
141	-71.774	-30.745	408.0	24.273	13.50	282.98	42079
142	-71.733	-30.913	179.0	16.314	35.50	2273.97	244853
143	-71.774	-30.909	399.0	24.273	0	0	0
144	-71.711	-31.078	308.0	20.542	0	0	0
145	-71.686	-31.218	165.0	15.710	0	0	0
146	-71.720	-31.238	243.0	16.811	1.13	38.19	4610
147	-71.760	-31.234	409.0	24.273	0	0	0
148	-71.641	-31.399	247.5	18.728	0	0	0
149	-71.703	-31.396	419.0	22.132	0	0	0
150	-71.738	-31.386	279.0	19.590	34.50	820.88	113206

Anexo 3. Continuación.

Nº Lance	Longitud Promedio	Latitud Promedio	Prof.media (m)	APA (m)	Captura (kg)	CPUE (kg/km2)	CPUE (Nº/km2)
151	-71.616	-31.566	314.0	20.401	0	0	0
152	-71.667	-31.554	224.0	17.991	35.50	892.73	151182
153	-71.597	-31.725	111.5	12.971	0	0	0
154	-71.649	-31.716	203.0	17.255	0	0	0
155	-71.681	-31.743	423.0	24.273	0	0	0
156	-71.603	-31.906	143.0	14.945	0	0	0
157	-71.663	-31.919	218.0	17.744	0	0	0
158	-71.698	-31.925	341.5	22.408	17.50	396.34	56347
159	-71.558	-32.076	152.5	16.811	0	0	0
160	-71.618	-32.077	203.0	17.744	0	0	0
161	-71.656	-32.082	363.0	24.273	18.00	411.29	58612
162	-73.580	-36.700	260.5	18.676	10.0	274.10	26864
163	-73.573	-36.560	233.0	18.676	3.0	80.59	10360
164	-73.580	-36.387	540.0	22.408	0	0	0
165	-73.537	-36.388	212.5	16.811	23.0	656.84	78871
166	-73.582	-36.234	552.5	15.878	0	0	0
167	-73.542	-36.229	220.0	16.811	7.0	256.77	29279
168	-73.040	-36.081	325.5	19.609	0.1	5.80	932
169	-72.979	-36.070	259.5	17.671	2.0	83.68	14499
170	-72.943	-36.073	197.0	16.811	0	0	0
171	-73.558	-36.295	191.0	15.735	28.0	406.79	45496
172	-71.739	-33.576	124.5	12.147	0	0	0
173	-71.791	-33.575	207.0	14.012	34.0	1872.76	284876
174	-71.829	-33.574	245.0	16.811	76.0	2414.20	360705
175	-71.877	-33.568	228.0	16.811	43.0	1268.20	183430
176	-71.942	-33.564	231.0	16.811	12.0	656.38	58240
177	-71.990	-33.571	380.0	22.408	0	0	0
178	-71.850	-33.392	171.0	14.012	0	0	0
179	-71.882	-33.400	358.0	19.609	5.0	149.24	17791
180	-71.875	-33.218	301.5	18.473	10.0	281.03	36472
181	-71.565	-32.236	141.0	13.605	0	0	0
182	-71.618	-32.237	302.0	18.676	38.0	1393.56	196786
183	-71.619	-32.403	337.5	18.676	27.0	865.41	108980
184	-71.568	-32.401	159.0	13.080	0	0	0
185	-71.522	-32.404	125.5	12.147	0	0	0
186	-71.516	-32.567	125.5	12.147	0	0	0
187	-71.568	-32.563	137.5	12.147	0	0	0
188	-71.617	-32.567	207.5	15.878	0	0	0
189	-71.656	-32.577	374.0	19.406	2.0	61.14	12395
190	-71.653	-32.734	259.5	17.671	20.0	1161.53	141643
191	-71.621	-32.735	158.0	14.414	0	0	0
192	-71.569	-32.740	120.5	12.492	0	0	0
193	-71.642	-32.902	121.5	12.550	0	0	0
194	-71.741	-32.900	308.5	18.585	7.0	684.56	109916
195	-71.719	-33.060	123.0	12.636	0	0	0
196	-71.770	-33.053	144.0	13.755	0	0	0
197	-71.825	-33.055	258.0	17.744	53.0	4771.30	385018
198	-71.859	-33.074	467.5	22.408	5.0	138.58	13763
199	-71.829	-33.238	152.0	13.080	0	0	0
200	-71.986	-33.742	127.5	13.080	0	0	0

Anexo 3. Continuación.

