



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

FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA

## INFORMES TECNICOS F I P

FIP - IT / 96 - 08

INFORME : ANALISIS DE LA PESQUERIA Y EVALUACION  
FINAL INDIRECTA DEL STOCK DE LANGOSTINO  
AMARILLO EN LA III Y IV REGIONES

UNIDAD : UNIVERSIDAD CATOLICA DEL NORTE  
EJECUTORA

## COMPOSICION Y ORGANIZACION DEL EQUIPO PROFESIONAL Y TECNICO

| Nombre                          | Título/Grado      | Función en el proyecto  |
|---------------------------------|-------------------|---|
| <b>PROFESIONALES</b>            |                   |   |
| Enzo Acuña                      | M.Sc. Oceanog.    | Coordinación, control y recepción información de bitácoras, obtenida a bordo y de frecuencia. Caracterización flota y encuestas. Fauna acompañante. Jefe de Proyecto. |
| Hugo Arancibia                  | Dr. rer. nat.     | CPUE; abundancia y biomasa; caracterización flota; cuantificación y estandarización esfuerzo. Estimación tasa y estado de explotación del stock.                      |
| Armando Mujica                  | Lic. Biol. Mar.   | Aspectos reproductivos; función fecundidad y estados madurez de los huevos. Epoca de extrusión y portación de huevos y liberación de las larvas.                      |
| Luis Cid                        | Ph.D. Estadística | Análisis estadísticos   |
| Rubén Roa                       | M. Sc.            | Abundancia y biomasa; estimaciones modelo- y diseño-basadas.  |
| <b>PROFESIONALES - TECNICOS</b> |                   |   |
| Ximena Bennett                  | Biólogo           | Control planillas Operación de la flota. Identificación zonas pesca. Coordinador muestreos a bordo. Digitación datos. Procesamiento computacional de datos.           |
| Rodrigo Grau                    | Lic. Cs. del Mar  | Trabajo laboratorio. Digitación datos. Procesamiento computacional de datos. Localización geográfica y batimétrica de los lances.                                     |
| Mónica Catrileo                 | Biólogo Marino    | Muestreo y procesamiento datos esfuerzo y CPUE.   |
| Ma. Teresa Cabrera              | Lic. Cs. del Mar  | Muestreos frecuencias y biológico-específicos. Reproducción y fecundidad.   |
| Miguel González                 | Biólogo Marino    | Muestreos frecuencias y biológico- específicos. Digitación de información y procesamiento.  |
| José González                   | Lic. Cs. del Mar  | Muestreos frecuencias y biológico- específicos. Trabajo a bordo.  |
| Roberto Silva                   | Lic. Cs. del Mar  | Muestreos frecuencias y biológico-específicos. Trabajo a bordo.   |
| Sonia Godoy                     | Secretaria        | Ingreso datos y Secretariado  |

## RESUMEN EJECUTIVO

Se entrega antecedentes sobre una evaluación de la pesquería y stock del recurso langostino amarillo (*Cervimunida johni*) en el litoral de las regiones III y IV, que se realiza a través del monitoreo de la pesquería industrial.

Los aspectos pesqueros incluidos en el estudio corresponden a una caracterización de la operación de la flota; la determinación del esfuerzo estandarizado, su distribución espacio-temporal y la abundancia relativa (CPUE); la estimación de la biomasa y abundancia con sus varianzas y el estado de explotación del recurso en el área de estudio.

Los muestreos biológicos están dirigidos a determinar la composición de tallas y sexo de la captura de langostino amarillo y la importancia relativa de la fauna acompañante capturada por la flota.

Se registró las características de 29 navas de la flota arrastrera langostinera autorizada, con puerto base en Coquimbo (18), Quintero (8) y Tomé (3). Su antigüedad promedio es de 31 años ( $n=26$ ), predominando las construidas en la década de los años 60. Todas son de plantilla americana, con el puente a proa, originalmente operaron como navas cerqueras en la pesca de anchoveta en el Norte y su origen es mayoritariamente chileno. La embarcación tipo tiene 21,3 m de eslora, 6,3 m de manga, 2,9 m de puntal, con un motor de 394,3 HP y capacidad de bodega de 391,2 m<sup>3</sup>.

El análisis de la relación entre las principales variables físicas y la captura promedio por milla náutica  $Y = 14,929 * L^{-7,775} * M^{6,968} * P^{-1,599} * TRN^{1,299}$ , muestra que las principales variables predictoras son la eslora, la manga, el puntal y el tonelaje de registro neto (TRN)

Se detectó 4 zonas de pesca con los siguientes límites latitudinales: zona 1: 28°00' S – 28°52' S, entre Puerto Carrizal y Bahía Sarco, zona 2: 29°02' S – 29°40' S, entre Isla Chañaral y Cerro Juan Soldado, zona 3: 29°42' S – 30°36' S, entre Punta Teatinos y Punta Talinay y zona 4: 30°37' S – 32°10' S, entre Punta Talinay y Punta Huesos. La primera zona de pesca corresponde al área sur de la III Región y las otras tres a la parte norte, central y sur de la IV Región, respectivamente. La mayoría de los lances realizados se centran en la zona de pesca 4 con un 58,4%, seguida de la zona 2, al sur de la III y norte de la IV Región, con un 24,02%, siendo la menos visitada la zona al norte

de los 28°52'S. Los lances de pesca se concentraron en los meses de noviembre de 1996 y abril-mayo de 1997, con porcentajes entre 17 y 23,5%. Con respecto a la distribución batimétrica de los lances de pesca, la mayoría de éstos (40,3%) se produjo en el estrato 201-250 m, seguido del estrato 251-300 m con un 38,2%. Al considerar las regiones por separado el 46,9% de los lances se obtiene en el estrato de 251-300 m en la III Región y el 42,8% en el de 201-250 en la IV Región. Durante la temporada 1996-1997 operaron en la pesquería del langostino amarillo 28 embarcaciones, realizando un total de 3.139 lances de pesca, un 87,2% en la IV región.

La abertura de punta de alas (APA) fue determinada en 15,46 m promedio (d.s.= 2,16 m; C.V.= 0,14; moda= 14 m; n= 17). El procedimiento de elección del barco patrón generó un valor de cpue de 190 kg/mn<sup>2</sup>, por lo cual se seleccionó al PAM "Eicomar I", para el que se estimó un valor de cpue=164,7. El promedio de la cpue es de 205,2 kg/mn<sup>2</sup> (d.s.= 112,4; C.V.= 0,55; n= 28).

El esfuerzo de pesca nominal ejercido por la flota fue de 185,2 mn<sup>2</sup>, se concentró entre los 31° S y 32° S (45,7%) y en el estrato 201-300 m de profundidad (72,8%). El esfuerzo de pesca estándar fue de 260,9 mn<sup>2</sup>, se concentró entre los 31° S y 32° S (51,8%) y en el estrato 201-300 m de profundidad (80,7%). En consecuencia, en la pesquería arrastrera langostinera de la III y IV Región el esfuerzo de pesca ocurre mayoritariamente en un estrato latitudinal de sólo 2° y en un estrato batimétrico de sólo 100 m de profundidad.

Mediante la estimación modelo-basada se determinó que la biomasa en peso de langostino entre la III y IV Región es de 52.469 toneladas, con un intervalo de confianza del 95% entre 48.392 y 58.122. La biomasa es máxima entre los 31°S y 32° S, en el sector sur de la IV. La abundancia en número también es máxima en esta zona, alcanzando a 461,73 millones de individuos (intervalos de confianza 95%: 442,73 - 482,49), globalmente ésta se estimó en 1.433 millones (intervalos de confianza 95%: 1.316 - 1.601). Mediante la estimación diseño-basada se determinó que la biomasa en peso de langostino entre la III y IV Región es de 48.517 toneladas, con un intervalo de confianza del 95% entre 36.663 y 63.569. La biomasa es máxima entre los 31°S y 32° S, en el sector sur de la IV. La abundancia en número también es máxima en esta zona, alcanzando a 469,46 millones de individuos (intervalos de confianza 95%: 391,4 - 561,6), globalmente ésta se estimó en 1.299,49 millones (intervalos de confianza 95%: 960,12 - 1.741,3).

El análisis de la evolución de la estructura de tallas, considerando las hipótesis estructurales del método MULTIFAN, indica la presencia de 8 grupos de edad en la estructura de tallas de las hembras y 10 en el caso de los machos de la especie. La proporción de cada grupo de edad presente en las capturas mensuales, indica que a lo largo del año de estudio, éstas son sustentadas principalmente desde el tercer al sexto grupo de edad tanto en los machos como en las hembras.

Con el método de Pauly (1980) se obtiene valores de mortalidad natural  $M=0,3 \text{ año}^{-1}$  en hembras y  $M=0,25 \text{ año}^{-1}$  en machos, valores sólo referenciales ya que esta ecuación se basa en peces y en la longitud total de los mismos.

La tasa de mortalidad por pesca en las edades completamente reclutadas ( $F_c$ ) se estimó en  $0,476 \text{ año}^{-1}$  y  $0,386 \text{ año}^{-1}$  para hembras y machos, respectivamente. De acuerdo al análisis de cohortes estructurado por tallas, la biomasa total promedio de machos y hembras, conjuntamente, alcanza a 33.134 ton, en tanto la de la fracción completamente reclutada a 15.449 ton. La razón entre las capturas totales y la biomasa promedio total alcanza a 0,20, lo que es una medida de la tasa de mortalidad por pesca global en el período, no sólo de la fracción completamente reclutada.

Se determinó la frecuencia de tamaños de la especie, analizando muestras provenientes de los embarques realizados, con un total de 25.043 individuos medidos. Los rangos de talla observados corresponden a 12,9-51,4 mm de longitud del cefalotorax (LC) para machos; 14,0-46,5 mm LC para hembras y 20,5-44,0 mm LC para las hembras ovíferas.

La composición de tallas en la captura de machos, hembras y hembras ovíferas muestran que en el caso de los primeros, en general una o dos tallas contribuyen con más de un 10% al total, mientras que en las hembras, por lo general son cuatro o cinco las tallas que contribuyen con más de un 10% al total, lo que también es válido para las hembras ovíferas.

El peso total promedio a la talla es en general mayor en los machos, lo que se hace más evidente al aumentar ésta. La proporción sexual no es constante y existe una alternancia en el predominio de un sexo. Al considerar la talla, los machos son más abundantes en las tallas más pequeñas y más grandes, siendo por lo general el 100% sobre los 37 mm LC.

El período de portación de huevos corresponde a los meses de mayo a diciembre durante los cuales aumenta significativamente el número de hembras ovíferas, que prácticamente desaparecen hacia fines de año. Los porcentajes máximos corresponden a los meses de septiembre en la III Región y septiembre-octubre en la IV. La fecundidad varía entre 550 y 13.706 (huevos/hembra), con un promedio de 4.572 huevos y la relación establecida entre la talla (LC, mm) de las hembras y el número de huevos es  $Y (N^{\circ} \text{ huevos}) = 739,18 LC - 16.175, r^2 = 0,8141$ .

Las principales especies de la fauna acompañante y su aporte porcentual corresponden a la merluza común (4,1%), el lenguado de ojo grande (1,9%), el langostino colorado (0,8) y el camarón nailon (0,4%). Dado que la fauna acompañante de la especie aporta escasamente a las capturas totales, se deduce que el recurso objetivo parece distribuirse de manera altamente contagiosa, segregada de otros taxa, y/o que el arte de pesca es altamente selectivo.

En las zonas estudiadas, que abarcan la totalidad de la pesquería en la III y IV Región, las tasas de explotación son bastante moderadas. La explotación es más intensa en la zona límite entre la IV y V Regiones, donde puede llegar a más del 6%. En el resto de las zonas más hacia el norte, las tasas de explotación están normalmente por debajo del 5%. La tasa de mortalidad por pesca actual es levemente superior al  $F_{0,1}$  y muy similar al  $F_{40\%BPRv}$ . Debido a que la mortalidad por pesca actual ( $F_c$ ) es muy similar a estos dos puntos biológicos de referencia, se puede indicar que el recurso se encuentra en un estado de explotación plena, sin síntomas de sobreexplotación.

La CTP alcanza a 3.480 ton si se acepta el criterio  $F_{0,1}$  como estrategia de explotación, mientras que si la política de manejo está orientada a la biomasa del stock, la CTP alcanza a 10.413 ton. Si se acepta el criterio de *Fstatus-quo*, la CTP en 1998 debería adoptarse en 7.874 ton para la pesquería de *C. johni* frente al litoral de las Regiones III y IV.

## INDICE GENERAL

|  | Pág. |
|--|------|
| COMPOSICION Y ORGANIZACION DEL EQUIPO PROFESIONAL Y TECNICO .....  | i    |
| RESUMEN EJECUTIVO .....  | ii   |
| INDICE GENERAL .....   | vi   |
| INDICE DE TABLAS Y FIGURAS .....   | xi   |
| INDICE DE ANEXOS .....   | xiv  |
| 1. OBJETIVO GENERAL .....  | 1    |
| 2. OBJETIVOS ESPECIFICOS .....   | 1    |
| 3. ANTECEDENTES .....  | 2    |
| 4. METODOLOGIA DE TRABAJO .....  | 5    |
| 4.1. Zona de estudio .....   | 5    |
| 4.2. Período de estudio .....  | 5    |
| 4.3. Caracterización de la operación de la flota pesquera comercial y estandarización del<br>esfuerzo de pesca .....               | 6    |
| 4.3.1. Información de capturas y régimen de operación de embarcaciones .....   | 6    |
| 4.3.1.1. Caracterización de la flota .....   | 6    |
| 4.3.1.2. Bitácoras de pesca .....  | 7    |
| 4.3.2. Muestreo biológico de las capturas .....  | 8    |
| 4.3.3. Determinación y estandarización del esfuerzo de pesca, su distribución<br>espacio-temporal y determinación de la CPUE ..... | 9    |
| 4.3.3.1. Medición del esfuerzo .....   | 9    |
| 4.3.3.2. Estandarización del esfuerzo de pesca y elección de la embarcación<br>patrón .....  | 10   |
| 4.3.3.2.1. Estandarización del esfuerzo de pesca y determinación   |      |

|   |    |
|---|----|
| del poder de pesca relativo .....   | 10 |
| 4.3.3.2. Elección de la embarcación patrón .....  | 11 |
| 4.3.3.3. Medición de la captura por unidad de esfuerzo estándar (CPUE) de cada lance .....  | 12 |
| 4.3.3.3.1. Cálculo del área barrida .....   | 12 |
| 4.3.3.4. Localización geográfica y batimétrica del esfuerzo .....   | 16 |
| 4.4. Estimación de la biomasa (en peso) y abundancia (en número) del recurso langostino amarillo explotado por la flota pesquera industrial ..... | 17 |
| 4.4.1. Metodología de evaluación de stock según esquema modelo-basado y otro diseño-basado, considerando la CPUE .....                            | 17 |
| 4.4.1.1. Estimación modelo-basada de la abundancia .....  | 20 |
| 4.4.1.2. Estimación diseño-basada de la abundancia .....  | 23 |
| 4.4.2. Distribución espacial de la abundancia del stock de langostino amarillo .....  | 25 |
| 4.4.3. Estimación de la abundancia mediante análisis de cohortes talla y edad estructurados, independientemente .....                             | 26 |
| 4.4.3.1. Análisis secuencial de población (ASP) estructurado por edades ...   | 28 |
| 4.4.4. Método SHOT para estimación de biomasa .....   | 29 |
| 4.5. Estimación del coeficiente de capturabilidad .....   | 30 |
| 4.5.1. Cálculo del coeficiente de capturabilidad .....  | 31 |
| 4.5.2. Cálculo de la abundancia en un periodo de tiempo "t" .....   | 32 |
| 4.6. Curva de captura .....   | 33 |
| 4.7. Determinación de la composición de la captura por sexo, talla y condición reproductiva en el área de estudio .....                           | 33 |
| 4.7.1. Composición de las capturas por sexo y talla .....   | 33 |
| 4.8. Crecimiento en longitud .....  | 35 |
| 4.9. Determinación del ciclo reproductivo de langostino amarillo y de la función de madurez sexual para las hembras .....                         | 36 |

|  |    |
|--|----|
| 4.9.1. Epocas de extrusión, portación y liberación de huevos .....   | 36 |
| 4.9.1.1. Epoca de extrusión .....  | 36 |
| 4.9.1.2. Epoca de portación .....  | 36 |
| 4.9.1.3. Epoca de liberación de huevos o eclosión larvaria .....   | 36 |
| 4.9.2. Función y talla promedio de madurez sexual .....  | 36 |
| 4.9.3. Función de fecundidad .....   | 37 |
| 4.10. Estimación de peso y composición específica de la fauna acompañante .....  | 37 |
| 4.11. Determinación del estado de explotación del recurso langostino amarillo .....  | 38 |
| 4.11.1. Estructura poblacional y abundancia relativa .....   | 38 |
| 4.11.2. Tasa de explotación .....  | 39 |
| 4.11.3. Capturas totales permisibles .....   | 39 |
| 5. Resultados .....  | 41 |
| 5.1. Objetivo específico 1. Caracterizar la operación de la flota pesquera industrial y determinar el esfuerzo de pesca estandarizado, su distribución espacio-temporal y la abundancia relativa (CPUE) para el stock de langostino amarillo ..... | 41 |
| 5.1.1. Caracterización de la flota .....   | 41 |
| 5.1.2. Localización geográfica y batimétrica de los lances de pesca de la flota pesquera industrial .....  | 43 |
| 5.1.2.1. Localización geográfica de los lances de pesca .....  | 43 |
| 5.1.2.2. Localización batimétrica de los lances de pesca .....   | 46 |
| 5.1.3. Esfuerzo de pesca y captura por unidad de esfuerzo.....   | 48 |
| 5.1.3.1. Medición y estandarización del esfuerzo de pesca.....   | 48 |
| 5.1.3.1.1. Descripción de la red de arrastre langostinera.....   | 48 |
| 5.1.3.1.2. Capturas mensuales promedio y variables físicas.....  | 50 |
| 5.1.3.1.3. Abertura de punta de alas.....  | 50 |

|   |    |
|---|----|
| 5.1.3.1.4. Elección del barco patrón, poder de pesca relativo y captura por unidad de esfuerzo.....   | 51 |
| 5.1.3.2. Esfuerzo de pesca nominal y estándar, por región .....   | 53 |
| 5.1.3.2.1. Esfuerzo de pesca nominal.....   | 53 |
| 5.1.3.2.2 Esfuerzo de pesca estandar .....  | 54 |
| 5.2. Objetivo específico 2 y 3. Estimar la biomasa total (peso) y la abundancia (número) del stock de langostino amarillo explotado por la flota pesquera industrial y determinación de la composición de la captura por sexo, talla y condición reproductiva en el área de estudio ..... | 57 |
| 5.2.1. Estimación de la biomasa (peso) y abundancia (número).....   | 57 |
| 5.2.1.1. Estimación modelo basada.....  | 59 |
| 5.2.1.2. Estimación diseño-basada.....  | 62 |
| 5.2.1.3. Comparación entre los estimadores.....   | 62 |
| 5.2.1.4. Muestreo de frecuencias de tamaño por mes y puerto de desembarque.   | 63 |
| 5.2.1.4.1. Frecuencia de tallas.....  | 65 |
| 5.2.1.4.2. Muestreos biológico-específico.....  | 67 |
| 5.2.1.4.3. Relación Longitud-Peso.....  | 70 |
| 5.2.1.4.4. Composición por tamaños y por sexos en las capturas.....   | 70 |
| 5.2.1.4.5. Peso promedio a la talla.....  | 74 |
| 5.2.1.4.6. Proporción sexual a la talla.....  | 74 |
| 5.2.2. Abundancia.....  | 77 |
| 5.2.3. Biomasa (toneladas).....   | 77 |
| 5.2.4. Estimación de la abundancia mediante análisis de cohortes talla y edad estructurados.....  | 79 |
| 5.2.4.1. Crecimiento y composición por edad.....  | 82 |
| 5.2.4.2. Mortalidad natural .....   | 89 |
| 5.2.4.3. Evaluación indirecta.....  | 90 |

|  |     |
|--|-----|
| 5.2.4.3.1. Análisis de cohortes estructurado por tallas.....   | 90  |
| 5.2.4.3.2. Análisis secuencial de población estructurado por edades.....   | 92  |
| 5.2.5. Método SHOT para la estimación de capturas y biomásas .....   | 96  |
| 5.2.5.1. Estimación de capturas anuales y biomásas anuales.....  | 96  |
| 5.2.5.2. Análisis entre capturas y excedentes de producción.....   | 100 |
| 5.3. Ciclo reproductivo .....  | 100 |
| 5.3.1. Consistencia del caparazón.....   | 100 |
| 5.3.2. Presencia de hembras ovíferas.....  | 101 |
| 5.3.3. Epoca de extrusión, portación y liberación de huevos.....   | 102 |
| 5.3.4. Fecundidad.....   | 102 |
| 5.3.5. Función y talla promedio de madurez sexual.....   | 104 |
| 5.4. Objetivo específico 4. Registrar la captura e importancia relativa de las especies que<br>constituyen la fauna acompañante de la pesquería de langostino amarillo ..... | 105 |
| 5.5. Objetivo específico 5. Determinar el estado de explotación del stock del recurso<br>langostino amarillo .....   | 111 |
| 5.5.1. Tasas de explotación .....  | 111 |
| 5.5.2. Situación actual del recurso langostino amarillo en las regiones III y IV y esti-<br>mación de una CTP para 1998 .....  | 112 |
| 6. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....   | 114 |
| 7. CONCLUSIONES.....   | 122 |
| 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....   | 124 |
| 9. ANEXOS .....  | 129 |

## INDICE DE TABLAS, FIGURAS y ANEXOS

### TABLAS

- Tabla 1. Relaciones lineales y estadígrafo entre variables físicas de la flota langostinera de las Regiones III y IV.
- Tabla 2. Distribución espacio temporal de los lances de pesca de langostino amarillo (en número y porcentaje) realizados por la flota industrial en la III y IV Región, durante el período de estudio.
- Tabla 3. Número (A) y porcentaje (B) de lances de pesca de la flota pesquera comercial, por región y estrato de profundidad de captura.
- Tabla 4. Estadígrafos de las constantes del modelo multiplicativo que relaciona las capturas promedio de langostino amarillo con variables físicas.
- Tabla 5. Abertura de punta de alas (APA; en metros) de naves arrastreras langostineras de las Regiones III y IV (promedio= 15,46; d.s.= 2,16; C.V.= 0,14; n= 17).
- Tabla 6. Captura por unidad de esfuerzo promedio ( $\text{kg}/\text{mn}^2$ ), por embarcación.
- Tabla 7. Poder de Pesca Relativo (PPR) de las embarcaciones arrastreras langostineras de las Regiones III y IV. Nomenclatura: NP= nave patrón o estándar.
- Tabla 8. Localización geográfica y batimétrica del esfuerzo de pesca y cpue nominal en la pesquería de langostino amarillo de las Regiones III y IV (n= 3.143 lances).
- Tabla 9. Localización geográfica y batimétrica del esfuerzo de pesca y CPUE estándar en la pesquería de langostino amarillo de las Regiones III y IV (n= 3.143 lances).
- Tabla 10. Resumen de resultados de la evaluación de stock por métodos indirectos del langostino amarillo para 1997.  $M=0,321$ .
- Tabla 11. Número de muestras y/o lances analizados para frecuencia de tallas de langostino amarillo, por mes y puerto de desembarque.
- Tabla 12. Número de machos, hembras y hembras ovíferas de langostino amarillo medidos para frecuencias de talla ( $L_c$ , mm), por puerto y mes. (\*) = total de las hembras.
- Tabla 13. Número de machos, hembras y hembras ovíferas de langostino amarillo medidos en el muestreo biológico específico ( $L_c$ , mm; peso total, g), por puerto de desembarque y mes.
- Tabla 14. Rangos de talla ( $L_C$ , mm) en que los machos representan más del 50 % y talla desde la cual son el 100% del total de organismos, en las muestras obtenidas en los distintos puertos de desembarque, por mes.

- Tabla 15. Abundancia promedio (número de ejemplares\*10<sup>6</sup>) a la talla de machos, hembras y stock total de langostino amarillo. Año 1997.
- Tabla 16. Número de individuos de langostino amarillo muestreados desde la flota langostinera que operó en 1996-97, en la III y IV Regiones.
- Tabla 17. Capturas en peso y número de langostino amarillo en las Regiones III y IV, por sexo, en el período de estudio.
- Tabla 18. Dos veces el logaritmo de la verosimilitud de los 4 modelos considerados para estudiar el crecimiento de *C. johni*. Los valores subrayados indican los modelos con la máxima verosimilitud en función del número de grupos de edad. El valor en negrita indica el modelo seleccionado. El número entre paréntesis debajo de cada resultado indica el número de parámetros estimados en cada modelo.
- Tabla 19. Principales parámetros de los modelos seleccionados para machos y hembras de *C. johni* mediante el análisis de las frecuencias de tallas con MULTIFAN. El valor entre paréntesis corresponde al error estándar de los parámetros estimados.
- Tabla 20. Composición por edades (%) de hembras.
- Tabla 21. Composición por edades (%) de machos.
- Tabla 22. Tasas de mortalidad total (Z) y límites de confianza obtenidos mediante análisis de curva de captura longitud-transformada.
- Tabla 23. Parámetros estimados, captura total, biomasa promedio, biomasa promedio vulnerable y razón entre la captura y la biomasa promedio estimada para *C. johni*. Resultados del ASP estructurado por tallas.
- Tabla 24. Captura en número (miles) por edad, sexo y mes.
- Tabla 25. Peso promedio por grupo de edad (g), sexo y mes.
- Tabla 26. Número de ejemplares (miles), sexo y mes.
- Tabla 27. Tasa de mortalidad por pesca aplicada sobre el stock de *C. johni*.
- Tabla 28. Biomasa (ton) del stock de *C. johni*.
- Tabla 29. Familias y especies de peces, nombre científico y vernacular, fauna acompañante del langostino amarillo.
- Tabla 30. Familias y especies de invertebrados, nombre científico y vernacular, capturados como fauna acompañante del langostino amarillo.
- Tabla 31. Principales especies de la fauna acompañante del langostino amarillo, por puerto de desembarque, mes y rango de profundidad.

Tabla 32. Composición en peso relativo (%) de los taxa fauna acompañante y de langostino amarillo de las Regiones III y IV.

Tabla 33. Tasas de explotación de langostino amarillo en la III y IV Región, entre septiembre 1996 y septiembre 1997.

Tabla 34. Capturas totales permisibles (toneladas) para el stock de langostino amarillo de las Regiones III y IV, en el año 1998.

## FIGURAS

Fig. 1. Distribución latitudinal de los lances de pesca de langostino amarillo realizados en la III y IV Región por la flota arrastrera industrial, septiembre 1996 - septiembre 1997

Fig. 2. Plano técnico de red utilizada en la pesquería del langostino amarillo de la III y IV Región. Td= titulación del hilo, T mm= tamaño de malla, N= número de mallas.

Fig. 3. Area de la pesquería de langostino amarillo, separada por zonas arbitrarias (para detalles ver texto).

Fig. 4. Distribución espacial de la biomasa del stock de langostino amarillo por área, métodos diseño- y modelo-basado.

Fig. 5. Distribución espacial de la captura por unidad de esfuerzo en la pesquería de langostino amarillo 1996-1997.

Fig. 6. Relación de la captura por unidad de esfuerzo modelo-basada y diseño-basada en la pesquería de langostino amarillo 1996-1997.

Fig. 7. Distribución de frecuencia de tallas (LC, mm) de langostino amarillo en la temporada de pesca 1996-1997, por puerto de desembarque.

Fig. 8. Relación longitud (LC, mm) y peso total (g) que incluye la totalidad de los machos de langostino amarillo, analizados durante el período de estudio 1996-1997, en las tres zonas de pesca en la III y IV Región.

Fig. 9. Relación longitud (LC, mm) y peso total (g) que incluye la totalidad de las hembras de langostino amarillo, analizados durante el período de estudio 1996-1997, en las tres zonas de pesca en la III y IV Región.

Fig. 10. Relación longitud (LC, mm) y peso total (g) que incluye la totalidad de los ejemplares de langostino amarillo, analizados durante el período de estudio 1996-1997, en las tres zonas de pesca en la III y IV Región.

Fig. 11. Proporción sexual de langostino amarillo, por puerto de desembarque y mes.

- Fig. 12. Distribución de frecuencias de talla mensual de machos (línea continua) y hembras (línea segmentada) observada entre septiembre de 1996 y septiembre de 1997.
- Fig. 13. Desembarques mensuales de *C. johni* en 1996 y 1997 en el área de estudio.
- Fig. 14. Ajuste del Modelo 1, con 8 clases de edad, a los datos de frecuencia de tamaños de las hembras de *C. johni* (septiembre 1996-febrero de 1997).
- Fig. 15. Ajuste del Modelo 3, con 10 clases de edad, a los datos de frecuencia de tamaños de machos de *C. johni* (septiembre 1996-febrero de 1997).
- Fig. 16. Capturas observadas de *C. johni* y estimadas por el modelo de evaluación indirecta estructurado por tallas.
- Fig. 17. Curvas logísticas de probabilidad de captura a la talla obtenidas con el ASP estructurado por tallas.
- Fig. 18. Captura (miles de toneladas) observada (línea continua, puntos negros) y estimada (línea segmentada, puntos blancos), mediante SHOT-1.
- Fig. 19. Biomasa explotada observada (línea continua, puntos negros) y estimada (línea segmentada, puntos blancos), mediante SHOT-1.
- Fig. 20. Captura (miles de toneladas) observada (barras achuradas) y excedentes productivos anuales (barras negras) estimados mediante SHOT-1.
- Fig. 21. Porcentaje de hembras ovíferas de langostino amarillo, por puerto de desembarque y mes.
- Fig. 22. Porcentaje mensual de estados de desarrollo de los huevos de langostino amarillo.
- Fig. 23. Talla promedio de primera madurez sexual estimada mediante el modelos logístico. Los puntos negros representan la proporción de madurez observada y la línea segmentada el ajuste dado por el modelo.
- Fig. 24. Dendrograma de clasificación de las celdas latitud-profundidad en el análisis de la fauna acompañante del langostino amarillo en la III y IV Región, temporada 1996-1997.
- Fig. 25. Dendrograma de clasificación de los principales taxa fauna acompañante del langostino amarillo en la III y IV Región, temporada 1996-1997. Análisis de Matriz Inversa (para detalles ver texto).
- Fig. 26. Curvas de biomasa promedio y rendimiento por recluta para machos y hembras de *C. johni*. Se indica la mortalidad por pesca asociada a puntos biológicos de referencia.

## ANEXOS

- Anexo 1. Número y porcentaje de lances de pesca de langostino amarillo, realizados por la flota pesquera comercial en la III y IV Región durante la temporada de pesca 1996-1997, por embarcación, mes y región de captura.
- Anexo 2. Rango de tamaño (Longitud cefalotórax (LC), mm) de machos, hembras y hembras ovíferas de langostino amarillo medidos para frecuencias de talla, por puerto y mes.
- Anexo 3. Talla (Lc, mm) y peso (g) máximos y mínimos de machos, hembras y hembras ovíferas de langostino amarillo medidos en el muestreo biológico, por puerto y mes.
- Anexo 4. Resumen de estimaciones de la relación longitud (Lc, mm) vs. peso total (g) para machos de langostino amarillo, por puerto y mes.
- Anexo 5. Resumen de estimaciones de la relación longitud (Lc, mm) vs. peso total (g) para hembras de langostino amarillo, por puerto y mes.
- Anexo 6. Resumen de estimaciones de la relación longitud (Lc, mm) vs. peso total (g) para ambos sexos en conjunto de langostino amarillo, por puerto y mes.
- Anexo 7. Contribución porcentual mensual de las distintas tallas de machos de langostino amarillo, por puerto de desembarque.
- Anexo 8. Contribución porcentual mensual de las distintas tallas de hembras de langostino amarillo, por puerto de desembarque.
- Anexo 9. Contribución porcentual mensual de las distintas tallas de hembras ovíferas de langostino amarillo, por puerto de desembarque.
- Anexo 10. Peso promedio mensual a la talla en machos de langostino amarillo capturados durante la temporada de pesca 1996-1997, por puerto de desembarque. LC= longitud del cefalotórax (mm); P= peso total (g); N= número de ejemplares analizados en cada talla.
- Anexo 11. Peso promedio mensual a la talla en hembras de langostino amarillo capturados durante la temporada de pesca 1996-1997, por puerto de desembarque. LC= longitud cefalotórax; P= peso total (g); N= número de ejemplares.
- Anexo 12. Proporción sexual mensual a la talla en langostino amarillo capturados durante la temporada de pesca 1996-1997, por puerto de desembarque. LC= longitud del cefalotórax (mm); % MA= porcentaje de machos; % HE= porcentaje de hembras. N= número de ejemplares.

## **1. OBJETIVO GENERAL**

Analizar la pesquería y evaluar el stock del langostino amarillo (*Cervimunida johni*), a través de la operación de la flota industrial que opera en las regiones III y IV.

## **2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- 2.1. Caracterizar la operación de la flota pesquera industrial y determinar el esfuerzo de pesca estandarizado, su distribución espacio-temporal y la abundancia relativa (CPUE) para el stock de langostino amarillo.
- 2.2. Estimar la biomasa total (en peso) y la abundancia (en número) del stock de langostino amarillo explotado por la flota pesquera industrial.
- 2.3. Determinar la composición de la captura por sexo, talla y condición reproductiva en el área de estudio.
- 2.4. Registrar la captura e importancia relativa de las especies que constituyen la fauna acompañante de la pesquería de langostino amarillo.
- 2.5. Determinar el estado de explotación del stock del recurso langostino amarillo.

### 3. ANTECEDENTES

El langostino amarillo (*Cervimunida johni* Porter, 1903) (Decapoda, Galatheidae) es un recurso pesquero demersal que en Chile se encuentra en la plataforma y talud continental entre Taltal (29°19' S) e Isla Mocha (38°20' S) (Henríquez, 1979), habitando de preferencia la zona de mezcla de las aguas de la Contracorriente de Günther (Arana *et al.*, 1975). Arancibia (1993) registró recientemente capturas de langostino amarillo en la zona centro-sur de Chile, desde Valparaíso hasta 36°02' S, frente a Buchupureo, como fauna acompañante en pescas de merluza común (*Merluccius gayi*) con arrastre.

De acuerdo a la Ley General de Pesca y Acuicultura, la pesquería de langostino amarillo hasta el año 1994 estaba sometida a los siguientes regímenes de acceso, de norte a sur:

- a) En el litoral de la III Región: régimen general de acceso;
- b) En el litoral de la IV Región: explotación restringida como especie objetivo, debido a que se le califica como fauna acompañante de la unidad de pesquería de merluza común, la que se encuentra sometida al régimen de pesquería en plena explotación, lo que implica acceso controlado a su explotación; y,
- c) En el litoral de las Regiones V a VIII: explotación restringida como especie objetivo, debido a que, por razones de conservación, le rige una veda desde 1989, y se le califica como fauna acompañante de la unidad de pesquería industrial de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*), la que se encuentra sometida al régimen de pesquería en recuperación.

Desde noviembre de 1994, se inició el proceso de cambio de régimen de acceso para la especie en las Regiones III y IV, aplicando el Art. 20 de la Ley General de Pesca y Acuicultura (D.S. N° 626 del 15 de noviembre de 1994), suspendiéndose por 12 meses la recepción de solicitudes y otorgamiento de autorizaciones en esa zona geográfica, y fijando un límite máximo de captura y desembarque de 2.500 ton en esa área y período. Posteriormente, se declara la Plena Explotación el 23 de junio de 1995 (D.S. N° 377), suspendiendo la recepción de solicitudes y el otorgamiento de autorizaciones de pesca por un año en la Unidad de Pesquería III y IV Región (D.S. N° 378 del 23 de junio) y tres días más tarde, se amplía la cuota anterior en 3.000 ton para el resto del año (Decreto Exento N° 118 del 26 de junio de 1995). Finalmente, se suspende también la inscripción de la

especie en el Registro Artesanal de las regiones III y IV, el 17 de julio de 1995 (Resolución N° 820). A fines del año 1995, a través del D.S. N° 260 publicado el 23 de diciembre de 1995, se fija una cuota global anual de captura de 5.000 ton para el año 1996, en el litoral de la III y IV Regiones, la que es aumentada en 1.000 ton más mediante el D.S. N° 224 del 25 de septiembre de 1996. Luego a fines del año 1996, se decreta un período de veda biológica reproductiva entre los días 1 de enero y 31 de marzo de cada año calendario (D.E. N° 324 Exento, del 18 de diciembre de 1996) y se establece una cuota global de 6.000 toneladas para el año 1997 (D. Exento N° 357, del 30 de diciembre de 1996). Finalmente, se estableció una cuota global de captura de 6.000 ton para el año 1998, que podrá ser capturada en dos períodos: a) 3.600 ton entre el 1 de abril y el 31 de agosto, ambas fechas inclusive, y b) 2.400 ton entre el 1 de septiembre y el 31 de diciembre, ambas fechas inclusive (D. Exento N° 764, del 17 de diciembre de 1997).

En las Regiones III y IV, el langostino amarillo era capturado hasta 1996, por una pequeña flota arrastrera con puertos base en Caldera y Coquimbo, quedando en la actualidad en operación sólo embarcaciones de éste último, a pesar que se sigue pescando en la III Región. En 1996, los desembarques industriales de esta especie alcanzaron a 9.203,7 ton, correspondiendo a la III Región 302,6 ton (6,7 %) y 4.210,6 ton a la IV Región (93,3 %) (SERNAP, 1996).

Los antecedentes publicados de langostino amarillo se refieren casi exclusivamente al recurso explotado en la V Región. De Buen (1957) informa sobre antecedentes básicos de su biología. Alegría *et al.* (1993) determinan la talla de primera madurez sexual de este crustáceo en 31 mm de longitud cefalotorácica. Arana y Pizarro (1970) analizan aspectos biométricos de la especie y del langostino colorado. Andrade y Báez (1980) informan la presencia de langostino amarillo como fauna acompañante de la pesquería de camarón nailon de Valparaíso. Yáñez y Barbieri (1983) establecen una frecuencia de aparición de langostino amarillo en la zona de Valparaíso, en 49 de 206 lances de pesca, a profundidades entre 130 y 500 m.

La información científica y técnica sobre el recurso langostino amarillo es escasa, debido a que en la última década el esfuerzo estuvo dirigido casi exclusivamente a determinar la biomasa de langostino colorado en las zonas de pesca frente a las Regiones VII y VIII. Para las Regiones III y IV, la información científico-técnica de langostino amarillo y de su pesquería es aún menor. Aroca (1993), en un estudio de la dinámica poblacional del langostino amarillo de la zona de Coquimbo, con

muestras del desembarque a lo largo de un año completo, entre octubre de 1988 y septiembre de 1989, informa de relaciones biométricas, de la madurez sexual y el ciclo reproductivo, de la estructura poblacional y la proporción sexual, del crecimiento, de las mortalidades, e incluso de la abundancia poblacional y de las tasas de explotación. Esto último fue determinado a través del método indirecto de Análisis de Población Virtual (APV) estructurado por tamaños.

Recientemente, el Consejo de Investigación Pesquera incluyó dentro del Programa de Investigación aprobado para 1993, la realización de un proyecto de evaluación directa del stock de langostino amarillo en el litoral de las III y IV Regiones, iniciativa que fue adjudicada y ejecutada por la Escuela de Ciencias del Mar de la Universidad Católica de Valparaíso (Pavez *et al.*, 1994). En forma paralela, el Departamento de Biología Marina de la Universidad Católica del Norte realizó, con la participación de las embarcaciones de la flota langostinera con base en Coquimbo, un estudio biológico-pesquero de esta especie entre Punta Flamenquito y Bahía Pichidangui (Acuña *et al.*, 1995). Este estudio permitió delimitar 11 zonas de pesca en las Regiones III y IV, estimar la biomasa de langostino amarillo frente al litoral de las Regiones III y IV, sugiriendo que el stock se encontraba sano, sin signos de sobreexplotación. Además, se comunicó una talla promedio de madurez sexual de las hembras de 20,6 mm de longitud cefalotorácica. Finalmente, Pool *et al.* (1996) realizaron un análisis de la pesquería y una evaluación indirecta del langostino amarillo de la III y IV Región, proyecto previo y análogo al presente estudio. Estos autores concluyeron que durante el período de su estudio el 93,1% de los desembarques ocurrieron en la IV Región y que el esfuerzo de pesca total aplicado equivalió a 6.112 horas de arrastre estándar. Además determinaron la existencia de 4 caladeros con un área total de concentración del recurso estimada de 3.942 km<sup>2</sup> y densidad relativa en el rango entre 14,9 y 16 t/km<sup>2</sup>, calculando una biomasa de 58.907 t (49,900-69,300 t) y una abundancia de 3.167 millones de individuos.

Dada la importancia de la actividad extractiva de langostino amarillo en las regiones antes señaladas, el presente estudio tiene por objeto aportar antecedentes de aspectos biológicos y pesqueros de este recurso, en la III y IV Región, para el período septiembre de 1996 a agosto 1997.

## **4. METODOLOGIA DE TRABAJO**

### **4.1. ZONA DE ESTUDIO**

El área de estudio cubre el litoral de las Regiones III y IV, hasta los 32°10' S, límite geográfico entre la IV y V Región.

La información básica se obtuvo de cada lance de pesca, a lo largo de todo un año de actividad. Los registros provienen de los datos recolectados de cada embarcación, directamente de las Bitácoras de Pesca que recupera el SERNAPESCA. Además, se utiliza la información de bitácoras propias del proyecto, que es registrada independientemente por el personal técnico destacado a bordo de las embarcaciones.

Dado el conocimiento previo, la información generada en este estudio se relaciona con las zonas de pesca (=caladeros) frente al litoral de la III y IV Regiones, según la actividad de pesca industrial de la flota, las que han sido delimitadas, precisadas y ratificadas durante el desarrollo del Proyecto de Investigación "Estudio biológico-pesquero del langostino amarillo (*Cervimunida johni*) en la III y IV Región, mediante la utilización de la flota langostinera con base en Coquimbo" (Acuña *et al.*, 1995). Cada una de estas zonas ha sido delimitada con información de las capturas por lance, más la batimetría y el tipo de fondo de cada sector. Además, se registra el desembarque de langostino amarillo de la flota de las Regiones III y IV, más la que ocurra en el puerto de Quintero, V Región.

### **4.2. PERIODO DE ESTUDIO**

El período de muestreo del estudio corresponde a un ciclo anual, comenzando en el mes de septiembre de 1996 y terminando en septiembre de 1997.

### 4.3. CARACTERIZACION DE LA OPERACION DE LA FLOTA PESQUERA COMERCIAL Y ESTANDARIZACION DEL ESFUERZO DE PESCA

#### 4.3.1. INFORMACION DE LAS CAPTURAS Y DEL REGIMEN DE OPERACION DE LAS EMBARCACIONES

##### 4.3.1.1. CARACTERIZACION DE LA FLOTA

Se realizó un análisis de la estructura de la flota arrastrera langostinera de las Regiones III y IV que opera sobre el recurso, considerando variables geométricas, funcionales, operacionales y generales, según lo informado por Acuña *et al.* (1995). En la práctica, ello consistió en una actualización de la información y resultados obtenidos por estos autores a través del Proyecto FIP 95-06 "Análisis de la pesquería y evaluación indirecta del stock de camarón nailon (II a VIII Regiones), ejecutado por la Universidad Católica del Norte junto a la Universidad de Concepción y el Instituto de Investigación Pesquera de Talcahuano, ya que las embarcaciones y artes de pesca utilizados son los mismos para ambos recursos, salvo contadas excepciones.

Las características a considerar de cada embarcación, de acuerdo con Hamlin (1970) y siguiendo a Arancibia *et al.* (1995) y Acuña *et al.* (1995), son:

- a) *Características generales*: identificación, año de construcción, astillero, país de origen, otros.
- b) *Características geométricas*: eslora máxima (m), manga moldeada (m), puntal (m), calado (m), velocidad de crucero (nudos), otros.
- c) *Características funcionales*: potencia del motor principal (HP), capacidad de bodega (m<sup>3</sup>), tonelaje de registro neto, equipamiento electrónico, número de tripulantes, capacidad de combustible, otros.
- d) *Características operacionales*: velocidad de arrastre, días en zona de pesca.

Los antecedentes disponibles de las características de las embarcaciones fueron obtenidos mediante encuestas realizadas en las empresas que extraen el recurso langostino amarillo y que desembarcan en las Regiones III y IV, y eventualmente también en la V Región.

#### 4.3.1.2. BITACORAS DE PESCA

La información de la captura diaria y de la operación de cada embarcación arrastrera industrial langostinera se obtiene de las Bitácoras de Pesca. Estas consisten en registros de zarpe y recalada, desembarque, zona de pesca, características del lance (posición de inicio y término, duración, profundidad, tipo de fondo, capturas de camarón, capturas de las principales especies de la fauna acompañante, otros).

Las Bitácoras de Pesca, con información de cada lance, fueron recolectadas por SERNAPESCA y entregadas oficialmente por el FIP a la Universidad Católica del Norte-Sede Coquimbo, donde se digitaron y almacenaron en medio magnético, incluyendo todos los datos incorporados en cada bitácora. Además se utilizó todos los lances de pesca efectuados durante el desarrollo de este proyecto, por lo que la información de pesca no se muestrea, sino que se recolecta y analiza en su totalidad, no siendo necesario un diseño de muestreo para el cálculo de la captura (peso) en la temporada.

Los registros de las bitácoras corresponden al siguiente listado, que se basa en la bitácora estándar de pesquería de arrastre nacional, a saber:

- identificación de la embarcación que realizó las faenas de pesca;
- número de lance;
- zona de pesca;
- posición inicial de cada lance, en grados y minutos;
- posición final de cada lance, en grados y minutos;
- velocidad del arrastre (nudos);
- captura (kg);
- hora de calado, en cada lance;
- duración del lance (horas, minutos);
- profundidad (m);
- tipo de fondo;
- hora inicio y término de calado, en cada lance;
- profundidad inicial y final de cada lance;

- captura (kg) de fauna acompañante.

Con motivo de los embarques que realizaron los técnicos en este proyecto, a bordo de embarcaciones arrastreras langostineras, se registró con todo detalle datos similares a los de las bitácoras de pesca que receptiona SERNAPESCA, con el objeto de corroborar esta última.

#### **4.3.2. MUESTREO BIOLÓGICO DE LAS CAPTURAS**

Sobre la captura de una cantidad estadísticamente adecuada de lances de pesca se aplica un muestreo aleatorio simple, a partir del que se genera información de la estructura del stock explotado. Las variables de la estructura biológica del stock que se analiza corresponden a:

- estructura de tallas;
- estructura de edad;
- peso promedio a la talla;
- proporción sexual;
- estado reproductivo de las hembras.

Los registros de captura de las bitácoras de pesca y la distribución mensual y espacial del esfuerzo, unido a los muestreos de frecuencia y biológicos, permiten conocer la captura total en peso y número a la talla, la edad, el sexo, y el estado reproductivo de las hembras, por zona y estrato de profundidad.

Las muestras para el análisis de los aspectos biológicos se obtienen directamente a bordo de las embarcaciones por técnicos del proyecto. En cada lance se obtiene aleatoriamente de la captura una cantidad aproximada de 5 kg de langostino amarillo con un balde previamente marcado. Esta se conserva en bolsas de plástico numeradas y mantenidas en hielo en la bodega de la embarcación, para su posterior análisis en el laboratorio. Una vez en éste se procede a medir (longitud cefalotorax, precisión 0,1 mm), sexar y determinar la condición reproductiva de las hembras en toda la muestra. Posteriormente, se obtiene aleatoriamente una sub-muestra para obtener los pesos totales de los individuos y posteriormente determinar la fecundidad (número de huevos) de las hembras ovíferas.

Originalmente se había planteado realizar muestreos en los tres puertos de desembarque: Caldera, Coquimbo Quintero, en forma proporcional a la captura desembarcada en cada uno. Sin embargo, las capturas realizadas durante los primeros meses de ejecución del Proyecto mostraron que la actividad de la flota se reducía casi completamente al puerto de Coquimbo, reorientándose el muestreo sólo a éste, ya que generalmente las naves retornan a descargar allí, lo que se mantuvo durante todo el resto del estudio.

### **4.3.3. DETERMINACION Y ESTANDARIZACION DEL ESFUERZO DE PESCA, SU DISTRIBUCION ESPACIO-TEMPORAL Y DETERMINACION DE LA CPUE**

#### **4.3.3.1. MEDICION DEL ESFUERZO**

Acuña *et al.* (1995), para la evaluación del recurso langostino amarillo (*Cervimunida johni*) de la zona centro-norte, utilizaron el esfuerzo de pesca medido en unidades de distancia (km o mn barridos por la red). Este procedimiento es apropiado pues permite convertir directamente el esfuerzo en unidades de área barrida, a través del conocimiento del ancho de barrido de la red. De esta manera, se llega a una medida muy natural de esfuerzo, en términos de área barrida, y que está directamente relacionada con el concepto de abundancia relativa (CPUE).

La medida de distancia recorrida por la red en cada lance se calcula según la siguiente expresión:

$$d_i = v_i * t_i \quad (1)$$

donde:  $d_i$  es la distancia recorrida por la red,  $v_i$  es la velocidad de la embarcación,  $t_i$  es el tiempo de arrastre efectivo (desde que la red toca fondo hasta el inicio del virado),  $i$  representa el lance.

#### 4.3.3.2. ESTANDARIZACION DEL ESFUERZO DE PESCA Y ELECCION DE LA EMBARCACION PATRON

##### 4.3.3.2.1. ESTANDARIZACION DEL ESFUERZO DE PESCA Y DETERMINACION DEL PODER DE PESCA RELATIVO

La estandarización del esfuerzo de pesca requiere conocer primero el poder de pesca relativo de las embarcaciones. De acuerdo con Gulland (1969), el poder de pesca relativo es una medida que debe dar cuenta de las capturas de una embarcación cualquiera en relación a una embarcación patrón o estándar, de la forma

$$Y_i = c * X_1^\alpha * X_2^\beta * \dots * \varepsilon \quad (2)$$

donde:  $Y_i$  son las capturas promedio de la embarcación  $i$ , considerando los lances de pesca;  $X_n$  son las variables del modelo;  $c, \alpha, \beta, \dots$  son constantes;  $\alpha$  es el factor que da cuenta de la desviación entre los valores observados y esperados.

En su forma lineal, la ecuación anterior se expresa como

$$\log(Y_i) = \log(c) + \alpha \log X_1 + \beta \log X_2 + \dots + \varepsilon \quad (3)$$

Para la estimación de  $c, \alpha, \beta, \dots$  se sigue a Hillborn y Walters (1992) y Arancibia et al. (1995), considerando las capturas contra las principales variables que caracterizan a las embarcaciones. Para ello, se analiza las capturas por lance de cada una de ellas. En los análisis se considera la información de todas las embarcaciones que se registra de la flota langostinera de las Regiones III y IV. Se incluye un análisis de sensibilidad de las variables predictoras seleccionadas para el modelo lineal generalizado.

Debido a que las embarcaciones pueden ser diferentes, en cuanto a sus características, se define el poder de pesca relativo de la embarcación  $i$  ( $PPR_i$ ) como el cuociente entre la captura promedio de la embarcación  $i$  ( $Y_i$ ) y la captura de la embarcación patrón ( $Y_p$ ), esto es:

$$PPR_i = Y_i / Y_p \quad (4)$$

En consecuencia, el esfuerzo de pesca estandarizado de la embarcación  $i$  en el lance  $j$  ( $f_{ij}$ ) corresponde al producto entre el esfuerzo de pesca nominal de la embarcación  $i$  en el lance  $j$  y su poder de pesca relativo, esto es:

$$f_{ij} = f_{i,j} * PPR_i \quad (5)$$

El esfuerzo de pesca nominal se mide en unidades como:

- (1) área barrida (producto entre la distancia barrida y el ancho del barrido de la red, que corresponde al ancho de punta de alas, según se detalla más adelante); o
- (2) otra medida útil, como el producto entre el número cúbico y la potencia del motor principal, según lo documentaron Acuña *et al.* (1995).

Para el efecto, se define una embarcación  $\mu_i$  como:

$$\mu_i = CUNO_i * HP_i \quad (6)$$

donde:  $CUNO_i$  es el denominado "número cúbico", y que corresponde al producto entre la eslora, la manga y el puntal de cada embarcación  $i$  ( $m^3$ );  $HP_i$  es la potencia del motor principal de la embarcación  $i$ .

El poder de pesca relativo ( $PPR_i$ ) se define como:

$$PPR_i = \mu_i / \mu_{prom} \quad (7)$$

Por lo tanto, el esfuerzo de pesca total estándar corresponde a la suma de los esfuerzos de pesca estándar de cada una de las embarcaciones que operen a lo largo del año de estudio.

#### 4.3.3.2.2. ELECCION DE LA EMBARCACION PATRON

Arancibia y Mora (1992) y Acuña *et al.* (1995) informaron que el rendimiento de pesca por lance, medido como la captura por unidad de distancia, se distribuye log-normal en el caso de la pesquería

de merluza común (*Merluccius gayi*) de Chile central y de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) de las Regiones III y IV. Entonces la elección del barco patrón sigue el siguiente razonamiento:

- (1) se considera los valores de captura por mn-lineal de todos los lances efectuados desde el primer al quinto mes de iniciado el estudio;
- (2) se elige un tamaño de muestra suficiente para generar n-funciones de distribución mediante la técnica de Montecarlo que permita conocer n-rendimientos de pesca promedio (captura por mn-lineal);
- (3) se calcula el promedio de los n-rendimientos de pesca obtenidos de (2);
- (4) por otro lado, se cuantifica el rendimiento de pesca por mn-lineal de cada una de las embarcaciones, medido como la captura promedio de langostino amarillo por mn-lineal;
- (5) se identifica la embarcación que presente el rendimiento de pesca más próximo al calculado en (3), correspondiendo luego ésta a la embarcación patrón.

#### **4.3.3.3. MEDICION DE LA CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO ESTANDAR (CPUE) DE CADA LANCE**

La CPUE de cada lance corresponde a la razón entre captura de langostino amarillo (en peso y número, esto último a través del peso promedio ponderado de individuos en cada uno de los puertos de desembarque) y el esfuerzo estandarizado, que de ahora en adelante será llamada  $C/EE$ .

##### **4.3.3.3.1. CALCULO DEL AREA BARRIDA**

Para el cálculo del área de barrido de la red, se utiliza la metodología de Koyama (1974), ya empleada para obtener esta información en la pesquería del camarón nailon (Proyecto FIP 95-06, realizado por los autores de este Informe).

## KOYAMA (1974)

Este procedimiento de cálculo incorpora la táctica de pesca realizada por las unidades de pesca (embarcaciones). Al respecto, Koyama (1974) incluye en su modelo general de cálculo la profundidad de trabajo de la red, además de características geométricas y operacionales del arte de pesca, entre otras.

La metodología de Koyama (1974) ha sido validada por Wakabayashi *et al.* (1985), Carrothers (1980) y Nashida (1990). Estos autores señalan que la abertura de punta de alas está en función de la longitud de cables de arrastre, malletas, estándar, red, patas de gallos en portalones, ángulos de divergencia y declinación.

Lo anterior se expresa a través de la siguiente función analítica:

$$W = k \frac{2 l_w * l_n}{l_h + l_n} * \text{sen} \frac{\Theta}{2} + \frac{l_l * l_n}{l_h + l_n} \quad (8)$$

donde k es un coeficiente que se obtiene a partir del ángulo de declinación;  $l_w$  es la longitud del cable de cala (m);  $l_n$  es la sumatoria de la longitudes de la red trabajando (depende del diseño, número de paneles; m);  $l_h$  es la longitud de malleta más longitud de estándar y patas de gallo (m);  $l_l$  es la separación entre salidas de cables de arrastre (m);  $\theta$  es el ángulo de divergencia (grados).

Para el uso de esta función se considera los siguientes supuestos:

- el cable de cala forma una línea recta al portalón;
- la longitud de malleta más la longitud de estándar forma una línea recta entre el portalón y punta de ala;
- la longitud de malleta más estándar forman un triángulo isósceles con una línea entre portalones, como la longitud de red a esta línea entre portalones;
- el ángulo de divergencia del cable respecto al eje longitudinal de la embarcación es igual para cada cable.

Para la aplicación de este método se obtienen los siguientes datos a bordo, por lance: ángulos de divergencia y declinación del cable de arrastre, profundidad de arrastre, longitud de cable de arrastre

y velocidad de arrastre al inicio y final de cada lance.

Para la determinación de la abertura de punta de alas (APA) se requiere conocer algunas variables técnicas, las que se incorpora en el modelo final de cálculo. Para ello, a continuación se expone el procedimiento en detalle de cada una de éstas.

El ángulo de ataque ( $\alpha_o$ ) es una de las principales variables a cuantificar, ya que es éste el que proporciona la configuración total de la red bajo condiciones de trabajo. El ángulo  $\alpha_o$  se puede obtener a través de medición experimental o por la evaluación de planos geométricos. Según Salomón (1981), este ángulo de entrada se obtiene ponderando la longitud de cada cuerpo constituyente de la red respecto a la longitud total de la red en condiciones de operación. La expresión analítica con la que se estima este ángulo es

$$\alpha_o = \frac{\sum_{i=1}^n L_i * \alpha_i}{\sum_{i=1}^n L_i} \quad (9)$$

donde  $L_i$  es el largo de cada cuerpo;  $\alpha_i$  es el ángulo de cada cuerpo.

Para obtener el ángulo de cada cuerpo se aplica la siguiente función:

$$\alpha_i = \arctg \left( \frac{R_m * u_1}{u_2} \right) \quad (10)$$

donde  $R_m$  es la razón de mengua;  $u_1$  es el coeficiente de abertura de la malla;  $u_2$  es el coeficiente de altura de la malla.

La razón de mengua utilizada corresponde a la razón de corte que poseen los cuerpos constituyentes de la red. Para tal efecto, se aplica la tabla de transformación de Melo (1980).

Cabe señalar que, para el caso de redes camaroneras/langostineras de dos paneles, el factor de acortamiento utilizado en este trabajo, en el copo es 0,8 (Koyama, 1974).

Para obtener el coeficiente de abertura horizontal de la malla  $u_1$  de la red, se debe calcular tanto en el panel superior como en el inferior, aplicando la siguiente función

$$u_{1\text{superior}} = \frac{L_c}{N_{\odot} * t_{\odot}} \quad (11)$$

donde  $L_c$  es la longitud de cable en la boca del panel superior (m);  $N$  es el número de mallas en la boca panel superior;  $t$  es el tamaño de malla del cielo (m).

Para el caso del cálculo en el panel inferior, se aplica lo siguiente

$$u_{1\text{inferior}} = \frac{L_c}{N_{\odot} * t_{\odot}} \quad (12)$$

donde  $L_c$  es la longitud de cable en el borlón (m);  $N$  es el número de mallas en la boca inferior;  $t$  es el tamaño de malla en la boca inferior (m).

Luego de determinar los dos coeficientes (superior e inferior), se aplica los siguientes criterios técnicos

$$\text{Si } u_{1\text{inferior}} * 0,75 > u_{1\text{superior}}$$

El  $u_1$  de la red es el  $u_1$  de relinga

$$\text{Si } u_{1\text{inferior}} * 0,75 < u_{1\text{superior}}$$

El  $u_1$  de la red es el promedio de ambos coeficientes

$$\text{Si } u_{1\text{inferior}} * 0,75 = u_{1\text{superior}}$$

El  $u_1$  de la red es el valor de la igualdad

El coeficiente de abertura vertical de la malla ( $u_2$ ) se determina por:

$$u_2 = \sqrt{1 - u_1^2} \quad (13)$$

Después de obtener los valores antes señalados, se procede a calcular la abertura de punta de alas (APA) de la red trabajando, a través del siguiente modelo teórico-empírico general:

$$APA = 2 * \left( \sum_{i=1}^n L_i + L_{\text{p.a.}} * t_{\text{m.}} \right) * u_2 * \tan \alpha_0 \quad (14)$$

donde  $L_{\text{p.a.}}$  es el número de mallas en la punta de alas, en caso de existir;  $t_{\text{m.}}$  es el tamaño de malla medio de las puntas de alas, entre panel superior e inferior.

Cabe señalar que para determinar la distancia recorrida por la red, se calculará desde el momento en que se frena el winche principal (cable de cala) hasta que la red comienza a ser virada.

Luego de obtener la distancia recorrida por la red y la abertura de punta de alas por cada lance, el área de barrido en cada lance ( $a_i$ ) corresponde simplemente al producto entre APA y  $d_i$ . Además, se procede a determinar la varianza de la abertura de punta de alas para estimar luego la banda de confianza de esta variable y el impacto que tiene en los estimados de abundancia del recurso en estudio.

#### 4.3.3.4. LOCALIZACION GEOGRAFICA Y BATIMETRICA DEL ESFUERZO

Con las posiciones de cada lance registradas en las Bitácoras de Pesca se analiza la distribución geográfica y batimétrica de la operación de pesca. Se espera que la pesca se concentre nuevamente en zonas (=caladeros) definidas, las que parecen ser de menor tamaño hacia el norte de la distribución del recurso, debido a que la plataforma continental es más estrecha, tal como lo documentaron Acuña *et al.* (1995).

Se confecciona mapas con la localización geográfica de la totalidad de los lances de pesca. A la vez, se analizará la distribución batimétrica del esfuerzo y la captura, considerando igualmente la totalidad de los lances de pesca.

#### **4.4. ESTIMACION DE LA BIOMASA (EN PESO) Y ABUNDANCIA (EN NUMERO) DEL RECURSO LANGOSTINO AMARILLO EXPLOTADO POR LA FLOTA PESQUERA INDUSTRIAL**

Se presentan varios métodos para estimar la biomasa y/o la abundancia del stock de langostino amarillo, los que serán tratados independientemente. Se elige esta opción debido a la distinta naturaleza de las metodologías. Una posibilidad, remota por cierto, es que todos los resultados sean coincidentes o similares, aunque la otra es que algunos sean más similares que otros, lo que será materia de la discusión, una vez generados los resultados. No existe ni se presenta un criterio de selección *a priori*, por lo que deberá aceptarse uno *a posteriori*, a la luz de los propios resultados, naturalmente.

##### **4.4.1. METODOLOGIA DE EVALUACION DE STOCK SEGUN UN ESQUEMA MODELO-BASADO Y OTRO DISEÑO-BASADO, CONSIDERANDO LA CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO**

La evaluación del stock de langostino amarillo se basa en una anterior análoga aplicada al estudio del recurso camarón naílon, en ejecución (Acuña *et al.*, 1997). La composición de edad en los desembarques de langostino amarillo en la zona de estudio, considerando una colección de datos de un crucero de investigación (Acuña *et al.*, 1995) y de una tesis de título (Aroca, 1993), presenta 6 grupos de edad en los machos y 5 en las hembras (nota: el grupo de edad mayor es un grupo "plus").

Si se asume que la información registrada en las bitácoras de pesca es de buena calidad, o puede ser corregida, se puede llevar a efecto la estimación de la abundancia (número) y biomasa (peso) de la fracción explotada del stock en base a métodos estadísticos de análisis de la captura por unidad de esfuerzo estandarizada ( $C/EE$ ) de los lances de pesca, como ha sido realizado para merluza común de la zona central (Arancibia y Mora, 1992), para langostino colorado de la zona centro-sur (Roa *et al.*, 1993) y para langostino amarillo de la zona centro-norte (Acuña *et al.*, 1995).

Una ventaja de este enfoque es la gran cantidad de lances que ocurren en un año de pesca, lo que se considera como una fuente de información valiosa sobre la abundancia del recurso. Bajo este

enfoque de análisis, la flota es considerada como un muestreador exhaustivo no aleatorio de la abundancia relativa.

Sin embargo, existen tres dificultades importantes en este enfoque:

- (1) la flota suele estar conformada por un conjunto relativamente heterogéneo de embarcaciones;
- (2) la operación de la flota no es instantánea, lo que se traduce en una remoción por pesca a lo largo del año, además de la mortalidad natural;
- (3) la distribución espacial de los lances de pesca, en un año de operación, no es al azar.

Esto último tiene un efecto importante sobre la forma del estimador estadístico de la  $C/EE$  como parámetro poblacional de un conjunto teóricamente infinito de lances. Por lo tanto, cualquier metodología que use la  $C/EE$  para evaluar abundancia debe introducir criterios estadísticos y correcciones explícitas para los tres problemas mencionados.

De acuerdo con Ricker (1975), la abundancia relativa promedio, medida apropiadamente, es una función estrictamente lineal de la abundancia global, a través de la siguiente relación:

$$\frac{C}{EE} = q \frac{B}{A} \quad (15)$$

donde:  $C/EE$  es la captura ( $C$ ) por unidad de esfuerzo estandarizado ( $EE$ ) promedio, como medida de abundancia relativa;  $q$  es la fracción del stock que es capturada dentro del área que barre la red;  $B$  es la abundancia global;  $A$  es el área global que ocupa la fracción retenida. A partir de este supuesto de linealidad se tiene que:

$$B = \left[ \frac{C}{EE} \right] \frac{A}{q} \quad (16)$$

Este razonamiento se fundamenta en el supuesto que la distribución espacial de la abundancia relativa ( $C/EE$ ) 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 :

$$B = \frac{1}{q} \int \int_{x,y} z(x,y) dx dy \quad (17)$$

donde la biomasa es un volumen que se obtiene integrando sobre un área una función espacial de la densidad o abundancia relativa.

Este enfoque pretende aplanar el contorno tridimensional descrito por la función  $z(x,y)$ , de tal manera que ésta sea aproximada por una constante independiente de la posición espacial, una altitud promedio del paisaje. Los tres problemas señalados previamente consisten en que las mediciones de altitud, o abundancia relativa, son realizadas por entidades relativamente heterogéneas, en que la medición toma tal tiempo que ocurren cambios naturales y provocados por la medición (la extracción pesquera) en el paisaje, y en que la constante que aproxima la función  $z(x,y)$ , derivada de la mediciones de abundancia relativa, tiene propiedades distribucionales que emanan de su falta de aleatoriedad.

El problema de la heterogeneidad de la flota es abordado a través del uso de una medida de esfuerzo estandarizado ( $EE$ ), que hace que el esfuerzo realizado por una embarcación cualquiera, en todos y cada uno de sus lances, se convierta en una fracción del esfuerzo que habría realizado la embarcación patrón.

Para enfrentar el otro problema, que la pesca ocurre por un período prolongado de tiempo, la evaluación se puede situar en la mitad de la temporada de pesca (Pope, 1972), introduciendo descuentos hasta esa fecha por mortalidad natural y por mortalidad por pesca, con lo que:

$$\hat{B} = A \frac{\left[ \frac{C}{EE} \right]}{q} e^{-M \frac{t}{2}} \cdot C_{r/2} \quad (18)$$

donde  $\tau$  es el período de duración de la pesca, como fracción de un año;  $M$  es la mortalidad natural;  $C$  es la captura.

Para enfrentar el tercer problema, de la falta de aleatoriedad de los lances, y entonces de la forma del estimador de la  $C/EE$ , se han desarrollado dos procedimientos destinados a darle una forma apropiada al estimador de la  $C/EE$  poblacional y obtener su varianza.

Antes de explicar estas metodologías en detalle, se debe describirlas brevemente en sus aspectos más fundamentales, para darles un nombre apropiado, recurriendo a la exposición conceptual de Smith (1990), que trata el problema de los *estimadores diseño-basados* y *modelo-basados*.

La primera metodología, corresponde a analizar y aprovechar las propiedades estadísticas distribucionales de la  $C/EE$ , que provienen del hecho de la falta de aleatoriedad, así como de otros factores relacionados con la distribución espacial del recurso en la naturaleza. Esta se basa en un modelo estadístico apropiado para la distribución de probabilidad de la  $C/EE$  de los lances de pesca, por lo que se clasifica como *estimación modelo-basada*.

La segunda metodología convierte virtualmente el conjunto de lances no aleatorios en un nuevo conjunto de lances aleatorios, a través de un diseño de muestreo probabilístico que se impone computacionalmente sobre el arreglo espacial de lances. De este procedimiento se obtiene una distribución empírica de probabilidad de la  $C/EE$  promedio que no proviene de los lances individuales, sino de conjuntos aleatorios de lances agregados de acuerdo a su vecindad espacial. Como esa distribución empírica de la  $C/EE$  proviene de un diseño de muestreo aleatorio, se la clasificará como *estimación diseño-basada*.

#### 4.4.1.1. ESTIMACION MODELO-BASADA DE LA ABUNDANCIA

Para algunos recursos nacionales, Arancibia y Mora (1992), en merluza común de Chile central y Acuña *et al.* (1995), en langostino amarillo de Chile centro norte, observaron que, en todos los casos, la  $C/EE$  presenta una clara Distribución Delta (Pennington, 1986). En ésta, las observaciones mayores que 0 se distribuyen lognormal, existiendo una fracción de observaciones iguales a 0. A

partir de este hecho, propio de muchas observaciones de abundancia relativa pesquera (Pennington, 1986), el estimador modelo-basado de la *C/EE* corresponde al estimador Finney-Sichel (*FS*), que ha sido descrito como el estimador de máxima verosimilitud en la distribución lognormal (McConnaughey y Conquest, 1993) y que viene dada por la siguiente expresión (Pennington, 1986):

$$FS = \left( \frac{m}{x} \right) \exp(\bar{y}) G_m(r) \quad (19)$$

donde  $m$  es la cantidad de lances positivos;  $x$  es la cantidad total de lances;  $\bar{y}$  es la media de la variable transformada a logaritmo natural  $G_m(r)$  es una función de la varianza de la variable transformada a logaritmo de la siguiente forma (Nota: aquí se adopta la notación de McConnaughey y Conquest (1993), en lugar de la de Pennington (1986)):

$$G_m(r) = 1 + \frac{(m-1)r}{m} + \frac{(m-1)^3 r^2}{2! m^2 (m+1)} + \frac{(m-1)^5 r^3}{3! m^3 (m+1)(m+3)} + \dots \quad (20)$$

donde  $m$  es mayor que 0, y

$$r = \frac{s^2}{2} \quad (21)$$

donde  $s^2$  es la varianza de la variable transformada a logaritmo;  $G_m(r)$  es una serie infinita que depende de la varianza de los datos transformados a logaritmo y de la cantidad de valores distintos de cero.

La varianza de *FS* viene dada por (Pennington, 1986):

$$VAR(FS) = \left[ \frac{m}{n} \right] \exp(2\bar{y}) \left[ \left( \frac{m}{n} \right) G_m^2 - \frac{(m-1)}{(n-1)} G_m \frac{(m-2)2r}{(m-1)} \right] \quad (22)$$

donde  $m$  y  $x$  son mayores que 1.

La construcción de un intervalo de confianza para *FS*, y por lo tanto para el estimado de biomasa (*B*), requiere de un tratamiento especial, lo que se debe a la naturaleza asimétrica de la distribución lognormal (McConnaughey y Conquest 1993). En primer lugar, el error estándar del producto de una constante y una variable, medida con error, es simplemente la constante por el error estándar de

ésta (Seber 1982).

Si se asume que el área global de la población evaluada ( $A$ ) se mide sin error, lo mismo que la fracción del stock local que es removida por una unidad de esfuerzo ( $q$ ), el intervalo de confianza de la estimación de abundancia  $B$  estará dado por el producto entre  $A/q$  y los límites de confianza de la razón (lognormal)  $C/EE$ . Los límites de confianza lognormales de la razón  $C/EE$  están dados por:

$$LS_{1-\alpha} = e^{\left(\bar{y} + r + H_{1-\alpha} \sqrt{\frac{2r}{m-1}}\right)} \quad (23)$$

donde  $m$  es mayor que 1, y los estadísticos  $H$  (que son diferentes para cada límite debido a la asimetría) corresponden a una combinación lineal de la media y la desviación estándar lognormales, y se encuentran tabulados en Land (1975). La combinación particular de grados de libertad y varianzas (que determinan la selección de  $H$ ) que se obtuvieran en este estudio pudieran no encontrarse disponibles en la tablas de Land (1975). Por lo tanto, siguiendo la recomendación de este autor, se utilizará doble interpolación de 4 puntos de Lagrange (para los grados de libertad y para la varianza), según:

$$g(x) = \sum_{i=0}^{k-3} l_i(x) g_i \quad (24)$$

donde:

$$l_i(x) = \frac{(x-x_0)\dots(x-x_{i-1})(x-x_{i+1})\dots(x-x_k)}{(x_i-x_0)\dots(x_i-x_{i-1})(x_i-x_{i+1})\dots(x_i-x_k)} \quad (25)$$

obteniéndose valores casi exactos de los estadísticos  $H$  del límite superior y del límite inferior del intervalo de confianza de la  $C/EE$  Finney-Sichel.

La estimación de la  $C/EE$  Finney-Sichel se realiza sobre la base de la captura en número, que se obtiene del cuociente entre la captura en peso (registrada en bitácoras) y el peso promedio ponderado de los organismos en cada área de pesca. En relación a la estimación de abundancia, ésta se hace por zona de pesca, las que son identificadas en base a la distribución espacial de los lances de pesca.

En ausencia de información específica del coeficiente de capturabilidad ( $q$ ), puede suponerse inicialmente que éste igual a 1, tal como se ha hecho en otros estudios (Anderson, 1991). Esta presunción significa que todos los individuos que están en la ruta de barrido de la red quedan retenidos por ella, y sólo es válida para las tallas y clases anuales completamente reclutadas al arte de pesca. Sin embargo, más adelante se detalla un procedimiento de cálculo para el coeficiente de capturabilidad.

El área en que se distribuye la fracción explotada del stock ( $A$ ) se mide en base a un cuadrículado computacional fino, cálculo del área de cada cuadrícula, y recuento de las cuadrículas que contienen a la gran mayoría de los lances de pesca. La captura hacia la mitad de la temporada de pesca para cada zona se obtiene de las bitácoras de pesca. Por último, el valor de la tasa instantánea de mortalidad natural ( $M$ ) se estimará durante el desarrollo del presente proyecto, dando cuenta de los resultados esperados.

#### 4.4.1.2. ESTIMACION DISEÑO-BASADA DE LA ABUNDANCIA

Debido a que la cantidad de lances disponibles en un año es alta y a que se conoce su distribución espacial, entonces es posible realizar una prueba estadística de simulación de cruceros científicos, para construir un estimador diseño-basado de la  $C/EE$  promedio. El procedimiento consiste en los siguientes pasos:

- 1) se define el área de evaluación en base a la diferencia entre la longitud máxima y mínima, y la latitud máxima y mínima de todos los lances realizados en una temporada de pesca;
- 2) el rectángulo producido se cuadrícula en una grilla con celdas de tamaño definido, similares a las celdas de una grilla utilizada en un crucero científico (Acuña *et al.*, 1995);
- 3) todos los lances que entran en el análisis son ubicados en esta grilla, con lo que cada celda de la grilla puede contener ninguno o varios lances;
- 4) en una corrida del proceso y en base a un diseño completamente aleatorio sin reemplazo, se

elige una cantidad de celdas a ser muestreadas; sólo las celdas con a lo menos un lance en su interior son consideradas válidas. Esta etapa corresponde a la simulación de un crucero científico y contiene el algoritmo de simulación propiamente tal;

- 5) en la corrida del proceso se calcula la  $C/EE$  promedio aritmética de cada celda, la  $C/EE$  promedio aritmética de toda la corrida y la varianza muestral de la  $C/EE$  promedio de la corrida;
- 6) el proceso de simulación de un crucero científico en base a un diseño completamente aleatorio se repite tantas veces como se desee, recomendándose 1.000 o más veces;
- 7) finalmente, se exportan los resultados a un archivo que contiene una gran cantidad de cruceros simulados.

Para la selección de una colección aleatoria de celdas en cada corrida, se utiliza un algoritmo que se basa en la rutina de generación de números aleatorios de Press *et al.* (1992), que es la fuente estándar, a nivel internacional, de rutinas de procesos numéricos computacionales.

De acuerdo al procedimiento recién descrito, los lances de pesca y su  $C/EE$  asociada, no son individualmente utilizados en el cálculo de la  $C/EE$  promedio, sino que se utilizan conjuntos aleatorios de lances y su  $C/EE$  promedio aritmética, de acuerdo con el tamaño de celda definido y la rutina de generación de número aleatorios.

Existe una prueba que el procedimiento que utiliza lances comerciales de pesca, que no son aleatorios en el espacio y que provienen de una población potencialmente infinita, cumple sin embargo, con los principios del muestreo aleatorio de poblaciones finitas. En ese caso la  $C/EE$  promedio puede ser utilizada como un estimador diseño-basado, con todas las propiedades estadísticas de falta de sesgo, varianza mínima y diseño-consistencia (Smith 1990).

Según el Teorema del Límite Central, para tamaños muestrales grandes, como en nuestro caso, las medias de una variable aleatoria van a distribuirse asintóticamente normal, independiente de la distribución subyacente de la variable, que en este caso es la distribución lognormal. Si el procedimiento es uno de muestreo aleatorio simple de una población finita de unidades de muestreo,

entonces la  $C/EE$  promedio obtenida de cada crucero simulado debe distribuirse en forma normal, a pesar de la distribución lognormal de la  $C/EE$  de los lances de pesca individualmente tratados.

El cálculo de la varianza de la  $C/EE$  diseño-basada consiste en la media muestral de la varianza de cada una de las corridas, o cruceros simulados, puesto que se utiliza la misma cantidad de celdas a ser visitadas. Es decir, no se necesita ponderación. Esta varianza muestral entra directamente en el cálculo del estimador de abundancia, derivando en un intervalo de confianza de la estimación.

En el caso del cálculo del número de individuos (a la talla o edad), el tratamiento es simple, cuando se conoce la biomasa global mediante los métodos diseño-basado y modelo-basado, ya que únicamente se debe descomponer la biomasa mediante el factor de expansión, a partir de los datos de los muestreos.

En efecto, la estructura de tamaños en el crucero es convertida en estructura de tamaños en el stock vulnerable según la siguiente expresión:

$$f_{LH} = f_{LH(\%)} * \left( \frac{B_{total}}{PESOLH} \right) \quad (26)$$

donde  $f_{LH}$  es la estructura de tamaños en el crucero,  $B$  total es la biomasa total;  $PESOLH$  es el peso total de todos los individuos muestreados de una determinada talla o tamaño (al milímetro de longitud cefalotorácica).

#### 4.4.2. DISTRIBUCION ESPACIAL DE LA ABUNDANCIA DEL STOCK DE LANGOSTINO AMARILLO

La distribución espacial de la función  $z(x,y)$ - $CPUE$  será analizada para cada área de pesca (=caladero) y/o rango de latitud.

#### 4.4.3. ESTIMACION DE LA ABUNDANCIA MEDIANTE ANALISIS DE COHORTES

## TALLA Y EDAD ESTRUCTURADOS, INDEPENDIENTEMENTE

Recientemente, Cubillos *et al.* (MS, 1996) han aplicado el Análisis de Cohortes para la evaluación indirecta de la abundancia de camarón nailon de la II a la VIII Regiones. El mismo tratamiento se aplica al langostino amarillo de las Regiones III y IV.

El Análisis Secuencial de la Población estructurado por tallas utiliza la ecuación de supervivencia para reconstruir la abundancia en número desde los intervalos de tallas más grandes (j+1) hacia los más pequeños, i.e.

$$N_{t(j)} = N_{t+\Delta t(j+1)} \exp[(S_{t(j)} F_c + M)\Delta t] \quad (27)$$

donde  $\Delta t$  es el tiempo transcurrido entre el límite inferior y superior del intervalo de longitud j;  $N$  es el número de individuos;  $S$  es la selectividad;  $F_c$  es la mortalidad por pesca de la fracción completamente reclutadas;  $M$  es la tasa instantánea de mortalidad natural.

Los parámetros de crecimiento del modelo de von Bertalanffy se utilizaron para estimar el tiempo transcurrido entre el límite inferior y superior de cada clase de talla ( $\Delta t$ ), i.e.

$$\Delta t = K^{-1} \ln[(L_\infty - L_j) / (L_\infty - L_{j+1})] \quad (28)$$

donde  $K$  y  $L_\infty$  son parámetros del modelo de crecimiento de von Bertalanffy;  $K$  es el coeficiente de crecimiento ( $\text{año}^{-1}$ );  $L_\infty$  es la longitud asintótica (mm);  $L_j$  representa la longitud en el j-ésimo intervalo de tamaño. Se utilizó los parámetros de crecimiento obtenidos en este estudio

El patrón de explotación fue asumido logístico y determinado por dos parámetros ( $S_1, S_2$ ), i.e.

$$S_{t(j)} = [1 + \exp(S_1 - S_2 L_j)]^{-1} \quad (29)$$

La tasa de mortalidad por pesca para la fracción completamente reclutada ( $F_c$ ) se multiplicó por el patrón de explotación obtenido con la ecuación anterior para estimar la tasa de mortalidad por pesca en cada clase de talla, i.e.

$$F_{t(j)} = S_{t(j)} F_c \quad (30)$$

Estos valores de mortalidad se utilizaron en la ecuación de captura de Baranov para obtener capturas en número estimadas ( $C^{est}$ ) para cada clase de talla, las que se comparan con las capturas observadas ( $C^{obs}$ ), usando un criterio de minimización de sumas de residuos al cuadrados, i.e.

$$SCR = \sum [\ln(C^{obs}) - \ln(C^{est})]^2 \quad (31)$$

La minimización de la función objetivo se realizó con el macro Solver del programa Excel 5.0 de Microsoft. El algoritmo fue Newton con estimación lineal con derivadas progresivas. El algoritmo permite estimar los parámetros que explican las capturas observadas; i.e. la tasa de mortalidad de las clases de talla completamente vulneradas ( $F_c$ ) y los parámetros ( $S_1, S_2$ ).

La biomasa promedio viene dada por

$$\bar{B} = \sum \Delta t B_j = \sum w_j [N_{j+1} - N_j] / Z_j \quad (32)$$

donde  $w_j$  es el peso promedio de la clase de longitud  $j$ ;  $N$  es la abundancia en número y  $Z$  es la tasa de mortalidad total en la clase de longitud  $j$ . Se utilizó la biomasa promedio y las capturas (ton) para estimar una tasa de mortalidad por pesca global, que es equivalente a obtener una tasa de mortalidad por pesca ponderada por la biomasa promedio, i.e.

$$F_g = \frac{\sum_j F_j B_j}{\sum_j B_j} = \frac{Y}{B} \quad (33)$$

donde  $F_g$  es la mortalidad por pesca global;  $F_j$  es la mortalidad por pesca en cada clase de talla  $j$ ;  $B$  es la biomasa promedio;  $Y$  es la captura total en peso. La biomasa inicial, antes de la pesca, se estima utilizando  $F_g$  y la biomasa promedio, i.e.

$$B_0 = \frac{B(F_g + M)}{(1 - \exp(-(F_g + M)))} \quad (34)$$

#### 4.4.3.1. ANALISIS SECUENCIAL DE POBLACION (ASP) ESTRUCTURADO POR EDADES

Como una alternativa al ASP estructurado por tallas, también se realiza una evaluación edad-estructurada con intervalos mensuales. El ASP edad-estructurado sigue cada cohorte, las que fueron identificadas con el programa MULTIFAN. Para reconstruir la abundancia se utilizó la ecuación de MacCall (1986), i.e.

$$N_{i,t} = N_{i+1,t+1} \exp(M) + C_{i,t} M / (1 - \exp(-M)) \quad (35)$$

donde N representa la abundancia en número; M la tasa de mortalidad natural; C las capturas en número del grupo de edad i en el mes t. El ASP por mes sigue una misma edad hasta el momento en que debe cumplir un año más, aspecto que se ilustra en el siguiente esquema con enero como "Mes 0":

|               | Tiempo-----> |              |              |              |     |              |              |              |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----|--------------|--------------|--------------|
| Edad Relativa | Año 1<br>Nov | Año 1<br>Dic | Año 2<br>Ene | Año 2<br>Feb | ... | Año 2<br>Nov | Año 2<br>Dic | Año 3<br>Ene |
| 1             |              |              |              |              |     |              |              | Terminal     |
| 2             |              |              |              |              | ... |              |              | Terminal     |
| 3             |              |              |              |              |     |              |              | Terminal     |
| 4             |              |              |              |              |     |              |              | Terminal     |
| 5             |              | Terminal     | Terminal     |              |     |              |              | Terminal     |

Una vez obtenida la abundancia en número, la tasa de mortalidad por pesca (F) se obtiene con el

siguiente modelo:

$$F_{i,t} = \ln \left( \frac{N_{i,t}}{N_{i+1,t+1}} \right) - M \quad (36)$$

La mortalidad por pesca terminal se fijó igual a la mortalidad natural inicial (iteración: I=0), aunque posteriormente los valores de ésta fueron iterados imponiendo un promedio correspondiente a igual mes de años previos. Esto permitió objetivizar la selección de los F terminales. Una vez estabilizado el ASP, se procedió a estimar la biomasa y otras cantidades de interés para la evaluación y el diagnóstico de la situación del recurso.

#### 4.4.4. METODO SHOT PARA ESTIMACION DE BIOMASA

El método SHOT es clasificado como un método simple para predecir capturas y biomasa en periodos cortos, i.e. uno a dos años plazo. Este fue desarrollado por Shepherd (1991) y se basa en un modelo de producción tiempo-dependiente (autorregresivo) y ha sido aplicado recientemente a la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) por Arancibia *et al.* (1994) y al caso del camarón nailon por Cubillos *et al.* (MS, 1996).

El método SHOT puede aplicarse a una variedad de situaciones dependiendo de la naturaleza de la información y las características del stock bajo análisis. Para aplicar el método sólo se requiere una serie de tiempo de capturas anuales (en peso) e índices de reclutamiento. También se requiere conocer el nivel de explotación, aunque usualmente los resultados del método no son muy sensibles a este parámetro.

El método SHOT se basa en la siguiente ecuación de biomasa del stock:

$$B_{t+1} = B_t \exp(G - Z) + P_{t+1} \quad (37)$$

donde t representa años, B es la biomasa del stock a comienzos de año, Z = F + M es la mortalidad total (= mortalidad por pesca más mortalidad natural), G es un coeficiente instantáneo de

crecimiento en peso,  $P$  es la producción anual, equivalente al reclutamiento (en peso), que ocurre a fines del año  $t$  y comienzos del año  $t+1$ .

Otra ecuación es el factor "hang-over", definido como

$$h = \exp(G - Z) = \exp(\delta) \exp(-F) \quad (38)$$

donde  $\delta = (G - M)$ ,  $F$  es la tasa de mortalidad por pesca. A su vez, la relación entre  $h$  y la tasa de explotación, o razón captura/ biomasa, se puede aproximar por

$$h \cong \exp(\delta) - \exp(\delta/2) F^* \quad (39)$$

donde  $F^*$  es la razón de capturas/biomasa, i.e. captura durante el año ( $Y_t$ ) a la biomasa total a comienzos del año. Además,

$$Y_t = F^* B_t \quad (40)$$

La producción actual (posterior) viene dada por la siguiente relación:

$$P_t = (Y_t / F^*) - (h_{t-1} Y_{t-1}) / (F^*_{t-1}) \quad (41)$$

Para el caso del langostino amarillo, se supondrá que  $\delta = G - M = 0$  y se asumirá un valor constante de  $F^* = 0,20 \text{ año}^{-1}$ , el que resultará en base a la biomasa total calculada para comienzos de 1996 con el Análisis de Cohortes edad-estructurado. Inicialmente, se ingresa la unidad como índice de reclutamiento, el que más tarde, en forma iterativa, se reemplaza por los valores de producción.

#### 4.5. ESTIMACION DEL COEFICIENTE DE CAPTURABILIDAD

Los análisis de series de tiempo de estadísticas de pesca comercial son hechos generalmente asumiendo que el coeficiente de capturabilidad ( $q$ ) permanece constante, lo que rara vez es válido. En efecto cambios en la capturabilidad, abundancia y la pesca contribuyen a las fluctuaciones en las

capturas de un stock (Clark y Marr, 1956; Pope y Garrod, 1975). Además, los cambios conductuales del recurso, debido al tamaño o edad, pueden también producir variaciones en la capturabilidad (Morrissy y Caputi, 1981).

#### 4.5.1. CALCULO DEL COEFICIENTE DE CAPTURABILIDAD

El coeficiente de capturabilidad se define como la fracción de un stock que es capturada por una unidad de esfuerzo de pesca dada (Ricker, 1975). La relación entre captura, esfuerzo, abundancia y capturabilidad es:

$$\left(\frac{C}{f}\right)_t = q_t N_t \quad (42)$$

donde  $(C/f)_t$  es la captura promedio por unidad de esfuerzo del período  $t$ ;  $N_t$  es la abundancia promedio durante el período  $t$ ;  $q_t$  es el coeficiente de capturabilidad durante el período  $t$ .

La abundancia promedio en un período corto cualquiera se asume que corresponde aproximadamente a  $(N_t + N_{t+1})/2$ . La captura por unidad de esfuerzo promedio en un período de tiempo puede ser calculada como la captura total dividida por el esfuerzo total para aquel período. Entonces, la ecuación anterior puede ser reordenada para definir el coeficiente de capturabilidad ( $q$ ) como:

$$q_t = \frac{\left(\frac{C_t}{f_t}\right)}{\left(\frac{N_t + N_{t+1}}{2}\right)} \quad (43)$$

Esta ecuación puede ser utilizada para calcular coeficientes de capturabilidad en períodos de tiempo cortos (mensuales o infra mensuales) y, eventualmente para cada grupo de edad o grupo de talla. Se probará algunas de estas escalas de tiempo para calcular un valor de  $q$  representativo, en función de los  $q$  individuales.

#### 4.5.2. CALCULO DE LA ABUNDANCIA EN UN PERIODO DE TIEMPO "t"

De acuerdo con Tomlinson (1970), una razón de captura ( $R_i$ ) puede ser calculada como el cociente entre la captura en el intervalo de tiempo actual y aquella en el intervalo de tiempo siguiente, según la expresión:

$$R_i = \frac{C_{i+1}}{C_i} = \frac{e^{-t_i(F_i+M_i)} E_{i+1}}{E_i} \quad (44)$$

donde  $C_i$ ,  $C_{i+1}$  son el número de individuos capturados en los intervalos de tiempo  $i$  e  $i+1$ ;  $F_i$  es la tasa instantánea de mortalidad por pesca en el intervalo de tiempo  $i$ ;  $M_i$  es la tasa instantánea de mortalidad natural en el intervalo de tiempo  $i$ ;  $E_i$ ,  $E_{i+1}$  son las tasas de explotación en los intervalos de tiempo  $i$  e  $i+1$ .

Dados estimados de tasa de mortalidad natural y tasa de mortalidad por pesca para el intervalo final, los  $F_i$  para los intervalos de tiempo anteriores se pueden resolver estimando  $E_i \exp[t_i(F_i + M_i)]$ . Esto puede estimarse según

$$E_i e^{t_i(F_i+M_i)} = \frac{C_i E_{i+k} e^{-t_{i+1}M_{i+1}} \dots - t_{i+k}M_{i+k,t}}{C_{i+k}} \quad (45)$$

La mortalidad por pesca ( $F_i$ ) se calcula iterativamente, siguiendo a Tomlinson (1970), según la siguiente expresión:

$$E_i e^{t_i(F_i+M_i)} = \frac{F_i(e^{t_i(F_i+M_i)} - 1)}{F_i + M_i} \quad (46)$$

La tasa de explotación ( $E_i$ ) se calcula según la siguiente expresión:

$$E_i = \frac{E_i e^{t_i(F_i+M_i)}}{e^{t_i(F_i+M_i)}} \quad (47)$$

Finalmente, el tamaño poblacional al comienzo de cada intervalo de tiempo ( $N_i$ ) puede estimarse

según la siguiente expresión:

$$N_i = \frac{C_i}{E_i}, \text{ donde } E_i < 0 \quad (48)$$

#### 4.6. CURVA DE CAPTURA

Con el objeto de estimar la tasa de mortalidad total de machos y hembras de langostino amarillo, se analiza las curvas de pesca utilizando la metodología de Pauly (1984), i.e. curva de pesca longitud-transformadas a través de

$$\text{Ln}(C_j / \Delta t) = a - bt_i \quad (49)$$

donde  $C_j$  es la captura en número en el intervalo de longitud  $j$ ,  $\Delta t$  es el intervalo de tiempo transcurrido entre la limite inferior y superior del intervalo de longitud  $j$ ,  $t_i$  es la edad del limite inferior del intervalo de longitud  $j$ , en tanto  $a$  y  $b$  son constantes de regresión, donde  $b$  es un estimador de la tasa de mortalidad total ( $Z$ ), i.e. la pendiente negativa del logaritmo de las capturas corregidas por  $\Delta t$ , después del máximo (Pauly, 1984).

#### 4.7. DETERMINACION DE LA COMPOSICION DE LA CAPTURA POR SEXO, TALLA Y CONDICION REPRODUCTIVA EN EL AREA DE ESTUDIO

##### 4.7.1. COMPOSICION DE LAS CAPTURAS POR SEXO Y TALLA

La información para el análisis de la composición de tallas en la captura proviene de los muestreos de frecuencia de tamaños de langostino amarillo obtenidos a bordo de las embarcaciones.

Los muestreos de frecuencia consisten en mediciones de la longitud cefalotorácica (precisión 0,1 mm) para machos y hembras, independientemente. En éstas se registró su condición ovífera (con o sin huevos). El reconocimiento de las hembras es por la presencia de setas reproductivas en el abdomen; su estado reproductivo se distingue por la presencia o ausencia de huevos en el abdomen.

A su vez, el estado de desarrollo de los huevos consulta dos tipos: con o sin pigmentos oculares y apéndices (Acuña *et al.*, 1995). La captura total por categoría de sexo (machos, hembras ovíferas y no ovíferas) se calcula mediante ponderación por el peso promedio, según la siguiente expresión:

$$C_{j,a} = C_a \frac{Q_{j,a} w_j}{\sum_{j=1}^3 Q_{j,a} w_j} \quad (50)$$

donde:  $C_{j,a}$  es la captura en peso de la categoría  $j$  [ $j = 1$  (machos), 2 (hembras ovíferas), 3 (hembras no ovíferas)];  $C_a$  es la captura en peso total en el área de pesca o caladero  $a$  ( $a = 1, 2, 3, \dots, n$ , una por cada área, obtenidas de las bitácoras de pesca);  $Q_{j,a}$  es la frecuencia numérica total de la categoría  $j$  en el área  $a$  (de los muestreos de frecuencias de talla en la captura);  $w_j$  es el peso promedio de la categoría  $j$  (de las mediciones biológico-específicas en el laboratorio).

La captura total en número de cada categoría en cada área se obtiene dividiendo la ecuación señalada recién por el peso promedio ( $w_j$ ). Una expresión similar se utiliza para calcular la captura total en peso y número por categoría de tamaño y por área de pesca, y para la captura total en peso y número por clase anual o edad.

En los muestreos biológico-específicos, a cada ejemplar se le registra la longitud cefalotorácica (LC; 0,1 mm) y el peso total (PT; 0,01 g), con el objeto de estimar los parámetros de la relación longitud cefalotorácica/peso total, cuya forma es:

$$PT = a * LC^b \quad (51)$$

donde: PT y LC han sido definidos previamente; a, b son constantes, las que son estimadas mediante regresión lineal simple, previa transformación aplicando logaritmos al peso y talla.

El peso promedio por intervalo de talla (1 mm de LC), por sexo, se obtiene de la relación PT-LC señalada arriba, y desde:

$$PT_j = \frac{l}{L_{j2} - L_{j1}} * \frac{a}{b+1} * [L_{j2}(b+1) - L_{j1}(b+1)] \quad (52)$$

donde  $L_{j1}$ ,  $L_{j2}$  son los límites inferior y superior de la clase de longitud  $j$ . Esta expresión genera estimaciones insesgadas del peso promedio en una clase de longitud dada (Beyer, 1987).

#### 4.8. CRECIMIENTO EN LONGITUD

Con el objeto de determinar los parámetros de crecimiento en longitud del modelo de von Bertalanffy, tanto de machos como hembras de *C. johni*, se utilizó el programa MULTIFAN de Fournier *et al.* (1990) (versión 3.15; 1992). En el proceso de estimación de los parámetros de crecimiento se consideró 8 clases de edad presente en los datos, comenzando consecutivamente con 5 clases de edad y terminando con 12. En la búsqueda sistemática inicial se consideró apropiado restringir algunas longitudes promedio. Se utilizó el mes de enero como "Mes 1", i.e. mes cuando ingresa el primer grupo de edad. De acuerdo con Fournier *et al.* (1990), la selección de un modelo corresponderá a aquel que genere un incremento significativo en la función de máxima verosimilitud entre clases de edad consecutivas.

Para evaluar si el incremento es significativo al aumentar el número de grupos de edad, se utilizó la prueba Chi-cuadrado y un nivel de confianza del 90% para reducir la probabilidad de cometer errores de tipo II, i.e. rechazar un modelo conteniendo una clase de edad extra cuando éste se encuentra realmente presente en los datos de frecuencia de tallas (Fournier *et al.* 1990). En el caso de la comparación entre modelos, que contienen igual número de clases de edad, se utilizó la prueba Chi-cuadrado y un nivel de confianza de 95%.

Para determinar la tasa de mortalidad natural de machos (Mm) y hembras (Mf) de langostino amarillo se utilizó el método de Pauly (1980) como una primera aproximación, utilizando los parámetros de crecimiento que se estimaron en este estudio y una temperatura promedio del habitat supuesta en 11 °C. Para contar con una estimación más directa de M, se consideró el método de Caddy (1984), utilizando dos valores de mortalidad total (Z). Los valores de Z se estimaron utilizando el método de curvas de captura longitud-transformada (Pauly, 1984), en

base a la composición por tallas de machos y hembras del año 1995, y del presente estudio. Los datos de 1995 se obtuvieron del Informe Final del proyecto FIP N° 94-25 "Evaluación del recurso langostino amarillo en la zona centro-norte" (Pool *et al.*, 1996).