Nº Lance	Longitud Promedio	Latitud Promedio	Prof.media (m)	APA (m)	Captura (kg)	CPUE (kg/km2)	CPUE (Nº/km2)
251	-73.049	-35.564	250.0	17.5	0.1	3.43	340
252	-72.992	-35.393	402.5	19.7	1.0	23.02	2425
253	-72.977	-35.398	294.0	18.3	1.0	69.96	8596
254	-71.491	-29.973	506.5	24.693	1	92.59	11307
255	-71.518	-29.978	539.0	24.893	0.5	40.58	3162
256	-71.437	-29.972	241.5	17.051	7	208.75	28317
257	-71.346	-29.806	101.5	13.217	0	0	0
258	-71.396	-29.808	366.5	21.004	5	150.78	24499
259	-71.449	-29.634	370.0	21.436	33	941.85	130791
260	-71.500	-29.629	519.0	24.822	36	863.76	127224
261	-71.554	-29.320	107.0	13.209	0	0	0
262	-71.589	-29.302	156.0	17.154	0	0	0
263	-71.621	-29.299	449.0	20.933	144	4622.90	732099
264	-71.545	-29.473	397.0	21.140	78	3325.89	387316
265	-71.495	-29.471	291.0	21.429	5	149.92	18940
266	-71.530	-29.141	107.5	13.405	0	0	0
267	-71.589	-29.130	382.5	19.381	0	0	0
268	-70.846	-26.317	429.5	21.630	44.4	1370.19	234747
269	-70.781	-26.301	153.5	15.297	0	0	0
270	-70.879	-26.308	162.5	13.617	0	0	0
271	-70.778	-26.471	120.0	13.052	0	0	0
272	-70.838	-26.471	314.5	16.833	0.02	0.61	163
273	-70.785	-26.636	129.5	12.604	0	0	0
274	-70.830	-26.626	399.5	20.229	17.5	448.09	110223
275	-70.881	-26.647	578.0	22.779	0	0	0
276	-70.870	-26.811	482.5	19.148	86.7	2469.25	426910
277	-70.877	-26.810	251.0	20.229	0	0	0
278	-70.830	-26.813	122.0	11.048	0	0	0
279	-70.879	-26.974	139.0	11.162	0	0	0
280	-70.923	-26.966	364.0	19.236	280	6505.57	1236801
281	-70.972	-27.136	139.5	14.282	0.75	35.32	6716
282	-71.034	-27.310	450.5	20.076	36	3013.49	669664

ANEXO 4

Estimaciones de densidad de camarón obtenidas mediante interpolación por *kriging* en cada uno de los nodos de la grilla de estimación, y ponderadores asignados a los puntos vecinos de cada nodo.

(Dado que la versión impresa de este Anexo ocupa un mínimo de 36 páginas, y tomando en cuenta la extensión del presente Informe Final, hemos incluido el detalle de los ponderadores del kriging en el archivo POND9803.XLS, incluido en la base de datos que se adjunta)

ANEXO 5

Distribuciones de frecuencia de tallas de camarón nailon (en intervalos de 1 mm) por zona de evaluación y foco de abundancia.

Talla (mm)	Zona V-VIII		Zona II-IV		Foco 1		Foco 2		Foco 3	
	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras
14	1	1	1	2	0	0	1	1	1	0
15	5	2	4	10	0	5	2	2	2	3
16	13	1	16	12	3	5	5	4	1	10
17	39	23	37	36	11	10	11	15	19	13
18	101	52	100	61	32	17	33	19	36	37
19	138	65	181	113	51	30	48	44	51	54
20	211	109	315	222	93	78	84	56	61	73
21	305	138	557	416	185	150	145	105	63	94
22	511	261	780	687	248	217	252	206	80	101
23	653	299	895	1132	251	353	317	319	76	116
24	769	313	956	1512	161	408	385	457	82	125
25	809	270	751	1677	72	324	318	593	102	143
26	822	219	576	1647	34	210	231	665	91	135
27	732	200	374	1456	21	138	126	625	90	184
28	616	109	186	1244	3	114	57	478	48	190
29	536	73	97	947	3	70	20	384	30	162
30	488	27	48	670	2	40	6	227	11	179
31	379	9	20	444	0	31	1	109	3	119
32	279	2	21	315	0	17	1	42	1	107
33	157	1	11	213	0	15	0	13	0	54
34	71	0	4	142	1	9	0	6	0	32
35	33	0	0	93	0	3	0	3	0	12
36	14	0	1	64	0	0	0	2	0	4
37	2	0	0	30	0	0	0	0	0	0
38	0	0	0	20	0	1	0	0	0	0
39	0	0	0	8	0	0	0	1	0	0
40	1	0	0	3	0	0	0	0	0	1
41	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0