#### 4.9. DETERMINACION DEL CICLO REPRODUCTIVO DEL LANGOSTINO AMARILLO Y DE LA FUNCION DE MADUREZ SEXUAL PARA LAS HEMBRAS

##### 4.9.1. EPOCAS DE EXTRUSION, PORTACION Y LIBERACION DE HUEVOS

**4.9.1.1. Epoca de extrusión:** se determina la variación temporal de la puesta de huevos (extrusión) por las hembras, mediante el reconocimiento de hembras portadoras de huevos sin pigmentos oculares ni apéndices.

**4.9.1.2. Epoca de portación:** se determina la época y variación de la abundancia de portación de huevos por las hembras y tiempo que dura el proceso, mediante el seguimiento de la frecuencia de aparición de hembras portadoras de huevos en los distintos estados de desarrollo.

**4.9.1.3. Epoca de liberación de huevos o eclosión larvaria:** mediante el seguimiento del desarrollo de los huevos portados por las hembras y la frecuencia de aparición de ellas, así como el seguimiento de la frecuencia de aparición de hembras no portadoras, se determina el o los máximos de liberación de huevos o eclosión de larvas. En algunas hembras es posible encontrar restos de la masa de huevos, de color café muy oscuro en los pleópodos, signo inequívoco del proceso. El comienzo de esta época se determina al aumentar notoriamente la proporción de hembras maduras no portadoras.

##### 4.9.2. FUNCION Y TALLA PROMEDIO DE MADUREZ SEXUAL

La función de madurez sexual a la talla corresponde a la familia de funciones logísticas, expresadas con la siguiente ecuación:

$$P_L = \frac{c}{1 + \exp(\alpha_1 + \alpha_2 * LC)} \quad (53)$$

donde LC es la longitud cefalotorácica (mm);  $P_L$  corresponde a la fracción de hembras portadoras; C es la asíntota de madurez;  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  son parámetros de posición y pendiente, respectivamente.

Esta función se ajusta mediante regresión no lineal, a través de una estimación de máxima verosimilitud. La talla promedio de madurez corresponde a la longitud cefalotorácica a la cual el 50% de las hembras se encuentran maduras.

#### 4.9.3. FUNCION DE FECUNDIDAD

El análisis de la fecundidad se realiza utilizando muestras provenientes de la captura y analizadas en el muestreo biológico-específico. Luego de determinar el estado de desarrollo de los huevos portados por las hembras, se selecciona las de huevos en primer estado de desarrollo para la determinación de fecundidad.

Dada la gran cantidad de huevos que portan las hembras, se cuenta una fracción de éstos por cada hembra analizada. Para ello, se utiliza el método de submuestreo gravimétrico aplicado por Acuña *et al.* (1995), los que analizaron todas las hembras portadoras en estado I (2.400 ejemplares), obtenidas en el muestreo biológico, cubriendo todo el rango de tallas y pesos de éstas, generando una tabla de fecundidad estimada para los diferentes intervalos de tamaño y peso. Finalmente, se realizó un ajuste de la función de fecundidad a la talla y peso de las hembras.

#### 4.10. ESTIMACION DE PESO Y COMPOSICION ESPECIFICA DE LA FAUNA ACOMPAÑANTE

La información sobre la fauna acompañante en las capturas de langostino amarillo proviene de los registros de las Bitácoras de Pesca, principalmente aquella generada por los técnicos del Proyecto a bordo, ya que en general las Bitácoras oficiales no contienen estos antecedentes.

Las especies de la fauna acompañante se identifican y su captura se estima a través del método de cobertura, como fracción de la captura total que es depositada sobre la cubierta de la embarcación, después de cada lance. La captura total (absoluta) se estima por retrocálculo, a partir de la fracción de langostino amarillo en la captura, por lance.

Se analiza la información por caladero y se compara por estratos de 50 m de profundidad de acuerdo a los señalado por Arancibia (1988). Las asociaciones de la fauna acompañante entre caladeros y entre estratos de profundidad de 50 metros se analizan a través de dendrogramas. El índice utilizado es el de Bray-Curtis (Bloom, 1981) y el método de clasificación el de pares de grupos no ponderados (Sneath y Sokal, 1973). El criterio de identificación de grupos es a través del promedio del índice de similitud (Arancibia, 1988).

#### **4.11. DETERMINACION DEL ESTADO DE EXPLOTACION DEL RECURSO LANGOSTINO AMARILLO**

##### **4.11.1. ESTRUCTURA POBLACIONAL Y ABUNDANCIA RELATIVA**

La situación biológica del stock explotado de langostino amarillo se analiza en base a su abundancia relativa, estructura de tallas, estructura de edades, composición por sexos y estado de madurez de las hembras.

La sub-muestra de langostino amarillo analizada en el laboratorio, se utiliza para la medición del peso medio a la talla.

La abundancia relativa está dada por el estimador modelo-basado Finney-Sichel de la  $C/EE$ , para cada área de pesca, previa confirmación que la Distribución Delta presenta un buen ajuste a la distribución de la abundancia relativa. La abundancia relativa también es representada por el estimador diseño-basado de la  $C/EE$ .

#### 4.11.2. TASA DE EXPLOTACION

La tasa de explotación del recurso langostino amarillo se estima utilizando la siguiente expresión (Dawe *et al.* 1993):

$$\hat{u}_{\tau/2} = \frac{C_{\tau/2}}{\hat{B}_0} = \frac{C_{\tau/2}}{\hat{B}_{\tau/2} e^{\frac{M\tau}{2}} + C_{\tau/2}} \quad (54)$$

Esta expresión representa a la razón entre la captura en peso a la mitad de la temporada ( $\tau/2$ ) y la biomasa al inicio de la temporada;  $M$  es la tasa instantánea de mortalidad natural. La tasa de explotación se calcula para cada zona, independientemente, utilizando el valor de abundancia derivado de la estimación diseño-basada de la  $C/EE$ .

La varianza de la tasa de explotación, y por ende su intervalo de confianza, se calcula aprovechando los resultados de la estimación de la  $C/EE$  promedio diseño-basada. Este procedimiento consiste en calcular una tasa de explotación para cada una de las  $n$ -corridas computacionales, por área de pesca, obteniéndose tanto la varianza como el promedio de la varianza muestral de éstas.

#### 4.11.3. CAPTURAS TOTALES PERMISIBLES

Puntos biológicos de referencia

La captura total permisible a estimar en este estudio se basa en estrategias de explotación constantes. Usualmente, en otras pesquerías se utiliza como referencia valores de  $F_{0,1}$  y  $F_{\max}$  según análisis del rendimiento por recluta (YPR). Estos han sido adoptados en este estudio, los que fueron estimados separadamente para machos y hembras a partir de los resultados del análisis de cohortes estructurado por tallas, donde  $F_{0,1}$  fue obtenido resolviendo numéricamente la siguiente ecuación:

$$d(\text{YPR})/dF \Big|_{F=F_{0,1}} = 0,1 d(\text{YPR})/dF \Big|_{F=0} \quad (55)$$

Alternativamente, se consideró otros puntos de referencia ya que puede ocurrir que esas tasas de mortalidad por pesca,  $F_{0,1}$  y  $F_{max}$ , aunque sean recomendables desde el punto de la prevención de la sobrepesca por crecimiento, puedan ser poco prudentes desde el punto de vista del tamaño del stock parental. Los puntos biológicos de referencia alternativos se basan en las curvas de biomasa por recluta y se han adoptado como el nivel de mortalidad por pesca que ocurre entre el 40% y 20% de la biomasa desovante por recluta en  $F=0$ . El primero ( $F_{40\%}$ ) corresponde a una estrategia de explotación recomendada cuando se desconoce la relación stock-recluta, en tanto  $F_{20\%}$  corresponde a un umbral de sobrepesca por reclutamiento, i.e. niveles de mortalidad por pesca que por sobre dicho umbral conducirán al stock a la extinción (Mace y Sissenwine, 1993; Mace, 1994).

Los cálculos de captura total permisible (CTP) se realizaron separadamente para machos y hembras, utilizando la ecuación de captura de Baranov (Ricker, 1975) en base a las tasas de mortalidad por pesca de referencia  $F_{0,1}$ ,  $F_{40\%}$  y  $F_{20\%}$ , i.e.

$$CTP(F=F_r) = \sum S_t F_r W_t N_t [1 - \exp(-(M + S_t F_r))]/(M + S_t F_r) \quad (56)$$

donde  $CTP(F=F_r)$  es la captura total permisible en función de la mortalidad por pesca de referencia ( $F_r$ ) y la sumatoria es sobre edades;  $S$  es el patrón de explotación;  $W$  es el peso promedio;  $M$  la tasa de mortalidad natural;  $N$  es la abundancia en número a comienzos de 1996.

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Objetivo 1. CARACTERIZAR LA OPERACION DE LA FLOTA PESQUERA INDUSTRIAL Y DETERMINAR EL ESFUERZO DE PESCA ESTANDARIZADO, SU DISTRIBUCION ESPACIO-TEMPORAL Y LA ABUNDANCIA RELATIVA (CPUE) PARA EL STOCK DE LANGOSTINO AMARILLO.

#### 5.1.1. CARACTERIZACION DE LA FLOTA

Tal como se señala en Materiales y Métodos, esta caracterización consiste en una actualización de la información y resultados obtenidos en Acuña *et al.* (1995) y a través del Proyecto FIP 95-06 de análisis de la pesquería y evaluación indirecta del stock de camarón nailon, ya que prácticamente todas las embarcaciones utilizadas son las mismas para ambos recursos.

De acuerdo a lo establecido en la Resolución N° 2.199 del 31 de diciembre de 1996 de la Subsecretaría de Pesca, la nómina oficial de la flota arrastrera langostinera que opera en la III y IV Región, incluía 31 naves. Todas las naves son de plantilla americana, con el puente a proa. Originalmente, en la década de los años 60, la mayoría de éstas operó como naves cerqueras en la pesca de anchoveta del extremo norte y su origen es mayoritariamente chileno (90%). Otras tres embarcaciones (Marleen, Orka y Walvis) pertenecieron a la ex Pesquera Santa Lucía y no han sido consideradas pues, a pesar de contar con autorización, no aparecen participando en la pesquería de langostino amarillo de la III y IV Región ya que no aparecen registradas bitácoras de pesca de esas naves. Más aún, mediante la Resolución N° 907 del 30 de junio se generó una nueva lista de embarcaciones autorizadas, donde éstas y la nave Maori no aparecen, y se agregan las naves Llolleo y Pinguin, las que en todo caso no operaron durante el período del estudio. De este listado definitivo se considera todas las embarcaciones **activas**, incluyendo la nave Isabel S, que participa en esta pesquería aunque está inscrita en el Registro Artesanal de la especie.

Se analizó la flota arrastrera langostinera de las Regiones III y IV que opera sobre el recurso, a partir de las relaciones entre variables físicas, siguiendo a Arancibia *et al.* (1995) y Acuña *et al.* (1995). El número de embarcaciones registradas en tales características fue n=29, con puertos

base en Tomé, Quintero y Coquimbo. La información fue obtenida de las propias empresas desde una ficha *ad hoc* confeccionada para el efecto. Con un criterio arbitrario de corte del coeficiente de determinación  $r^2 > 0,5$  se tiene que las “principales” relaciones que se estableció entre variables físicas son las siguientes (Tabla 1):

Tabla 1. Relaciones lineales y estadígrafo entre variables físicas de la flota langostinera de las Regiones III y IV.

| Relación            | Constante (a) | Pendiente (b) | S.C.R.  | $r^2$ | n  | F    |
|---------------------|---------------|---------------|---------|-------|----|------|
| <b>Eslora-TRG</b>   | 14,68         | 0,075         | 100,5   | 0,584 | 28 | 36,6 |
| <b>Eslora-TRN</b>   | 17,40         | 0,094         | 72,1    | 0,419 | 28 | 18,8 |
| <b>Eslora-CUNO</b>  | 11,02         | 0,026         | 18,6    | 0,688 | 29 | 59,6 |
| <b>Puntal-CUNO</b>  | 1,77          | 0,003         | 1,4     | 0,573 | 29 | 36,2 |
| <b>Potencia-TRN</b> | 278,48        | 3,018         | 74128,6 | 0,564 | 28 | 33,6 |
| <b>TRG-TRN</b>      | 34,92         | 1,289         | 13533,1 | 0,756 | 28 | 80,8 |

La gran mayoría de la flota es bastante antigua ya que predominan naves construidas en los años 60, con la excepción de sólo cuatro embarcaciones construidas en décadas posteriores. Originalmente, todas estas naves operaron en la pesquería cerquera de anchoveta (*Engraulis ringens*) y fueron modificadas después para la pesca de arrastre. Una embarcación “tipo” presenta las siguientes características físicas promedio (n=29):

|                           |   |                      |
|---------------------------|---|----------------------|
| Eslora                    | : | 21,3 m               |
| Manga                     | : | 6,3 m                |
| Puntal                    | : | 2,9 m                |
| Potencia motor principal: |   | 394,3 Hp             |
| TRG                       | : | 88,5 ton             |
| TRN                       | : | 41,6 ton             |
| Capacidad de bodega       | : | 103,4 m <sup>3</sup> |
| Número cúbico             | : | 391,2 m <sup>3</sup> |

## 5.1.2. LOCALIZACION GEOGRAFICA Y BATIMETRICA DE LOS LANCES DE PESCA DE LA FLOTA PESQUERA INDUSTRIAL

### 5.1.2.1. LOCALIZACION GEOGRAFICA DE LOS LANCES DE PESCA

La operación de la flota pesquera se analiza utilizando la información contenida en las bitácoras de pesca que proveen las Empresas y que recolecta SERNAPESCA. Esta información se separó por región, de acuerdo a los siguientes límites latitudinales: III región: 26°04' hasta 29°12' S y IV región: 29°12' hasta 32°10' S.

El número total de bitácoras obtenidas oficialmente, a través del FIP, para análisis en este proyecto alcanza hasta el momento a 3.139, las que se grafican en un mapa de la zona en la Figura 1.

De acuerdo a esta información, la mayoría de los lances del período de pesca 1996-1997 se realizó en la IV Región, con un porcentaje del 87,2%, mientras el 12,8% restante corresponde a la III (Anexo 1). Al considerar los datos en forma mensual se observa que sólo en septiembre de 1996 se realizó un 65,6% de los lances en la III Región, único mes en que la mayoría de los lances ocurre en esa región, a pesar que en octubre de 1996 el porcentaje supera el 40%. Todo el resto del tiempo la mayoría de los lances se realiza en la IV Región, resaltando julio de 1997, cuando el 100% se produjo allí. **Debe resaltarse que no existió actividad de pesca de la flota durante los meses de enero a marzo por que se estableció una veda biológica reproductiva para el langostino amarillo, mediante el D. S. Nº 324 del 18 de diciembre de 1996, en consecuencia la flota no operó durante los tres primeros meses de 1997 sobre esta especie.**

En el Anexo 1 se resume el número de bitácoras recibidas, por embarcación, mes y región de captura. En total se registró la operación de 28 embarcaciones, aunque 10 de ellas sólo realizaron 7 lances o menos durante el período del estudio, correspondiendo nueve de ellas a la flota de la V Región, la que en total sólo realizó el 1% de las pescas. La nave más activa durante el período de estudio es el Cachagua I con 386 lances, seguida del Punta de Talca con 281 y del Nisshin Maru III con 266, las tres con puerto base en Coquimbo. Los meses con mayor actividad corresponden a mayo y abril de 1997 y noviembre de 1996 con 1.829 lances (58,3% del total), y los meses con

Fig. 1. Distribución latitudinal de los lances de pesca de langostino amarillo realizados en la III y IV Región por la flota arrastrera industrial, septiembre 1996 - septiembre 1997.

menor actividad octubre y diciembre 1996, julio y septiembre 1997 con menos de 200 lances cada uno (Anexo 1).

Con el objeto de conocer mejor la distribución espacial de los lances de pesca se subdividió las regiones en zonas de pesca específicas, utilizando como criterio la realización efectiva de lances en dichos sectores. Durante el período de estudio el rango latitudinal en el cual se distribuyen los lances de pesca tiene como límites los 28°0' y 32°10' S.

Las zonas de pesca definidas tienen los siguientes límites latitudinales:

- zona 1: 28°00' S – 28°52' S, entre Puerto Carrizal y Bahía Sarco,
- zona 2: 29°02' S – 29°40' S, entre Isla Chañaral y Cerro Juan Soldado,
- zona 3: 29°42' S – 30°36' S, entre Punta Teatinos y Punta Talinay, y
- zona 4: 30°37' S – 32°10' S, entre Punta Talinay y Punta Huesos,

La primera zona de pesca corresponde al área sur de la III Región y las otras tres a la parte norte, central y sur de la IV Región, respectivamente. No se registró actividad de la flota en la parte norte de la III Región, al norte de los 28°S o entre los 28°52' S y 29°02' S entre las zonas 1 y 2, ni entre los 29°40' y 29°42' S, entre las zonas 2 y 3, ni tampoco entre los 30°36' y 30°37' S entre las zonas 3 y 4, pares de latitudes que fueron asignadas como límites entre las distintas zonas de pesca.

En general, la mayoría de los lances realizados durante el período de estudio se centran en la zona de pesca 4, al sur de la IV Región, con un 58,4%, seguida de la zona de pesca 2, al sur de la III y norte de la IV Región, con un 24,02%, siendo la menos visitada la zona al norte de los 28°52' S (Tabla 2). Con respecto a la distribución temporal del conjunto de lances de pesca, éstos se concentraron en los meses de noviembre de 1996 y abril-mayo de 1997, con porcentajes entre 17 y 23,5% (Tabla 2). En la zona de pesca 1 la mayoría de los lances se realizó durante el último cuatrimestre de 1996, lo que también puede considerarse válido para la zona 2, señaladas en general como el área sur de la III y norte de la IV Región. Posteriormente se observa una concentración de los lances en las zonas 3 y 4 en el trimestre abril-junio de 1997, inmediatamente posterior al fin del período de veda del recurso, para luego centrarse la actividad de pesca en la zona 4, al sur de la IV Región, durante el trimestre julio-septiembre de 1997. En consecuencia se observa un claro cambio espacio-temporal

en las zonas de pesca, desde la III a la IV Región a lo largo del período de estudio, aunque prácticamente durante todo dicho período la mayoría de la actividad ocurre en la zona sur de la IV Región.

Tabla 2. Distribución espacio temporal de los lances de pesca de langostino amarillo (en número y porcentaje) realizados por la flota industrial en la III y IV Región, durante el período de estudio.

| Mes/Area   | Zona 1 |       | Zona 2 |       | Zona 3 |       | Zona 4 |       | Total |       |
|------------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|
|            |        | %     |        | %     |        | %     |        | %     |       | %     |
| Septiembre | 63     | 34,05 | 180    | 23,87 | 0      | 0,00  | 10     | 0,55  | 253   | 8,06  |
| Octubre    | 19     | 10,27 | 15     | 1,99  | 0      | 0,00  | 17     | 0,93  | 51    | 1,62  |
| Noviembre  | 34     | 18,38 | 97     | 12,86 | 74     | 19,58 | 322    | 17,67 | 527   | 16,79 |
| Diciembre  | 18     | 9,73  | 43     | 5,70  | 8      | 2,12  | 120    | 6,59  | 189   | 6,02  |
| Abril      | 10     | 5,41  | 88     | 11,67 | 98     | 25,93 | 367    | 20,14 | 563   | 17,94 |
| Mayo       | 14     | 7,57  | 221    | 29,31 | 121    | 32,01 | 383    | 21,02 | 739   | 23,54 |
| Junio      | 27     | 14,59 | 31     | 4,11  | 21     | 5,56  | 188    | 10,32 | 267   | 8,51  |
| Julio      | 0      | 0,00  | 0      | 0,00  | 4      | 1,06  | 141    | 7,74  | 145   | 4,62  |
| Agosto     | 0      | 0,00  | 42     | 5,57  | 34     | 8,99  | 139    | 7,63  | 215   | 6,85  |
| Septiembre | 0      | 0,00  | 37     | 4,91  | 18     | 4,76  | 135    | 7,41  | 190   | 6,05  |
| Total      | 185    |       | 754    |       | 378    |       | 1822   |       | 3139  |       |
| %          | 5,89   |       | 24,02  |       | 12,04  |       | 58,04  |       | 100,0 |       |

#### 5.1.2.2. LOCALIZACION BATIMETRICA DE LOS LANCES DE PESCA

Al analizar la distribución batimétrica de los lances de pesca realizados por la flota durante el período de estudio, se observa claramente que al considerar conjuntamente ambas regiones la mayoría de éstos (40,3%) se ha producido en el estrato 201-250 m, seguido del estrato 251-300 m con un 38,2%. Sin embargo, al considerar las regiones por separado el 46,9% de los lances se obtiene en el estrato de 251-300 m en la III Región y el 42,8% en el de 201-250 en la IV Región (Tabla 3A).

Al considerar los estratos de profundidad en conjunto, se puede señalar que en la III Región el 86,3% de los lances se realizan entre los 201 y 350 m de profundidad, en tanto que en la IV Región

el 91,5% de éstos ocurren en el rango de profundidad entre los 151-300 m. En consecuencia, en general las pescas de langostino amarillo del período analizado se han producido en profundidades similares en ambas regiones, aunque tienden a ser un poco más someras en la IV Región (Tabla 3A). Otro aspecto relevante se refiere a que sólo en la IV Región se realizaron lances en el estrato 100-150 y al aumentar la profundidad (> 300 m) crece el porcentaje de participación de los lances realizados en la III Región (Tabla 3B).

Tabla 3. Número (A) y porcentaje (B) de lances de pesca de la flota pesquera comercial, por región y estrato de profundidad de captura.

A)

| PROFUNDIDAD | III | IV    | Total | Porcentaje |
|-------------|-----|-------|-------|------------|
| 100 - 150   | 0   | 11    | 11    | 0,4        |
| 151 - 200   | 37  | 371   | 408   | 13,0       |
| 201 - 250   | 92  | 1.172 | 1.264 | 40,3       |
| 251 - 300   | 188 | 1.011 | 1.199 | 38,2       |
| 301 - 350   | 66  | 134   | 200   | 6,4        |
| 351 - 400   | 10  | 22    | 32    | 1,0        |
| 401 - 450   | 8   | 17    | 25    | 0,8        |
| Total       | 401 | 2.738 | 3.139 | 100,0      |

B)

| PROFUNDIDAD | III  | IV    | Total |
|-------------|------|-------|-------|
| 100 - 150   | 0,0  | 100,0 | 100   |
| 151 - 200   | 9,1  | 90,9  | 100   |
| 201 - 250   | 7,3  | 81,7  | 100   |
| 251 - 300   | 15,7 | 84,3  | 100   |
| 301 - 350   | 33,0 | 67,0  | 100   |
| 351 - 400   | 31,3 | 68,7  | 100   |
| 401 - 450   | 32,0 | 68,0  | 100   |

### **5.1.3. ESFUERZO DE PESCA Y CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO**

#### **5.1.3.1. MEDICION Y ESTANDARIZACION DEL ESFUERZO DE PESCA**

De acuerdo con Acuña *et al.* (1995), se puede medir el esfuerzo de pesca como unidades de área barrida, que corresponde al producto entre la distancia recorrida por la red y la abertura de punta de alas de la embarcación en cada lance, obteniéndose una medida natural del esfuerzo, en términos de área barrida, pues está directamente relacionada con el concepto de abundancia relativa a través de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE).

##### **5.1.3.1.1. DESCRIPCION DE LA RED DE ARRASTRE LANGOSTINERA**

En la pesquería arrastrera langostinera se utiliza redes de arrastre de fondo de dos paneles con coeficiente de filtrado de 79,5%. Las redes están constituidas por cuerpos, armados con paños de hilo torcido de poliamida con nudos, primolitado (Fig. 2). Además, poseen refuerzos de doble malla en las orillas de la boca de la red del panel inferior con el fin de minimizar los esfuerzos de tracción y de corte que afectan las uniones con las estructuras. Los tamaños de malla de alas, cielo y belly son de 50 mm en cada caso; y los del túnel y camisa (copo) del panel superior son de 38-40 mm en cada caso.

El túnel y copo está formado por paños de titulación Td 210/120. En ocasiones se incorpora un paño de refuerzo al panel inferior ante eventuales esfuerzos de corte sobre el fondo marino.

La relinga de flotadores está formada por un cable de acero de  $\frac{1}{2}$ '' de diámetro, con largo de 23,0 m entre puntas. La relinga inferior está constituida por el borlón, que consiste en un cabo de polipropileno de 1,25'' y longitud de 26,0 m; al cual se une el tren del borlón de caucho de 10 m de longitud, proporcionando mayor resistencia a la ruptura frente a cargas tipo "shock". El número de estándares unidos a las puntas de alas son tres y están construidos por cables de acero de diámetro de  $\frac{3}{4}$ '' para el estándar superior,  $\frac{5}{8}$ '' para el intermedio y  $\frac{3}{4}$ '' para el inferior. La longitud fluctúa entre 13 y 15 m.

Los flotadores utilizados en la faena de arrastre extractivo de langostino amarillo son esféricos, de plástico de alta densidad, con un orificio en su eje central, cubiertos con pintura antifouling. El número de flotadores promedio en la relinga superior es 12 y el diámetro es de 8''.

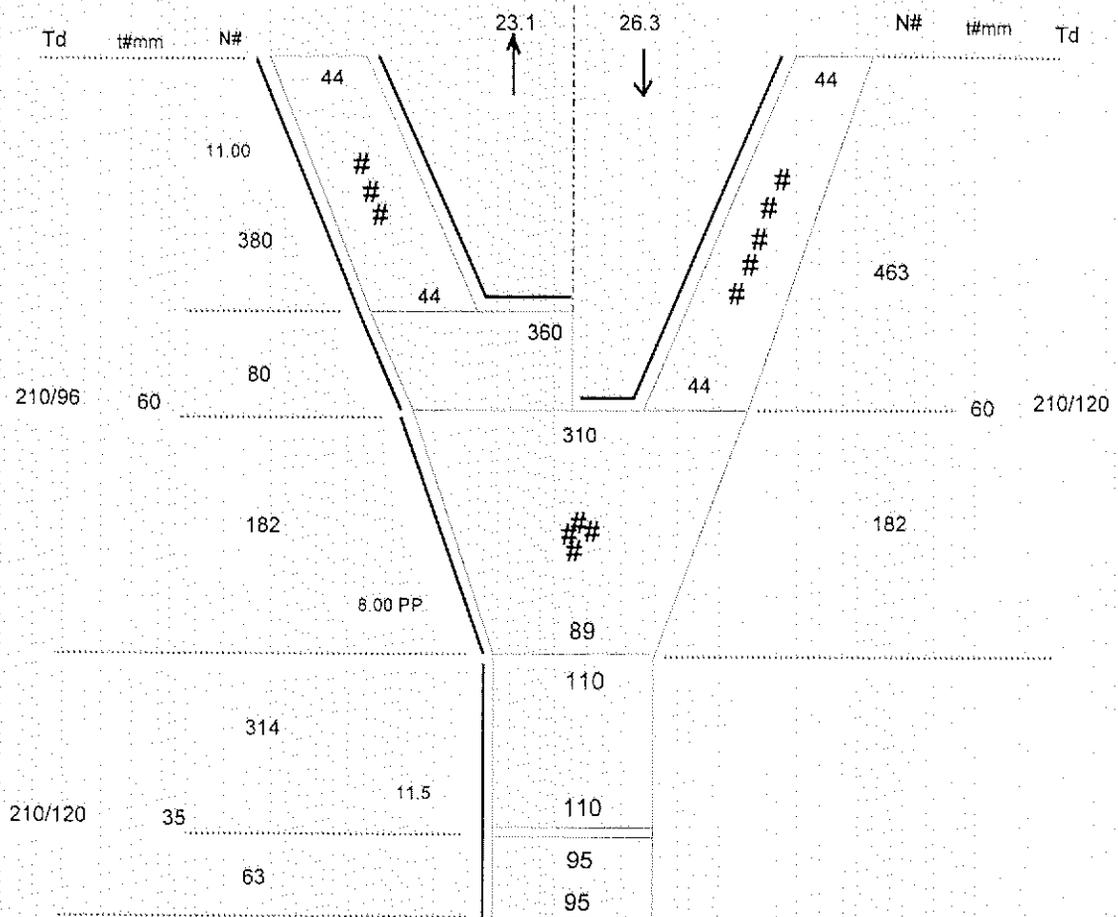


Fig. 2. Plano técnico de red utilizada en la pesquería del langostino amarillo de la III y IV Región. Td= titulación del hilo, T mm= tamaño de malla, N= número de mallas.

### 5.1.3.1.2. CAPTURAS MENSUALES PROMEDIO Y VARIABLES FISICAS

De acuerdo con Gulland (1965), la estandarización del esfuerzo de pesca requiere conocer primero el poder de pesca relativo de cada embarcación y éste debe dar cuenta de las capturas que ella efectúa en relación a una embarcación patrón o estándar. Para el efecto, previamente fue necesario estimar la abertura de punta de alas (APA) de algunas naves de esta pesquería, la que se presentó en un rango entre 10,85 y 19,50 m. Para la obtención del modelo se consideró todos los lances efectuados por todas las embarcaciones durante un año de estudio. El mejor modelo que relaciona las capturas mensuales promedio y las principales variables físicas es de tipo multiplicativo, cuya expresión es

$$Y = 14,929 * L^{-7,775} * M^{6,968} * P^{-1,599} * TRN^{1,299}$$

donde Y es la captura mensual promedio (ton); L es la eslora (m); M es la manga (m); P es el puntal; TRN es el tonelaje de registro neto;  $r^2=0,389$ ;  $n=23$ . Los estadígrafos son los siguientes (Tabla 4).

Tabla 4. Estadígrafos de las constantes del modelo multiplicativo que relaciona las capturas promedio de langostino amarillo con variables físicas.

| Variable  | Coefficiente | S.E.  | Coef. E.S. | t       | Prob. |
|-----------|--------------|-------|------------|---------|-------|
| Constante | 14,929       | 3,341 | 0,0        | 4,469   | 0,000 |
| Eslora    | - 7,775      | 2,311 | - 1,627    | - 3,364 | 0,003 |
| Manga     | 6,978        | 2,396 | 1,089      | 2,912   | 0,009 |
| Puntal    | - 1,599      | 1,193 | - 0,302    | - 1,340 | 0,197 |
| TRN       | 1,299        | 0,427 | 1,133      | 3,045   | 0,007 |

### 5.1.3.1.3. ABERTURA DE PUNTA DE ALAS

La abertura de punta de alas (APA; en metros) fue determinada en 15,46 m promedio (d.s.= 2,16 m; C.V.= 0,14;  $n= 17$ ). La moda de APA se presenta en el rango de 14 metros ( $n=6$ ; Tabla 5).

Tabla 5. Abertura de punta de alas (APA; en metros) de naves arrastreras langostineras de las Regiones III y IV (promedio= 15,46; d.s.= 2,16; C.V.= 0,14; n= 17).

| Código Nave | APA (m) |
|-------------|---------|
| 01          | 14,50   |
| 04          | 12,34   |
| 05          | 19,50   |
| 08          | 17,15   |
| 10          | 13,17   |
| 11          | 16,34   |
| 14          | 14,86   |
| 15          | 14,63   |
| 16          | 10,85   |
| 17          | 14,95   |
| 18          | 16,72   |
| 19          | 14,69   |
| 22          | 17,46   |
| 23          | 17,87   |
| 24          | 14,38   |
| 25          | 17,00   |
| 29          | 16,45   |

#### 5.1.3.1.4. ELECCION DEL BARCO PATRON, PODER DE PESCA RELATIVO Y CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO

La elección del barco patrón consideró el siguiente procedimiento: (1) registro de las capturas de todos los lances de pesca efectuados por las embarcaciones arrastreras langostineras de las Regiones III y IV; (2) generación de n-funciones de distribución mediante la técnica Montecarlo para conocer n-rendimientos de pesca promedio, medidos como captura por área barrida por lance; (3) cuantificación del rendimiento de pesca de cada embarcación, a través del modelo multiplicativo presentado arriba, valorizando la función con las variables físicas de cada nave como paso intermedio; y (4) identificación de la nave que presentó el rendimiento de pesca más próximo al promedio de los n-rendimientos de pesca. La simulación Montecarlo generó un valor de captura por unidad de esfuerzo de 190 kg/mn<sup>2</sup>, por lo cual se seleccionó al PAM "Eicomar I", para el que estimó un valor de cpue=164,7 (Tabla 6). El promedio de la cpue es de 205,2 kg/mn<sup>2</sup> (d.s.= 112,4; C.V.= 0,55; n= 28).

Tabla 6. Captura por unidad de esfuerzo promedio (kg/mn<sup>2</sup>), por embarcación.

| Código Nave | CPUE  |
|-------------|-------|
| 01          | 154,4 |
| 02          | 331,9 |
| 03          | 102,6 |
| 04          | 162,8 |
| 05          | 216,2 |
| 06          | 245,2 |
| 07          | 241,3 |
| 08          | 264,9 |
| 09          | 79,6  |
| 10          | 296,8 |
| 11          | 164,7 |
| 12          | 53,0  |
| 13          | 38,7  |
| 14          | 224,0 |
| 15          | 93,9  |
| 16          | 245,0 |
| 17          | 102,0 |
| 18          | 306,7 |
| 20          | 516,5 |
| 21          | 131,5 |
| 22          | 232,6 |
| 23          | 270,8 |
| 24          | 118,1 |
| 25          | 266,7 |
| 26          | 51,8  |
| 27          | 381,7 |
| 28          | 133,3 |
| 29          | 318,3 |

El poder de pesca relativo (PPR) de las embarcaciones arrastreras langostineras de las Regiones III y IV fue determinado, en promedio, en 1,191 (d.s.=0,598; C.V.=0,502; n=28; Tabla 7). El rango de PPR ocurrió entre 0,222 y 3,186. La mayor agrupación de los valores de PPR ocurre entre 0,51 y 1,50 (n= 21).

Tabla 7. Poder de Pesca Relativo (PPR) de las embarcaciones arrastreras langostineras de las Regiones III y IV. Nomenclatura: NP= nave patrón o estándar.

| Código Nave | PPR   |
|-------------|-------|
| 01          | 0,783 |
| 02          | 1,825 |
| 03          | 0,837 |
| 04          | 1,339 |
| 05          | 1,350 |
| 06          | 1,020 |
| 07          | 0,997 |
| 08          | 1,660 |
| 09          | 0,599 |
| 10          | 1,294 |
| 11 (NP)     | 1,000 |
| 12          | 0,444 |
| 13          | 0,227 |
| 14          | 1,390 |
| 15          | 0,810 |
| 16          | 1,090 |
| 17          | 0,731 |
| 18          | 1,458 |
| 20          | 3,186 |
| 21          | 1,238 |
| 22          | 1,443 |
| 23          | 1,763 |
| 24          | 0,841 |
| 25          | 1,414 |
| 26          | 0,254 |
| 27          | 2,090 |
| 28          | 1,015 |
| 29          | 1,254 |

### 5.1.3.2. ESFUERZO DE PESCA NOMINAL Y ESTANDAR, POR REGION

#### 5.1.3.2.1. ESFUERZO DE PESCA NOMINAL

El esfuerzo de pesca nominal ejercido por la flota langostinera en el período de estudio fue de 185,2 mn<sup>2</sup>. Geográficamente, éste se concentra fuertemente entre 31° S y 32° S, dando cuenta del

45,7% del total ejercido en el período de estudio, siguiéndole el esfuerzo aplicado en los rangos latitudinales 29°01'-30° S y al sur de 32° S, con 21,5% y 18,5%, respectivamente. Estos tres estratos latitudinales concentran el 85,7% del esfuerzo nominal (Tabla 8). Consecuentemente, aquel esfuerzo estándar ejercido al norte de 29°01' S y en 30°01'-31° S es marginal.

En términos batimétricos, el esfuerzo de pesca nominal se concentra casi mayoritariamente en el estrato 201-300 m de profundidad, dando cuenta del 72,8% del total, destacando aquel ejercido al sur de 31° S, con 57% del total. En consecuencia, en la pesquería arrastrera langostinera de la III y IV Región el esfuerzo de pesca nominal ocurre mayoritariamente en un estrato latitudinal de sólo 2° y en un estrato batimétrico de sólo 100 m de profundidad.

#### **5.1.3.2.2. ESFUERZO DE PESCA ESTANDAR**

El esfuerzo de pesca estándar ejercido por la flota langostinera en el período de estudio fue de 260,9 mn<sup>2</sup>. Análogamente al esfuerzo de pesca nominal, en términos geográficos el esfuerzo de pesca estándar se concentra fuertemente entre 31° S y 32° S, dando cuenta del 51,8% del total ejercido en el período de estudio, seguido por el esfuerzo aplicado en los rangos latitudinales 29°01'-30° S y al sur de 32° S, con cerca de 18% en cada caso. Estos tres estratos latitudinales concentran el 88,2% del esfuerzo estándar (Tabla 9). Consecuentemente, aquel esfuerzo estándar ejercido al norte de 29°01' S y en 31°01'-32° S es marginal.

En términos batimétricos el esfuerzo de pesca estándar se concentra casi exclusivamente en el estrato 201-300 m de profundidad, dando cuenta del 80,7% del total, destacando aquel ejercido al sur de 31° S, con 64% del total. En consecuencia, en la pesquería arrastrera langostinera de la III y IV Región el esfuerzo de pesca ocurre mayoritariamente en un estrato latitudinal de sólo 2° y en un estrato batimétrico de sólo 100 m de profundidad.

Dado que para el período de estudio se calculó un esfuerzo de pesca nominal total de 185,2 mn<sup>2</sup>, y se estimó el esfuerzo de pesca estándar en 260,9 mn<sup>2</sup>, entonces se tiene que este último sobrepasa en 40,8% al primero, lo que se debe al aporte de naves con mayor poder de pesca relativo (PPR). En efecto, de acuerdo con el estimado de PPR (Tabla 7), el 60% de las naves utilizadas para estos cálculos presenta valores superiores al estándar.

Tabla 8. Localización geográfica y batimétrica del esfuerzo de pesca y cpue nominal en la pesquería de langostino amarillo de las Regiones III y IV (n= 3.143 lances).

| Rango Latitud | Rango Prof. (m) | Esfuerzo (mn <sup>2</sup> ) | Promedio (mn <sup>2</sup> ) | Desviación Estándar | cpue    | n   |
|---------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|---------|-----|
| 28°-29° S     | <150            |                             |                             |                     |         |     |
|               | 150-200         | 1,432                       | 0,053                       | 0,021               | 28813,5 | 27  |
|               | 201-250         | 2,538                       | 0,032                       | 0,017               | 38807,3 | 79  |
|               | 251-300         | 1,725                       | 0,049                       | 0,012               | 29342,6 | 35  |
|               | 301-350         | 1,073                       | 0,038                       | 0,013               | 52392,4 | 28  |
|               | >350            | 0,703                       | 0,044                       | 0,021               | 38840,7 | 16  |
| 29°01'-30° S  | <150            | 0,239                       | 0,060                       | 0,013               | 36845,2 | 4   |
|               | 150-200         | 5,895                       | 0,047                       | 0,017               | 35531,1 | 126 |
|               | 201-250         | 13,484                      | 0,049                       | 0,019               | 27978,0 | 275 |
|               | 251-300         | 15,251                      | 0,048                       | 0,014               | 26130,4 | 316 |
|               | 301-350         | 3,230                       | 0,048                       | 0,012               | 20655,1 | 67  |
|               | >350            | 1,711                       | 0,078                       | 0,039               | 6297,5  | 25  |
| 30°01'-31° S  | <150            | 0,330                       | 0,047                       | 0,008               | 30969,7 | 7   |
|               | 150-200         | 8,146                       | 0,056                       | 0,015               | 23686,5 | 146 |
|               | 201-250         | 6,734                       | 0,056                       | 0,017               | 23752,2 | 121 |
|               | 251-300         | 2,782                       | 0,060                       | 0,026               | 14097,8 | 45  |
|               | 301-350         | 0,313                       | 0,039                       | 0,028               | 33009,6 | 9   |
|               | >350            | 0,755                       | 0,084                       | 0,030               | 11292,7 | 8   |
| 31°01'-32° S  | <150            |                             |                             |                     |         |     |
|               | 150-200         | 5,630                       | 0,063                       | 0,026               | 44179,2 | 91  |
|               | 201-250         | 39,866                      | 0,065                       | 0,022               | 26616,7 | 626 |
|               | 251-300         | 34,426                      | 0,068                       | 0,023               | 24793,8 | 514 |
|               | 301-350         | 4,417                       | 0,064                       | 0,023               | 24227,5 | 69  |
|               | >350            | 0,309                       | 0,062                       | 0,001               | 13456,3 | 5   |
| >32°01'       | <150            |                             |                             |                     |         |     |
|               | 150-200         | 1,117                       | 0,070                       | 0,025               | 22676,8 | 15  |
|               | 201-250         | 11,878                      | 0,065                       | 0,018               | 26336,8 | 174 |
|               | 251-300         | 19,916                      | 0,068                       | 0,020               | 25795,2 | 288 |
|               | 301-350         | 1,099                       | 0,055                       | 0,021               | 38961,8 | 20  |
|               | >350            | 0,238                       | 0,059                       | 0,039               | 34126,1 | 4   |

Tabla 9. Localización geográfica y batimétrica del esfuerzo de pesca y CPUE estándar en la pesquería de langostino amarillo de las Regiones III y IV (n= 3.143 lances).

| Rango Latitud | Rango Prof. (m) | Esfuerzo (mn <sup>2</sup> ) | Promedio (mn <sup>2</sup> ) | Desviación Estándar | CPUE    | n   |
|---------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|---------|-----|
| 28°-29° S     | <150            |                             |                             |                     |         |     |
|               | 150-200         | 1,917                       | 0,071                       | 0,032               | 21523,7 | 27  |
|               | 201-250         | 3,081                       | 0,039                       | 0,022               | 31967,9 | 79  |
|               | 251-300         | 2,135                       | 0,061                       | 0,015               | 23707,7 | 35  |
|               | 301-350         | 1,288                       | 0,046                       | 0,014               | 43646,7 | 28  |
|               | >350            | 0,765                       | 0,045                       | 0,017               | 35692,8 | 16  |
| 29°01'-30° S  | <150            | 0,260                       | 0,065                       | 0,014               | 33869,2 | 4   |
|               | 150-200         | 6,804                       | 0,054                       | 0,018               | 30784,2 | 126 |
|               | 201-250         | 16,225                      | 0,059                       | 0,025               | 23251,1 | 275 |
|               | 251-300         | 17,064                      | 0,054                       | 0,017               | 23354,1 | 316 |
|               | 301-350         | 3,685                       | 0,055                       | 0,016               | 18104,7 | 67  |
|               | >350            | 2,450                       | 0,098                       | 0,063               | 4398,0  | 25  |
| 30°01'-31° S  | <150            | 0,322                       | 0,046                       | 0,008               | 31739,1 | 7   |
|               | 150-200         | 9,344                       | 0,064                       | 0,025               | 20649,6 | 146 |
|               | 201-250         | 7,502                       | 0,062                       | 0,036               | 21320,6 | 121 |
|               | 251-300         | 2,925                       | 0,065                       | 0,042               | 13408,5 | 45  |
|               | 301-350         | 0,486                       | 0,054                       | 0,039               | 21259,3 | 9   |
|               | >350            | 0,952                       | 0,119                       | 0,050               | 8955,9  | 8   |
| 31°01'-32° S  | <150            |                             |                             |                     |         |     |
|               | 150-200         | 10,283                      | 0,113                       | 0,058               | 24188,4 | 91  |
|               | 201-250         | 61,348                      | 0,098                       | 0,048               | 17296,4 | 626 |
|               | 251-300         | 55,512                      | 0,108                       | 0,062               | 15376,0 | 514 |
|               | 301-350         | 7,452                       | 0,108                       | 0,047               | 14360,3 | 69  |
|               | >350            | 0,480                       | 0,096                       | 0,012               | 8662,5  | 5   |
| >32°01'       | <150            |                             |                             |                     |         |     |
|               | 150-200         | 1,605                       | 0,107                       | 0,034               | 15781,9 | 15  |
|               | 201-250         | 16,356                      | 0,094                       | 0,033               | 19126,2 | 174 |
|               | 251-300         | 28,512                      | 0,099                       | 0,035               | 18018,3 | 288 |
|               | 301-350         | 1,760                       | 0,088                       | 0,031               | 24329,0 | 20  |
|               | >350            | 0,416                       | 0,104                       | 0,032               | 19524,0 | 4   |

## 5.2 **Objetivos 2 y 3. ESTIMAR LA BIOMASA TOTAL (EN PESO) Y LA ABUNDANCIA (EN NUMERO) DEL STOCK DE LANGOSTINO AMARILLO EXPLOTADO POR LA FLOTA PESQUERA INDUSTRIAL Y DETERMINACION DE LA COMPOSICION DE LA CAPTURA POR SEXO, TALLA Y CONDICION REPRODUCTIVA EN EL AREA DE ESTUDIO.**

### 5.2.1 **ESTIMACION DE LA BIOMASA (PESO) Y ABUNDANCIA (NUMERO)**

Para la evaluación de stock de langostino amarillo se han utilizado dos estimadores de la CPUE media como medida de abundancia relativa y local, a semejanza de la metodología que ha sido empleada en las pesquerías del langostino colorado y de camarón, a saber:

- (1) un estimador basado en un modelo de la distribución de probabilidad de la CPUE; y
- (2) otro estimador basado en un diseño de muestreo impuesto mediante remuestreo computacional sobre el arreglo espacial de lances de pesca.

La CPUE se obtuvo para cada lance en unidades de densidad, esto es kg y número de individuos por  $\text{km}^2$ . El área barrida en cada lance se obtuvo del producto entre distancia y tiempo de arrastre, y de la abertura de punta de alas de las redes, como se informó anteriormente en este mismo documento. Asimismo, se ha utilizado un estimador de mortalidad natural de  $M= 0,321 \text{ año}^{-1}$ , sin incluir su varianza (Fuente: SubPesca). Además, se ha realizado la estimación de la abundancia a la mitad de la temporada de pesca, debido a que su extensión ocurrió prácticamente a lo largo de todo el año, situándola en el mes de junio.

El área global abarcada por la pesquería, y por ende por los datos que han estado disponibles, incluye fondos desde la III a la IV Regiones. Esta área global se ha dividido en 8 zonas, de acuerdo a la distribución espacial de los lances de pesca (Fig. 3). Esta división ha sido determinada de acuerdo con el criterio de mejorar la aplicación del algoritmo CRUSIM, con el que se obtiene mejores resultados cuando las zonas son compactas en cuanto a la distribución de los lances de pesca que deben ser remuestreados. Además, esta división en 8 áreas permite observar la distribución espacial de la abundancia. El área de cada zona se calculó computacionalmente en base al contorno de la zona circunscrita por los lances de pesca utilizando una corrida del algoritmo CRUSIM con un radio de búsqueda de 4 km.

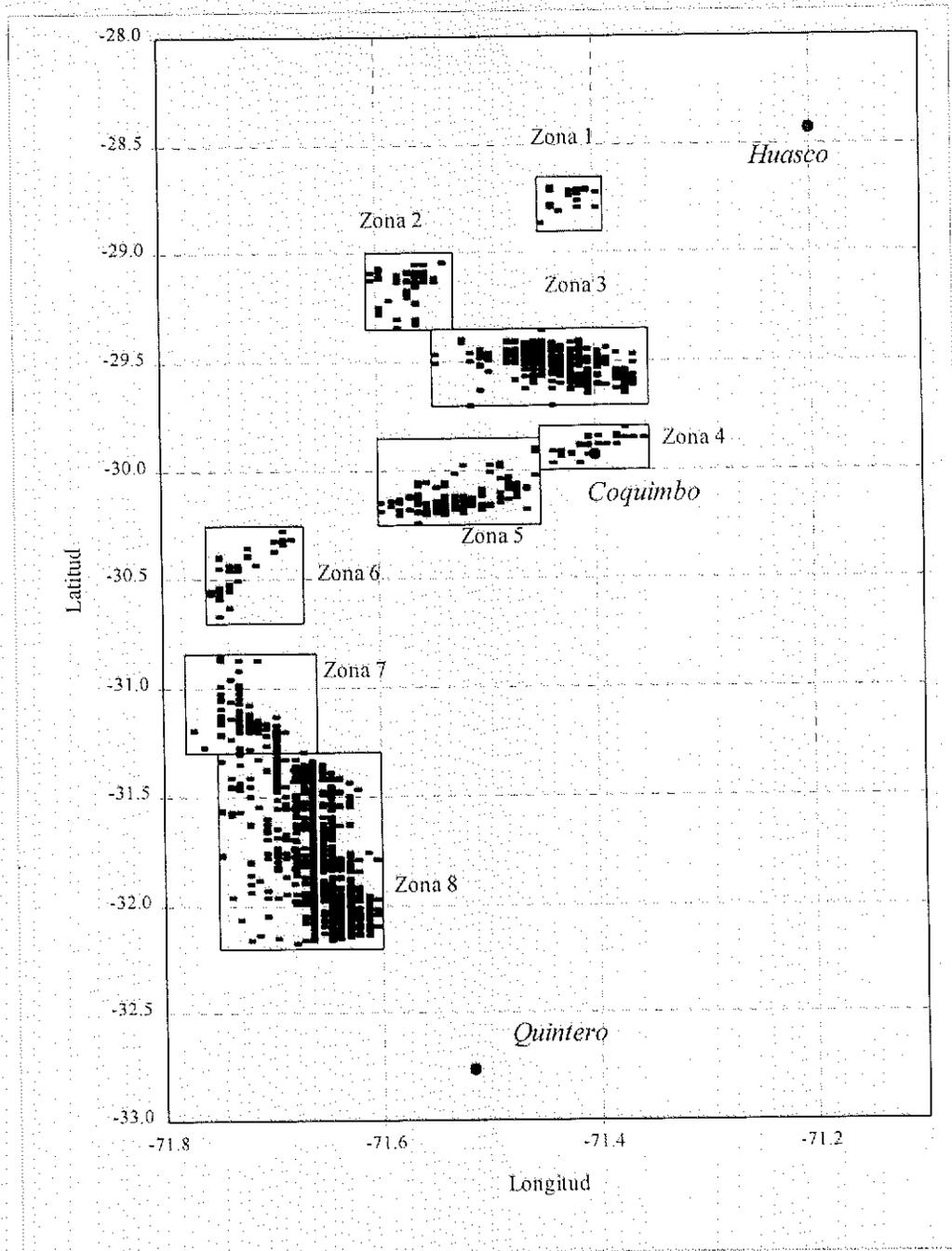


Fig. 3. Area de la pesquería de langostino amarillo, separada por zonas arbitrarias (para detalles ver texto).

Para dar cuenta del problema de las distintas potencias de pesca de las naves que participan en esta pesquería, se utilizó el procedimiento de estandarización de esfuerzo desarrollado por Roa *et al.* (1995) para la pesquería de langostino colorado, que considera el número de lances de pesca que ha efectuado una nave como medida de la experiencia de pesca acumulada durante una temporada.

Aunque este análisis no se ha efectuado de manera específica para la pesquería del langostino amarillo, se supone que, como las naves y las operaciones son similares en ambas pesquerías, se puede hacer la extensión con un margen razonable de certeza. De cualquier manera, la gran cantidad de observaciones que genera la pesquería de langostino amarillo (se utilizó 3.141 lances de pesca) permite suponer que se ha compensado cualquier deficiencia menor en el manejo de la información. El procedimiento de estandarización que se ha utilizado es válido para naves que han realizado un número sustancial de lances de pesca. Por lo mismo, se ha excluido del análisis todas aquellas naves que aportaron con una frecuencia de aparición menor al 1% respecto de los lances totales. Estas fueron 10 naves que juntas representaban en 1,15% del total de lances de pesca registrados en las bitácoras de pesca recogidas por SERNAPESCA y puestas a disposición de este proyecto por la Subsecretaría de Pesca. Entonces, se incluyó 18 naves que hicieron 3.105 lances de pesca entre la III y IV Regiones. De esta cantidad, se excluyó 230 lances por contener información evidentemente incorrecta en los ítems de posición geográfica, esfuerzo de pesca y/o captura, o por ubicarse fuera de las zonas de mayor concentración, lo que dejó una base de datos final de 2.875 lances utilizables. Finalmente, no se hizo ningún esfuerzo por filtrar información que pudiera haber sido deliberadamente alterada por parte de los capitanes con el fin de ocultar sus caladeros. Sin embargo, los efectos de estas conductas deben ser pequeños debido a la gran cantidad de información que se maneja, y a que deben ser aleatorios respecto de la verdad. Por lo tanto, se supone que estos efectos introducen mayor variabilidad e imprecisión en las estimaciones (hacen más anchos los intervalos de confianza), pero no conducen a estimaciones sesgadas.

#### **5.2.1.1. ESTIMACION MODELO BASADA**

La estimación modelo-basada ocupa el estimador insesgado de CPUE media lognormal, para el cálculo de biomasa mediante una generalización de la ecuación del área barrida (Roa *et al.*, 1995).

La biomasa en peso de langostino entre la III y IV Regiones del país ha sido estimada en 52.469 toneladas, con un intervalo de confianza del 95% entre 48.392 y 58.122 (Tabla 10). La distribución espacial de la biomasa por cada una de las 8 zonas analizadas muestra biomazas máximas entre 31°S y 32° S, lo que abarca el sector sur de la IV Región (Fig. 4). La máxima biomasa se encuentra en el rango latitudinal cubierto por la zona 8, en la IV Región, y corresponde a 21.073 ton (intervalos de

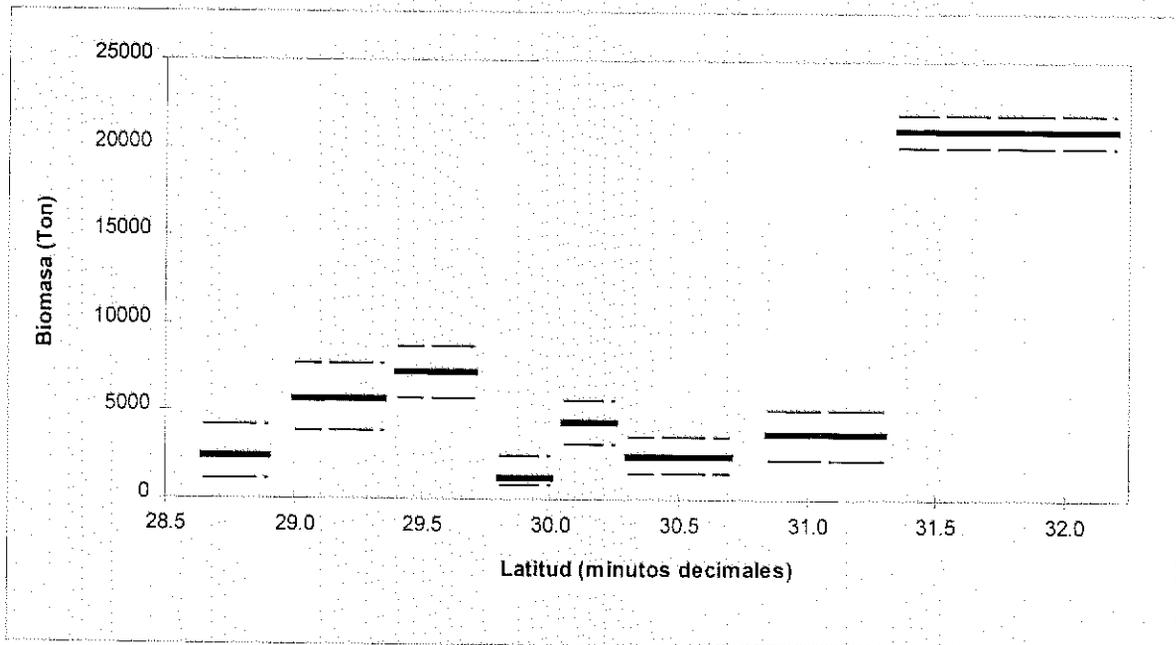
confianza 95%: 20.206 - 22.021 ton). En cambio, la biomasa mínima se encuentra en la zona 4, en la IV Región, con 1.290 ton (intervalos de confianza 95%: 1.050-1.648 ton).

La abundancia en número también es máxima en la zona 8, alcanzando a 461,73 millones de individuos (intervalos de confianza 95%: 442,73 - 482,49), y es mínima en la zona 4, donde alcanza a 38,75 millones de individuos (intervalos de confianza 95%: 31,54 - 49,50). Globalmente, la abundancia en número se ha estimado en 1.433 millones (intervalos de confianza 95%: 1.316 - 1.601).

Tabla 10. Resumen de resultados de la evaluación de stock por métodos indirectos del langostino amarillo para 1997. M= 0,321.

| ZONAS                                 | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       | 7       | 8        | Total    |
|---------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|
| Area(Km <sup>2</sup> )                | 128     | 256     | 608     | 192     | 432     | 256     | 464     | 1264     | 3600     |
| Peso Med. Pond. (g)                   | 20,29   | 33,30   | 33,30   | 33,30   | 33,30   | 33,30   | 45,64   | 45,64    |          |
| Capt. ½ temp (Ton)                    | 68,10   | 73,92   | 273,11  | 11,73   | 212,40  | 10,65   | 84,06   | 1401,72  | 2135,69  |
| Abund.Mod-Bas(Ton)                    | 3081,96 | 6342,67 | 8447,74 | 1290,34 | 5387,10 | 2993,49 | 3852,42 | 21073,28 | 52469,00 |
| Límite Inf. (2,5%)                    | 2840,30 | 5852,68 | 7802,53 | 1050,28 | 4877,87 | 2390,87 | 3371,33 | 20206,36 | 48392,21 |
| Límite Sup. (97,5%)                   | 3675,61 | 6999,29 | 9163,56 | 1648,24 | 5965,85 | 4221,47 | 4427,64 | 22020,67 | 58122,32 |
| Abund.Mod-Bas<br>(Nx10 <sup>6</sup> ) | 151,90  | 190,47  | 253,69  | 38,75   | 161,77  | 89,89   | 84,41   | 461,73   | 1432,61  |
| Límite Inf. (2,5%)                    | 139,99  | 175,76  | 234,31  | 31,54   | 146,48  | 71,80   | 73,87   | 442,73   | 1316,47  |
| Límite Sup. (97,5%)                   | 181,15  | 210,19  | 275,18  | 49,50   | 179,15  | 126,77  | 97,01   | 482,49   | 1601,44  |
| Abund.Dis-Bas(Ton)                    | 2413,19 | 5719,62 | 7240,48 | 1201,29 | 4370,66 | 2454,62 | 3690,88 | 21426,19 | 48516,91 |
| Límite Inf. (2,5%)                    | 1195,26 | 3934,22 | 5808,29 | 824,71  | 3215,05 | 1500,60 | 2321,24 | 17863,59 | 36662,96 |
| Límite Sup. (97,5%)                   | 4287,92 | 7789,81 | 8785,72 | 2511,44 | 5705,96 | 3667,90 | 5188,73 | 25631,57 | 63569,05 |
| Abund.Dis-Bas<br>(Nx10 <sup>6</sup> ) | 118,93  | 171,76  | 217,43  | 36,07   | 131,25  | 73,71   | 80,87   | 469,46   | 1299,49  |
| Límite Inf. (2,5%)                    | 58,91   | 118,14  | 174,42  | 24,77   | 96,55   | 45,06   | 50,86   | 391,40   | 960,12   |
| Límite Sup. (97,5%)                   | 211,33  | 233,93  | 263,84  | 75,42   | 171,35  | 110,15  | 113,69  | 561,60   | 1741,30  |

### Diseño-basado



### Modelo-basado

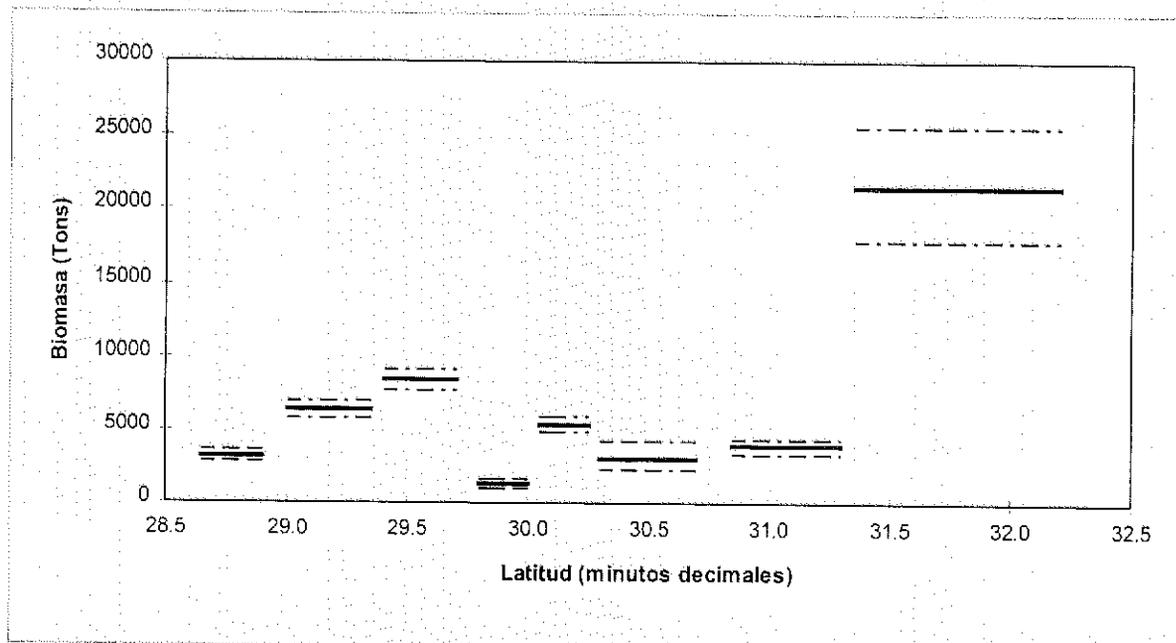


Fig. 4. Distribución espacial de la biomasa del stock de langostino amarillo por área, métodos diseño- y modelo-basado.

La menor densidad, medida como peso/área, ocurre en la zona 4, entre 29°48' S y 30°00' S, aproximadamente, frente a la ciudad de La Serena. Acá la densidad es de 7,96 ton/km<sup>2</sup>. Luego, ésta aumenta hacia los extremos de la distribución geográfica, alcanzando a 29,43 ton/km<sup>2</sup> en la zona 2 (29° - 29°21' S) y a 20,88 ton/km<sup>2</sup> en la zona 8 (31°18' - 32°12' S).

#### 5.2.1.2. ESTIMACION DISEÑO-BASADA

En la estimación diseño-basada se ocupa el estimador de CPUE media aritmética, insesgado respecto de un diseño aleatorio simple de muestreo, como el que se ha implementado computacionalmente mediante la aplicación del algoritmo CRUSIM (Roa *et al.*, 1995). Esta CPUE insesgada respecto del diseño de muestreo se utiliza para el cálculo de biomasa mediante una generalización de la ecuación del área barrida (Roa *et al.*, 1995).

La biomasa en peso de langostino amarillo entre la III y IV Regiones del país ha sido estimada por este procedimiento en 48.517 ton (intervalo de confianza 95%: 36.663 - 63.569 ton; Tabla 10). La distribución espacial de la biomasa, en cada una de las 8 zonas analizadas (Fig. 4), muestra biomasa máxima en la zona 8, IV Región, y corresponde a 21.426 ton (intervalo de confianza 95%: 17.864 - 25.632 ton). En cambio, la biomasa mínima se encuentra en la zona 4, en el norte de la IV Región, con 1.201 ton (intervalo de confianza 95%: 824 a 2.511 ton).

La abundancia en número también es máxima en la zona 8, en la IV Región, alcanzando a los 469,46 millones de individuos (intervalo de confianza 95%: 391,40 a 561,60), y es mínima en la zona 4, norte de la IV Región, donde alcanza a 36,07 millones de individuos (intervalo de confianza 95%: 24,77 a 75,42). Globalmente, la abundancia en número se ha estimado en 1.299,49 millones (intervalo de confianza 95%: 960,12 a 1741,30). De manera similar al estimado modelo-basado, la densidad (peso/área) es menor en la zona 4 y máxima en los extremos.

#### 5.2.1.3. COMPARACION ENTRE LOS ESTIMADORES

Los dos estimadores de CPUE como medida de abundancia local o relativa se comportan de manera muy similar. De hecho, ambos estiman la misma tendencia latitudinal con máximo de biomasa y

número en la zona 8 y mínimo en la zona 4 (Figs. 4). Los dos estimadores entregan, además, un valor muy similar de biomasa global, cercano a 50 mil ton, y de número entre 1.300 a 1.400 millones de individuos. Sin embargo, una diferencia notable se refiere a la precisión de ambos estimadores, siendo bastante mayor la del estimador modelo-basado. Esto puede deberse a que en la obtención del estimador diseño-basado entra la posición geográfica de los lances, durante el remuestreo computacional, las cuales se sospecha pueden contener errores antes de ser entregadas al SERNAPESCA.

Las estimaciones de CPUE con ambos métodos son, sin embargo, muy coincidentes a lo largo de las 8 zonas definidas, y muestran que la abundancia relativa o local en biomasa (densidad) tiene una tendencia más bien contraria a la de la abundancia absoluta en biomasa (Fig. 5). Por el norte, la abundancia relativa es máxima en la III Región, disminuyendo hasta los 30° S; por el contrario, hacia el sur se incrementa fuertemente, siendo máxima al sur de los 31° S. En consecuencia, esta tendencia opuesta en las abundancias absolutas y relativas indica que la mayor biomasa entre la III y IV Regiones se debe a una mayor área de distribución del recurso, más que a una mayor densidad.

Si los estimadores modelo-basadas y diseño-basadas son coincidentes, un gráfico de dispersión de uno contra el otro para las 10 zonas definidas debiera producir una nube de puntos de 45° de inclinación (o una pendiente igual a 1). De hecho, esto es lo que ocurre, aunque existe una leve tendencia a que el estimador modelo basado sea mayor que el estimador diseño-basado a altos niveles de CPUE (Fig. 6).

#### **5.2.1.4. MUESTREOS DE FRECUENCIAS DE TAMAÑOS POR MES Y PUERTO DE DESEMBARQUE**

Para determinar la frecuencia de tamaños del langostino amarillo, se analizó las muestras provenientes de los embarques realizados por técnicos del equipo de investigación en los dos principales puertos de desembarque de este recurso, de acuerdo a la operación de la flota durante el período de estudio, a saber: Huasco (III Región) y Coquimbo (IV Región). Con respecto a los ejemplares obtenidos en embarcaciones del puerto de Quintero (V Región), éstos corresponden a muestras de fauna acompañante de la pesquería del camarón nailon recolectadas durante el período

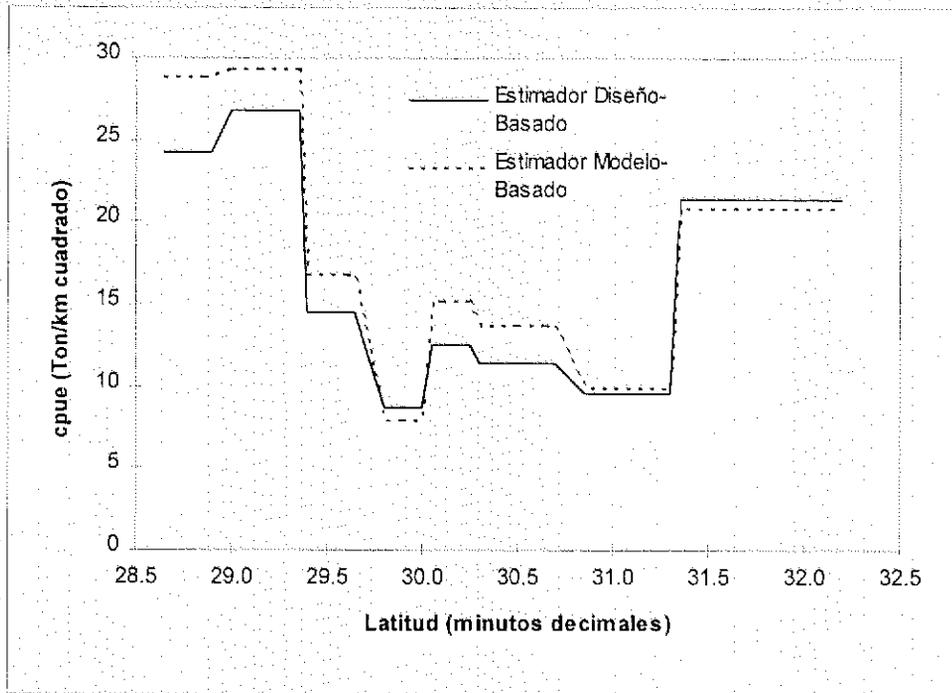


Fig. 5. Distribución espacial de la captura por unidad de esfuerzo en la pesquería de langostino amarillo 1996-1997.

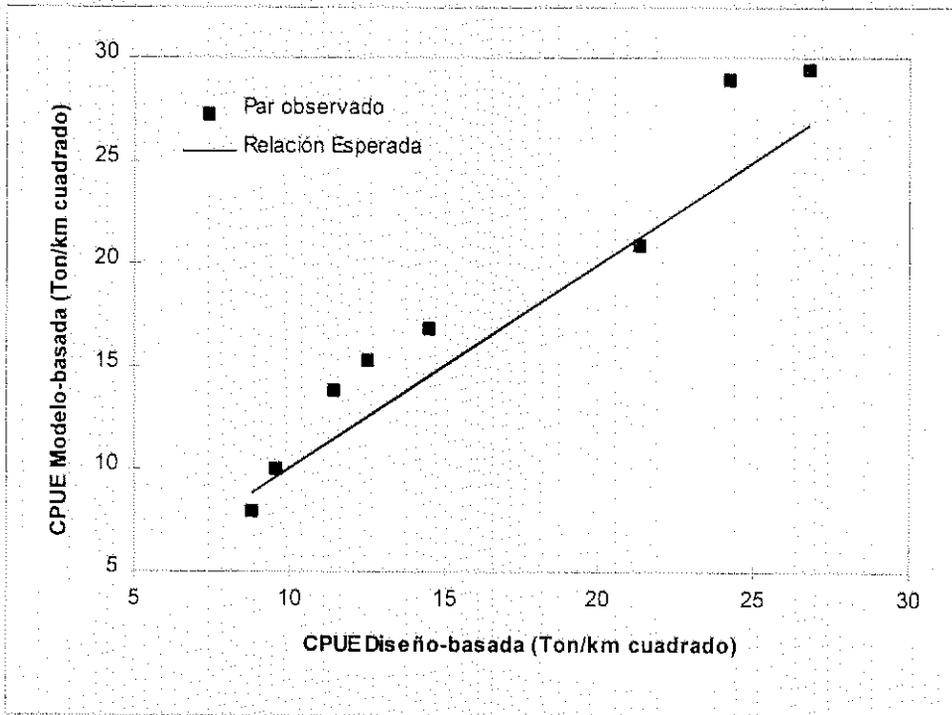


Fig. 6. Relación de la captura por unidad de esfuerzo modelo-basada y diseño-basada en la pesquería de langostino amarillo 1996-1997.

de veda del langostino amarillo, dado que los barcos de ese puerto prácticamente no capturaron esta especie durante el resto del estudio, como se señalara anteriormente, representando su actividad en conjunto sólo un 1% de las pescas realizadas por la flota. En algunos casos, al no poder acceder a muestras a bordo, se analizaron ejemplares obtenidos en el desembarque, sea en puerto y/o planta, registrando el origen de esa captura. La información del número de muestras y/o lances que se consideran en este análisis son presentados en la Tabla 11 y el número de ejemplares medidos se presenta en la Tabla 12.

Tabla 11. Número de muestras y/o lances analizados para frecuencia de tallas de langostino amarillo, por mes y puerto de desembarque.

| MES/PUERTO | Huasco | Coquimbo | Quintero | Total |
|------------|--------|----------|----------|-------|
| Septiembre | 2      | 16       | -        | 18    |
| Octubre    | -      | 2        | -        | 2     |
| Noviembre  | 6      | 17       | -        | 23    |
| Diciembre  | -      | 5        | -        | 5     |
| Enero      | -      | 1        | -        | 1     |
| Febrero    | -      | 7        | -        | 7     |
| Marzo      | 2      | 5        | 6        | 13    |
| Abril      | -      | 12       | 3        | 15    |
| Mayo       | -      | 15       | -        | 15    |
| Junio      | -      | 14       | -        | 14    |
| Julio      | -      | 2        | -        | 2     |
| Agosto     | -      | 24       | -        | 24    |
| Septiembre | 1      | 8        | -        | 9     |
| TOTAL      | 11     | 128      | 9        | 148   |

#### 5.2.1.4.1. FRECUENCIA DE TALLAS

En el Anexo 2 se entrega un resumen de los rangos de tallas de machos, hembras y hembras ovíferas medidos para frecuencias de talla durante el desarrollo del proyecto. Al comparar los antecedentes de las distintas zonas de pesca, se visualiza un patrón de cambio latitudinal con tallas máximas y promedios mayores de norte a sur en ambos sexos, incluidas las hembras

Tabla 12. Número de machos, hembras y hembras ovíferas de langostino amarillo medidos para frecuencias de talla (Lc, mm), por puerto y mes. (\*) = total de las hembras.

| PUERTO/MES      | MACHOS | HEMBRAS(*) | H. OVIFERAS | TOTAL  |
|-----------------|--------|------------|-------------|--------|
| <b>HUASCO</b>   |        |            |             |        |
| Septiembre      | 259    | 145        | 90          | 404    |
| Octubre         | -      | -          | -           | -      |
| Noviembre       | 529    | 972        | 2           | 1.501  |
| Diciembre       | -      | -          | -           | -      |
| Enero           | -      | -          | -           | -      |
| Febrero         | -      | -          | -           | -      |
| Marzo           | 138    | 11         | -           | 149    |
| Abril           | 286    | 488        | -           | 774    |
| Mayo            | -      | -          | -           | -      |
| Junio           | -      | -          | -           | -      |
| Julio           | -      | -          | -           | -      |
| Agosto          | -      | -          | -           | -      |
| Septiembre      | 108    | 16         | 16          | 124    |
| Total           | 1.320  | 1.632      | 108         | 2.952  |
| <b>COQUIMBO</b> |        |            |             |        |
| Septiembre      | 1.571  | 2.191      | 2.093       | 3.762  |
| Octubre         | 169    | 190        | 179         | 359    |
| Noviembre       | 1.598  | 1.261      | 472         | 2.859  |
| Diciembre       | 374    | 429        | 7           | 803    |
| Enero           | 64     | 39         | -           | 103    |
| Febrero         | 778    | 808        | 1           | 1.586  |
| Marzo           | -      | -          | -           | -      |
| Abril           | 1.519  | 1.173      | -           | 2.692  |
| Mayo            | 1.032  | 893        | 77          | 1.925  |
| Junio           | 1.163  | 1.413      | 1.164       | 2.576  |
| Julio           | 162    | 110        | 105         | 272    |
| Agosto          | 1.423  | 962        | 807         | 2.385  |
| Septiembre      | 860    | 640        | 631         | 1.500  |
| Total           | 10.713 | 10.109     | 5.536       | 20.822 |
| <b>QUINTERO</b> |        |            |             |        |
| Septiembre      | -      | -          | -           | -      |
| Octubre         | -      | -          | -           | -      |
| Noviembre       | -      | -          | -           | -      |
| Diciembre       | -      | -          | -           | -      |
| Enero           | -      | -          | -           | -      |
| Febrero         | -      | -          | -           | -      |
| Marzo           | 691    | 168        | -           | 859    |
| Abril           | 291    | 119        | -           | 410    |
| Mayo            | -      | -          | -           | -      |
| Junio           | -      | -          | -           | -      |
| Julio           | -      | -          | -           | -      |
| Total           | 982    | 287        | -           | 1.269  |
| Total General   | 13.015 | 12.028     | 5.644       | 25.043 |

ovíferas. Otro hecho relevante se refiere a que los machos presentan un rango de talla y talla

promedio mayor que las hembras y hembras ovíferas en los tres puertos de desembarque, lo que señala que a la inversa que en el camarón nailon, en el langostino amarillo son éstos los que alcanzan las tallas mayores.

En la Figura 7 se resume las distribuciones de frecuencia de tallas obtenidas en los tres puertos de desembarque. Hecha la salvedad que el gráfico de Quintero corresponde sólo a dos meses, las tres distribuciones son bastante diferentes, en particular con respecto a las hembras ovíferas, escasas en Huasco, muy abundantes en Coquimbo y ausentes en Quintero. En todo caso una característica común a los tres puertos es el predominio de las hembras en las tallas menores y de los machos en las tallas mayores. En Quintero además se observa tres modas de talla en los machos, siendo la moda más avanzada (tallas > 44 mm LC) es predominante y no se observa en los otros puertos de desembarque y probablemente corresponden al extremo sur de la IV Región.

#### **5.2.1.4.2. MUESTREOS BIOLÓGICO-ESPECÍFICOS**

El muestreo biológico específico se refiere al análisis de las muestras obtenidas en los embarques de los técnicos del proyecto y son una sub-muestra aleatoria del muestreo de frecuencia de tallas. El número total de ejemplares analizados en los muestreos biológico-específicos alcanza a 7.620 (Tabla 13) considerado más que suficiente, debido a que corresponde principalmente a antecedentes recolectados en la flota de la IV Región, debido a que la flota de la V apenas alcanzó al 1% de los lances, también fue discontinua la actividad en la III Región y sólo se operó efectivamente 9 meses debido a una veda en el primer trimestre del año 1997.

En el Anexo 3 se entrega un resumen de las tallas (mm) y pesos (g) máximos y mínimos de los ejemplares de langostino amarillo, que fueron medidos durante los muestreos biológico-específicos realizados sobre las muestras recolectadas en los tres puertos de desembarque. Los antecedentes muestran básicamente lo ya señalado anteriormente en el muestreo de frecuencia de tallas. Así, las tallas máximas de machos y hembras, y tallas mínimas y máximas de hembras ovíferas en el sub-muestreo para obtener los pesos totales que se utilizaron posteriormente en la relación longitud – peso, también muestran un aumento en sentido norte – sur entre la III y IV Región. Sin embargo en

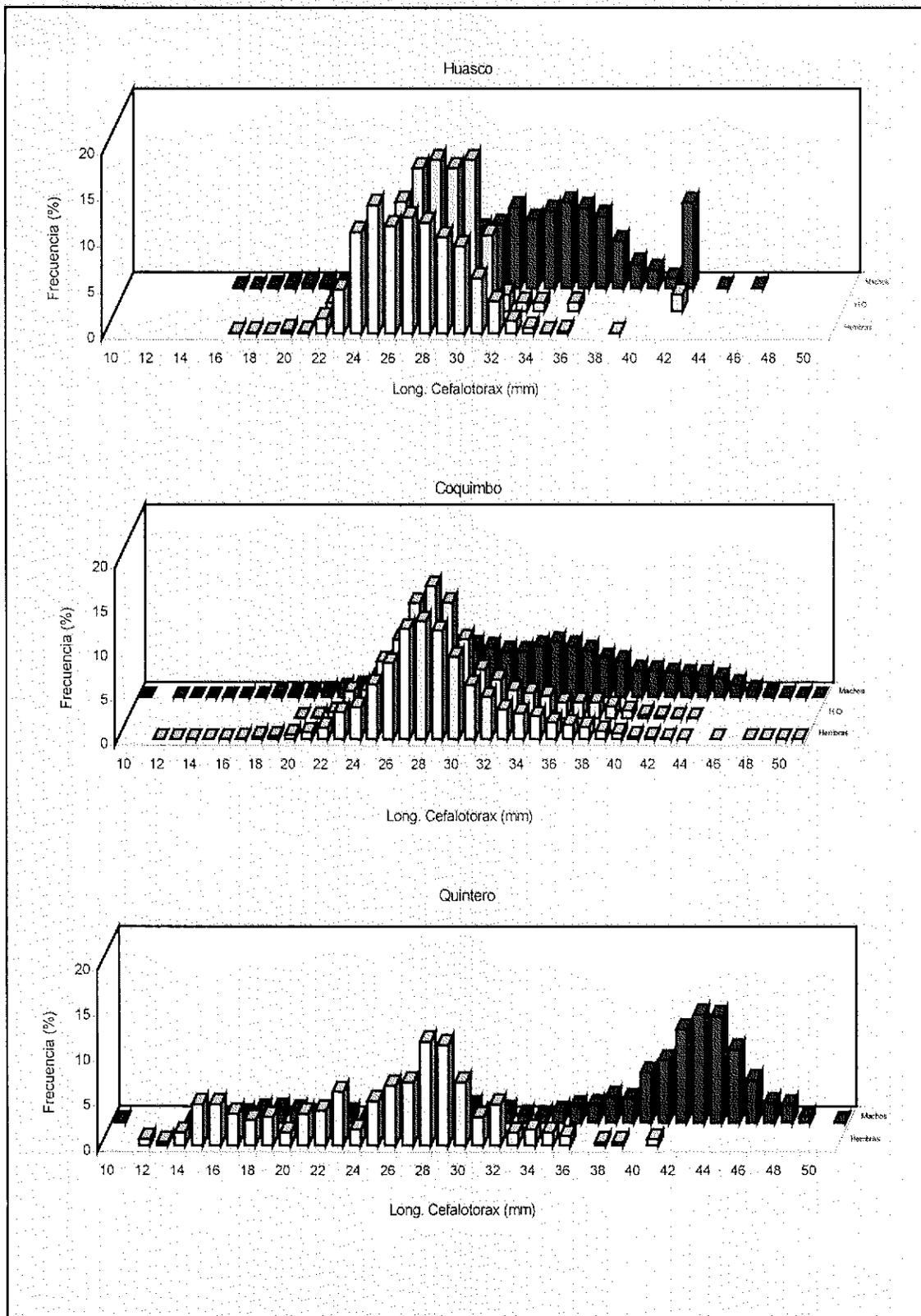


Fig. 7. Distribución de frecuencia de tallas (LC, mm) de langostino amarillo en la temporada de pesca 1996-1997, por puerto de desembarque.

Tabla 13. Número de machos, hembras y hembras ovíferas de langostino amarillo medidos en el muestreo biológico específico (Lc, mm; peso total, g), por puerto de desembarque y mes.

| PUERTO/ MES          | MACHOS       | HEMBRAS      | H. OVIFERAS  | TOTAL        |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>HUASCO</b>        |              |              |              |              |
| Septiembre           | 72           | 12           | 18           | 102          |
| Octubre              | -            | -            | -            | -            |
| Noviembre            | 139          | 22           | 156          | 317          |
| Diciembre            | -            | -            | -            | -            |
| Enero                | -            | -            | -            | -            |
| Febrero              | -            | -            | -            | -            |
| Marzo                | 91           | 5            | -            | 96           |
| Abril                | 79           | 125          | -            | 204          |
| Mayo                 | -            | -            | -            | -            |
| Junio                | -            | -            | -            | -            |
| Julio                | -            | -            | -            | -            |
| Agosto               | -            | -            | -            | -            |
| Septiembre           | 43           | 1            | 8            | 52           |
| Total                | 424          | 165          | 182          | 771          |
| <b>COQUIMBO</b>      |              |              |              |              |
| Septiembre           | 449          | 15           | 352          | 816          |
| Octubre              | 56           | 6            | 40           | 102          |
| Noviembre            | 564          | 141          | 22           | 727          |
| Diciembre            | 105          | 145          | 1            | 251          |
| Enero                | 42           | 9            | -            | 51           |
| Febrero              | 189          | 169          | 1            | 359          |
| Marzo                | -            | -            | -            | -            |
| Abril                | 411          | 207          | -            | 618          |
| Mayo                 | 486          | 255          | 249          | 990          |
| Junio                | 413          | 52           | 249          | 714          |
| Julio                | 62           | 2            | 38           | 102          |
| Agosto               | 873          | 26           | 352          | 1.251        |
| Septiembre           | 285          | 5            | 120          | 410          |
| Total                | 3.935        | 1.032        | 1.424        | 6.391        |
| <b>QUINTERO</b>      |              |              |              |              |
| Septiembre           | -            | -            | -            | -            |
| Octubre              | -            | -            | -            | -            |
| Noviembre            | -            | -            | -            | -            |
| Diciembre            | -            | -            | -            | -            |
| Enero                | -            | -            | -            | -            |
| Febrero              | 263          | 44           | -            | 307          |
| Marzo                | 110          | 41           | -            | 151          |
| Total                | 373          | 85           | -            | 458          |
| <b>TOTAL GENERAL</b> | <b>4.732</b> | <b>1.282</b> | <b>1.606</b> | <b>7.620</b> |

las tallas mínimas de machos y hembras se observa lo contrario, lo que corresponde a la aparición

de ejemplares juveniles en las capturas de la IV Región (desembarques de Coquimbo y Quintero) durante el período enero – abril de 1997.

#### **5.2.1.4.3. RELACION LONGITUD-PESO**

Se entrega los parámetros de la relación longitud-peso, tanto en machos (Anexo 4) como en hembras (Anexo 5) y en sexos combinados (Anexo 6), calculados mensualmente y en conjunto. En general en todos los casos se obtiene un alto coeficiente de determinación ( $r^2$ ), por lo cual se considera que el modelo adoptado describe bien la relación entre la longitud del cefalotorax y el peso total, independiente de la localidad, mes y sexo. En las Figuras 8, 9 y 10 se entrega los parámetros de la relación longitud-peso que incluye la totalidad de los ejemplares analizados durante todo el período de estudio en machos, hembras y en sexos combinados, respectivamente.

#### **5.2.1.4.4. COMPOSICION POR TAMAÑOS Y POR SEXO EN LAS CAPTURAS**

Como se señaló anteriormente, la información para el análisis de la composición de tallas en la captura proviene de los muestreos de frecuencia de tamaños del langostino amarillo, obtenidos en los lances para esa especie o como fauna acompañante del camarón nailon a bordo de las embarcaciones y de muestreos del desembarque, cuando no fue posible tener técnicos a bordo. Se entrega la información mensual de la contribución porcentual de las diferentes tallas independientemente por sexo.

En los machos en general son varias las tallas que contribuyen con porcentajes inferiores al 10% al total, con excepciones durante los meses de marzo y septiembre en Huasco, julio en Coquimbo y marzo en Quintero, cuando tres o más tallas representan entre un 34,4% a un 67,3% del total (Anexo 7). En la generalidad sólo una o dos tallas representan más del 10% en el resto de los meses y puertos.

Distinto es lo observado en las hembras, donde generalmente se observa que cuatro o cinco tallas superan el 10% cada una, con la excepción del mes de marzo en Quintero, cuando se encuentra una

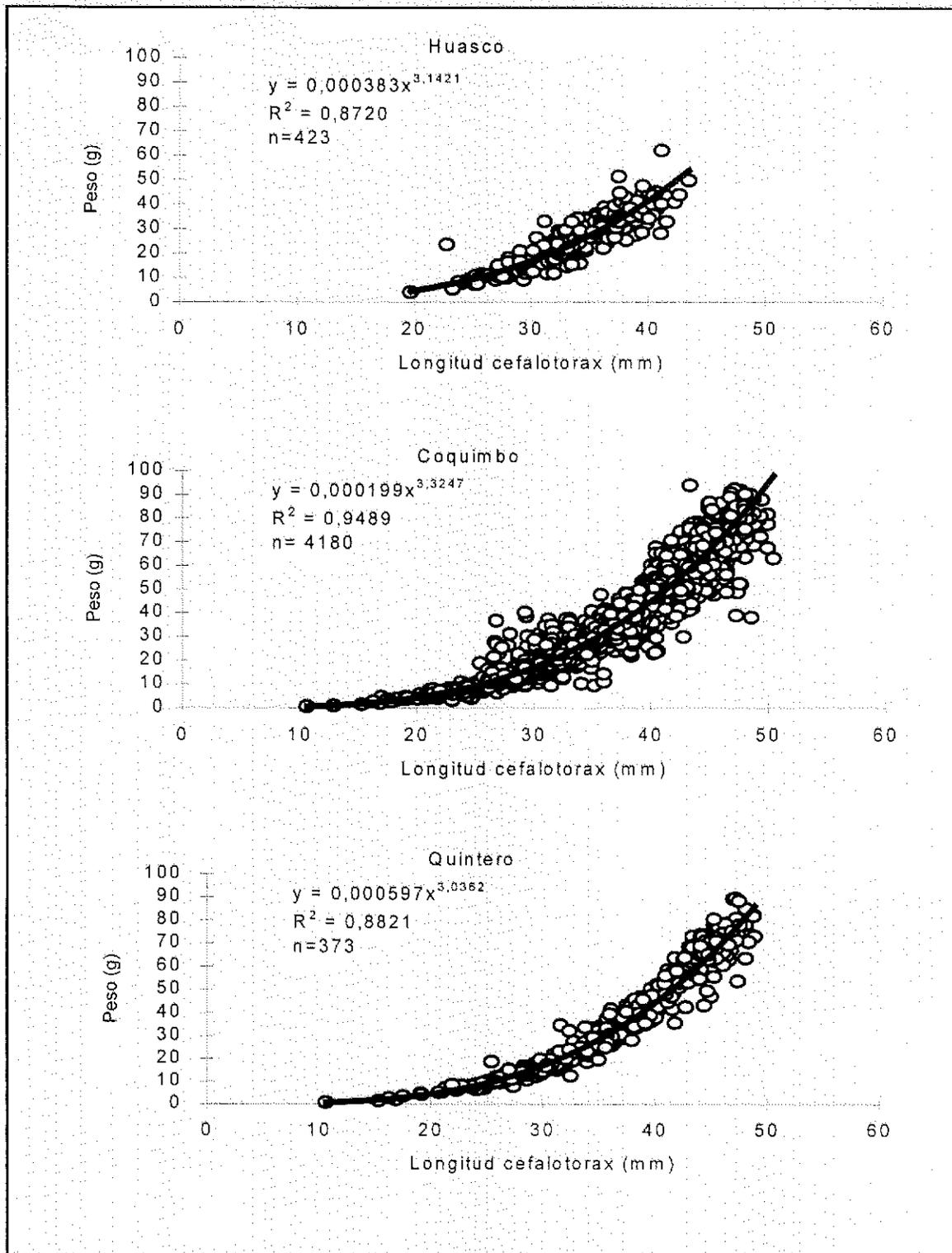


Fig. 8. Relación longitud (LC, mm) y peso total (g) que incluye la totalidad de los machos de langostino amarillo, analizados durante el período de estudio 1996-1997, en las tres zonas de pesca en la III y IV Región.

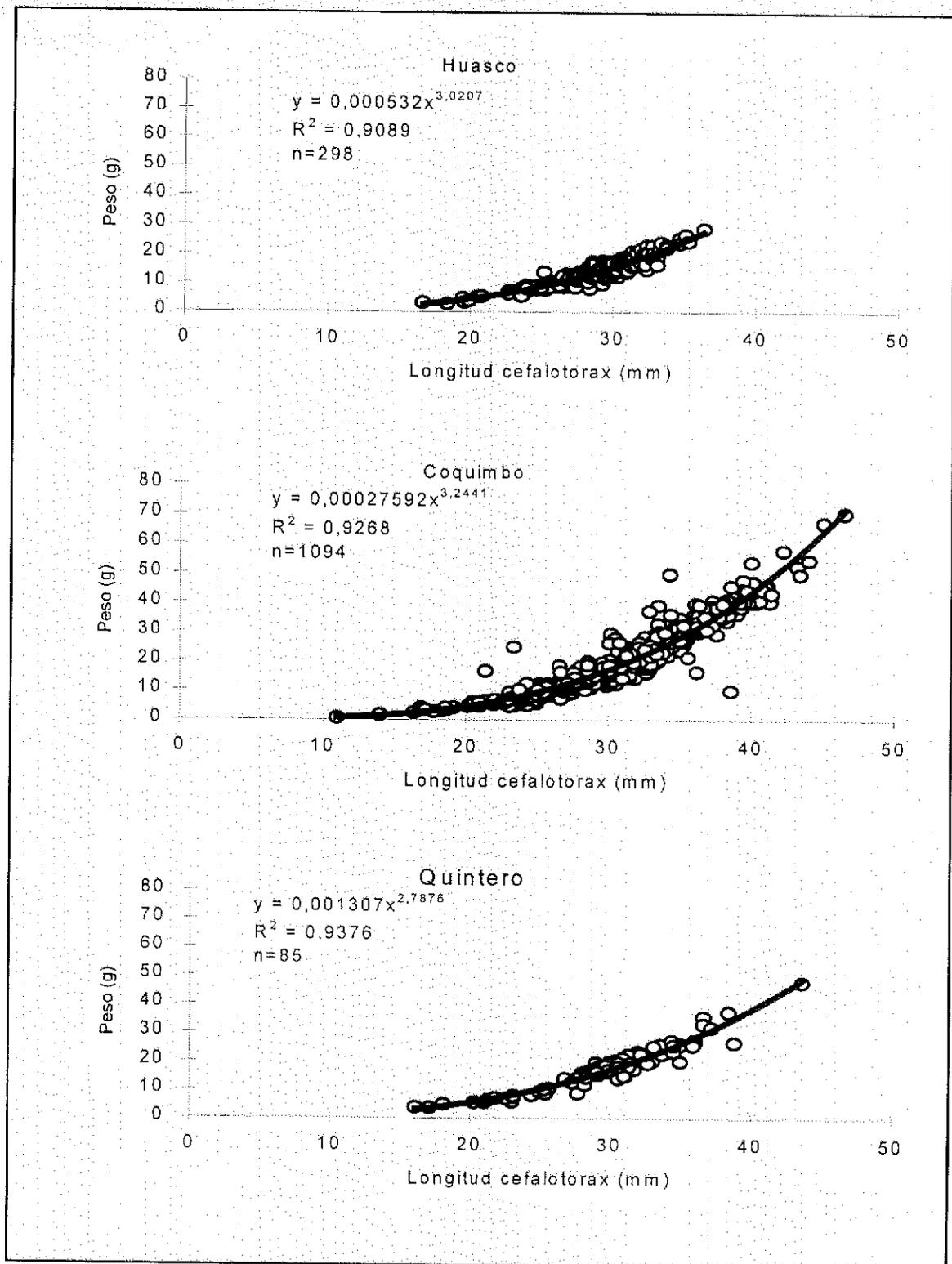


Fig. 9. Relación longitud (LC, mm) y peso total (g) que incluye la totalidad de las hembras de langostino amarillo, analizados durante el período de estudio 1996-1997, en las tres zonas de pesca en la III y IV Región.

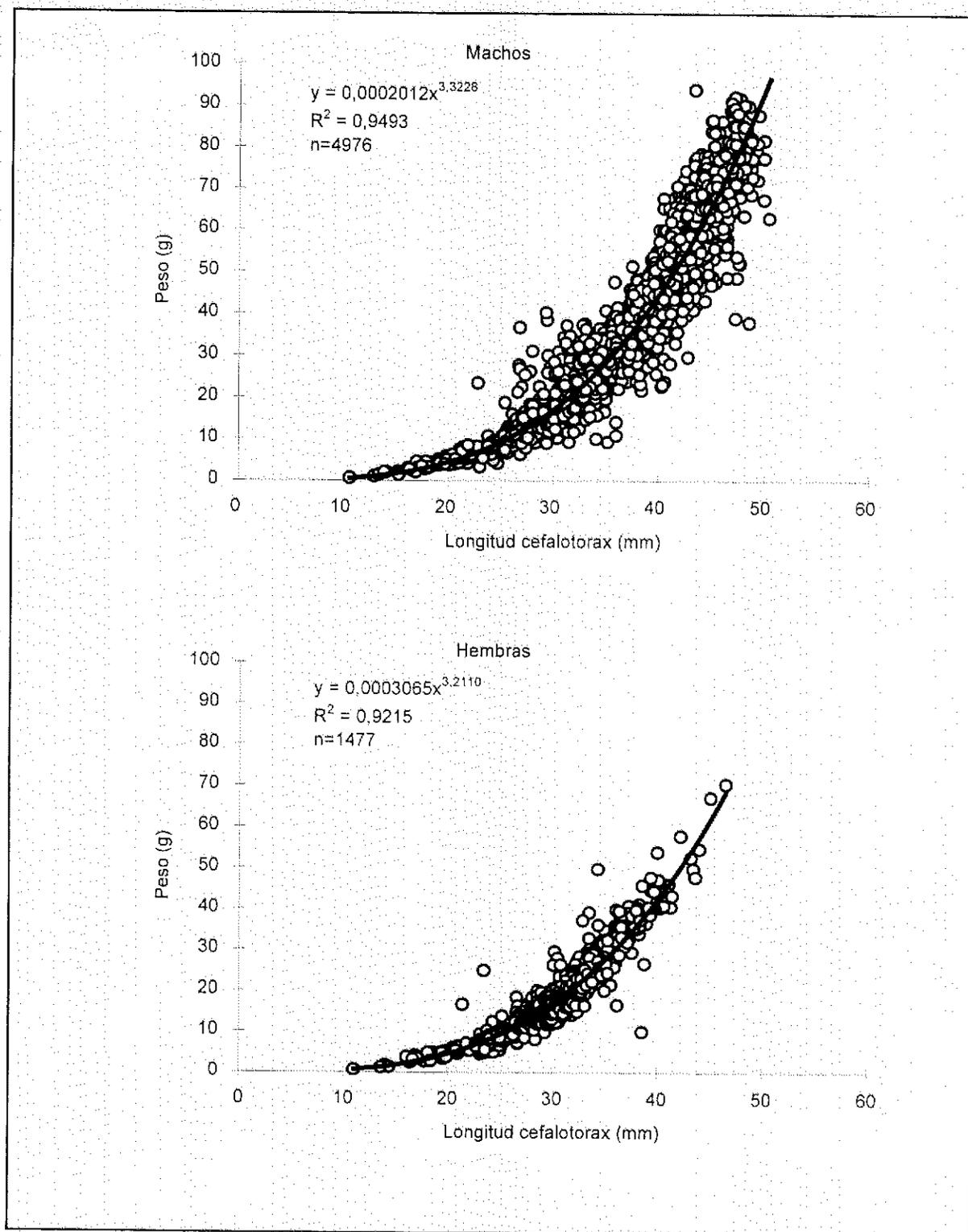


Fig. 10. Relación longitud (LC, mm) y peso total (g) que incluye la totalidad de los ejemplares de langostino amarillo, analizados durante el período de estudio 1996-1997, en las tres zonas de pesca en la III y IV Región.

distribución similar a los machos, con muchas tallas con porcentajes inferiores al 10% y durante febrero y mayo en Coquimbo, con sólo dos tallas superando el 10% (Anexo 8). En el caso de las hembras ovíferas se observa un patrón similar al descrito anteriormente para las hembras no ovíferas, con cuatro o más tallas con porcentajes superiores al 10% del total, con la excepción del mes de agosto en Coquimbo (Anexo 9).

#### **5.2.1.4.5. PESO PROMEDIO A LA TALLA**

Se entrega la información mensual del peso promedio a la talla independientemente por sexo, para machos (Anexo 10) y hembras (Anexo 11). Se puede observar que los machos alcanzan pesos mayores que las hembras y estas diferencias se acentúan con el aumento de la talla. Dentro de cada sexo, no se observan diferencias muy marcadas entre meses, aunque es claro en el caso de ambos sexos que los pesos son mayores en la IV que en la III Región, aunque también en la primera es posible encontrar más ejemplares de las tallas mayores lo que puede influir en estos datos.

#### **5.2.1.4.6. PROPORCION SEXUAL A LA TALLA**

En el Anexo 12 se entrega la información de la proporción sexual a la talla, en los tres puertos de desembarque. En todos los casos se observa una alternancia en el predominio de uno de los sexos, siendo en general los machos más abundantes en las tallas más pequeñas y más grandes en todos los puertos de desembarque. Con el objeto de visualizar mejor esta característica antes señalada, en la Tabla 14 se ha resumido los rangos de talla en que los machos superan el 50% del total y la talla a partir de la cual sólo se encuentra machos en las muestras de frecuencias.

Complementariamente, en la Figura 11 se resume los datos de proporción sexual mensual en los distintos puertos de desembarque. Se observan algunas diferencias importantes dependiendo de la localidad, específicamente en el caso de Caldera y Quintero, con un predominio notorio de los machos o hembras en los meses muestreados. En Coquimbo la proporción sexual se mantiene alrededor de 1:1 durante el período de estudio, con la excepción de enero y octubre, cuando predominaron ampliamente los machos y las hembras, respectivamente.

Tabla 14. Rangos de talla (LC, mm) en que los machos representan más del 50 % y talla desde la cual son el 100% del total de organismos, en las muestras obtenidas en los distintos puertos de desembarque, por mes.

| PUERTO/MES      | Rango de talla | Talla   |    |
|-----------------|----------------|---------|----|
| <b>CALDERA</b>  |                |         |    |
| Septiembre      | 16 - 22        | 31 - 46 | 37 |
| Octubre         |                |         |    |
| Noviembre       | 20 - 21        | 32 - 41 | 36 |
| Diciembre       |                |         |    |
| Enero           |                |         |    |
| Febrero         |                |         |    |
| Marzo           | 25 - 41        |         | 33 |
| Abril           | 33 - 42        |         | 29 |
| Mayo            |                |         |    |
| Junio           |                |         |    |
| Julio           |                |         |    |
| Agosto          |                |         |    |
| Septiembre      |                | 26 - 41 | 34 |
| <b>COQUIMBO</b> |                |         |    |
| Septiembre      | 19 - 19        | 31 - 45 | 39 |
| Octubre         | 22 - 23        | 32 - 42 | 38 |
| Noviembre       | 21 - 24        | 30 - 46 | 44 |
| Diciembre       |                | 29 - 42 | 37 |
| Enero           | 18 - 25        | 27 - 42 | 37 |
| Febrero         | 17 - 19        | 33 - 47 | 40 |
| Marzo           |                |         |    |
| Abril           | 10 - 16        | 31 - 51 | 44 |
| Mayo            | 21 - 23        | 39 - 50 | 47 |
| Junio           | 19 - 20        | 33 - 51 | 45 |
| Julio           | 26             | 39 - 49 | 40 |
| Agosto          | 18             | 36 - 50 | 45 |
| Septiembre      | 24             | 31 - 44 | 37 |
| <b>QUINTERO</b> |                |         |    |
| Septiembre      |                |         |    |
| Octubre         |                |         |    |
| Noviembre       |                |         |    |
| Diciembre       |                |         |    |
| Enero           |                |         |    |
| Febrero         |                |         |    |
| Marzo           | 10             | 27 - 51 | 42 |
| Abril           | 17 - 20        | 36 - 49 | 42 |
| Mayo            |                |         |    |
| Junio           |                |         |    |
| Julio           |                |         |    |
| Agosto          |                |         |    |
| Septiembre      |                |         |    |

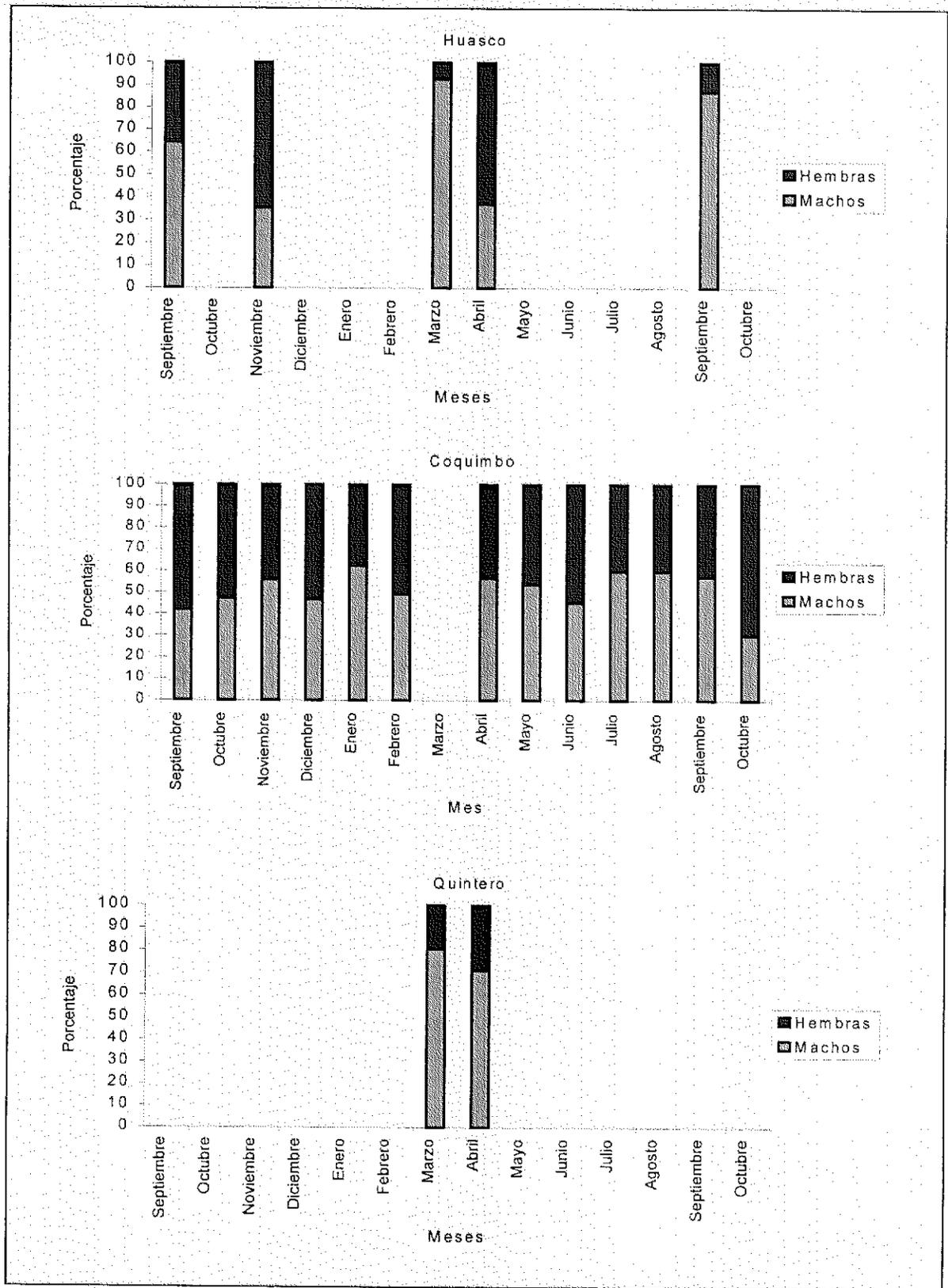


Fig. 11. Proporción sexual de langostino amarillo, por puerto de desembarque y mes.

### 5.2.2. ABUNDANCIA (número)

Para el año 1997, la abundancia promedio del stock de langostino amarillo ha sido estimada en  $1.433 \cdot 10^6$  ejemplares (límite inferior:  $1.316 \cdot 10^6$ ; límite superior:  $1.601 \cdot 10^6$ ). En los machos, la abundancia promedio ha sido estimada en  $1.104 \cdot 10^6$  ejemplares (límite inferior:  $1.015 \cdot 10^6$ ; límite superior:  $1.234 \cdot 10^6$ ), ubicándose el grupo modal en 37 mm de longitud cefalotorácica (LC), aportando a la fracción de machos con 6,8% (Tabla 15). La abundancia promedio de hembras ha sido estimada en  $329 \cdot 10^6$  ejemplares (límite inferior:  $302 \cdot 10^6$ ; límite superior:  $367 \cdot 10^6$ ), ubicándose el grupo modal en 28 mm de LC, aportando a la fracción de hembras con 11,2%. La razón machos: hembras es 1,00:0,29.

### 5.2.3. BIOMASA (toneladas)

Para el año 1997, la biomasa promedio del stock de langostino amarillo ha sido estimada en 52.469 ton (límite inferior: 48.392; límite superior: 58.122). En los machos, la biomasa promedio ha sido estimada en 40.434 ton (límite inferior: 37.292; límite superior: 44.790), ubicándose el grupo modal en 37 mm de LC, aportando a la fracción de machos con 6,8% (Tabla 15). La biomasa promedio de hembras ha sido estimada en 12.035 ton (límite inferior: 11.100; límite superior: 13.332), ubicándose el grupo modal en 28 mm de LC, aportando a la fracción de hembras con 11,1%. Los machos aportan en biomasa al stock total con 77,0% en peso y las hembras con 23%.

No se consideró la variable profundidad en la estimación de biomasa y abundancia por dos razones: (1) se privilegió la separación por regiones latitudinales (10 zonas desde la zona centro norte hasta la zona centro sur) por ser un criterio más informativo que los estratos de profundidad; debe tomarse en cuenta que no es viable un análisis por estrato de profundidad y por zona latitudinal, puesto que habría resultado en a lo menos 30 estimaciones separadas de biomasa y abundancia (3 estratos y 10 zonas); y (2) el recurso en cada una de las 10 zonas se distribuye en rangos estrechos de profundidad. Por estas dos razones se puede establecer que en el ámbito espacial, la variabilidad significativa de la biomasa y abundancia se da en el eje latitudinal y no en el eje batimétrico, lo que está dado por la propia geometría de la plataforma continental chilena en la zona de estudio.

Tabla 15. Abundancia promedio (número de ejemplares\*10<sup>6</sup>) a la talla de machos, hembras y stock total de langostino amarillo. Año 1997.

| Talla (mm) | Número (10 <sup>6</sup> ) |                 |                   |                  |                 |                   |                  |                 |                   |
|------------|---------------------------|-----------------|-------------------|------------------|-----------------|-------------------|------------------|-----------------|-------------------|
|            | Machos                    |                 |                   | Hembras          |                 |                   | Total            |                 |                   |
|            | Lim. Inf. (2,5%)          | Media (LogNorm) | Lim. Sup. (97,5%) | Lim. Inf. (2,5%) | Media (LogNorm) | Lim. Sup. (97,5%) | Lim. Inf. (2,5%) | Media (LogNorm) | Lim. Sup. (97,5%) |
| 16         | 1                         | 1               | 1                 | 1                | 1               | 1                 | 1                | 2               | 2                 |
| 17         | 1                         | 1               | 1                 | 1                | 1               | 1                 | 1                | 2               | 2                 |
| 18         | 2                         | 2               | 2                 | 1                | 1               | 1                 | 3                | 3               | 3                 |
| 19         | 1                         | 2               | 2                 | 1                | 2               | 2                 | 3                | 3               | 4                 |
| 20         | 1                         | 1               | 1                 | 1                | 1               | 1                 | 2                | 2               | 3                 |
| 21         | 4                         | 4               | 4                 | 3                | 3               | 3                 | 6                | 7               | 7                 |
| 22         | 5                         | 5               | 6                 | 5                | 6               | 6                 | 10               | 11              | 12                |
| 23         | 7                         | 8               | 9                 | 10               | 11              | 12                | 17               | 19              | 21                |
| 24         | 10                        | 11              | 12                | 12               | 13              | 15                | 23               | 25              | 27                |
| 25         | 14                        | 15              | 17                | 23               | 25              | 28                | 36               | 40              | 44                |
| 26         | 19                        | 21              | 23                | 21               | 23              | 25                | 40               | 43              | 48                |
| 27         | 22                        | 24              | 26                | 29               | 32              | 36                | 51               | 56              | 62                |
| 28         | 26                        | 28              | 31                | 34               | 37              | 41                | 59               | 64              | 72                |
| 29         | 35                        | 38              | 43                | 31               | 34              | 38                | 66               | 72              | 80                |
| 30         | 34                        | 37              | 41                | 32               | 35              | 39                | 66               | 71              | 80                |
| 31         | 38                        | 42              | 47                | 22               | 24              | 27                | 61               | 66              | 74                |
| 32         | 46                        | 50              | 56                | 21               | 23              | 25                | 67               | 72              | 81                |
| 33         | 48                        | 53              | 59                | 13               | 14              | 16                | 62               | 67              | 75                |
| 34         | 55                        | 60              | 67                | 10               | 11              | 13                | 65               | 71              | 80                |
| 35         | 65                        | 71              | 79                | 9                | 9               | 11                | 74               | 80              | 90                |
| 36         | 67                        | 73              | 81                | 8                | 9               | 10                | 75               | 82              | 91                |
| 37         | 69                        | 75              | 84                | 4                | 4               | 5                 | 73               | 80              | 89                |
| 38         | 57                        | 62              | 69                | 3                | 3               | 4                 | 60               | 65              | 73                |
| 39         | 58                        | 63              | 70                | 2                | 2               | 3                 | 60               | 65              | 73                |
| 40         | 51                        | 56              | 62                | 1                | 2               | 2                 | 52               | 57              | 64                |
| 41         | 52                        | 56              | 63                | 1                | 1               | 1                 | 53               | 57              | 64                |
| 42         | 49                        | 53              | 59                | 0                | 0               | 0                 | 49               | 53              | 59                |
| 43         | 47                        | 52              | 58                | 0                | 0               | 1                 | 48               | 52              | 58                |
| 44         | 47                        | 51              | 57                | 0                | 0               | 0                 | 47               | 52              | 58                |
| 45         | 37                        | 40              | 45                | 0                | 0               | 0                 | 37               | 40              | 45                |
| 46         | 26                        | 29              | 32                | 0                | 0               | 0                 | 27               | 29              | 32                |
| 47         | 13                        | 14              | 16                | 0                | 0               | 0                 | 13               | 14              | 16                |
| 48         | 7                         | 8               | 9                 | 0                | 0               | 0                 | 7                | 8               | 9                 |
| 49         | 1                         | 1               | 2                 | 0                | 0               | 0                 | 1                | 1               | 2                 |
| 50         | 1                         | 1               | 1                 | 0                | 0               | 0                 | 1                | 1               | 1                 |
| Total      | 1015                      | 1104            | 1234              | 302              | 329             | 367               | 1316             | 1433            | 1601              |

#### 5.2.4 ESTIMACION DE LA ABUNDANCIA MEDIANTE ANALISIS DE COHORTES TALLA Y EDAD ESTRUCTURADOS

Se utiliza datos de frecuencia de tamaños de machos y hembras de langostino amarillo colectados desde septiembre de 1996 hasta septiembre de 1997, más los parámetros de la relación longitud- peso y las capturas mensuales en dicho período. La evaluación de stock considera resultados de varias metodologías de evaluación indirecta, con el propósito de indagar en la magnitud de la biomasa del stock y en la situación de la tasa de explotación a la que está siendo sometido el recurso en la actualidad. Para ello, la información básica no sólo permite alimentar los modelos de evaluación indirecta sino también determinar parámetros biológicos que rigen la dinámica poblacional del langostino amarillo, tal como el crecimiento, la composición por edades en las capturas y la tasa de mortalidad natural. La distribución de frecuencias de tamaños en los muestreos de langostino amarillo se presentan en la Tabla 16, alcanzando a 12.028 ejemplares hembras y 13.015 ejemplares machos.

Tabla 16. Número de individuos de langostino amarillo muestreados desde la flota langostinera que operó en 1996-97, en la III y IV Regiones.

| Meses        | Hembras      | Machos       | Total        |
|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Sep. 96      | 2336         | 1830         | 4166         |
| Oct.         | 190          | 169          | 359          |
| Nov.         | 2233         | 2127         | 4360         |
| Dic. 96      | 429          | 374          | 803          |
| Ene. 97      | 39           | 64           | 103          |
| Feb.         | 808          | 778          | 1586         |
| Mar.         | 179          | 829          | 1008         |
| Abr.         | 1780         | 2096         | 3876         |
| May.         | 893          | 1032         | 1925         |
| Jun.         | 1413         | 1163         | 2576         |
| Jul.         | 110          | 162          | 272          |
| Ago.         | 962          | 1423         | 2385         |
| Sep. 97      | 656          | 968          | 1624         |
| <b>Total</b> | <b>12028</b> | <b>13015</b> | <b>25043</b> |

Los datos de frecuencia de tallas consideran intervalos de 1 mm de longitud cefalotorácica, los que fueron utilizados para estimar la captura en número mediante la expansión de la composición

de tallas mensuales (Fig. 12) al desembarque mensual, tomando en cuenta las siguientes relaciones longitud-peso:

$$W = 0,0001833 LC^{3,3492} \text{ (machos)}$$

$$W = 0,0002847 LC^{3,2328} \text{ (hembras)}$$

donde W es el peso promedio (gr) y LC es la longitud cefalotorácica (mm).

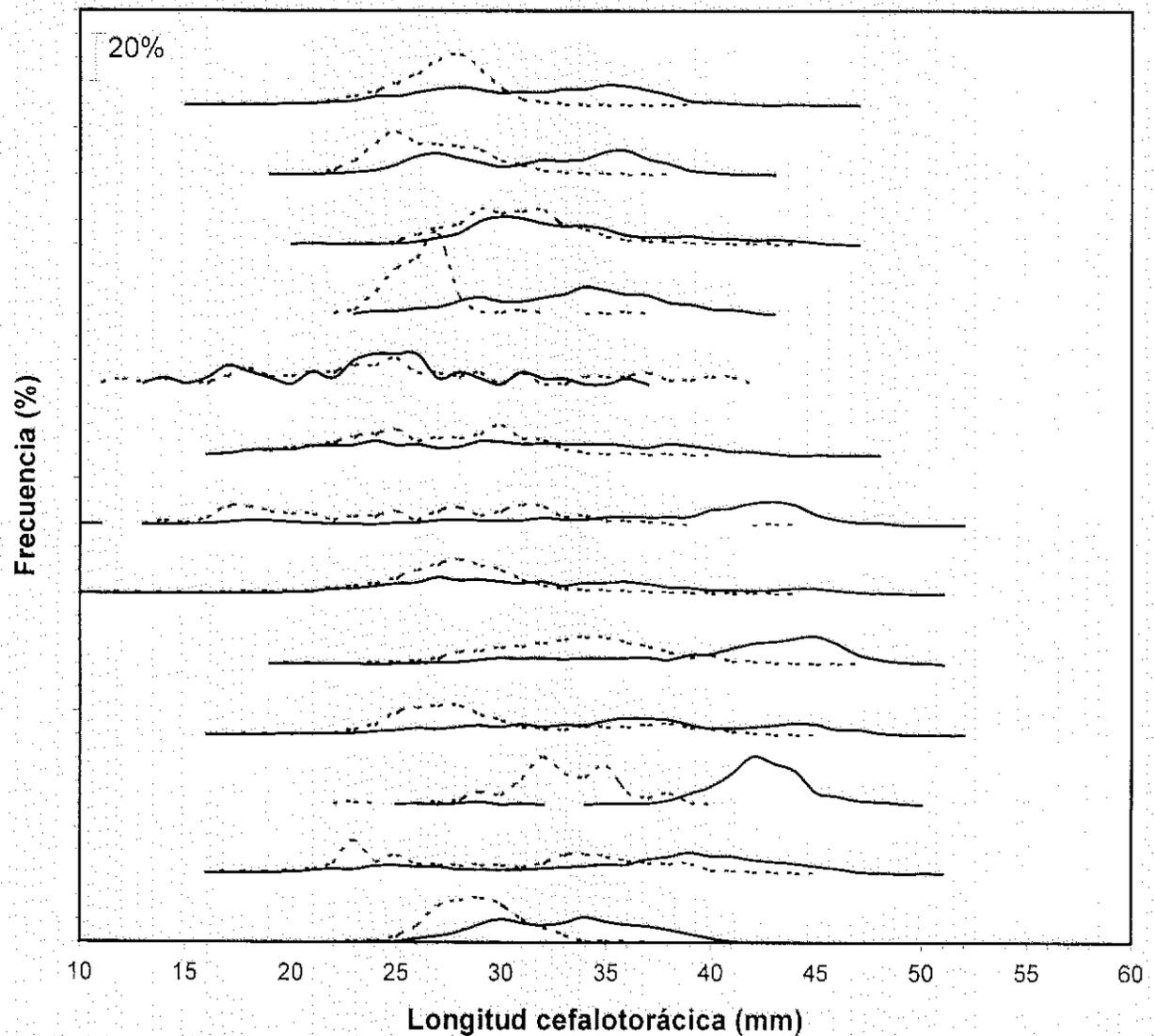


Fig. 12. Distribución de frecuencias de talla mensual de machos (línea continua) y hembras (línea segmentada) observada entre septiembre de 1996 y septiembre de 1997.

Las capturas de *C. johni*, desde septiembre de 1996 hasta septiembre de 1997 en la III y IV Regiones se muestran en la Figura 13, apreciándose el cierre de temporada entre enero y marzo debido a la veda y capturas relativamente mayores entre mayo y junio (Tabla 17). En general, la magnitud de los desembarques de 1996 y 1997 han sido similares, con 6.197 y 5.518 ton, respectivamente; aunque el desembarque de 1997 se considera de carácter preliminar ya que aún no se conoce el de diciembre. En las capturas en peso y número, por sexo no se aprecia un predominio de uno u otro sexo en el desembarque.

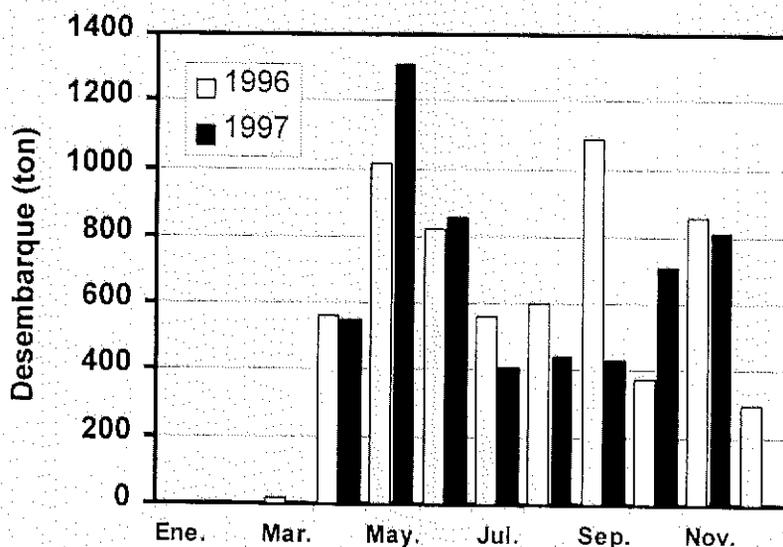


Fig. 13. Desembarques mensuales de *C. johni* en 1996 y 1997 en el área de estudio

Tabla 17. Capturas en peso y número de langostino amarillo en las Regiones III y IV, por sexo, en el período de estudio.

| Año  | Meses | Captura (ton) |         | Captura (miles) |         | Ambos   |
|------|-------|---------------|---------|-----------------|---------|---------|
|      |       | Machos        | Hembras | Machos          | Hembras |         |
| 1996 | Sep.  | 310,3         | 401,5   | 23488,0         | 29982,5 | 53470,5 |
|      | Oct.  | 32,4          | 34,3    | 2399,5          | 2697,7  | 5097,2  |
|      | Nov.  | 478,2         | 641,1   | 30381,4         | 31895,5 | 62276,9 |
|      | Dic.  | 154,0         | 135,8   | 9929,8          | 11390,0 | 21319,8 |
| 1997 | Ene.  | 0,0           | 0,0     | 0,0             | 0,0     | 0,0     |
|      | Feb.  | 0,0           | 0,0     | 0,0             | 0,0     | 0,0     |
|      | Mar.  | 0,0           | 0,0     | 0,0             | 0,0     | 0,0     |
|      | Abr.  | 297,1         | 251,6   | 18979,5         | 16118,0 | 35097,5 |
|      | May.  | 709,8         | 554,4   | 23851,1         | 20638,6 | 44489,7 |
|      | Jun.  | 280,1         | 316,5   | 13298,4         | 16157,1 | 29455,5 |
|      | Jul.  | 197,8         | 106,2   | 6294,4          | 4274,0  | 10568,4 |
|      | Ago.  | 201,8         | 130,9   | 9441,7          | 6383,0  | 15824,7 |
|      | Sep.  | 176,8         | 128,1   | 11635,9         | 7885,5  | 19521,4 |

### 5.2.4.1. CRECIMIENTO Y COMPOSICION POR EDAD

El análisis de la evolución de la estructura de tallas (Fig. 12), considerando las hipótesis estructurales del método MULTIFAN, indica la presencia de 8 grupos de edad en la estructura de tallas de las hembras y 10 en el caso de los machos, en todos los modelos considerados (Figs. 13 y 14; Tabla 18). En otras palabras, al incrementar el número de grupos de edad de un mismo modelo, hubo un significativo mejoramiento en el grado de ajuste. El incremento en una clase de edad involucra 13 parámetros adicionales a la estructura del modelo, de tal manera que el incremento en la log-verosimilitud debe ser significativa para aceptar una clase de edad más. En el caso de los machos, todos los modelos fueron significativos con 10 grupos de edad ( $P > 0,90$ ), mientras que en las hembras lo fueron hasta un total de 8 grupos de edad ( $P > 0,90$ ; Test Chi-cuadrado).

Tabla 18. Dos veces el logaritmo de la verosimilitud de los 4 modelos considerados para estudiar el crecimiento de *C. johni*. Los valores subrayados indican los modelos con la máxima verosimilitud en función del número de grupos de edad. El valor en negrita indica el modelo seleccionado. El número entre paréntesis debajo de cada resultado indica el número de parámetros estimados en cada modelo.

| Grupos de edad | M O D E L O S           |                         |                         |                         |                        |                        |                        |                        |
|----------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|                | M A C H O S             |                         |                         |                         | H E M B R A S          |                        |                        |                        |
|                | (1)                     | (2)                     | (3)                     | (4)                     | (1)                    | (2)                    | (3)                    | (4)                    |
| 5              | 8291,38<br>(56)         | 8291,55<br>(57)         | 8294,97<br>(57)         | 8294,97<br>(58)         | 7141,22<br>(56)        | 7143,12<br>(57)        | 7141,74<br>(57)        | 7141,74<br>(58)        |
| 6              | 8448,58<br>(69)         | 8452,11<br>(70)         | 8481,42<br>(70)         | 8481,42<br>(71)         | 7427,09<br>(69)        | 7427,02<br>(70)        | 7457,85<br>(70)        | 7458,50<br>(71)        |
| 7              | 8714,97<br>(82)         | 8728,78<br>(83)         | 8727,75<br>(83)         | 8727,75<br>(84)         | 7526,65<br>(82)        | 7526,65<br>(83)        | 7527,15<br>(83)        | 7527,15<br>(84)        |
| 8              | 8795,75<br>(95)         | 8795,75<br>(96)         | 8802,27<br>(96)         | 8802,27<br>(97)         | <b>7567,58</b><br>(95) | <b>7567,58</b><br>(96) | <b>7568,29</b><br>(96) | <b>7568,29</b><br>(97) |
| 9              | 8866,71<br>(108)        | 8858,81<br>(109)        | 8859,95<br>(109)        | 8859,95<br>(110)        | 7585,26<br>(108)       | 7585,26<br>(109)       | 7586,56<br>(109)       | 7586,39<br>(110)       |
| 10             | <u>8921,36</u><br>(121) | <u>8921,36</u><br>(122) | <b>8942,39</b><br>(122) | <u>8942,39</u><br>(123) | 7591,11<br>(121)       | 7591,11<br>(122)       | 7595,99<br>(122)       | 7595,99<br>(123)       |
| 11             | 8938,42<br>(134)        | 8938,45<br>(135)        | 8948,47<br>(135)        | 8948,47<br>(136)        | 7589,00<br>(134)       | 7588,99<br>(135)       | 7594,89<br>(135)       | 7594,89<br>(136)       |
| 12             | 8931,21<br>(147)        | 8931,42<br>(148)        | 8931,95<br>(148)        | 8931,95<br>(149)        | 7580,05<br>(147)       | 7580,05<br>(148)       | 7588,71<br>(148)       | 7588,71<br>(149)       |

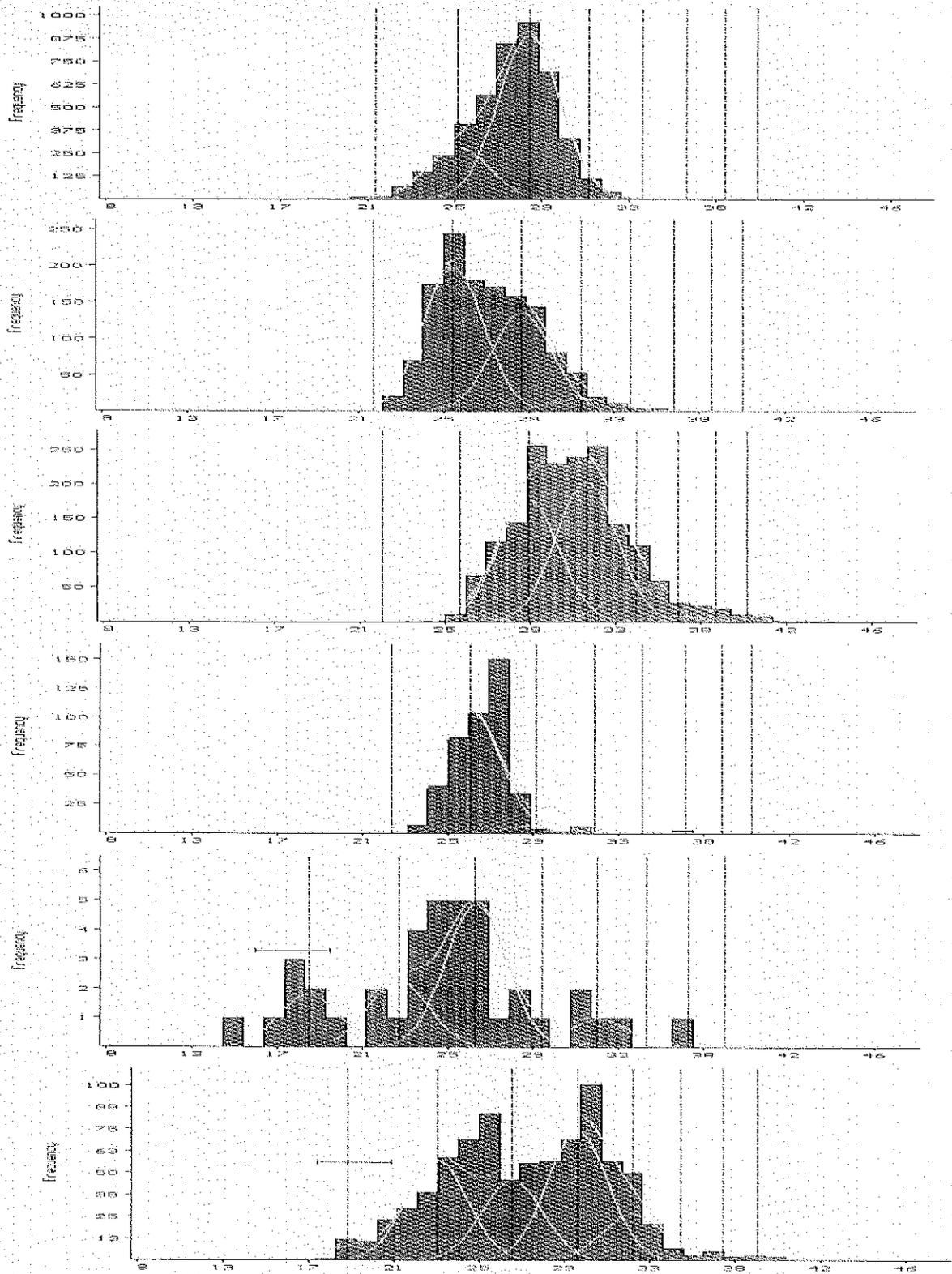
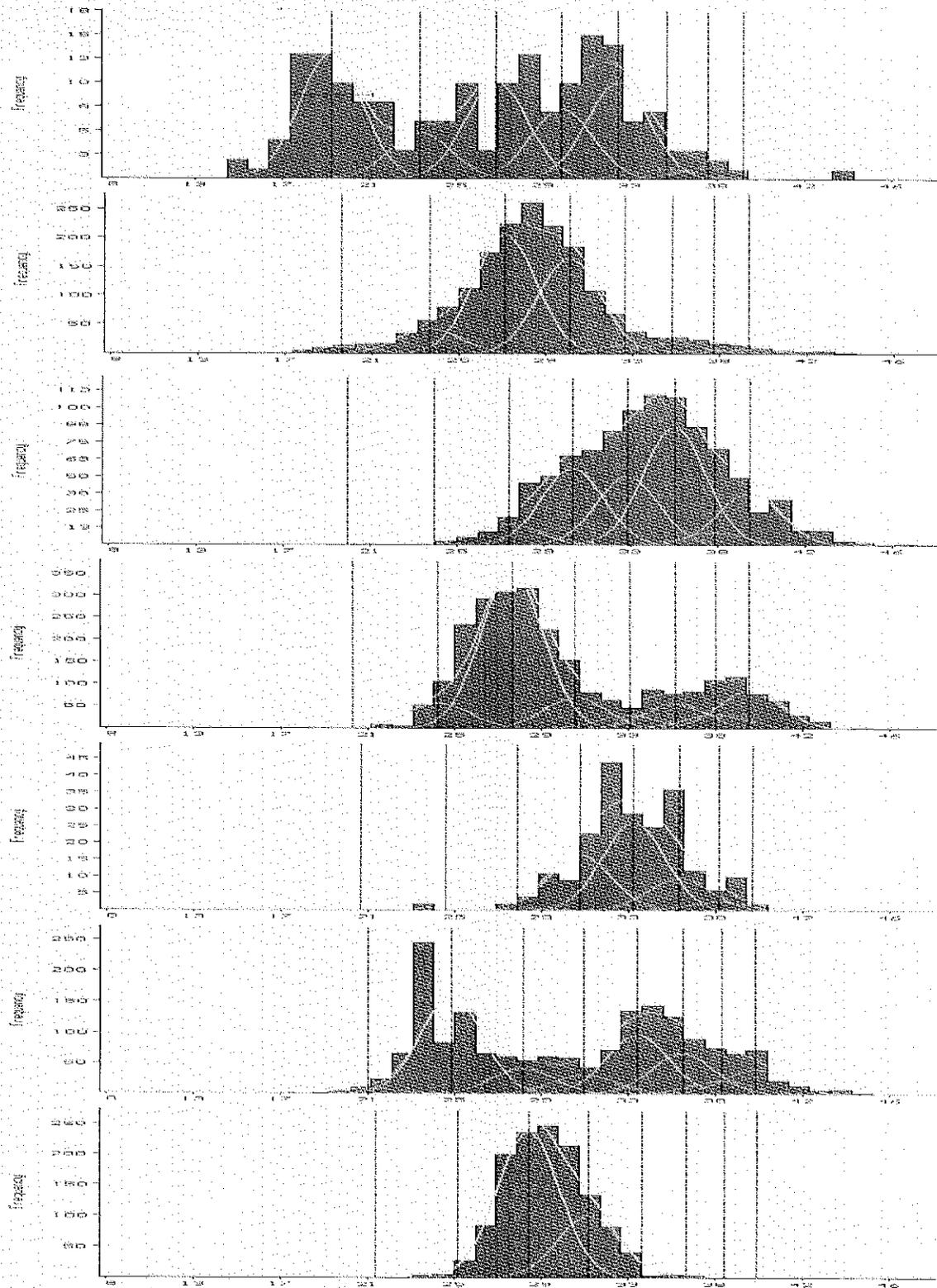


Fig. 14. Ajuste del Modelo 1, con 8 clases de edad, a los datos de frecuencia de tamaños de las hembras de *C. johni* (septiembre 1996-febrero de 1997).



(cont. Figura 14). Hembras, marzo-septiembre de 1997.

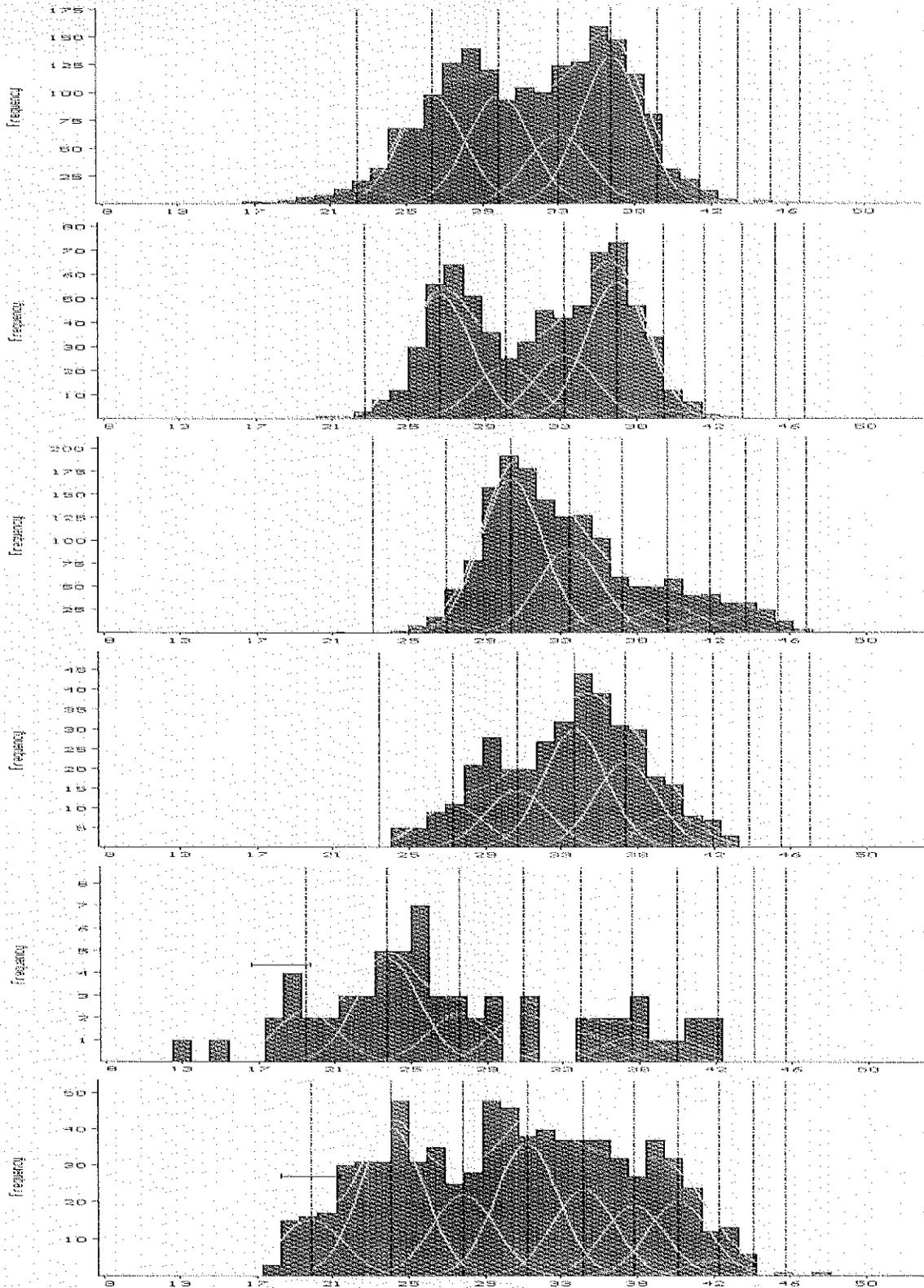
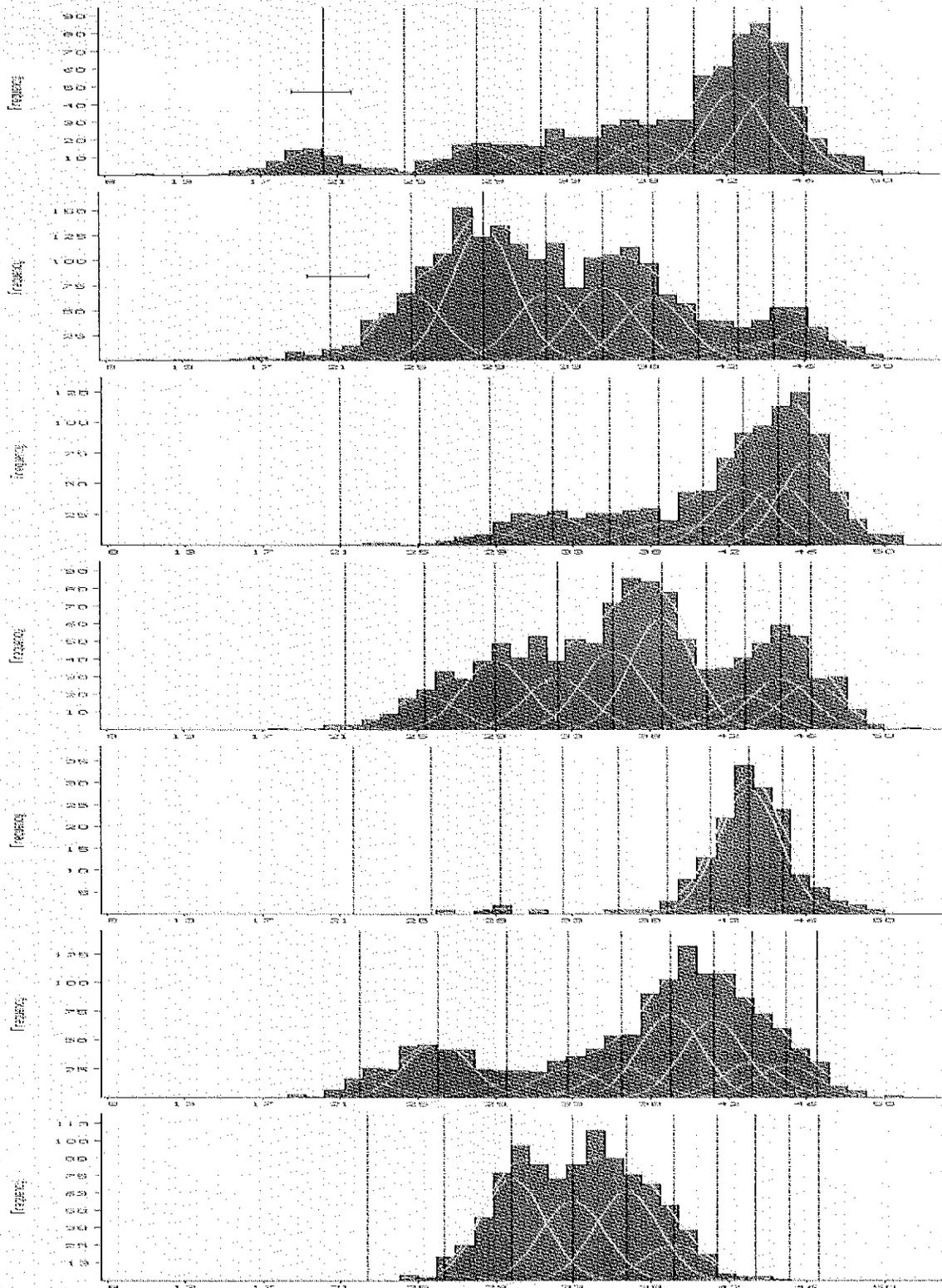


Fig. 15. Ajuste del Modelo 3, con 10 clases de edad, a los datos de frecuencia de tamaños de machos de *C. johni* (septiembre 1996-febrero de 1997).



(cont. Fig. 15). Machos, marzo-septiembre de 1997.

Al comparar los modelos con diferentes hipótesis estructurales, para un mismo número de grupos de edad (10 en machos y 8 en hembras), se encuentra que el modelo (3) presentó un incremento

significativo en el valor de máxima verosimilitud de los machos, mientras que en el caso de las hembras sólo el modelo 1 es el mejor candidato (Tabla 18). El modelo (3) considera el parámetro  $\lambda_2$  que da cuenta de la dependencia de la desviación estándar con la talla promedio a cada grupo de edad, mientras que el modelo (1) es el caso base (desviación estándar constante).

El ajuste de los modelos seleccionados a los datos de frecuencia de tallas es notable, tanto en hembras como machos (Figs. 14 y 15 respectivamente). Se observa la incorporación del grupo de edad 1 en enero y la progresión de las modas en el tiempo. Los parámetros obtenidos con MULTIFAN para los modelos seleccionados, y que explican satisfactoriamente la evolución temporal de las frecuencias de tallas de *C. johni*, se presentan en la Tabla 19.

Tabla 19. Principales parámetros de los modelos seleccionados para machos y hembras de *C. johni* mediante el análisis de las frecuencias de tallas con MULTIFAN. El valor entre paréntesis corresponde al error estándar de los parámetros estimados.

(a) Parámetros

| Parámetros estimados                               |             | Unidad            | Machos          | Hembras         |
|--|-------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| Longitud asintótica                                | LC $\infty$ | mm                | 59,3 (0,6430)   | 49,0 (0,1956)   |
| Coef. de crecimiento                               | K           | año <sup>-1</sup> | 0,118 (0,0032)  | 0,154 (0,0015)  |
| 1ª longitud en el "Mes 1"                          | L1          | mm                | 19,237 (0,0537) | 18,202 (0,0313) |
| Última longitud en el "Mes 1"                      | Lm          | mm                | 45,447 (0,0591) | 38,495 (0,0289) |
| Edad estimada del 1er grupo de edad                | t1          | año               | 3,33 (0,0172)   | 3,02 (0,0073)   |
| Desviación estándar (d.e.) promedio                |             | mm                | 1,689 (0,0437)  | 1,490 (0,0243)  |
| Razón entre la d.e. del 1er y último grupo de edad |             |                   | 0,928 (0,0067)  | -               |
| Nº de grupos de edad                               |             |                   | 10              | 8               |
| MODELO   |             |                   | (3)             | (1)             |

b) Longitud (mm) a la edad (años) en enero

| Edad relativa | Hembras |      | Machos  |      |
|---------------|---------|------|---------|------|
|               | LC (mm) | d.e. | LC (mm) | d.e. |
| 1             | 18.2    | 1.49 | 19.24   | 1.75 |
| 2             | 22.59   | 1.49 | 23.69   | 1.73 |
| 3             | 26.35   | 1.49 | 27.65   | 1.71 |
| 4             | 29.58   | 1.49 | 31.17   | 1.69 |
| 5             | 32.35   | 1.49 | 34.3    | 1.68 |
| 6             | 34.72   | 1.49 | 37.09   | 1.67 |
| 7             | 36.75   | 1.49 | 39.56   | 1.65 |
| 8             | 38.5    | 1.49 | 41.76   | 1.64 |
| 9             | -       | -    | 43.71   | 1.63 |
| 10            | -       | -    | 45.45   | 1.63 |

### Composición por edades

La proporción de cada grupo de edad presente en las capturas mensuales, estimada con MULTIFAN, indica que en las hembras las capturas son sustentadas principalmente desde el tercer al sexto grupo de edad a lo largo del año de estudio (Tabla 20), situación que también ocurre en los machos (Tabla 21). Se destaca que el primer grupo de edad en enero representaría a ejemplares con una edad relativa de 3 años de edad en hembras y 3,3 años de edad en los machos. Estas edades son relativas ya que el origen de la curva de crecimiento en el eje del tiempo, que corresponde al parámetro  $t_0$  del modelo de crecimiento, no es estimado por MULTIFAN. Sin embargo, en un buen modelo  $t_0 \rightarrow 0$ , aunque usualmente  $t_0 < 0$ .

Las capturas en número por grupos de edad se han estimado para cada mes, multiplicando el desembarque en número de ejemplares (Tabla 16) por la proporción de cada grupo de edad del mes respectivo.

Tabla 20. Composición por edades (%) de hembras.

| Edad relativa | Sep-96 | Oct   | Nov   | Dic   | Ene-97 | Feb   | Mar   | Abr   | May   | Jun   | Jul   | Ago   | Sep   |
|---------------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1             | 0.62   | 0.22  | 0.23  | 0.46  | 18.92  | 3.59  | 27.37 | 2.41  | 0.31  | 0.27  | 0.46  | 1.87  | 0.23  |
| 2             | 23.54  | 55.45 | 1.84  | 91.08 | 21.62  | 26.89 | 10.06 | 9.04  | 0.31  | 8.34  | 1.84  | 33.86 | 0.84  |
| 3             | 74.16  | 37.91 | 38.51 | 6.18  | 48.65  | 21.31 | 21.23 | 43.46 | 5.98  | 51.53 | 1.38  | 9.10  | 68.51 |
| 4             | 0.62   | 5.22  | 44.04 | 0.69  | 2.70   | 34.32 | 15.08 | 34.92 | 21.75 | 10.21 | 28.57 | 6.73  | 29.19 |
| 5             | 0.31   | 0.45  | 10.59 | 0.46  | 8.11   | 12.27 | 21.23 | 2.98  | 19.59 | 4.31  | 45.62 | 20.86 | 0.46  |
| 6             | 0.27   | 0.30  | 2.01  | 0.69  | 0.00   | 0.37  | 2.23  | 3.82  | 33.40 | 8.23  | 16.59 | 14.25 | 0.31  |
| 7             | 0.24   | 0.22  | 1.90  | 0.23  | 0.00   | 0.74  | 2.23  | 1.57  | 3.71  | 4.73  | 4.61  | 4.58  | 0.23  |
| 8             | 0.24   | 0.22  | 0.86  | 0.23  | 0.00   | 0.50  | 0.56  | 1.80  | 14.95 | 12.38 | 0.92  | 8.76  | 0.23  |

Tabla 21. Composición por edades (%) de machos.

| Edad relativa | Sep-96 | Oct   | Nov   | Dic   | Ene-97 | Feb   | Mar   | Abr   | May   | Jun   | Jul   | Ago   | Sep   |
|---------------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1             | 3.12   | 0.43  | 0.19  | 0.27  | 15.63  | 8.47  | 7.95  | 1.90  | 0.39  | 0.60  | 0.00  | 4.56  | 0.21  |
| 2             | 22.80  | 32.04 | 2.69  | 12.57 | 31.25  | 22.34 | 0.96  | 13.63 | 0.48  | 6.96  | 0.63  | 14.47 | 1.86  |
| 3             | 22.91  | 13.65 | 45.15 | 16.84 | 15.63  | 12.20 | 8.19  | 27.08 | 4.16  | 14.45 | 3.13  | 4.00  | 32.33 |
| 4             | 14.54  | 16.24 | 24.67 | 34.22 | 15.63  | 19.90 | 7.23  | 13.78 | 9.77  | 10.83 | 0.00  | 7.65  | 25.21 |
| 5             | 30.67  | 34.91 | 8.77  | 24.87 | 9.38   | 12.84 | 8.92  | 14.73 | 6.29  | 16.17 | 0.63  | 8.22  | 28.20 |
| 6             | 4.65   | 2.01  | 8.08  | 9.09  | 7.81   | 10.40 | 10.00 | 12.73 | 7.06  | 22.87 | 2.50  | 21.42 | 11.05 |
| 7             | 0.60   | 0.29  | 4.51  | 1.34  | 4.69   | 10.91 | 5.90  | 2.85  | 6.58  | 1.63  | 5.63  | 19.94 | 0.41  |
| 8             | 0.27   | 0.14  | 5.26  | 0.27  | 0.00   | 2.31  | 23.61 | 2.99  | 18.57 | 6.96  | 73.75 | 9.20  | 0.31  |
| 9             | 0.22   | 0.14  | 0.44  | 0.27  | 0.00   | 0.39  | 22.89 | 3.90  | 19.44 | 10.23 | 5.63  | 8.50  | 0.21  |
| 10            | 0.22   | 0.14  | 0.25  | 0.27  | 0.00   | 0.26  | 4.34  | 6.41  | 27.27 | 9.29  | 8.13  | 2.04  | 0.21  |

### 5.2.4.2. MORTALIDAD NATURAL

Con el método de Pauly (1980) se obtiene valores de  $M=0,3 \text{ año}^{-1}$  en hembras y  $M=0,25 \text{ año}^{-1}$  en machos. Estos valores son sólo referenciales ya que la ecuación de Pauly se basa en peces y en la longitud total de los mismos.

El método directo de Caddy (1984) no genera estimaciones de  $M$  razonables, ya que uno de los requisitos no se cumplió, i.e. los dos valores de  $Z$  deben ser representativos de períodos donde el esfuerzo de pesca haya sido marcadamente diferente. En el presente caso, los dos valores de la tasa de mortalidad total, obtenidos desde las curvas de pesca, son muy similares ya que los límites de confianza se superponen (Tabla 22).

Tabla 22. Tasas de mortalidad total ( $Z$ ) y límites de confianza obtenidos mediante análisis de curva de captura longitud-transformada.

| Año y/o período                      | Z hembras                            | Z machos                             |
|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 1995                                 | 0,82 [0,73;0,90]<br>(n=16; r=-0,984) | 1,07 [0,90;1,24]<br>(n=12; r=-0,976) |
| 1996-97                              | 0,77 [0,72;0,82]<br>(n=18; r=-0,992) | 1,28 [1,10;1,45]<br>(n=14; r=-0,977) |
| <b>Estimación de M (Caddy, 1984)</b> |                                      |                                      |
|                                      | <b>Hembras</b>                       | <b>Machos</b>                        |
| <b>M</b>                             | 0,965???                             | 1,259???                             |

Desafortunadamente la tasa de mortalidad natural en crustáceos marinos es difícil de estimar y los valores en base a la ecuación de Pauly (1980) deberán considerarse como un valor de compromiso en el presente estudio, sabiendo *a priori* que la estimación de  $M$  es un tema no resuelto para *C. johni*.

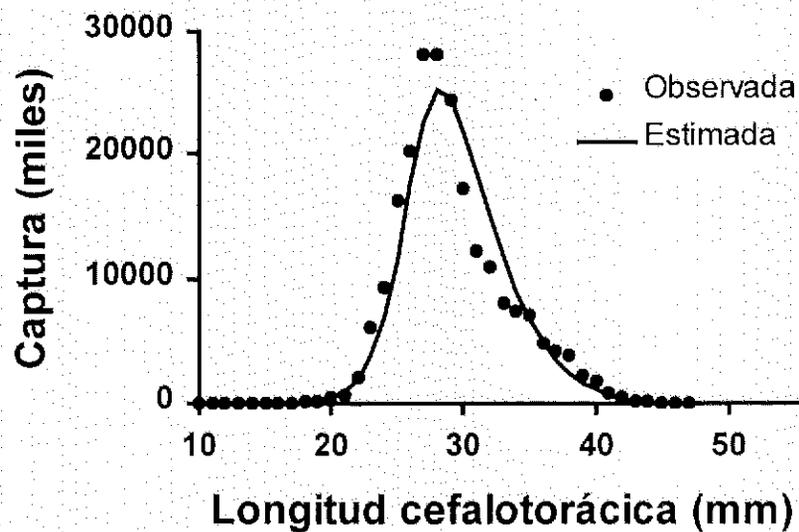
### 5.2.4.3. EVALUACION INDIRECTA

#### 5.2.4.3.1. ANALISIS DE COHORTES ESTRUCTURADO POR TALLAS

El ajuste del modelo de evaluación a las capturas observadas se muestra en la Figura 16, tanto

para hembras como machos, mientras que los principales resultados obtenidos se presentan en la Tabla 23. En el caso de los machos, el ajuste no es muy satisfactorio debido a que la estructura de tamaños refleja la importancia relativa de algunos grupos de edad, particularmente de los más viejos durante 1997. Esta situación vulnera el supuesto de población con estructura de edad estacionaria requerida por este método de evaluación. No obstante, en el caso de las hembras, el modelo se ajusta bien a los datos observados.

a) hembras



b) machos

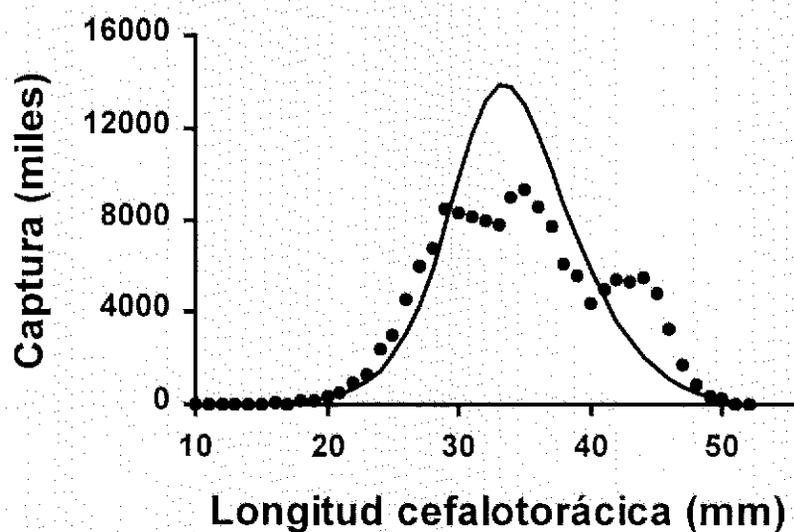


Fig. 16. Capturas observadas de *C. johni* y estimadas por el modelo de evaluación indirecta estructurado por tallas.

La tasa de mortalidad por pesca en las edades completamente reclutadas ( $F_c$ ) fue estimada en  $0,476 \text{ año}^{-1}$  y  $0,386 \text{ año}^{-1}$  para hembras y machos, respectivamente (Tabla 23). La biomasa total promedio de machos y hembras, conjuntamente, alcanza a 33.134 ton, en tanto la biomasa de la fracción completamente reclutada se estimó en 15.449 ton (Tabla 18). La razón entre las capturas totales y la biomasa promedio total alcanza a 0,200; lo que es una medida de la tasa de mortalidad por pesca global en el período, no sólo de la fracción completamente reclutada.

Tabla 23. Parámetros estimados, captura total, biomasa promedio, biomasa promedio vulnerable y razón entre la captura y la biomasa promedio estimada para *C. johni*. Resultados del ASP estructurado por tallas.

|                                   | Hembras | Machos | Total |
|-----------------------------------|---------|--------|-------|
| S1                                | 19,189  | 13,660 |       |
| S2                                | 0,722   | 0,434  |       |
| Fc (año-1)                        | 0,476   | 0,386  |       |
| Función Obj.                      | 6,551   | 8,775  |       |
| Capturas (ton)                    | 3789    | 2822   | 6611  |
| Biomasa promedio total (ton)      | 17094   | 16040  | 33134 |
| Biomasa promedio Explotable (ton) | 8080    | 7369   | 15449 |
| Fg (año-1)                        | 0,222   | 0,176  | 0,200 |

El patrón de explotación por talla y sexo de *C. johni* indica que las hembras tienen mayor probabilidad de ser capturadas a partir de los 25 mm LC. En los machos, en cambio, el 25% es retenido hasta los 30 mm LC. A la vez, las hembras son 100% vulneradas a partir de los 30-32 mm LC y los machos a partir de 38-39 mm (Fig. 17).

#### 5.2.4.3.2. ANALISIS SECUENCIAL DE POBLACION ESTRUCTURADO POR EDADES

Los datos básicos para la evaluación con este método son las capturas en número por edad y mes (Tabla 24), así como los pesos promedio por edad y mes (Tabla 25), que servirán para estimar la biomasa.

La evaluación indirecta por mes, para evitar el requerimiento de una población con estructura de

edad estacionaria, indica que el tamaño del stock de hembras de langostino amarillo ha fluctuado entre 703,1 y 1.175,8 millones de ejemplares entre septiembre de 1996 y 1997, mientras que el stock de machos ha fluctuado entre 613,4 y 943,4 millones de individuos (Tabla 26). A su vez, el reclutamiento en enero de 1997 aparece siendo bajo en comparación con la abundancia de otras clases anuales, aunque esta subestimación podría deberse a una incorrecta especificación de la tasa de mortalidad por pesca terminal. En todo caso, la evolución del dicho grupo de edad aparece pobremente representado en la estructura de tallas, de tal manera que es aconsejable mejorar las estimaciones terminales de dicho grupo de edad incorporando información auxiliar o bien evaluar su abundancia una vez que contribuya mejor a las capturas.

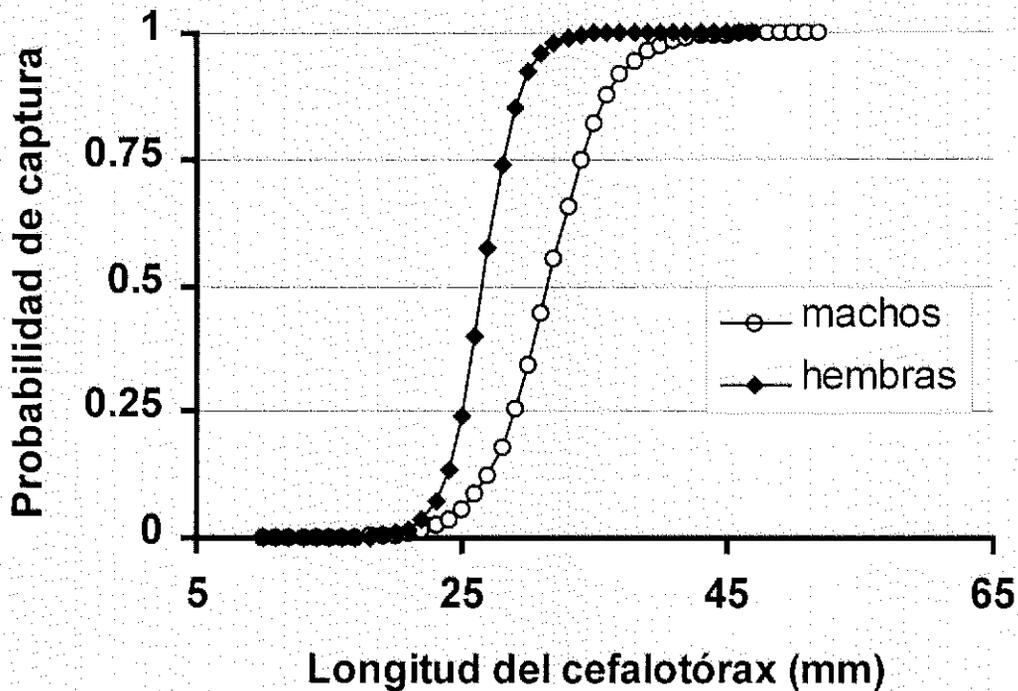


Fig. 17. Curvas logísticas de probabilidad de captura a la talla obtenidas con el ASP estructurado por tallas.

Tabla 24. Captura en número (miles) por edad, sexo y mes.

a) Hembras

| Edad.Rel | Sep-96 | Oct-96 | Nov-96 | Dic-96 | Ene-97 | Feb-97 | Mar-97 | Abr-97 | May-97 | Jun-97 | Jul-97 | Ago-97 | Sep-97 |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1        | 359    | 43     | 57     | 53     | 0      | 0      | 0      | 389    | 69     | 80     | 38     | 219    | 36     |
| 2        | 13653  | 10557  | 457    | 10543  | 0      | 0      | 0      | 1457   | 69     | 2458   | 154    | 3974   | 132    |
| 3        | 43013  | 7218   | 9556   | 715    | 0      | 0      | 0      | 7005   | 1340   | 15185  | 115    | 1068   | 10731  |
| 4        | 359    | 995    | 10927  | 79     | 0      | 0      | 0      | 5629   | 4877   | 3007   | 2387   | 790    | 4571   |
| 5        | 180    | 85     | 2628   | 53     | 0      | 0      | 0      | 480    | 4391   | 1269   | 3811   | 2448   | 72     |
| 6        | 154    | 57     | 500    | 79     | 0      | 0      | 0      | 615    | 7488   | 2424   | 1386   | 1672   | 48     |
| 7        | 141    | 43     | 471    | 26     | 0      | 0      | 0      | 253    | 832    | 1395   | 385    | 537    | 36     |
| 8        | 141    | 43     | 214    | 26     | 0      | 0      | 0      | 290    | 3351   | 3648   | 77     | 1028   | 36     |
| Total    | 58000  | 19041  | 24810  | 11574  | 0      | 0      | 0      | 16118  | 22417  | 29466  | 8353   | 11736  | 15662  |

(b) Machos

| Edad.Rel | Sep-96 | Oct-96 | Nov-96 | Dic-96 | Ene-97 | Feb-97 | Mar-97 | Abr-97 | May-97 | Jun-97 | Jul-97 | Ago-97 | Sep-97 |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1        | 732    | 43     | 43     | 27     | 0      | 0      | 0      | 362    | 92     | 80     | 0      | 431    | 24     |
| 2        | 5355   | 3175   | 615    | 1248   | 0      | 0      | 0      | 2598   | 115    | 926    | 39     | 1366   | 216    |
| 3        | 5381   | 1353   | 10305  | 1673   | 0      | 0      | 0      | 5159   | 992    | 1921   | 197    | 378    | 3762   |
| 4        | 3416   | 1609   | 5631   | 3398   | 0      | 0      | 0      | 2625   | 2330   | 1441   | 0      | 723    | 2933   |
| 5        | 7204   | 3460   | 2001   | 2469   | 0      | 0      | 0      | 2806   | 1499   | 2150   | 39     | 776    | 3282   |
| 6        | 1092   | 199    | 1844   | 903    | 0      | 0      | 0      | 2426   | 1684   | 3042   | 157    | 2022   | 1286   |
| 7        | 141    | 28     | 1029   | 133    | 0      | 0      | 0      | 543    | 1569   | 217    | 354    | 1883   | 48     |
| 8        | 64     | 14     | 1201   | 27     | 0      | 0      | 0      | 570    | 4429   | 926    | 4642   | 869    | 36     |
| 9        | 51     | 14     | 100    | 27     | 0      | 0      | 0      | 742    | 4636   | 1361   | 354    | 802    | 24     |
| 10       | 51     | 14     | 57     | 27     | 0      | 0      | 0      | 1222   | 6505   | 1235   | 511    | 192    | 24     |
| Total    | 3282   | 9909   | 22826  | 9932   | 0      | 0      | 0      | 19053  | 23851  | 13299  | 6293   | 9442   | 11635  |

Tabla 25. Peso promedio por grupo de edad (g), sexo y mes.

(a) Hembras

| Edad relativa | Sep-96 | Oct-96 | Nov-96 | Dic-96 | Ene-97 | Feb-97 | Mar-97 | Abr-97 | May-97 | Jun-97 | Jul-97 | Ago-97 | Sep-97 |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1             | 5.64   | 5.95   | 6.26   | 6.59   | 3.47   | 3.71   | 3.96   | 4.22   | 4.49   | 4.77   | 5.05   | 5.34   | 5.64   |
| 2             | 9.77   | 10.15  | 10.54  | 10.93  | 6.91   | 7.25   | 7.59   | 7.94   | 8.29   | 8.65   | 9.02   | 9.39   | 9.77   |
| 3             | 14.66  | 15.10  | 15.53  | 15.97  | 11.33  | 11.73  | 12.14  | 12.55  | 12.96  | 13.38  | 13.81  | 14.23  | 14.66  |
| 4             | 20.03  | 20.49  | 20.95  | 21.42  | 16.41  | 16.86  | 17.31  | 17.76  | 18.21  | 18.66  | 19.12  | 19.57  | 20.03  |
| 5             | 25.61  | 26.07  | 26.54  | 27.00  | 21.88  | 22.34  | 22.81  | 23.27  | 23.74  | 24.21  | 24.67  | 25.14  | 25.61  |
| 6             | 31.17  | 31.63  | 32.08  | 32.54  | 27.47  | 27.94  | 28.40  | 28.86  | 29.33  | 29.79  | 30.25  | 30.71  | 31.17  |
| 7             | 36.56  | 37.00  | 37.44  | 37.87  | 32.99  | 33.44  | 33.90  | 34.34  | 34.79  | 35.24  | 35.68  | 36.12  | 36.56  |
| 8             | 41.67  | 42.08  | 42.49  | 42.90  | 38.30  | 38.73  | 39.16  | 39.58  | 40.01  | 40.43  | 40.84  | 41.26  | 41.67  |

**(b) Machos**

| Edad relativa | Sep-96 | Oct-96 | Nov-96 | Dic-96 | Ene-97 | Feb-97 | Mar-97 | Abr-97 | May-97 | Jun-97 | Jul-97 | Ago-97 | Sep-97 |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1             | 6.15   | 6.49   | 6.83   | 7.19   | 3.80   | 4.06   | 4.33   | 4.61   | 4.90   | 5.20   | 5.51   | 5.83   | 6.15   |
| 2             | 10.78  | 11.22  | 11.67  | 12.13  | 7.55   | 7.92   | 8.30   | 8.70   | 9.09   | 9.50   | 9.92   | 10.34  | 10.78  |
| 3             | 16.58  | 17.11  | 17.64  | 18.18  | 12.59  | 13.06  | 13.54  | 14.03  | 14.52  | 15.03  | 15.54  | 16.05  | 16.58  |
| 4             | 23.32  | 23.92  | 24.52  | 25.13  | 18.73  | 19.28  | 19.84  | 20.41  | 20.98  | 21.56  | 22.14  | 22.73  | 23.32  |
| 5             | 30.76  | 31.41  | 32.05  | 32.70  | 25.73  | 26.35  | 26.97  | 27.59  | 28.22  | 28.85  | 29.48  | 30.12  | 30.76  |
| 6             | 38.65  | 39.32  | 40.00  | 40.67  | 33.35  | 34.01  | 34.66  | 35.32  | 35.99  | 36.65  | 37.32  | 37.98  | 38.65  |
| 7             | 46.77  | 47.45  | 48.13  | 48.81  | 41.34  | 42.02  | 42.69  | 43.37  | 44.05  | 44.73  | 45.41  | 46.09  | 46.77  |
| 8             | 54.93  | 55.61  | 56.29  | 56.96  | 49.49  | 50.17  | 50.85  | 51.54  | 52.22  | 52.90  | 53.58  | 54.25  | 54.93  |
| 9             | 62.98  | 63.64  | 64.30  | 64.96  | 57.63  | 58.31  | 58.98  | 59.65  | 60.32  | 60.99  | 61.65  | 62.32  | 62.98  |
| 10            | 70.81  | 71.44  | 72.08  | 72.71  | 65.62  | 66.28  | 66.93  | 67.58  | 68.23  | 68.88  | 69.52  | 70.16  | 70.81  |

Tabla 26. Número de ejemplares (miles) por grupo de edad, sexo y mes.

**(a) Hembras**

| Edad.Re | Sep-96  | Oct-96  | Nov-96  | Dic-96 | Ene-97 | Feb-97 | Mar-97 | Abr-97 | May-97 | Jun-97 | Jul-97 | Ago-97 | Sep-97 |
|---------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1       | 18052   | 17251   | 16783   | 16313  | 5264   | 5134   | 5007   | 4883   | 4379   | 4202   | 4019   | 3882   | 3570   |
| 2       | 442687  | 418273  | 397520  | 387254 | 15858  | 15466  | 15084  | 14712  | 12910  | 12522  | 9785   | 9392   | 5235   |
| 3       | 601675  | 544342  | 523774  | 501405 | 367281 | 358213 | 349369 | 340743 | 325412 | 316054 | 293255 | 285900 | 277786 |
| 4       | 52573   | 50921   | 48681   | 36688  | 488319 | 476262 | 464503 | 453035 | 436290 | 420702 | 407345 | 394931 | 384400 |
| 5       | 29211   | 28312   | 27529   | 24254  | 35704  | 34822  | 33963  | 33124  | 31832  | 26710  | 24797  | 20421  | 17499  |
| 6       | 13261   | 12781   | 12409   | 11609  | 23603  | 23020  | 22451  | 21897  | 20749  | 12842  | 10131  | 8512   | 6650   |
| 7       | 13894   | 13412   | 13038   | 12251  | 11244  | 10967  | 10696  | 10432  | 9924   | 8857   | 7261   | 6701   | 6005   |
| 8       | 4468    | 4218    | 4072    | 3760   | 11922  | 11628  | 11341  | 11061  | 10502  | 6933   | 3160   | 3006   | 1916   |
| 9       |         |         |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 10      |         |         |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Total   | 1175821 | 1089510 | 1043806 | 993534 | 959195 | 935512 | 912414 | 889887 | 851998 | 808822 | 759753 | 732745 | 703061 |

**(b) Machos**

| Edad.Rel | Sep-96 | Oct-96 | Nov-96 | Dic-96 | Ene-97 | Feb-97 | Mar-97 | Abr-97 | May-97 | Jun-97 | Jul-97 | Ago-97 | Sep-97 |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1        | 27696  | 26396  | 25805  | 25227  | 3102   | 3037   | 2974   | 2912   | 2494   | 2351   | 2223   | 2176   | 1705   |
| 2        | 322491 | 310490 | 300896 | 294035 | 24676  | 24163  | 23661  | 23169  | 20118  | 19585  | 18262  | 17843  | 16121  |
| 3        | 212327 | 202590 | 197042 | 182750 | 286689 | 280732 | 274898 | 269185 | 258486 | 252133 | 244993 | 239707 | 234351 |
| 4        | 124836 | 118861 | 114799 | 106841 | 177297 | 173612 | 170005 | 166472 | 160415 | 154776 | 150134 | 147014 | 143244 |
| 5        | 131715 | 121849 | 115893 | 111504 | 101258 | 99154  | 97093  | 95075  | 90323  | 86963  | 83028  | 81264  | 78807  |
| 6        | 41327  | 39388  | 38372  | 35750  | 106744 | 104525 | 102353 | 100226 | 95743  | 92087  | 87164  | 85197  | 81425  |
| 7        | 43396  | 42355  | 41447  | 39567  | 34114  | 33405  | 32711  | 32031  | 30828  | 28635  | 27825  | 26897  | 24474  |
| 8        | 23792  | 23235  | 22738  | 21077  | 38613  | 37811  | 37025  | 36256  | 34938  | 29830  | 28293  | 23112  | 21772  |
| 9        | 13743  | 13407  | 13114  | 12743  | 20613  | 20184  | 19765  | 19354  | 18218  | 13251  | 11629  | 11037  | 10014  |
| 10       | 2091   | 1997   | 1941   | 1844   | 12452  | 12193  | 11940  | 11691  | 10239  | 3590   | 2293   | 1740   | 1513   |
| Total    | 943414 | 900568 | 872047 | 831338 | 805558 | 788816 | 772425 | 756371 | 721802 | 683201 | 655844 | 635986 | 613427 |

Las estimaciones de la tasa de mortalidad por pesca absorben la importancia que tienen algunos grupos de edad (Tabla 27), lo que impide reconocer algún patrón de explotación edad-específico. Tal situación se debe en parte a la disponibilidad y vulnerabilidad de algunos grupos de edad a la flota. Dicho ruido analítico podría mejorarse utilizando la hipótesis de separabilidad de la mortalidad por pesca, lo que implica fijar un patrón de explotación y evaluar la abundancia mediante un ASP separable. Sin embargo, para llevar a cabo dicho análisis se requiere información auxiliar que permita controlar la estimación de los parámetros.

La biomasa del stock de hembras de *C. johni* ha fluctuado entre 12.800 y 16.157 ton en el período de estudio, mientras que la biomasa de machos lo hace entre 16.060 y 20.076 ton (Tabla 28). La biomasa de ambos sexos ha fluctuado entre 28.859 y 36.233 ton, cifras que están en el orden de la obtenida con la evaluación estructurada por tamaños.

## **5.2.5. METODO SHOT PARA LA ESTIMACION DE CAPTURAS Y BIOMASAS**

### **5.2.5.1. ESTIMACION DE CAPTURAS ANUALES Y BIOMASAS ANUALES**

Este método es clasificado entre los modelos globales pues la información y los resultados no son estructurados por talla ni edad, basándose en datos tanto de capturas pretéritas y del último año (ton) como de biomasa pretéritas y del último año. El objetivo es llegar a predecir capturas y biomasa en períodos cortos (Shepherd, 1991).

Los principales resultados de la aplicación del método SHOT (Shepherd, 1991) al caso del stock de langostino amarillo de las Regiones III y IV indican lo siguiente:

- (a) las capturas esperadas anuales se ajustan bastante bien a las capturas observadas anuales, con evidentes fluctuaciones, ocurriendo máximos en los años 1985, 1988, 1990 y 1996 (Fig. 18;  $r^2=0,97$ );
- (b) para el año 1997, el modelo predice una captura total cercana a 5.700 ton, y para el año 1998 una captura total cercana a 2.100 ton;

Tabla 27. Tasa de mortalidad por pesca aplicada sobre el stock de *C. johni*.

(a) Hembras

| Edad.Rel | Sep-96 | Oct-96 | Nov-96 | Dic-96 | Ene-97 | Feb-97 | Mar-97 | Abr-97 | May-97 | Jun-97 | Jul-97 | Ago-97 | Sep-97 |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1        | 0.0204 | 0.0025 | 0.0035 | 0.0033 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0841 | 0.0162 | 0.0195 | 0.0097 | 0.0588 | 0.0103 |
| 2        | 0.0317 | 0.0259 | 0.0012 | 0.0280 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.1057 | 0.0055 | 0.2216 | 0.0161 | 0.5595 | 0.0259 |
| 3        | 0.0751 | 0.0135 | 0.0186 | 0.0014 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0210 | 0.0042 | 0.0499 | 0.0004 | 0.0038 | 0.0399 |
| 4        | 0.0069 | 0.0200 | 0.2578 | 0.0022 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0127 | 0.0114 | 0.0073 | 0.0060 | 0.0020 | 0.0121 |
| 5        | 0.0062 | 0.0031 | 0.1017 | 0.0022 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0148 | 0.1504 | 0.0493 | 0.1692 | 0.1294 | 0.0042 |
| 6        | 0.0118 | 0.0045 | 0.0416 | 0.0070 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0289 | 0.4548 | 0.2121 | 0.1491 | 0.2218 | 0.0074 |
| 7        | 0.0103 | 0.0032 | 0.0373 | 0.0022 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0249 | 0.0887 | 0.1737 | 0.0552 | 0.0847 | 0.0061 |
| 8        | 0.0325 | 0.0103 | 0.0547 | 0.0072 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0269 | 0.3902 | 0.7608 | 0.0250 | 0.4254 | 0.0193 |
| F(3-7)   | 0.0237 | 0.0117 | 0.0764 | 0.0072 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0347 | 0.1192 | 0.1190 | 0.0660 | 0.1669 | 0.0159 |

(b) Machos

| Edad.Rel | Sep-96 | Oct-96 | Nov-96 | Dic-96 | Ene-97 | Feb-97 | Mar-97 | Abr-97 | May-97 | Jun-97 | Jul-97 | Ago-97 | Sep-97 |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1        | 0.0271 | 0.0016 | 0.0017 | 0.0011 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.1342 | 0.0381 | 0.0350 | 0.0000 | 0.2233 | 0.0144 |
| 2        | 0.0169 | 0.0104 | 0.0021 | 0.0043 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.1202 | 0.0058 | 0.0490 | 0.0022 | 0.0805 | 0.0137 |
| 3        | 0.0259 | 0.0068 | 0.0543 | 0.0093 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0196 | 0.0039 | 0.0077 | 0.0008 | 0.0016 | 0.0164 |
| 4        | 0.0280 | 0.0138 | 0.0508 | 0.0327 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0161 | 0.0148 | 0.0095 | 0.0000 | 0.0050 | 0.0209 |
| 5        | 0.0569 | 0.0291 | 0.0176 | 0.0226 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0303 | 0.0169 | 0.0253 | 0.0005 | 0.0097 | 0.0430 |
| 6        | 0.0271 | 0.0051 | 0.0498 | 0.0258 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0248 | 0.0179 | 0.0339 | 0.0018 | 0.0243 | 0.0161 |
| 7        | 0.0033 | 0.0007 | 0.0254 | 0.0034 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0173 | 0.0528 | 0.0077 | 0.0129 | 0.0734 | 0.0020 |
| 8        | 0.0027 | 0.0006 | 0.0548 | 0.0013 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0160 | 0.1371 | 0.0319 | 0.1813 | 0.0387 | 0.0017 |
| 9        | 0.0038 | 0.0011 | 0.0077 | 0.0021 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0395 | 0.2973 | 0.1096 | 0.0312 | 0.0763 | 0.0024 |
| 10       | 0.0251 | 0.0072 | 0.0302 | 0.0147 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.1116 | 1.0271 | 0.4271 | 0.2554 | 0.1184 | 0.0162 |
| F(3-8)   | 0.0240 | 0.0093 | 0.0421 | 0.0159 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0207 | 0.0406 | 0.0193 | 0.0329 | 0.0254 | 0.0167 |

Tabla 28. Biomasa (ton) del stock de de *C. johni*.

(a) Hembras

| Edad.Rel | Sep-96 | Oct-96 | Nov-96 | Dic-96 | Ene-97 | Feb-97 | Mar-97 | Abr-97 | May-97 | Jun-97 | Jul-97 | Ago-97 | Sep-97 |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1        | 102    | 103    | 105    | 107    | 18     | 19     | 20     | 21     | 20     | 20     | 20     | 21     | 20     |
| 2        | 4324   | 4245   | 4189   | 4233   | 110    | 112    | 114    | 117    | 107    | 108    | 88     | 88     | 51     |
| 3        | 8822   | 8218   | 8136   | 8008   | 4161   | 4202   | 4241   | 4276   | 4219   | 4230   | 4049   | 4069   | 4073   |
| 4        | 1053   | 1043   | 1020   | 786    | 8015   | 8029   | 8039   | 8044   | 7944   | 7851   | 7787   | 7730   | 7700   |
| 5        | 748    | 738    | 731    | 655    | 781    | 778    | 775    | 771    | 756    | 647    | 612    | 513    | 448    |
| 6        | 413    | 404    | 398    | 378    | 648    | 643    | 638    | 632    | 609    | 383    | 306    | 261    | 207    |
| 7        | 508    | 496    | 488    | 464    | 371    | 367    | 363    | 358    | 345    | 312    | 259    | 242    | 220    |
| 8        | 186    | 178    | 173    | 161    | 457    | 450    | 444    | 438    | 420    | 280    | 129    | 124    | 80     |
| Total    | 16156  | 15425  | 15240  | 14792  | 14561  | 14600  | 14634  | 14657  | 14420  | 13831  | 13252  | 13050  | 128000 |

b) Machos

| Edad.Rel     | Sep-96       | Oct-96       | Nov-96       | Dic-96       | Ene-97       | Feb-97       | Mar-97       | Abr-97       | May-97       | Jun-97       | Jul-97       | Ago-97       | Sep-97       |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1            | 170          | 171          | 176          | 181          | 12           | 12           | 13           | 13           | 12           | 12           | 12           | 13           | 10           |
| 2            | 3476         | 3483         | 3511         | 3566         | 186          | 191          | 196          | 201          | 183          | 186          | 181          | 185          | 174          |
| 3            | 3520         | 3466         | 3476         | 3323         | 3609         | 3666         | 3722         | 3776         | 3754         | 3789         | 3806         | 3848         | 3885         |
| 4            | 2911         | 2843         | 2815         | 2685         | 3320         | 3348         | 3373         | 3398         | 3366         | 3337         | 3324         | 3341         | 3341         |
| 5            | 4052         | 3827         | 3715         | 3647         | 2606         | 2613         | 2619         | 2623         | 2549         | 2509         | 2448         | 2448         | 2424         |
| 6            | 1597         | 1549         | 1535         | 1454         | 3560         | 3555         | 3548         | 3540         | 3445         | 3375         | 3253         | 3236         | 3147         |
| 7            | 2030         | 2010         | 1995         | 1931         | 1410         | 1404         | 1397         | 1389         | 1358         | 1281         | 1264         | 1240         | 1145         |
| 8            | 1307         | 1292         | 1280         | 1201         | 1911         | 1897         | 1883         | 1868         | 1824         | 1578         | 1516         | 1254         | 1196         |
| 9            | 866          | 853          | 843          | 828          | 1188         | 1177         | 1166         | 1154         | 1099         | 808          | 717          | 688          | 631          |
| 10           | 148          | 143          | 140          | 134          | 817          | 808          | 799          | 790          | 699          | 247          | 159          | 122          | 107          |
| <b>Total</b> | <b>20077</b> | <b>19637</b> | <b>19486</b> | <b>18950</b> | <b>18619</b> | <b>18671</b> | <b>18716</b> | <b>18752</b> | <b>18289</b> | <b>17122</b> | <b>16680</b> | <b>16375</b> | <b>16060</b> |

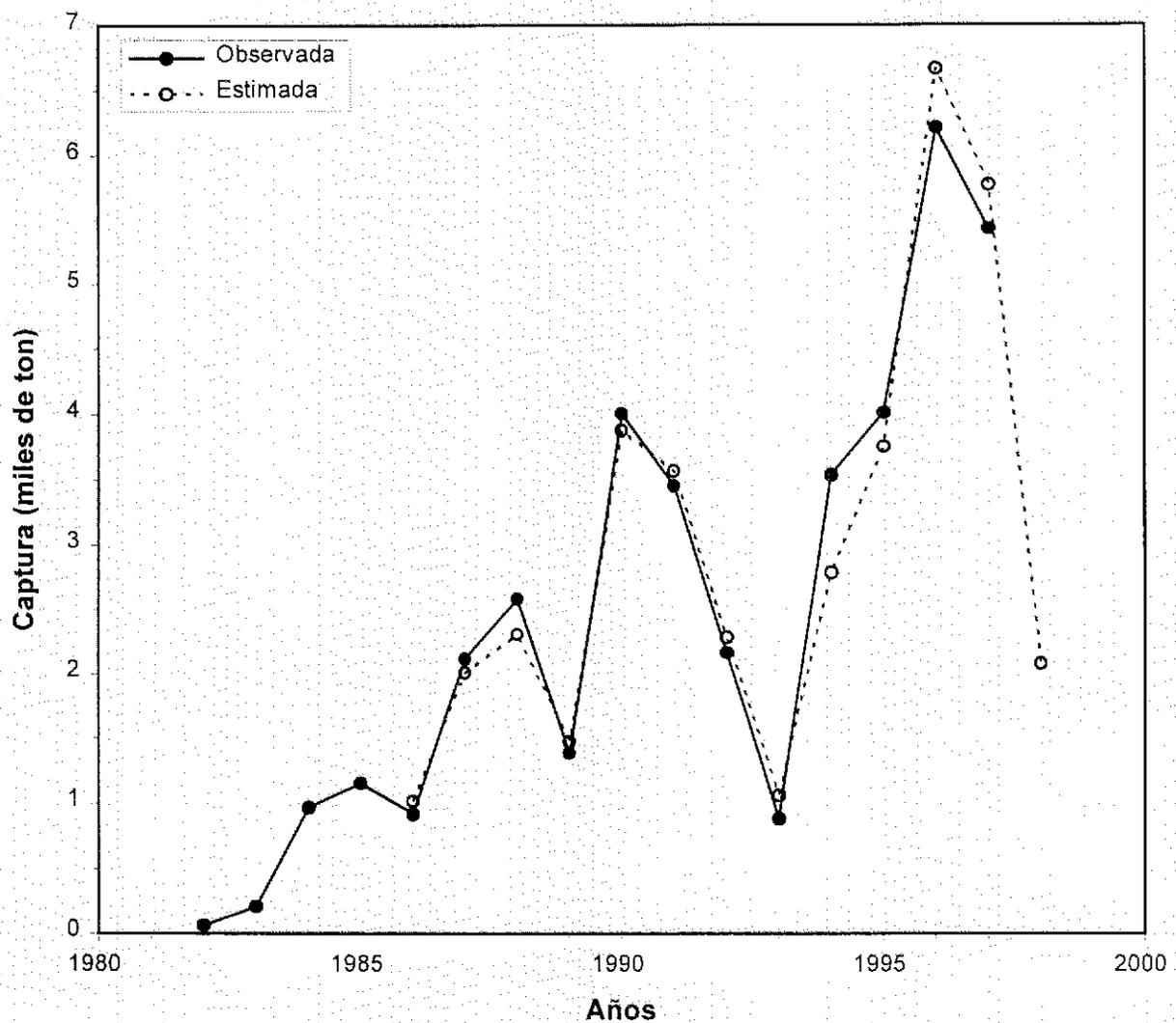


Fig. 18. Captura (miles de toneladas) observada (línea continua, puntos negros) y estimada (línea segmentada, puntos blancos), mediante SHOT-1.

(c) análogamente al caso de las capturas esperadas, las biomásas anuales explotables esperadas se ajustan relativamente bien a las biomásas explotables anuales observadas, aunque con desfases en las tendencias en los años 1992, 1993, 1994 y 1996 (Fig. 18;  $r^2=0,62$ );

(d) de acuerdo al modelo SHOT, la biomasa explotable muestra una tendencia decreciente a partir del año 1997, lo que también se verificaría en el año 1998, alcanzando en este último a unas 12 mil ton;

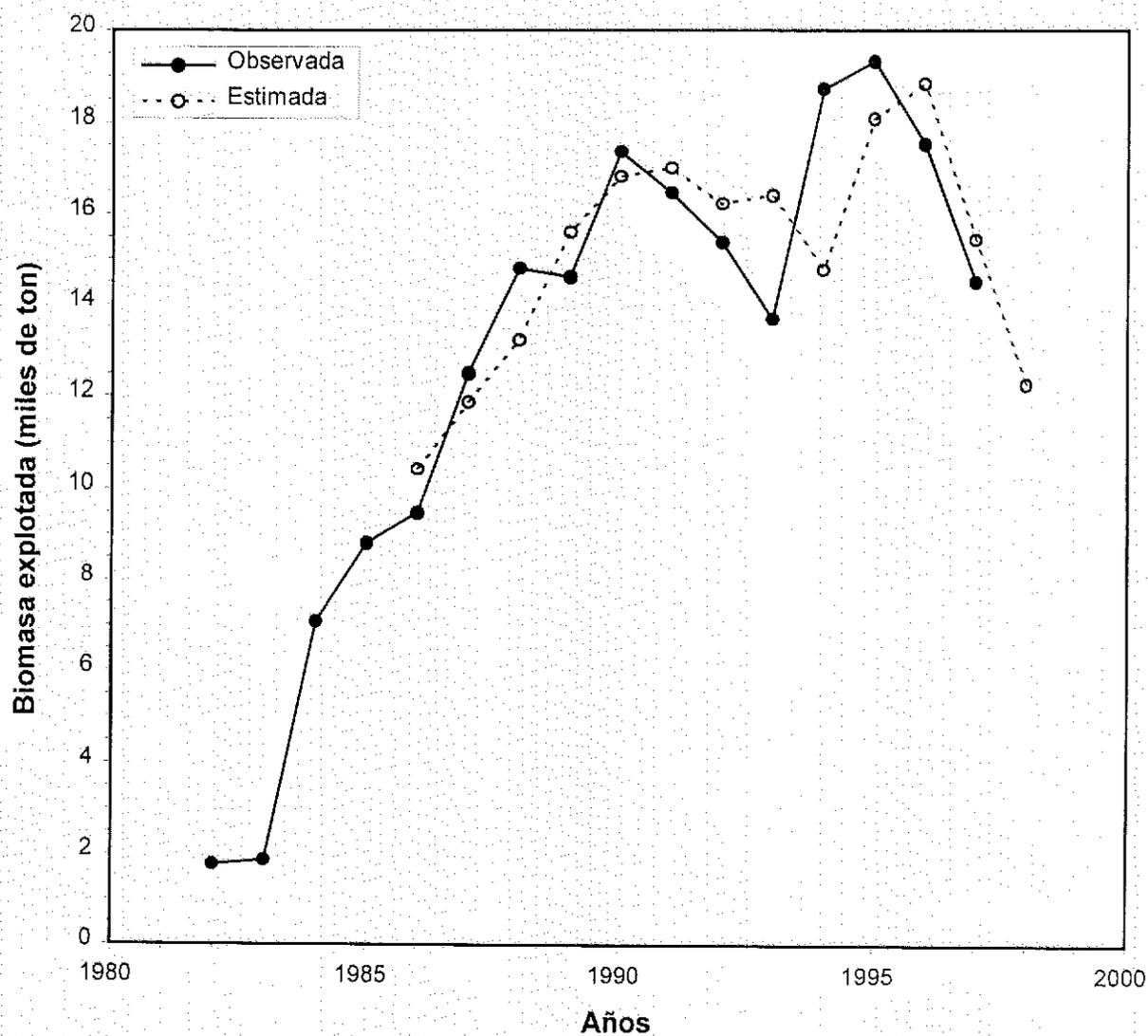


Fig. 19. Biomasa explotada observada (línea continua, puntos negros) y estimada (línea segmentada, puntos blancos), mediante SHOT-1.

(e) como consecuencia de las capturas anuales y las biomásas explotables anuales, la mortalidad por pesca ( $F^*$ ; año<sup>-1</sup>) evidencia una tendencia creciente a partir del año 1994 ( $F^*=0,189$ ), incrementándose a  $F^*=0,207$  en el año 1995;  $F^*=0,354$  en el año 1996; y  $F^*=0,374$  en el año 1997.

#### 5.2.5.2. ANALISIS ENTRE CAPTURAS Y EXCEDENTES DE PRODUCCION

A continuación se presenta un análisis entre las capturas anuales y los excedentes de producción anuales, aprovechando los resultados de la aplicación del método SHOT (Shepherd, 1991). Se define al excedente de producción anual (EPA) como la cantidad de biomasa que se requiere para reemplazar cada año la biomasa poblacional después de las remociones por pesca y otras causas (McCaughran & Deriso, 1988).

En una serie de datos de 16 años, se observa que los EPAs anuales sobrepasaron consistentemente a las capturas hasta el año 1992 (Fig. 20). Sin embargo, a partir de 1990 la tendencia de EPA se presenta decreciente, alcanzando el mínimo *minimorum* en el año 1993, cuando es sobrepasado por primera vez por las capturas de ese año. En todo caso, al año siguiente el EPA se recupera fuertemente, ubicándose como el máximo histórico (5.900 ton), aunque lo más destacable ocurre en los dos últimos años de la serie (1996 y 1997), cuando las capturas de ambos años sobrepasaron largamente a los EPAs. Esto es concordante con los valores más altos de  $F^*$ , los que se registraron justamente en los años 1996 y 1997.

### 5.3. CICLO REPRODUCTIVO

#### 5.3.1. CONSISTENCIA DEL CAPARAZON

Mensualmente se ha registró la presencia de individuos con caparazón blando, con el fin de establecer si existe una época de muda. Sin embargo, no se registró ejemplares en muda en ninguno de los meses o puertos de desembarque. Esto puede ser explicado por antecedentes de diversos autores que centran el periodo de muda en los primeros meses del año, lo que coincide con la veda establecida durante esos meses para el año 1997, aunque en las muestras obtenidas de la fauna

acompañante del camarón nailon durante ese período, tampoco se observaron individuos en muda.

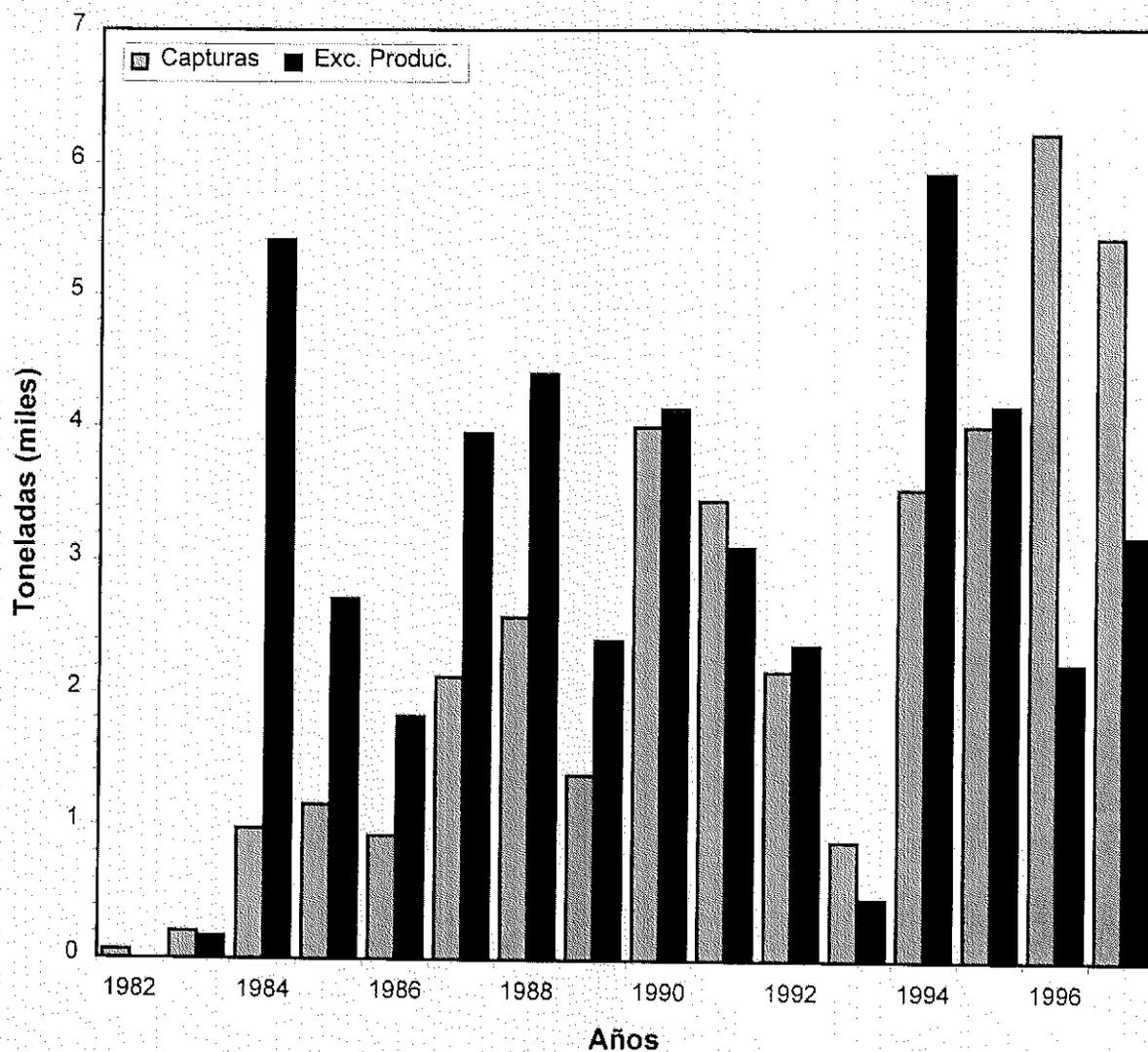


Fig. 20. Captura (miles de toneladas) observada (barras achuradas) y excedentes productivos anuales (barras negras) estimados mediante SHOT-1.

### 5.3.2. PRESENCIA DE HEMBRAS OVIFERAS

Al analizar la proporción de hembras ovíferas (%) en las tres localidades consideradas (Fig. 21) se observa claramente que existe un desfase latitudinal en el ciclo reproductivo de la especie. En efecto, en el mes de septiembre al inicio del período de estudio el porcentaje de hembras ovíferas bordea el

40% en Huasco y es superior al 90% en Coquimbo, y luego en noviembre cuando el % es prácticamente 0 en Huasco aún supera el 40% en Coquimbo. Es destacable consignar que es claro que ya en el mes de enero han desaparecido las hembras ovíferas en toda la III y IV Región, lo que coincide con el período fijado como veda para proteger la cópula de la especie.

### **5.3.3. EPOCA DE EXTRUSIÓN, PORTACIÓN Y LIBERACIÓN DE HUEVOS**

De acuerdo a lo señalado anteriormente (Fig. 21), la época de portación de huevos corresponde a los meses de mayo a diciembre durante los cuales aumenta significativamente el número de hembras ovíferas y prácticamente desaparecen hacia fines de año. Con respecto a la extrusión de los huevos esta parece ser temprana dentro del período señalado, pues desde junio se comienzan a encontrar huevos en el estado 2 de desarrollo, mientras los del estado 3 aumentan hacia agosto y septiembre para disminuir posteriormente (Fig. 22). En cuanto a la época de liberación o eclosión larvaria esta corresponde principalmente al período septiembre- octubre (Fig. 22) lo que coincide con la captura de larvas de la especie en el plancton.

### **5.3.4. FECUNDIDAD**

Dada la limitación metodológica establecida en el sentido de usar sólo hembras con huevos en estado 1 para los recuentos, se analizó 169 hembras para determinar la fecundidad, todas provenientes de Coquimbo. Estas tenían tallas comprendidas entre 21,6 y 40 mm de LC y un promedio de 28,07 mm. La función de fecundidad calculada con estos ejemplares corresponde a:

$$Y (\text{N}^\circ \text{huevos}) = 739,18 \text{ LC} - 16.175, \quad r^2 = 0,8141$$

Los valores extremos de fecundidad determinados en estas hembras provenientes de Coquimbo, se encuentran en el rango entre 550 y 13.706 (huevos/hembra), con un promedio de 4.572 huevos.

Fig. 21. Porcentaje de hembras ovíferas de langostino amarillo, por puerto de desembarque y mes.

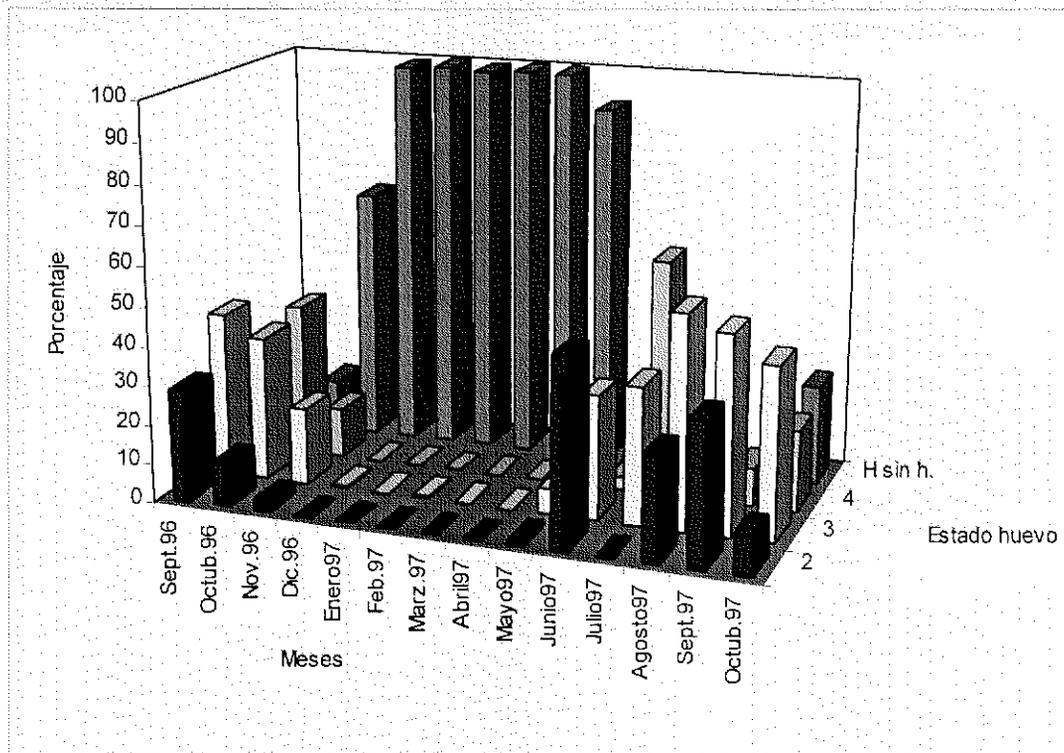


Fig. 22. Porcentaje mensual de estados de desarrollo de los huevos de langostino amarillo.

### 5.3.5. FUNCION Y TALLA PROMEDIO DE MADUREZ SEXUAL

Para la determinación de la talla promedio de madurez sexual se utilizó conjuntamente todos valores de la fracción de hembras portadoras a la talla obtenidos desde los muestreos biológicos-específicos efectuados en septiembre y octubre de 1996, más agosto y septiembre de 1997, los meses con mayor cantidad de hembras ovíferas. La talla promedio de primera madurez sexual de las hembras de langostino amarillo en las zonas de pesca de las Regiones III y IV alcanzó a 28,9 mm de longitud cefalotorácica (intervalos de confianza: 23,0-36,7; Fig. 23). La función matemática es la siguiente:

$$P_{LC(\%)} = C * [1 + \exp(\alpha_1 + \alpha_2 * LC)]^{-1}$$

donde: LC es la longitud cefalotorácica (mm);  $P_{LC(\%)}$  es la fracción de hembras ovíferas a la talla LC; C es la asíntota de madurez;  $\alpha_1$  es el parámetro de posición=6,069;  $\alpha_2$  es la pendiente=-0,210 ( $r^2=0,954$ ).

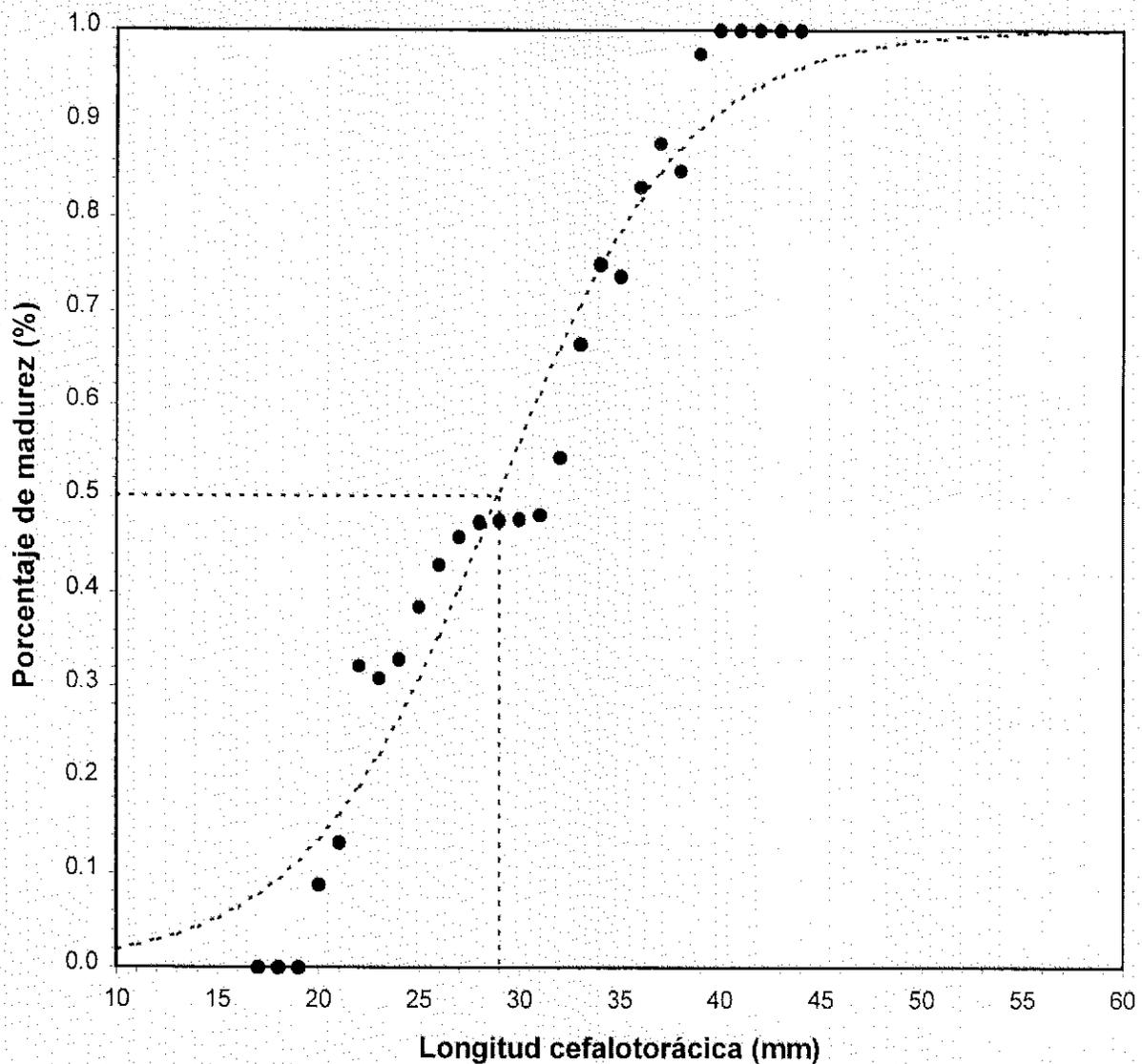


Fig. 23. Talla promedio de primera madurez sexual estimada mediante el modelos logístico. Los puntos negros representan la proporción de madurez observada y la línea segmentada el ajuste dado por el modelo.

**5.4. Objetivo 4. REGISTRAR LA CAPTURA E IMPORTANCIA RELATIVA DE LAS ESPECIES QUE CONSTITUYEN LA FAUNA ACOMPAÑANTE DE LA PESQUERIA DE LANGOSTINO AMARILLO**

Los registros originales de la fauna acompañante, lance a lance, provienen exclusivamente de los muestreos realizados a bordo por profesionales y técnicos del proyecto debido a que ésta

prácticamente no se registra en las bitácoras de pesca oficiales. Además, en muy pocas oportunidades se registra, a lo más, una o dos taxa, principalmente cuando se refiere a camarón nailon y merluza común.

A continuación se entrega un listado de las especies de peces (Tabla 29) e invertebrados (Tabla 30) más importantes de la fauna acompañante, con su nombre científico y vernacular. Luego se destaca las cinco especies más importantes, en orden de abundancia, de la fauna acompañante por puerto de desembarque, mes y rango de profundidad (Tabla 31). Parece claro de esta información que en general la merluza común *Merluccius gayi*, el lenguado de ojo grande *Hippoglossina macrops*, la jaiba paco *Mursia gaudichaudi* y la jaiba limón *Cancer porteri* son las especies más importantes de la fauna acompañante del langostino amarillo en la III y IV Región en toda su distribución batimétrica.

A continuación (Tabla 32) se presenta el aporte en peso relativo a las capturas totales, por taxon, incluyendo la especie objetivo langostino amarillo (a) y excluyéndola (b). Entonces, en términos de capturas totales, después de analizar globalmente todos los registros, el langostino amarillo es largamente la especie más importante (91,2%), siguiéndole los peces merluza común (4,1%) y lenguado de ojos grandes (1,9%). Otros crustáceos de importancia comercial aportan muy marginalmente a las capturas, como es el caso de langostino colorado (0,8%) y camarón nailon (0,4%). Entonces, dado que la fauna acompañante de langostino amarillo aporta escasamente a las capturas totales, se deduce que el recurso objetivo parece distribuirse de manera altamente contagiosa, segregada de otros taxa, y/o que el arte de pesca del recurso objetivo es altamente selectivo.

Con los siguientes rangos latitudinales y batimétricos (metros) se tiene que existe prácticamente sólo

| Código latitudinal | Rango latitudinal | Código profundidad | Rango profundidad |
|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| A                  | 28°00' - 28°52' S | 1                  | <150              |
| B                  | 29°02' - 29°40' S | 2                  | 150 - 200         |
| C                  | 29°42' - 30°36' S | 3                  | 201 - 250         |
| D                  | 30°37' - 32°10' S | 4                  | 251 - 300         |
|                    |                   | 5                  | >300              |

una asociación faunística cuando se considera el nivel de corte de 0,71 del índice de similitud (Fig. 24). Esta asociación está constituida por todos los rangos latitudinales y batimétricos, con la

Tabla 29. Familias y especies de peces, nombre científico y vernacular, fauna acompañante del langostino amarillo.

| FAMILIA                 | ESPECIE   | Nombre vernacular   |
|-------------------------|---|---|
| Familia Myxinidae       | <i>Myxine</i> sp.   | Lamprea, babosa   |
| Familia Scyliorhinidae  | <i>Halaelurus canescens</i><br><i>Apristurus nasutus</i>  | Tiburón gato<br>Tiburón negro narigón                       |
| Familia Squalidae       | <i>Aculeola nigra</i><br><i>Centroscyllum nigrum</i><br><i>Centroscymnus crepidater</i><br><i>Deania calcea</i>                 | Tollo fume<br>Tiburón pinocho                               |
| Familia Rajidae         | <i>Raja chilensis</i><br><i>Psammobatis scobina</i><br><i>Sympterygia brevicaudata</i><br><i>Bathyraja</i> sp.                  | Raya volantín<br>Raya chica<br>Raya chica                   |
| Familia Ophichthyidae   | <i>Ophichthus pacifici</i>  | Anguila   |
| Familia Notacanthidae   | <i>Notacanthus seppinnis</i>  | Espinudo  |
| Familia Congridae       | <i>Xenomystax atrarius</i>  | Anguila hocicona  |
| Familia Moridae         | <i>Laemonema kongi</i>  |   |
| Familia Merluccidae     | <i>Merluccius gayi</i>  | Merluza común   |
| Familia Macrouridae     | <i>Coelorhynchus aconcagua</i><br><i>Nezumia pulchella</i><br><i>Trachyrhynchus villegai</i><br><i>Trachyrhynchus helolepis</i> | Pejerrata azul<br>Pejerrata negro<br>Pejerrata<br>Pejerrata |
| Familia Ophidiidae      | <i>Genypterus chilensis</i><br><i>Genypterus maculatus</i><br><i>Genypterus blacodes</i>  | Congrio colorado<br>Congrio negro<br>Congrio dorado         |
| Familia Berycidae       | <i>Beryx splendens</i>  | Alfonsino   |
| Familia Scorpaenidae    | <i>Sebastes capensis</i>  | Cabrilla  |
| Familia Pinguipedidae   | <i>Prolatilus jugularis</i>   | Blanquillo  |
| Familia Centrolophidae  | <i>Seriolella violacea</i>  | Cojinoba del Norte  |
| Familia Paralichthyidae | <i>Hippoglossina macrops</i>  | Lenguado ojos grandes                                       |

Tabla 30. Familias y especies de invertebrados, nombre científico y vernacular, capturados como fauna acompañante del langostino amarillo.

| FAMILIA             | ESPECIE  | Nombre vernacular          |
|---------------------|--|----------------------------|
| <b>CRUSTACEA</b>    |  |                            |
| Familia Galatheidae | <i>Pleuroncodes monodon</i>                            | Langostino colorado        |
| Familia Penaeidae   | <i>Haliporoides diomedea</i>                           | Gamba de profundidad       |
| Familia Pandalidae  | <i>Heterocarpus reedi</i>                              | Camarón nailon             |
| Familia Calappidae  | <i>Mursia gaudichaudi</i><br><i>Hepatus chiliensis</i> | Jaiba paco<br>Jaiba puñete |
| Familia Cancridae   | <i>Cancer porteri</i>                                  | Jaiba limón                |
| Familia Majidae     | <i>Libidoclea granaria</i>                             | Cangrejo araña             |
| Familia Squillidae  | <i>Pterygosquilla armata</i>                           | Pateador                   |

Tabla 31. Principales especies de la fauna acompañante del langostino amarillo, por puerto de desembarque, mes y rango de profundidad.

| PUERTO/<br>MES  | Prof.(m) | 1          | 2              | 3              | 4              | 5              |
|-----------------|----------|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>HUASCO</b>   |          |            |                |                |                |                |
| Noviembre       | 150-200  | M. gayi    | H. macrops     | M. gaudichaudi | C. porteri     | A. nigra       |
| Abril           | 200-250  | M. gayi    | H. macrops     | A. nigra       | M. gaudichaudi | C. porteri     |
|                 | 300-350  | M. gayi    | H. macrops     | H. reedi       | H. canescens   | M. gaudichaudi |
| <b>COQUIMBO</b> |          |            |                |                |                |                |
| Septiembre      | 150-200  | M. gayi    | M. gaudichaudi | H. macrops     | C. porteri     | P. jugularis   |
| Noviembre       | 150-200  | H. macrops | M. gayi        | H. reedi       | M. gaudichaudi | C. porteri     |
|                 | 200-250  | P. monodon | M. gayi        | H. macrops     | H. reedi       | M. gaudichaudi |
|                 | 250-300  | M. gayi    | H. macrops     | G. maculatus   | M. gaudichaudi | C. porteri     |
| Diciembre       | 150-200  | M. gayi    | H. macrops     | M. gaudichaudi | C. porteri     | G. maculatus   |
| Abril           | 150-200  | P. monodon | M. gayi        | M. gaudichaudi | H. macrops     | C. porteri     |
|                 | 200-250  | P. monodon | M. gayi        | H. macrops     | H. reedi       | C. porteri     |
|                 | 250-300  | M. gayi    | H. macrops     | H. reedi       | M. gaudichaudi | C. aconcagua   |
| Mayo            | 200-250  | H. macrops | M. gayi        | H. chiliensis  | C. porteri     | M. gaudichaudi |
|                 | 250-300  | H. macrops | M. gayi        | H. chiliensis  | C. porteri     | M. gaudichaudi |
| Junio           | 250-300  | M. gayi    | P. monodon     | H. macrops     | H. reedi       | M. gaudichaudi |
|                 | 300-350  | M. gayi    | P. monodon     | H. reedi       | H. macrops     | M. gaudichaudi |
| Agosto          | 200-250  | M. gayi    | H. macrops     | M. gaudichaudi | C. porteri     |                |
| Septiembre      | 150-200  | M. gayi    | S. violacea    | H. macrops     | M. gaudichaudi | P. jugularis   |
|                 | 200-250  | H. macrops | M. gayi        | H. reedi       | M. gaudichaudi | S. violacea    |

Tabla 32. Composición en peso relativo (%) de los taxa fauna acompañante y de langostino amarillo de las Regiones III y IV.

| Nombre científico                                     | Nombre vernáculo      | Nomenclatura | Aporte relativo (%)<br>incluyendo <i>C. johni</i> | Aporte relativo (%)<br>sin incluir <i>C. johni</i> |
|---|-----------------------|--------------|---|--|
| <i>Cervimunida johni</i>                              | Langostino amarillo   | C.j.         | 91,2  | -  |
| <i>Beryx splendens</i>                                | Alfonsino             | B.s.         | <1  | <1   |
| <i>Xenomystax atrarius</i>                            | Anguila               | X.a.         | <1  | <1   |
| <i>Prolatilus jugularis</i>                           | Blanquillo            | P.j.         | <1  | <1   |
| <i>Coelorhynchus acancagua</i>                        | Pejerrata             | C.a.         | <1  | <1   |
| <i>Heterocarpus reedi</i>                             | Camarón nailon        | H.r.         | <1  | 4,4  |
| <i>Libidoclaea granaria</i>                           | Jaiba araña           | L.g.         | <1  | <1   |
| <i>Sebastes capensis</i>                              | Cabrilla              | S.c.         | <1  | <1   |
| <i>Seriolella violacea</i>                            | Cojinoba              | S.v.         | <1  | <1   |
| <i>Genypterus chilensis</i>                           | Congrio colorado      | G.ch.        | <1  | <1   |
| <i>Genypterus blacodes</i>                            | Congrio dorado        | G.b.         | <1  | <1   |
| <i>Genypterus maculatus</i>                           | Congrio negro         | G.m.         | <1  | <1   |
| <i>Haliporoides diomedea</i>                          | Gamba profundidad     | H.d.         | <1  | <1   |
| <i>Cancer porteri</i>                                 | Jaiba limón           | C.p.         | <1  | 4,2  |
| <i>Mursia gaudichaudii</i>                            | Jaiba paco            | M.g.         | <1  | 10,0   |
| <i>Hepatus chiliensis</i>                             | Jaiba puñete          | H.c.         | <1  | 2,5  |
| <i>Lampraeae</i>                                      | Lampreas              | Lamp.        | <1  | <1   |
| <i>Peuroncodes monodon</i>                            | Langostino colorado   | P.m.         | <1  | 9,1  |
| <i>Hippoglossina macrops</i>                          | Lenguado ojos grandes | H.m.         | 1,9   | 21,6   |
| <i>Merluccius gayi</i>                                | Merluza común         | M.ga.        | 4,1   | 46,0   |
| <i>Notacanthus sexspinis</i>                          | Espinudo              | N.s.         | <1  | <1   |
| <i>Pterygosquilla armata</i>                          | Pateador              | P.a.         | <1  | <1   |
| <i>Psammobatis sp.</i>                                | Rayas chicas          | P.spp.       | <1  | <1   |
| <i>Raja flavirostris</i> +<br><i>Raja trachiderma</i> | Raya volantín         | R.vol.       | <1  | <1   |
| <i>Aculeola nigra</i>                                 | Tiburón gato          | A.n.         | <1  | <1   |
| <i>Halaehurus canescens</i>                           | Tiburón gris          | H.c.         | <1  | <1   |

sola excepción de la celda D-5, que corresponde a la más austral y la más profunda de todas. Obviamente, esta gran asociación que se constituye se debe al fuerte peso ponderado que el recurso objetivo (langostino amarillo) ejerce sobre toda la comunidad. En efecto, como lo revela un análisis inverso (Fig. 25; nivel de corte: 0,51), al langostino amarillo se asocian las especies más "importantes" de la fauna acompañante, como el lenguado de ojos grandes (H.m.), merluza común (M.ga.), jaiba limón (C.p.) y jaiba paco (M.g). Consecuentemente, se confirma que no existe un quiebre en la asociación faunística ni en función de la profundidad (quiebre entre la plataforma y el talud continental) ni en función de la latitud (discontinuidades geográficas).

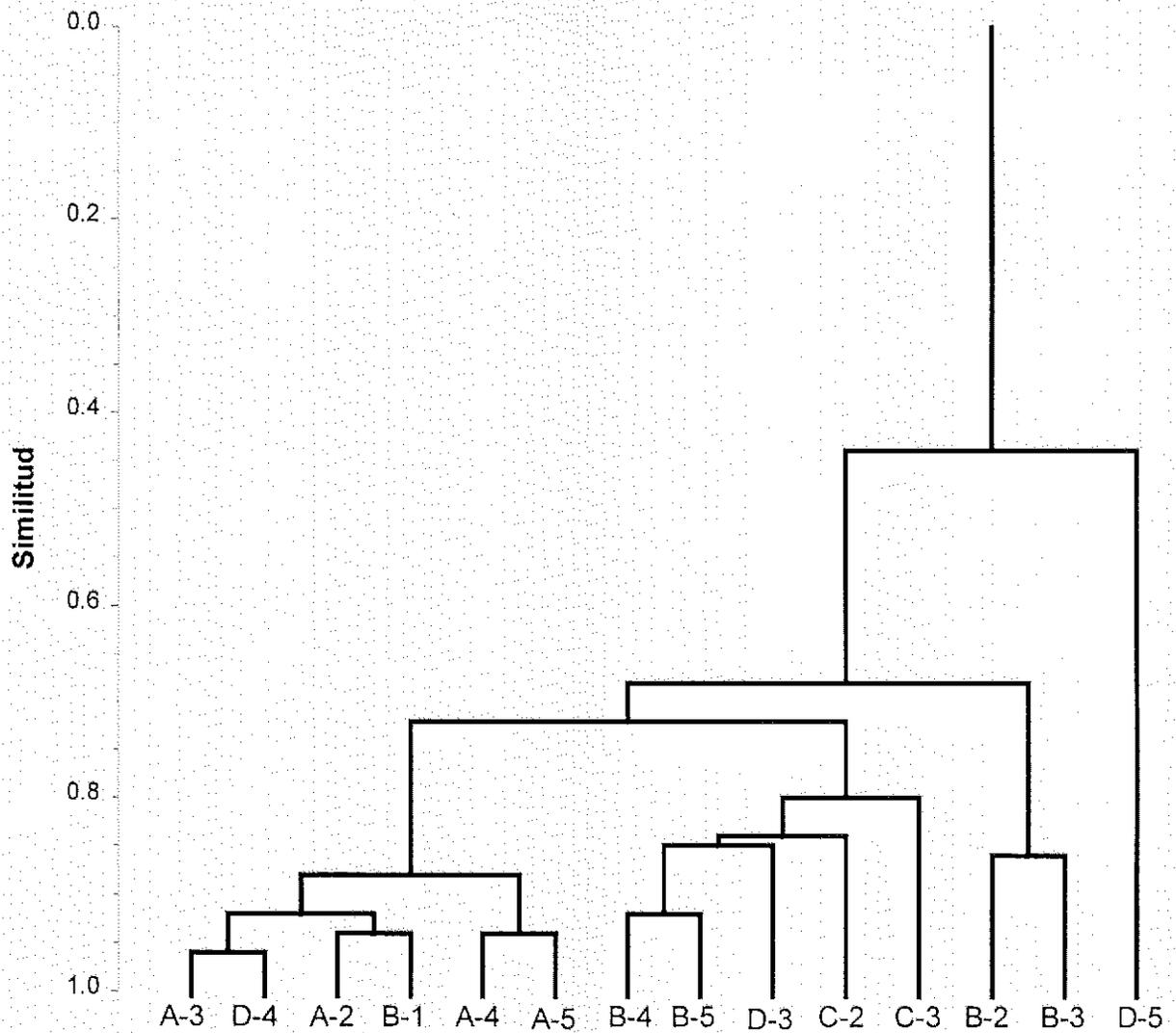


Fig. 24. Dendrograma de clasificación de las celdas latitud-profundidad en el análisis de la fauna acompañante del langostino amarillo en la III y IV Región, temporada 1996-1997.

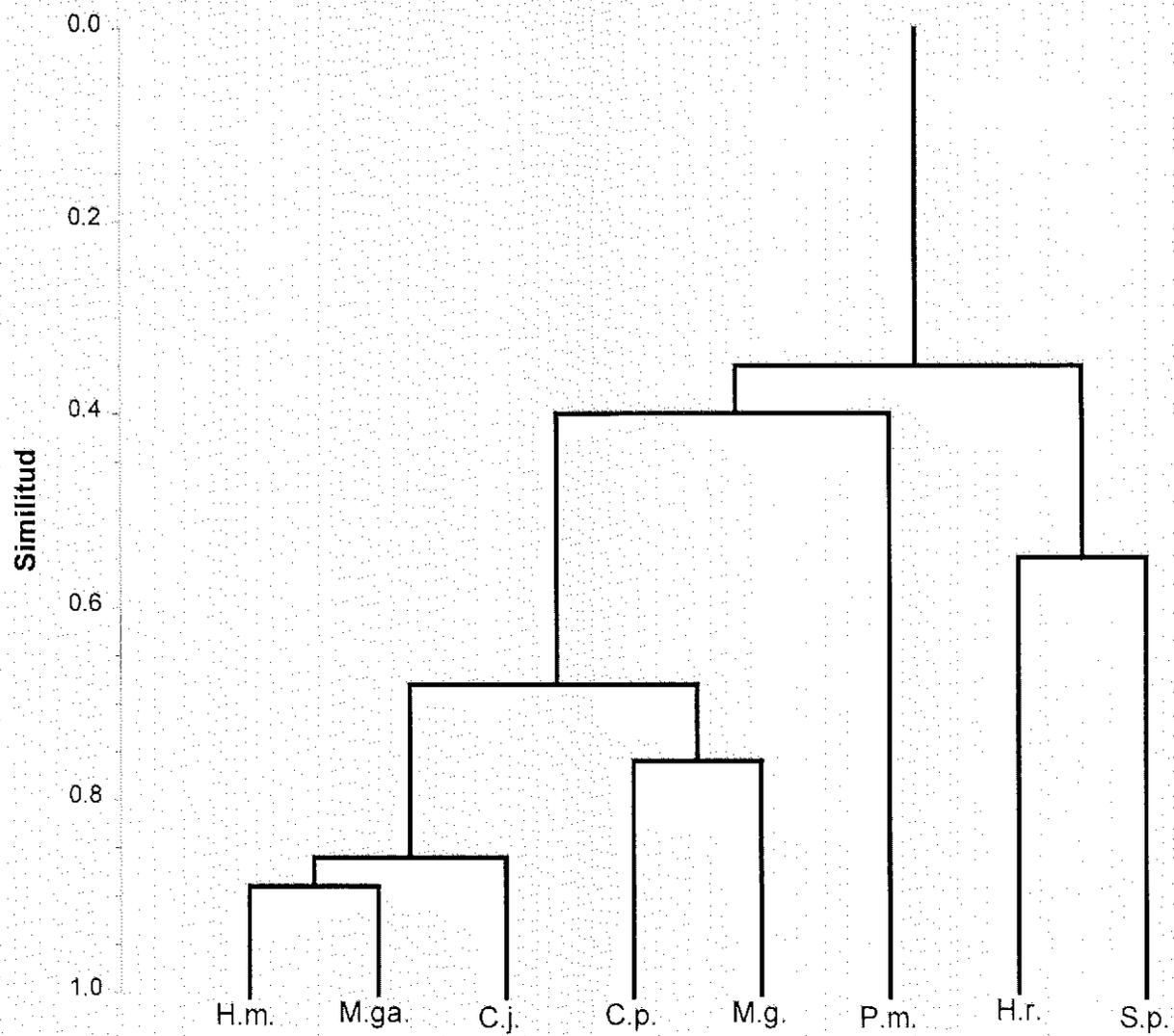


Fig. 25. Dendrograma de clasificación de los principales taxa fauna acompañante del langostino amarillo en la III y IV Región, temporada 1996-1997. Análisis de Matriz Inversa (para detalles ver texto).

**5.5. Objetivo 5. DETERMINAR EL ESTADO DE EXPLOTACIÓN DEL STOCK DEL RECURSO LANGOSTINO AMARILLO.**

**5.5.1. TASAS DE EXPLOTACIÓN**

En las 8 zonas estudiadas y que abarcan la totalidad de la pesquería en la III y IV Regiones, las tasas de explotación son bastante moderadas (Tabla 33). La explotación es más intensa en la zona

8, en el límite entre la IV y V Regiones, donde puede llegar a más del 6%. En el resto de las zonas, más hacia el norte, las tasas de explotación están normalmente por debajo del 5%.

Tabla 33. Tasas de explotación de langostino amarillo en la III y IV Región, entre septiembre 1996 y septiembre 1997.

| ZONA | Lím. Inf. (2.5%) | Media   | Lím. Sup. (97.5%) |
|------|------------------|---------|-------------------|
| 1    | 0.01335          | 0.02347 | 0.04628           |
| 2    | 0.00802          | 0.01089 | 0.01575           |
| 3    | 0.02579          | 0.03113 | 0.03851           |
| 4    | 0.00396          | 0.00825 | 0.01197           |
| 5    | 0.03073          | 0.03974 | 0.05327           |
| 6    | 0.00247          | 0.00368 | 0.00601           |
| 7    | 0.01361          | 0.01903 | 0.02992           |
| 8    | 0.04451          | 0.05278 | 0.06265           |

#### 5.5.2. SITUACION ACTUAL DEL RECURSO LANGOSTINO AMARILLO EN LAS REGIONES III y IV Y ESTIMACION DE UNA CTP PARA 1998

El análisis del rendimiento por recluta y biomasa promedio por recluta permite determinar puntos biológicos de referencia que tienen por objeto minimizar los riesgos de la sobreexplotación por crecimiento y reclutamiento. En el caso de *C. johni*, la tasa de mortalidad por pesca actual es levemente superior al  $F_{0,1}$  y muy similar al  $F_{40\%BPRv}$  (Fig. 26; Tabla 34), la primera mortalidad por pesca puede pasar a constituirse en una estrategia de explotación que pretende maximizar las capturas en un nivel cercano al máximo promoviendo la eficiencia económica. El  $F_{40\%BPRv}$ , en cambio, es un nivel que también se puede constituir en una estrategia de explotación, pero en este caso el objetivo es resguardar el riesgo para el stock, i.e. evitar que la biomasa del recurso disminuya más allá de un 40% de la biomasa que podría existir sin la explotación pesquera. Debido a que la mortalidad por pesca actual ( $F_c$ ) es muy similar a estos dos puntos biológicos de referencia, se puede indicar que el recurso se encuentra en un estado de explotación plena, sin síntomas de sobreexplotación.

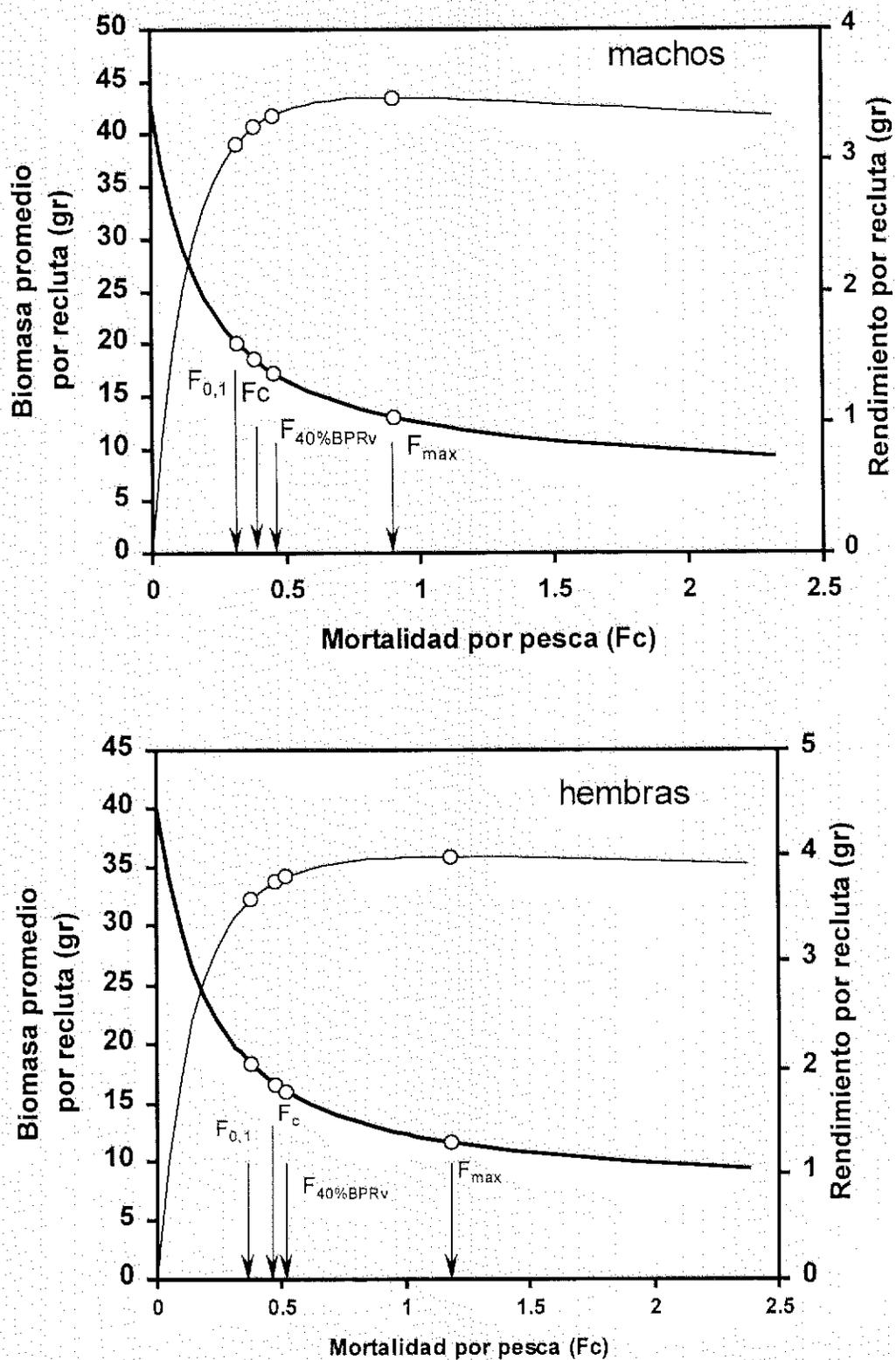


Fig. 26. Curvas de biomasa promedio y rendimiento por recluta para machos y hembras de *C. johni*. Se indica la mortalidad por pesca asociada a puntos biológicos de referencia.

Si se acepta  $F_{0,1}$  y  $F_{40\%BPR}$  como estrategias de explotación, entonces una estimación de captura en estos niveles de mortalidad se puede traducir en un nivel de referencia o bien en una captura biológicamente aceptable. Al respecto, se ha supuesto que el tamaño del stock en 1998 será similar a 1996-97 (estado-estacionario), de tal manera que las CTP estimadas reflejan exactamente el nivel de captura que se pudo haber extraído en 1997 y que también podría obtenerse en 1998 sin riesgos para el stock y la pesquería.

La CTP alcanza a 3.480 ton si se acepta el criterio  $F_{0,1}$  como estrategia de explotación, mientras que si la política de manejo está orientada a la biomasa del stock, la CTP alcanza a 10.413 ton. Si se acepta el criterio de *Fstatus-quo*, la CTP en 1998 debería adoptarse en 7.874 ton para la pesquería de *C. johni* frente al litoral de las Regiones III y IV.

Tabla 34. Capturas totales permisibles (toneladas) para el stock de langostino amarillo de las Regiones III y IV, en el año 1998.

|                  |       | CTP    |         |        |
|------------------|-------|--------|---------|--------|
|                  |       | Machos | Hembras | Total  |
| $F_{0,1} =$      | 0.319 | 1.743  | 1.737   | 3.480  |
| $F_c =$          | 0.434 | 4.032  | 3.842   | 7.874  |
| $F_{40\%BPRv} =$ | 0.457 | 4.787  | 5.626   | 10.413 |

## 6. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS.

En relación a la actualización de la base de datos disponibles de las naves langostineras de las Regiones III y IV, con el presente proyecto se ha conseguido registrar prácticamente toda la flota en sus componentes físicas ( $n=29$ ), al considerar los puertos de Coquimbo, Quintero y Tomé. En efecto, el universo muestral total de este tipo de naves es de alrededor de 30. Consecuentemente, este registro constituye prácticamente un censo actualizado, asunto que se consiguió disponiendo de un contingente de técnicos y profesionales abocados con particular dedicación a la obtención de tal tipo de información. Por lo tanto en lo sucesivo restará tener oportunamente consideradas las naves que entren o salgan de esta pesquería sobre bases anuales o semestrales, asunto que

deberá requerir sólo de costos marginales. La flota se caracteriza por ser muy antigua, predominando naves de los años 60. Una nave tipo (en números redondos) presenta 21 m de eslora, 6 m de manga, 3 m de puntal, con la potencia del motor principal en 400 HP, 89 ton de TRG y 42 de TRN, con capacidad de bodega superando levemente los 100 m<sup>3</sup>. Adicionalmente, la red tipo se caracteriza por presentar las siguientes dimensiones:

La abertura de punta de alas promedio de una red langostinera tipo fue determinada en 15,46 m y la moda en 14 m. Estos resultados difieren notoriamente de aquellos comunicados por Pool *et al.* (1996), para el caso de la pesquería de langostino amarillo de la III y IV Región, entre julio de 1995 y junio de 1996, (moda= 19,16 m; promedio= 17,83 m). Nuestros resultados parecen ser más consistentes debido a que comparativamente, la abertura de punta de alas de una red arrastrera merlucera tipo de la flota industrial de Talcahuano es de alrededor de 18 m y de 13,28 m en la pesquería del camarón nailon (Acuña *et al.*, 1997), las que son esperables debido al tipo de recursos que se está capturando en cada caso.

Operacionalmente, la flota langostinera se distribuye agregada sobre la plataforma continental entre 28° y 32°S. Sin embargo, el 87% de los lances se efectúa en la IV Región y el restante 13% en la III Región, lo que es consistente con lo encontrado por Pool *et al.* (1996), con un 93% de los lances en la IV Región para el período julio 1995- junio 1996. Estos autores también observaron un claro predominio de sólo algunos meses en esa temporada de pesca (octubre 1995 y mayo 1996), mientras en este estudio los meses de noviembre de 1996, abril y mayo de 1997 dan cuenta del 58% de los lances efectuados durante todo el período. En consecuencia, la pesquería de langostino amarillo se distribuye de manera altamente agregada tanto espacial como temporalmente. Tal distribución temporal de los lances de pesca se debe comprender teniendo presente la pesca alternativa o complementaria de camarón nailon en la zona de estudio, lo que dependerá al menos de tres circunstancias: (1) la demanda en el mercado internacional, (2) las vedas y (3) el copiamiento de la cuota de camarón nailon.

Batimétricamente, la distribución de los lances también se presenta altamente agregada. En efecto, el 51% se efectuó en el estrato 251-250 m de profundidad, seguido del estrato 251-300 m (29%), acumulando entre ambos el 80% de los lances. Por lo tanto, esta situación no hace sino remarcar la característica de la altísima agregación de la flota en los ejes espaciales, tanto

batimétrico y latitudinal. Esta propiedad se debería simplemente a la maximización de la relación costo: beneficio y, por otro lado, se puede suponer que los mecanismos de control y fiscalización de la operación en el mar, si fueren necesarios, podrían ser implementados sin mayor dificultad ni altos costos. En términos operacionales, los puertos base de la flota son prácticamente dos, a saber, Coquimbo y Quintero, ya que se puede considerar que el puerto de Caldera dejó de operar como puerto base cuando la flota de la empresa Camanchaca fue redestinada a la Octava Región, en Tomé, e incluso durante la temporada sólo se accedió al puerto de Huasco.

La técnica computacional Montecarlo utilizada para la determinación del barco patrón permitió seleccionar al PAM "Eicomar I", el que presentó un valor de cpue promedio de 164,7 kg/mn<sup>2</sup>. A esta nave, entonces, se le asigna un poder de pesca relativo PPR=1. Adicionalmente, el PPR promedio fue determinado en 1,19 (C.V. = 0,5); lo que parece razonable, significando que la flota tiende a ser homogénea. Anteriormente, Acuña *et al.* (1995) determinaron, para una fracción de la flota arrastrera langostinera de la IV región un PPR= 1,0 (C.V.= 0,11) y para la flota camaronesa de la II a la VIII Regiones (Acuña *et al.*, 1997), que el PPR promedio era igual a 1,011 (C.V.= 0,16), valor bastante similar al determinado en el presente estudio.

Las distribuciones de los esfuerzos de pesca nominal y estándar son bastante similares. En efecto, el 73% del esfuerzo nominal se aplicó entre 201 y 300 m de profundidad, correspondiendo al 81% del esfuerzo de pesca estándar. Geográficamente, este esfuerzo se aplica mayoritariamente entre el 31° y 32°S correspondiendo al 86% del esfuerzo nominal y al 88% del esfuerzo estándar. En consecuencia, se corrobora que la flota se agrega fuertemente en sentido latitudinal y batimétrico. Además, metodológicamente se debe destacar que tales similitudes en los esfuerzos de pesca nominal y estándar son un reflejo de la homogeneidad de la flota langostinera de las Regiones III y IV, lo que anteriormente informaron Acuña *et al.* (1997) para el caso de la pesquería del camarón nailon.

En cuanto a las capturas, prácticamente 2/3 de éstas ocurren al sur de 31°S, lo que es otro indicador de la alta agregación de la actividad. En efecto, esto se vuelve a confirmar cuando se observa el origen batimétrico de las capturas, correspondiendo al 77,3% del total las provenientes del horizonte 201-300 m, lo que se complementa absolutamente con la distribución del esfuerzo en este estrato (73% del esfuerzo nominal; 81% del esfuerzo estándar).

Sin embargo, los mejores rendimientos en peso se obtienen en el estrato 301-350 m de profundidad. Entonces, ¿porqué los mejores rendimientos de pesca no ocurren en el horizonte batimétrico 201-300 m de profundidad? La explicación es trivial y simple. Debido a que la principal actividad se presenta acá, por ejemplo, en términos de direccionamiento del esfuerzo, entonces las “agregaciones” del recurso se hacen cada vez menores conforme avanza la temporada de pesca. Sin embargo, muy posiblemente en este estrato se encuentran los mejores fondos y existe la mayor probabilidad de encontrar pesca.

El hecho que el mayor esfuerzo de pesca se aplique al sur de 31° se debe a que en esta zona se distribuye la mayor parte de la biomasa, correspondiendo al 40% (=21 mil ton) del total (=52 mil ton), muy por sobre las biomásas estimadas más al norte. Entonces, aunque en términos globales los rendimientos de pesca no sean más altos en esta zona, aunque son intermedios, se tiene que ésta es interesante comercialmente pues se encuentra entre los dos principales puertos de desembarque, Coquimbo y Quintero, disminuyéndose los costos por viaje. Por lo tanto, de no mediar cambios drásticos en los niveles de biomasa por zona se espera que el sector al sur de 31°S permanezca como el más visitado, ejerciéndose el mayor esfuerzo y removiendo la mayor cantidad de biomasa como capturas aunque los rendimientos no sean lo más altos de todo el sector entre el límite norte de la III Región y el límite sur de la IV Región.

En cuando a la composición por sexos, las capturas están mayoritariamente dominadas por los machos. En efecto, en la zona de Coquimbo, donde se cuenta con datos de todo el período, 7 de los 10 meses en que ocurrieren desembarques dominaron ampliamente éstos (> 55%) y en los otros meses la relación es muy cercana a 1:1. Esta particularidad puede interpretarse como que los machos son intrínsecamente más vulnerables probablemente debido al hecho de ser en general de tallas mayores y por sus características anatómicas. También se ha postulado que debido a su comportamiento reproductivo, las hembras podrían no estar disponibles en algunos períodos. La composición por edades en las capturas de las hembras se revela bastante estable, prevaleciendo el grupo de edad 3, seguido de los grupos de edad 2 y 4. Sin embargo, en el caso de los machos, la composición por edades en el tiempo es más variable, identificándose el período septiembre-diciembre de 1996, cuando las capturas son sostenidas por los grupos de edad 2 a 5, sin destacar claramente uno sobre otro. Luego, en el período abril-septiembre de 1997, la composición por edades de los machos se revela heterogénea temporalmente. Como consecuencia, las hembras

presentan claramente una mayor probabilidad de captura a tamaños más pequeños respecto de los machos. En efecto, el patrón de explotación indica que las hembras tienen mayor probabilidad de ser capturadas a partir de los 25 mm de longitud cefalotorácica.

En cuanto al peso promedio por grupo de edad, consistentemente las hembras se presentan no sólo más livianas, sino que la diferencia aumenta a medida que se incrementa la edad. Por ejemplo, ya en el grupo de edad 1 las hembras alcanzan un peso promedio que corresponde a alrededor del 92% del peso promedio de los machos a la misma edad, incrementándose la diferencia entre 2% y 3% entre edades sucesivas. En efecto, en el grupo de edad 5 el peso promedio de las hembras alcanza sólo a 83% del peso promedio de los machos, maximizándose esta diferencia en el grupo de edad 8, presentándose las hembras con un peso promedio equivalente al 75% de peso promedio de los machos, lo que fue también observado por Pool *et al.* (1996), en la misma zona en la temporada de pesca previa y Arana *et al.* (1995) en la zona al sur de la V Región. Esta particularidad de mayor robustez de los machos es conocida en los galateidos, presentándose también en el langostino colorado, a lo que contribuye en gran parte la consistencia de las quelas, infiriéndose que éstos son más agresivos que aquellas.

La distribución de frecuencias de tamaños en las capturas presenta marcadas diferencias tanto por sexo en cada localidad como entre localidades. En general, los machos se presentan de mayor tamaño que las hembras. Sin embargo, aunque las hembras se presenta con el grupo modal de tallas más o menos similar en los tres puertos (Huasco, Coquimbo y Quintero), la distribución es más estrecha el extremo norte, pero con prácticamente ausencia de ejemplares grandes en el sur, truncándose la distribución a la derecha y presentando entonces asimetría negativa. En el caso de los machos, éstos tienden a ser de mayor tamaño en las capturas de norte a sur, en particular los desembarcados en Quintero.

Con respecto al ciclo reproductivo de la especie en el área de estudio, éste ha sido coherente con lo encontrado por Aroca (1993) y Pool *et al.* (1996), siendo los meses con mayor porcentaje de hembras ovíferas agosto y septiembre, y aquellos con hembras sin huevos el primer trimestre, el que corresponde al período de veda reproductiva que se decretó entre los días 1 de enero y 31 de marzo de cada año calendario (D.E. N° 324 Exento, del 18 de diciembre de 1996), lo que coincide con el período de muda anual de la especie. La fecundidad determinada en este estudio,

está en los rangos observados por Pool *et al.* (1996) y Palma y Rosales (1995), siendo las aparentes diferencias atribuibles al rango de talla de las hembras consideradas en los distintos análisis.

El crecimiento de *C. johni* se estudió a través del análisis de datos mensuales de frecuencia de tallas con el programa MULTIFAN. Este reduce al mínimo las decisiones subjetivas que deben tomarse en todo análisis indirecto del crecimiento, particularmente el número de clases anuales presentes en las distribuciones de frecuencia de tallas. Otras ventajas de MULTIFAN son: (i) permite el análisis simultáneo de una serie de tiempo de frecuencia de tallas, donde el desplazamiento de las modas cobra importancia; y (ii) hipótesis estructurales, tal como el sesgo por selección y cambios en la desviación estándar son factibles de tomar en cuenta objetivamente. La longitud asintótica de hembras y machos se estimó en 49 mm y 59,3 mm LC, respectivamente, los que parecen ser adecuados, aunque levemente inferiores a los estimados por Pool *et al.* (1996), mayores que los estimados por Aroca (1993) y similares a los de Pavez *et al.* (1994). El coeficiente de crecimiento estimado en este estudio fue mayor en las hembras que en los machos, lo que indica el dimorfismo sexual del crecimiento de *C. johni*. Se destaca que es la primera vez que MULTIFAN se aplica a datos de frecuencia de tamaños de *C. johni* para estudiar el crecimiento. Esto es importante ya que el análisis permitió reconocer un número importante de grupos de edad, aspecto que no había podido ser resuelto en estudios previos (ver Pavez *et al.*, 1994; Arana *et al.*, 1995; Pool *et al.*, 1996). En dichos estudios la identificación de grupos de edad se reduce a un mínimo de 2 y un máximo de tres componentes normales, aspecto que está limitado por la aplicación del método de McDonald y Pitcher (1979) a la distribución de frecuencia de tallas anual, lo que puede conducir a errores ya que no se analiza una serie de tiempo de frecuencia de tallas como lo hace MULTIFAN (Fournier *et al.*, 1990). El número de grupos de edad presentes en las distribuciones de frecuencia de tallas se estimó en 10 para los machos y 8 para las hembras, lo que está en directa relación con la tasa de crecimiento estimada.

Las tasa de mortalidad natural es un aspecto no resuelto y que debe ser abordado a la brevedad para poder realizar evaluaciones más confiables de *C. johni*. No obstante dicha limitación, se considera que las tasas de mortalidad natural estimadas en este estudio son conservativas y bajas. Desafortunadamente, para crustáceos marinos no existen métodos empíricos que permitan estimar la magnitud de ésta, los que sólo se han desarrollado para peces (e.g. Pauly, 1980;

Gunderson y Dygert, 1988; Vetter, 1988). Una alternativa para validar las tasas de mortalidad natural que se han estimado lo constituye el método de Caddy (1984), el que sólo requiere de la observación de las tasas de mortalidad total ( $Z$ ) de machos y hembras para dos períodos o años distintos, aunque si estimaciones de  $Z$  está disponibles para una serie de varios años sería mucho mejor para la aplicación del método. Dichas estimaciones de  $Z$  se pueden realizar a través de curvas de pesca longitud-transformadas, requiriéndose la utilización de los mismos parámetros de crecimiento con el objeto de minimizar errores de estimación.

Al respecto, las tasas de mortalidad total que se estimó para la fracción completamente reclutada del stock de langostino amarillo en este estudio, alcanzó valores muy similares a los del período 1995-96 (Pool *et al.* 1996), lo que se interpreta como estabilidad en las tasas de explotación, tanto sobre hembras como machos.

La evaluación de stock de *C. johni* para 1996-97 indica niveles de biomasa comparables entre dos métodos de evaluación, del orden de 33 mil toneladas para la biomasa promedio total. Esta biomasa da cuenta de valores globales de mortalidad por pesca del orden de  $0,22 \text{ año}^{-1}$ , lo que se interpreta como una mortalidad moderada para este recurso pesquero. Por otra parte, las estimaciones diseño y modelo-basadas dan estimaciones de alrededor de 50.000 toneladas, superponiéndose los rangos de las estimaciones anteriores, en particular con la estimación diseño-basada. Estos niveles son levemente inferiores (aprox. 10%) que los encontrados por Pool *et al.* (1996), pero están en el mismo rango al considerar las varianzas.

La tasa instantánea de mortalidad por pesca global en el período de estudio fue determinada en 0,2, lo que incluye a todos los grupos de edad presentes en la pesquería y no sólo a la fracción completamente reclutada. Sin embargo, la tasa instantánea de mortalidad por pesca aplicada a la fracción de stock (3-7) años en hembras y (3-8) años en machos es consistentemente mayor en aquellas, que presentan en mayor abundancia y biomasa.

Un asunto particularmente interesante dice relación con la proyección de las capturas totales mediante la aplicación del método SHOT-1. Para el año 1996 se estimó 6 mil ton. aunque para el año 1998 se ha estimado un brusco descenso para ubicarse levemente sobre las 2 mil ton, lo que se puede deber a la naturaleza del método. Sin embargo, ello puede ser parcialmente cierto como

respuesta a la disminución proyectada de la biomasa explotable y a las crecientes tasas de mortalidad por pesca anuales del stock, opinión que también es sostenida cuando se considera la evolución de las capturas anuales y los excedentes de producción anuales (EPA) de langostino amarillo. En efecto, para el período 1994-1997, sólo en el año 1994 el EPA sobrepasó largamente las capturas, siendo muy similares en el año 1995. Sin embargo, en los años 1996 y 1997 las capturas sobrepasaron con mucho a los EPAs, lo que debería tenerse presente y observar la evolución de ambos cautelosamente en los próximos años y el actual. En todo caso, la tasa instantánea de mortalidad por pesca actual ( $F_c$ ) es similar a  $F_{0.1}$  y  $F_{40\%BPRv}$ , concluyéndose que en el período de estudio el recurso langostino amarillo se encontró en condición de explotación plena. En condición de status-quo, se ha calculado que la CTP podría ser de unas 8.000 ton según el criterio de  $F_{0.1}$ , como estrategia de explotación.

En relación a la fauna acompañante, las principales especies son merluza común (*Merluccius gayi*), lenguado de ojos grandes (*Hippoglossina macrops*), y las jaibas paco (*Mursia gaudichaudi*) y limón (*Cancer porteri*). Si se considera el total de las capturas y especies en el período de estudio, la merluza común aporta en el 4% y el lenguado de ojos grandes con el 2%, lo que se debe a que el aparejo de pesca es altamente selectivo. Sin embargo, si se excluye el recurso objetivo langostino amarillo y se considera solamente la fauna acompañante, la merluza común da cuenta de prácticamente el 50% del by-catch. Adicionalmente, se confirma que no existen quiebres en la asociación faunística ni en función de la profundidad ni de la latitud.

## 7. CONCLUSIONES

- Se detectó 4 zonas de pesca principales con los siguientes límites latitudinales: zona 1: 28°00'S – 28°52' S, entre Puerto Carrizal y Bahía Sarco, zona 2: 29°02'S – 29°40'S, entre Isla Chañaral y Cerro Juan Soldado, zona 3: 29°42' S – 30°36' S, entre Punta Teatinos y Punta Talinay y zona 4: 30°37' S – 32°10' S, entre Punta Talinay y Punta Huesos.
- Los lances de pesca se concentraron en los meses de noviembre de 1996 y abril-mayo de 1997, con porcentajes entre 17 y 23,5%. Con respecto a la distribución batimétrica de los lances de pesca, la mayoría de éstos (40,3%) se produjo en el estrato 201-250 m, seguido del

estrato 251-300 m con un 38,2%.

- Durante la temporada 1996-1997 operaron en la pesquería del langostino amarillo 28 embarcaciones, realizando un total de 3.139 lances de pesca, un 87,2% en la IV región.
- La abertura de punta de alas (APA) fue determinada en 15,46 m promedio (d.s.= 2,16 m; C.V.= 0,14; moda= 14 m; n= 17).
- El esfuerzo de pesca nominal ejercido por la flota fue de  $185,2 \text{ mn}^2$ , se concentró entre los  $31^\circ \text{ S}$  y  $32^\circ \text{ S}$  (45,7%) y en el estrato 201-300 m de profundidad (72,8%). El esfuerzo de pesca estándar fue de  $260,9 \text{ mn}^2$ , se concentró entre los  $31^\circ \text{ S}$  y  $32^\circ \text{ S}$  (51,8%) y en el estrato 201-300 m de profundidad (80,7%).
- La estimación modelo-basada determinó que la biomasa en peso de langostino entre la III y IV Región es de 52.469 toneladas (intervalo de confianza del 95% entre 48.392 y 58.122. La biomasa es máxima entre los  $31^\circ \text{ S}$  y  $32^\circ \text{ S}$ , en el sector sur de la IV. La abundancia en número también es máxima en esta zona, alcanzando a 461,73 millones de individuos (intervalos de confianza 95%: 442,73 - 482,49).
- La estimación diseño-basada determinó que la biomasa en peso de langostino entre la III y IV Región es de 48.517 toneladas (intervalo de confianza del 95% entre 36.663 y 63.569. La biomasa es máxima entre los  $31^\circ \text{ S}$  y  $32^\circ \text{ S}$ , en el sector sur de la IV. La abundancia en número también es máxima en esta zona, alcanzando a 469,46 millones de individuos (intervalos de confianza 95%: 391,4 – 561,6).
- El análisis de la evolución de la estructura de tallas, considerando las hipótesis estructurales del método MULTIFAN, indica la presencia de 8 grupos de edad en la estructura de tallas de las hembras y 10 en el caso de los machos de la especie.
- Los rangos de talla observados corresponden a 12,9-51,4 mm LC para machos; 14,0-46,5 mm LC para hembras y 20,5-44,0 mm LC para las hembras ovíferas.

- La fecundidad varía entre 550 y 13.706 (huevos/hembra), con un promedio de 4.572 huevos y la relación establecida entre la talla (LC, mm) de las hembras y el número de huevos es  $Y (N^{\circ} \text{ huevos}) = 739,18 LC - 16.175, r^2 = 0,8141$ .
- Las principales especies de la fauna acompañante y su aporte porcentual corresponden a la merluza común (4,1%), el lenguado de ojo grande (1,9%), el langostino colorado (0,8) y el camarón nailon (0,4%).
- Las tasas de explotación observadas en la zona y período de estudio son bastante moderadas. La explotación es más intensa en la zona límite entre la IV y V Regiones, donde puede llegar a más del 6%. En el resto de las zonas más hacia el norte las tasas de explotación están normalmente por debajo del 5%.
- La tasa de mortalidad por pesca actual es levemente superior al  $F_{0,1}$  y muy similar al  $F_{40\%BPRV}$ . Debido a que la mortalidad por pesca actual ( $F_c$ ) es muy similar a estos dos puntos biológicos de referencia, se puede indicar que el recurso se encuentra en un estado de explotación plena, sin síntomas de sobreexplotación.
- La CTP alcanza a 3.480 ton si se acepta el criterio  $F_{0,1}$  como estrategia de explotación, mientras que si la política de manejo está orientada a la biomasa del stock, la CTP alcanza a 10.413 ton. Si se acepta el criterio de *Fstatus-quo*, la CTP en 1998 debería adoptarse en 7.874 ton para la pesquería de *C. johni* frente al litoral de las Regiones III y IV.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Acuña, E., H. Arancibia, A. Mujica, K. Brokordt & C. Gaymer. 1995. Estudio biológico-pesquero del langostino amarillo (*Cervimunida johni*) en la II y IV Región, mediante el uso de la flota arrastrera con base en Coquimbo. Informe final Proyecto U.C. del Norte - Sede Coquimbo/ Instituto de Investigación Pesquera de la VIII Región/ Empresas Pesqueras Coquimbo. 107 pp.

Acuña, E., H. Arancibia, L. Cid, C. Díaz, I. Lepez, A. Mujica R. Roa y F. Winkler. 1997. Análisis de la pesquería y Evaluación Indirecta del Stock de camarón nailon (II a VIII Regiones). Proyecto FIP 95-06, Informe Final, 211 pp.

Alegría, V., G. Henríquez y R. Roa. 1993. Diagnóstico de las principales pesquerías nacionales

- demersales (Crustáceos) Zona Central- 1992. Estado de situación y perspectivas del recurso. SGI-IFOP 93/4: 1-30.
- Anderson, P. J. 1991. Age, growth, and mortality of the northern shrimp *Pandalus borealis* Kröyer in Pavlov Bay, Alaska. Fish. Bull. (U.S.) 89:541-553
- Andrade, H. & P. Báez. 1980. Crustáceos decápodos asociados a la pesquería de *Heterocarpus reedi* Bahamonde 1955, en la zona central de Chile. Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile, 37: 261-267.
- Arana, P. y M. F. Pizarro. 1970. Análisis de los parámetros biométricos de los langostinos amarillo (*Cervimunida johni*) y zanahoria (*Pleuroncodes monodon*) de la costa de Valparaíso. Inv. Mar. 1(12):285-316.
- Arana, P., T. Melo, L. Noziglia, J.L. Sepúlveda, N. Silva, G. Yany y E. Yañez. 1975. Los recursos demersales de la Región de Valparaíso. Rev. Com. Perm. Pacífico Sur, 3: 39-61.
- Arana, P.; S. Palma, S. Rosales, M.A. Morales, C. Olate, J. Vidal, P. Pavez, C. Falcón, T. Melo, C. Hurtado, M. Arredondo. 1995. Evaluación directa del stock de langostino amarillo y estado de situación entre la V y VIII Región. Estud. Doc., UCV, N° 48/95, 284 pp.
- Arana, P., C. Olate y J. Vidal. 1995. Estructura de tallas y relación talla-peso en el langostino amarillo (*Cervimunida johni*), entre Valparaíso (V Región) y Talcahuano (VIII Región), 104-150. En: Evaluación directa del stock de langostino amarillo y estado de situación entre la V y VIII Región. Estud. Doc., UCV, N° 48/95, 284 pp.
- 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. & S. Mora. 1992. Cuantificación de la abundancia de merluza común (*Merluccius gayi*) por el método de área barrida. Informe Final Proyecto 1 del "Programa básico de investigación del recurso merluza común". Instituto de Investigación Pesquera/Instituto de Fomento Pesquero/Empresa Pesquera El Golfo/Empresa Pesquera Biobío, 21 p. + 3 figs.
- Arancibia, H., A. Hernández, L. Vilugrón, L. Cubillos & R. Alarcón. 1995. Caracterización de la flota y cuantificación del esfuerzo pesquero estandarizado aplicado al recurso jurel. En: Arancibia, H., L. Vilugrón y D. Arcos (Eds). 1995. Estudio biológico pesquero sobre el recurso jurel en la zona centro sur, V a IX Regiones. Tercer Informe de Avance Proyecto FIP 18-93. Doc. Téc. Inst. Invest. Pesq. (IIP), Talcahuano, Chile. Vol. 4, Núm. 3-G, 17 p.
- Aroca, A. 1993. Dinámica poblacional del langostino amarillo *Cervimunida johni* (Porter, 1903), en la zona de Coquimbo, Chile. Tesis para optar al título de Biólogo Marino, Universidad Católica del Norte, Coquimbo.
- Beyer, J. 1987. On length-weight relationship. Part. I. Computing the mean weight of the fish in a given length class. Fishbyte 5(1): 12 - 14.
- Bloom, S. A. 1981. Similarity indices in community studies: potential pitfalls. Mar. Ecol. Prog. Ser. 5: 125-128.

- Caddy, J.F. 1984. Method of solving for natural mortality rate for stock components with different schedules of growth and mortality. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 41:1226-1230.
- Carrothers P.J. 1980. Estimation of trawl door spread from wing spread. In: *J. Northw. Atl. Fish. Sci.* 1:81-89.
- Clark, F.N. and J.C. Marr. 1956. Population dynamics of the Pacific sardine. *CalCOFI Progress Rep.* : 11-48.
- Cubillos, L., H. Arancibia y E. Acuña. (MS, 1996). Evaluación del recurso camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) y captura total permisible para 1996, 44 p.
- De Buen, F. 1957. Algunos datos para el conocimiento de la biología del langostino amarillo (*Cervimunida johni* Porter). (Crustacea, Decapoda, Anomura). *Investigaciones Zool. Chilenas* 9: 133-150.
- Fournier, D.A.; J.R. Sibert, J. Majkowski y J. Hampton. 1990. MULTIFAN a likelihood-based method for estimating growth parameters and age composition from multiple length frequency data sets illustrated using data for bluefin tuna (*Thunnus macoyii*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47(2):301-317.
- Gulland, J. 1969. Manual of methods for fish stock assessment. Part 1. Fish population analysis. *FAO Man. Fish. Sci.* 4: 1-154.
- Gunderson, D.R. y P.H. Dygert. 1988. Reproductive effort as a predictor of natural mortality rate. *J. Cons. int. Explor. Mer.* 44:200-209.
- Hamlin, C. 1970. Design study: A optimum fishing vessel for Georges Bank Groundfish Fishery. *Can. Fish. Rep.* 15: 541-576.
- Henríquez, G. 1979. Langostino amarillo *Cervimunida johni* Porter (Crustacea, Anomura, Decapoda, Galatheidae). En: Estado actual de las principales pesquerías nacionales. Bases para el desarrollo pesquero. CORFO, Gerencia de Desarrollo AP-79-18, 44 p.
- Hilborn, R. & C. J. Walters. 1992. Quantitative fisheries stock assessment. Choice, dynamics and uncertainty. Chapman and Hall, Inc., G.B, 570 p.
- Jones, 1981. The use of length composition data in fish stock assessment (with notes on VPA and cohort analysis). *FAO Fish. Circ.* 734: 61 p.
- Koyama, T. 1974. Study of the stern trawl. *Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.* 77:171-247.
- Land, C.E. 1975. Tables of confidence limits for linear functions of the normal mean and variance. *Sel. Tables Math. Stat.* 3:385-419.
- MacCall, A. 1986. Virtual population analysis (VPA) equations for nonhomogeneous population, and a family of approximations including improvements on Pope's cohort analysis. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 43:2406-2409.

- Mace, P.M. 1994. Relationships between common biological reference points used as thresholds and targets of fisheries management strategies. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 51:110-122.
- Mace, P.M. y M.P. Sissenwine. 1993. How much spawning per recruit is enough? In S.J. Smith, J.J. Hunt and D. Rivard (Eds.), *Risk evaluation and biological reference points for fisheries management*. *Can. Spec. Publ. Fish Aquat. Sci.* 120:101-118.
- McConnaughey, R.A. & P.A. Conquest. 1993. Trawl survey estimation using a comparative approach based on lognormal theory. *Fish. Bull. (U.S.)* 91:107-118.
- McDonal, P.D.M. y T.J. Pitcher. 1979. Age groups from size frequency data: a versatile and efficient method for analyzing distribution mixtures. *J. Fish. Res. Board Can.* 36:987-1001.
- Melo, T. 1980. Teoría de corte de directo en paños de redes de pesca. *Inv. Mar. (UCV)*.
- Morrissy, N.M. and N Caputi. 1981. Use of catchability equations for population estimation of marron, *Cherax tenuimanus* (Smith) (Decapoda: Parastacidae). *Aust. J. Mar. Freshwater Res.* 32: 213-225.
- Nashida, K. 1990. The measurement of the distance between wings tips and the heights of the headropes of small trawler's net. *Bull. Japan Sea Natl. Fish. Res. Inst.* 40: 213-220.
- Pauly, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. int. Explor. Mer.* 39:195-212.
- Palma, S. y S. Rosales. 1995. Desarrollo embrionario y fecundidad del langostino amarillo *Cervimunida johni*, entre Valparaíso (V Región) y Talcahuano (VIII Región), 3-31. En: *Evaluación directa del stock de langostino amarillo y estado de situación entre la V y VIII Región*. *Estud. Doc., UCV, N° 48/95*, 284 pp.
- Pauly, D. 1984. Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators. *ICLARM Studies and Reviews* 8, 325 p.
- Pavéz, P. T. Peñailillo, S. Palma, N. Silva, H. Miranda, I. Giakoni. 1994. Informe Final Proyecto FIP 4/93 Evaluación directa del stock de langostino amarillo, por el método de área barrida, mediante la ejecución de un crucero de investigación pesquera. *Informes Técnicos FIP, Universidad Católica de Valparaíso*, 132 p. + anexos.
- Pennington, M. 1986. Some statistical techniques for estimating abundance indices from trawl surveys. *Fish. Bull. (U.S.)* 84:519-525.
- Pool, H.; C. Canales y C. Montenegro. 1996. Evaluación del recurso langostino amarillo en la zona centro-norte, *Informes Técnicos FIP, FIP-IT/94-25*, 59 pp + anexos.
- Pope, J.G. 1972. An investigation of the accuracy of Virtual Population Analysis using cohort analysis. *Res. Bull. ICNAF*, 9: 65-74.
- Pope, J.G. and D.J. Garrod. 1975. Sources of error in catch and effort quota regulations with

particular reference to variations in the catchability coefficient. Int. Comm. Northwest Atl. Fish. Res. Bull. 11: 7-30.

Press, W.H., B.P. Flannery, S.A. Teukosky & W.T Vetterling. 1986. Numerical recipes, the art of scientific computing. Cambridge University Press, Cambridge, 818 p.

Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Board Can. 191: 382 pp.

Roa, R., P. V. Alegría & A. Rivera. 1993. Investigación monitoreo pesquería langostino colorado. Informe Técnico, IFOP, 74 pp.

Roa, R., R. Ugarte, R. & A. Rivera. 1995. Preinforme Final Proyecto FIP Evaluación del Recurso y la Pesquería de Langostino Colorado de la Zona Centro-Sur, 1994. Informe Técnico, IFOP.

Salomón, J. 1981. Contribución al estudio de la evaluación geométrica de una red de arrastre de fondo de dos paneles. Tesis, Esc. de Ciencias del Mar, Universidad Católica de Valparaíso.

Seber, G.A.F. 1982. The estimation of animal abundance and related parameters. 2nd. Ed., Macmillan, NY, 654 pp.

SERNAPESCA. 1978-1997. Anuarios estadísticos de Pesca. Ministerio de Economía Fomento y Reconstrucción.

Shepherd, J.G. 1991. Simple methods for short-term forecasting of yield and biomass. ICES J. Mar. Sci. 48:67-78.

Smith, S.J. 1990. Use of statistical models for the estimation of abundance data 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.

Tomlinson, P.K. 1970. A generalization of the Murphy catch equation. J. Fish. Res. Board Can 27: 821-825.

Vetter, E.F. 1988. Estimation of natural mortality in fish stocks: a review. Fish. Bull. 86(1):25-43.

Yañez, E. y M. A. Barbieri. 1983. Aplicación de métodos de inercia: estudio de la repartición de la fauna bento-demersal en la Región de Valparaíso (33° S - 72° W). Análisis de la estructura espacial del langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) en la zona central de Chile. En: Recursos Marinos del Pacífico. P. Arana (Ed.): 295-319.

Wakabayashi, K. et al. 1985. Methods of the US - Japan Demersal Trawl Surveys. Bull. North Pacific Commission, 44: 7-29.

# A N E X O S



Anexo I. Cont.

| Embarcación   | III<br>Región |      |      | IV<br>Región |     |     |      |     |      |      |      |      |      |      |      | Total IV |       |     |      |      |          |
|---------------|---------------|------|------|--------------|-----|-----|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|----------|-------|-----|------|------|----------|
|               | SEP           | OCT  | NOV  | DIC          | ABR | MAY | JUN  | JUL | AGO  | SEP  | OCT  | NOV  | DIC  | ABR  | MAY  |          | JUN   | JUL | AGO  | SEP  | Total IV |
| AMANKAY       |               | 21,9 |      |              | 100 |     |      |     |      |      |      |      |      | 78,1 | 100  | 100      |       |     |      | 92,8 |          |
| BARLOVENTO    |               |      |      |              |     |     |      |     |      |      |      |      |      | 100  | 100  | 100      |       |     |      | 100  |          |
| BASEL         |               |      |      |              |     |     |      |     |      |      |      |      |      | 100  |      |          |       |     |      | 100  |          |
| BETTY-K       |               |      |      |              |     |     |      |     |      |      |      |      |      | 100  | 100  | 100      |       |     |      | 100  |          |
| CACHAGUA      |               |      |      |              |     |     |      |     |      |      |      |      |      | 100  | 100  | 100      | 100   | 100 | 100  | 100  |          |
| CRUSOE I      |               |      |      |              |     |     |      |     |      |      |      |      |      | 100  |      |          |       |     |      | 100  |          |
| CUCANA        |               |      |      |              |     |     |      |     |      |      |      |      |      | 100  |      |          |       |     |      | 100  |          |
| DENISE        |               |      |      |              |     |     |      |     |      |      |      |      |      | 100  | 100  | 100      | 100   | 100 | 100  | 100  |          |
| DON MARIO     |               |      |      |              |     |     |      |     |      |      |      |      |      | 100  |      |          |       |     |      | 100  |          |
| DUBROVNIK     |               |      | 17,6 |              | 3,8 |     | 25   |     |      |      |      |      |      | 100  | 82,4 | 100      | 96,2  |     | 75,0 | 94,4 |          |
| EICOMAR I     | 14,3          | 50   |      | 7,7          |     |     |      |     |      |      |      |      |      | 100  | 100  | 100      | 100   |     |      | 95,0 |          |
| ELDOM         |               |      |      |              |     |     |      |     |      |      |      |      |      | 100  |      |          |       |     |      | 100  |          |
| EVERSEN       |               |      |      |              |     |     |      |     |      |      |      |      |      | 100  |      |          |       |     |      | 100  |          |
| FOCHE         |               |      |      |              |     |     |      |     |      |      |      |      |      | 100  |      |          |       |     |      | 100  |          |
| GRINGO        |               |      |      |              |     |     |      |     |      |      |      |      |      | 100  |      |          |       |     |      | 100  |          |
| I. LENOX      |               |      |      |              |     |     |      |     |      |      |      |      |      | 100  | 100  | 100      | 100   |     |      | 100  |          |
| ISABEL -S     |               |      |      |              |     |     |      |     |      |      |      |      |      | 100  |      |          |       |     |      | 100  |          |
| LINDA KAY     |               |      | 61,9 |              |     |     |      |     |      |      |      |      |      | 100  | 100  | 100      | 100   |     | 100  | 88,2 |          |
| LOS VILOS II  |               |      |      |              |     |     |      |     |      |      |      |      |      | 100  | 100  | 100      | 100   | 100 | 100  | 92,4 |          |
| MAORÍ         |               |      |      |              |     |     |      |     |      |      |      |      |      | 100  |      |          |       |     |      | 100  |          |
| NISSHIN MARU. |               |      |      |              |     |     |      |     |      |      |      |      |      | 100  | 100  | 100      | 100   | 100 | 100  | 100  |          |
| O.CALIFORNIA  |               |      |      |              |     |     |      |     |      |      |      |      |      | 100  | 100  | 100      | 100   |     |      | 100  |          |
| POLUX         |               |      |      |              |     |     |      |     |      |      |      |      |      | 100  |      |          |       |     |      | 100  |          |
| PTA. TALCA    | 84,2          |      |      |              |     |     |      |     |      |      |      |      |      | 100  | 100  | 100      | 100   | 100 | 100  | 69,8 |          |
| SAMOA         |               |      |      |              |     |     |      |     |      |      |      |      |      | 100  |      |          |       |     |      | 100  |          |
| TOMÉ          |               |      |      |              |     |     |      |     |      |      |      |      |      | 100  | 100  | 100      | 100   | 100 | 100  | 100  |          |
| ULISES 2      |               |      |      |              |     |     |      |     |      |      |      |      |      | 100  |      |          |       |     |      | 100  |          |
| VAMA II       |               |      |      |              |     |     |      |     |      |      |      |      |      | 100  | 100  | 100      | 100   | 100 | 40,0 | 1,6  |          |
| TOTAL GENERAL | 65,6          | 41,2 | 8,2  | 16,9         | 3,6 | 5,8 | 18,7 | 1,9 | 11,6 | 12,8 | 34,4 | 58,8 | 91,8 | 83,1 | 96,4 | 94,2     | 100,0 | 100 | 98,1 | 88,4 | 87,2     |

Anexo 2. Rango de tamaño (Longitud cefalotórax (LC), mm) de machos, hembras y hembras ovíferas de langostino amarillo medidos para frecuencias de talla, por puerto y mes.

| PUERTO/MES       | MACHOS |      |       | HEMBRAS |      |       | H. OVIFERAS |      |       |
|------------------|--------|------|-------|---------|------|-------|-------------|------|-------|
|                  | Min.   | Max. | Prom. | Min.    | Max. | Prom. | Min.        | Max. | Prom. |
| <b>HUASCO</b>    |        |      |       |         |      |       |             |      |       |
| Septiembre       | 16,0   | 46,0 | 30,5  | 17,0    | 30,0 | 24,7  | 22,0        | 36,0 | 27,9  |
| Octubre          |        |      |       |         |      |       |             |      |       |
| Noviembre        | 20,8   | 41,5 | 31,3  | 22,0    | 34,3 | 26,1  | 25,7        | 31,3 | 28,0  |
| Diciembre        |        |      |       |         |      |       |             |      |       |
| Enero            |        |      |       |         |      |       |             |      |       |
| Febrero          |        |      |       |         |      |       |             |      |       |
| Marzo            | 25,4   | 41,6 | 33,9  | 26,4    | 32,1 | 29,6  | -           | -    | -     |
| Abril            | 23,3   | 42,7 | 33,6  | 22,6    | 39,7 | 29,1  | -           | -    | -     |
| Mayo             |        |      |       |         |      |       |             |      |       |
| Junio            |        |      |       |         |      |       |             |      |       |
| Julio            |        |      |       |         |      |       |             |      |       |
| Agosto           |        |      |       |         |      |       |             |      |       |
| Septiembre       | 26,7   | 41,5 | 32,2  |         |      |       | 23,1        | 33,4 | 29,4  |
| Promedio         | 22,4   | 42,7 | 32,3  | 22,0    | 34,0 | 27,4  | 23,6        | 33,6 | 28,4  |
| <b>COQUIMBO</b>  |        |      |       |         |      |       |             |      |       |
| Septiembre       | 19,4   | 45,9 | 31,5  | 18,6    | 33,3 | 23,8  | 20,5        | 38,2 | 27,3  |
| Octubre          | 22,0   | 42,0 | 32,9  | 27,0    | 31,0 | 29,0  | 24,0        | 37,0 | 28,1  |
| Noviembre        | 21,6   | 46,7 | 33,3  | 23,2    | 43,9 | 29,7  | 26,0        | 41,4 | 31,8  |
| Diciembre        | 24,3   | 42,0 | 33,3  | 23,4    | 36,6 | 26,2  | 25,9        | 31,6 | 29,4  |
| Enero            | 12,9   | 41,9 | 26,6  | 14,0    | 36,2 | 24,2  | -           | -    | -     |
| Febrero          | 17,0   | 47,4 | 30,1  | 17,8    | 39,0 | 26,9  | -           | -    | -     |
| Marzo            | -      | -    | -     | -       | -    | -     | -           | -    | -     |
| Abril            | 10,4   | 47,7 | 31,0  | 11,0    | 42,2 | 26,8  | -           | -    | -     |
| Mayo             | 20,2   | 50,7 | 40,7  | 20,0    | 46,5 | 33,2  | 29,0        | 42,0 | 36,2  |
| Junio            | 17,8   | 51,0 | 36,0  | 18,5    | 40,0 | 28,0  | 21,0        | 44,0 | 30,2  |
| Julio            | 26,0   | 49,0 | 42,0  | 29,0    | 34,0 | 31,4  | 29,0        | 39,0 | 33,1  |
| Agosto           | 18,1   | 50,3 | 36,1  | 20,7    | 44,4 | 30,6  | 17,2        | 38,5 | 24,9  |
| Septiembre       | 24,1   | 44,4 | 33,3  | 26,9    | 33,8 | 29,8  | 23,1        | 36,7 | 28,9  |
| Promedio         | 19,5   | 46,6 | 33,9  | 20,8    | 38,4 | 28,3  | 24,0        | 38,7 | 30,0  |
| <b>QUINTERO</b>  |        |      |       |         |      |       |             |      |       |
| Septiembre       |        |      |       |         |      |       |             |      |       |
| Octubre          |        |      |       |         |      |       |             |      |       |
| Noviembre        |        |      |       |         |      |       |             |      |       |
| Diciembre        |        |      |       |         |      |       |             |      |       |
| Enero            |        |      |       |         |      |       |             |      |       |
| Febrero          |        |      |       |         |      |       |             |      |       |
| Marzo            | 10,7   | 51,4 | 35,1  | 14,5    | 43,6 | 17,3  | -           | -    | -     |
| Abril            | 17,3   | 49,8 | 38,0  | 14,5    | 43,6 | 23,4  | -           | -    | -     |
| Promedio         | 14,0   | 50,6 | 36,6  | 14,5    | 43,6 | 20,4  | -           | -    | -     |
| Promedio General | 18,6   | 46,6 | 34,3  | 19,1    | 38,7 | 25,4  | 23,8        | 36,1 | 29,2  |

Anexo 3. Talla (Lc, mm) y peso (g) máximos y mínimos de machos, hembras y hembras ovíferas de langostino amarillo medidos en el muestreo biológico, por puerto y mes.

| PUERTO/<br>MES   | MACHOS                   |                          | HEMBRAS                  |                          | H. OVIFERAS              |                          |      |       |      |       |      |       |
|------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------|-------|------|-------|------|-------|
|                  | Mínimos<br>Talla<br>Peso | Máximos<br>Talla<br>Peso | Mínimos<br>Talla<br>Peso | Máximos<br>Talla<br>Peso | Mínimos<br>Talla<br>Peso | Máximos<br>Talla<br>Peso |      |       |      |       |      |       |
| <b>HUASCO</b>    |                          |                          |                          |                          |                          |                          |      |       |      |       |      |       |
| Septiembre       | 19,7                     | 4,05                     | 43,5                     | 49,79                    | 16,7                     | 3,20                     | 28,3 | 15,55 | 20,5 | 11,37 | 35,8 | 26,32 |
| Octubre          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |      |       |      |       |      |       |
| Noviembre        | 23,8                     | 8,38                     | 41,5                     | 43,64                    | 22,7                     | 7,10                     | 33,1 | 19,20 | 26,1 | 10,19 | 40,3 | 46,19 |
| Diciembre        |                          |                          |                          |                          |                          |                          |      |       |      |       |      |       |
| Enero            |                          |                          |                          |                          |                          |                          |      |       |      |       |      |       |
| Febrero          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |      |       |      |       |      |       |
| Marzo            | 25,4                     | 7,39                     | 40,7                     | 40,61                    | 27,7                     | 13,63                    | 32,1 | 19,25 | -    | -     | -    | -     |
| Abril            | 23,3                     | 5,42                     | 42,7                     | 44,05                    | 26,0                     | 10,28                    | 36,4 | 28,79 | -    | -     | -    | -     |
| Mayo             |                          |                          |                          |                          |                          |                          |      |       |      |       |      |       |
| Junio            |                          |                          |                          |                          |                          |                          |      |       |      |       |      |       |
| Julio            |                          |                          |                          |                          |                          |                          |      |       |      |       |      |       |
| Agosto           |                          |                          |                          |                          |                          |                          |      |       |      |       |      |       |
| Septiembre       | 27,2                     | 15,40                    | 41,2                     | 62,12                    | 26,8                     | 11,36                    | -    | -     | 23,1 | 16,19 | 33,4 | 25,16 |
| Promedio         | 23,9                     | 8,13                     | 41,9                     | 48,04                    | 24,0                     | 9,11                     | 32,5 | 20,69 | 23,2 | 12,60 | 36,5 | 32,56 |
| <b>COQUIMBO</b>  |                          |                          |                          |                          |                          |                          |      |       |      |       |      |       |
| Septiembre       | 17,0                     | 4,53                     | 45,9                     | 60,09                    | 22,0                     | 6,34                     | 32,0 | 22,10 | 22,6 | 7,54  | 34,8 | 29,41 |
| Octubre          | 26,5                     | 13,40                    | 40,2                     | 39,90                    | 28,1                     | 12,26                    | 31,0 | 15,39 | 24,1 | 9,82  | 31,0 | 18,22 |
| Noviembre        | 26,0                     | 12,15                    | 47,7                     | 52,12                    | 23,2                     | 7,32                     | 39,0 | 36,45 | 26,1 | 10,19 | 40,3 | 46,19 |
| Diciembre        | 25,0                     | 10,35                    | 42,3                     | 56,03                    | 23,4                     | 7,60                     | 36,6 | 31,65 | -    | -     | -    | -     |
| Enero            | 12,9                     | 1,04                     | 41,9                     | 44,37                    | 14,0                     | 1,70                     | 36,2 | 16,48 | -    | -     | -    | -     |
| Febrero          | 18,3                     | 3,83                     | 47,4                     | 48,67                    | 17,8                     | 2,73                     | 38,7 | 40,45 | -    | -     | -    | -     |
| Marzo            |                          |                          |                          |                          |                          |                          |      |       |      |       |      |       |
| Abril            | 10,6                     | 0,67                     | 48,9                     | 72,90                    | 11,0                     | 0,59                     | 41,3 | 40,47 | -    | -     | -    | -     |
| Mayo             | 21,1                     | 7,57                     | 50,5                     | 63,03                    | 24,                      | 9,82                     | 46,5 | 70,41 | 30,8 | 26,51 | 41,7 | 46,11 |
| Junio            | 17,8                     | 2,78                     | 48,5                     | 90,06                    | 21,4                     | 6,52                     | 39,7 | 44,37 | 23,4 | 8,68  | 42,2 | 48,24 |
| Julio            | 25,8                     | 11,58                    | 47,2                     | 70,43                    | 31,3                     | 22,05                    | 32,6 | 24,13 | 27,3 | 16,57 | 38,8 | 40,02 |
| Agosto           | 21,4                     | 8,01                     | 50,0                     | 67,47                    | 17,2                     | 3,43                     | 45,0 | 67,17 | 23,1 | 8,05  | 43,6 | 50,02 |
| Septiembre       | 26,1                     | 11,44                    | 43,3                     | 59,38                    | 29,8                     | 15,95                    | 33,0 | 19,12 | 23,2 | 16,99 | 35,6 | 32,07 |
| Promedio         | 20,7                     | 7,27                     | 46,1                     | 60,37                    | 22,0                     | 8,02                     | 37,6 | 35,70 | 25,0 | 13,04 | 38,5 | 38,80 |
| <b>QUINTERO</b>  |                          |                          |                          |                          |                          |                          |      |       |      |       |      |       |
| Septiembre       |                          |                          |                          |                          |                          |                          |      |       |      |       |      |       |
| Octubre          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |      |       |      |       |      |       |
| Noviembre        |                          |                          |                          |                          |                          |                          |      |       |      |       |      |       |
| Diciembre        |                          |                          |                          |                          |                          |                          |      |       |      |       |      |       |
| Enero            |                          |                          |                          |                          |                          |                          |      |       |      |       |      |       |
| Febrero          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |      |       |      |       |      |       |
| Marzo            | 16,6                     | 3,67                     | 51,4                     | 73,36                    | 16,1                     | 3,83                     | 43,6 | 47,82 | -    | -     | -    | -     |
| Abril            | 20,7                     | 5,24                     | 48,8                     | 82,19                    | 21,0                     | 5,61                     | 38,4 | 37,37 | -    | -     | -    | -     |
| Mayo             |                          |                          |                          |                          |                          |                          |      |       |      |       |      |       |
| Junio            |                          |                          |                          |                          |                          |                          |      |       |      |       |      |       |
| Julio            |                          |                          |                          |                          |                          |                          |      |       |      |       |      |       |
| Agosto           |                          |                          |                          |                          |                          |                          |      |       |      |       |      |       |
| Septiembre       |                          |                          |                          |                          |                          |                          |      |       |      |       |      |       |
| Promedio         | 18,6                     | 4,46                     | 50,1                     | 77,76                    | 18,8                     | 4,72                     | 41,0 | 42,60 | -    | -     | -    | -     |
| Promedio General | 21,1                     | 6,62                     | 46,0                     | 62,06                    | 21,6                     | 7,28                     | 37,0 | 33,00 | 24,1 | 12,82 | 37,5 | 35,68 |

Anexo 4. Resumen de estimaciones de la relación longitud (Lc, mm) vs. peso total (g) para machos de langostino amarillo, por puerto y mes

| PUERTO/MES      | a         | b      | r <sup>2</sup> | n     |
|-----------------|-----------|--------|----------------|-------|
| <b>HUASCO</b>   |           |        |                |       |
| Septiembre      | 0,0002455 | 3,2761 | 0,9689         | 72    |
| Octubre         |           |        |                |       |
| Noviembre       | 0,0003638 | 3,1601 | 0,9215         | 138   |
| Diciembre       |           |        |                |       |
| Enero           |           |        |                |       |
| Febrero         |           |        |                |       |
| Marzo           | 0,0001168 | 3,4629 | 0,7420         | 91    |
| Abril           | 0,0002107 | 3,2927 | 0,8889         | 79    |
| Mayo            |           |        |                |       |
| Junio           |           |        |                |       |
| Julio           |           |        |                |       |
| Agosto          |           |        |                |       |
| Septiembre      | 0,0001553 | 2,7839 | 0,8270         | 43    |
| Total           | 0,0003826 | 3,1421 | 0,8720         | 423   |
| <b>COQUIMBO</b> |           |        |                |       |
| Septiembre      | 0,0002799 | 3,2256 | 0,9049         | 449   |
| Octubre         | 0,0002860 | 3,2545 | 0,8992         | 56    |
| Noviembre       | 0,0005193 | 3,0579 | 0,9062         | 564   |
| Diciembre       | 0,0003612 | 3,1940 | 0,8677         | 105   |
| Enero           | 0,0004180 | 3,0419 | 0,8761         | 42    |
| Febrero         | 0,0002587 | 3,2549 | 0,9375         | 189   |
| Marzo           |           |        |                |       |
| Abril           | 0,0002260 | 3,2994 | 0,9660         | 411   |
| Mayo            | 0,0004210 | 3,1481 | 0,8882         | 486   |
| Junio           | 0,0001740 | 3,3845 | 0,9340         | 413   |
| Julio           | 0,0005790 | 3,0805 | 0,8600         | 62    |
| Agosto          | 0,0003870 | 3,1683 | 0,9389         | 873   |
| Septiembre      | 0,0002260 | 3,3066 | 0,9331         | 285   |
| Total           | 0,0001845 | 3,3609 | 0,9460         | 3.935 |
| <b>QUINTERO</b> |           |        |                |       |
| Septiembre      |           |        |                |       |
| Octubre         |           |        |                |       |
| Noviembre       |           |        |                |       |
| Diciembre       |           |        |                |       |
| Enero           |           |        |                |       |
| Febrero         |           |        |                |       |
| Marzo           | 0,0007317 | 2,9753 | 0,8426         | 263   |
| Abril           | 0,0004557 | 3,1239 | 0,9618         | 110   |
| Total           | 0,0005973 | 3,0362 | 0,8820         | 373   |
| Total General   | 0,0001833 | 3,3492 | 0,9465         | 4.731 |

Anexo 5. Resumen de estimaciones de la relación longitud (Lc, mm) vs. peso total (g) para hembras de langostino amarillo, por puerto y mes.

| PUERTO/MES      | a         | b      | r <sup>2</sup> | n     |
|-----------------|-----------|--------|----------------|-------|
| <b>HUASCO</b>   |           |        |                |       |
| Septiembre      | 0,0002963 | 3,2187 | 0,9222         | 12    |
| Octubre         |           |        |                |       |
| Noviembre       | 0,0008618 | 2,8712 | 0,8640         | 156   |
| Diciembre       |           |        |                |       |
| Enero           |           |        |                |       |
| Febrero         |           |        |                |       |
| Marzo           | 0,0151902 | 2,0447 | 0,9473         | 5     |
| Abril           | 0,0004044 | 3,1039 | 0,7896         | 125   |
| Mayo            |           |        |                |       |
| Junio           |           |        |                |       |
| Julio           |           |        |                |       |
| Agosto          |           |        |                |       |
| Septiembre      |           |        |                |       |
| Total           | 0,0005322 | 3,0207 | 0,9089         | 298   |
| <b>COQUIMBO</b> |           |        |                |       |
| Septiembre      | 0,0002782 | 3,2259 | 0,8723         | 15    |
| Octubre         | 0,0170797 | 1,9981 | 0,9481         | 6     |
| Noviembre       | 0,0009909 | 2,8406 | 0,8128         | 139   |
| Diciembre       | 0,0004130 | 3,1175 | 0,8755         | 145   |
| Enero           | 0,0026444 | 2,4601 | 0,8852         | 9     |
| Febrero         | 0,0002805 | 3,2151 | 0,9096         | 169   |
| Marzo           |           |        |                |       |
| Abril           | 0,0003210 | 3,2075 | 0,9698         | 207   |
| Mayo            | 0,0009231 | 2,9202 | 0,8469         | 255   |
| Junio           | 0,0007610 | 2,9586 | 0,8781         | 52    |
| Julio           |           |        |                | 2     |
| Agosto          | 0,0003930 | 3,1868 | 0,8908         | 26    |
| Septiembre      | 0,0072329 | 2,2999 | 0,3598         | 5     |
| Total           | 0,0002500 | 3,2729 | 0,9182         | 1.030 |
| <b>QUINTERO</b> |           |        |                |       |
| Septiembre      |           |        |                |       |
| Octubre         |           |        |                |       |
| Noviembre       |           |        |                |       |
| Diciembre       |           |        |                |       |
| Enero           |           |        |                |       |
| Febrero         |           |        |                |       |
| Marzo           | 0,0018874 | 2,6697 | 0,9639         | 44    |
| Abril           | 0,0002957 | 3,2386 | 0,9101         | 41    |
| Total           | 0,0013073 | 2,7876 | 0,9376         | 85    |
| Total General   | 0,0002968 | 3,2151 | 0,9168         | 1.413 |

Anexo 6. Resumen de estimaciones de la relación longitud (Lc, mm) vs. peso total (g) para ambos sexos en conjunto de langostino amarillo, por puerto y mes

| PUERTO/MES      | a         | b      | r <sup>2</sup> | n     |
|-----------------|-----------|--------|----------------|-------|
| <b>HUASCO</b>   |           |        |                |       |
| Septiembre      | 0,0002624 | 3,2571 | 0,9778         | 84    |
| Octubre         |           |        |                |       |
| Noviembre       | 0,0002218 | 3,2929 | 0,9426         | 294   |
| Diciembre       |           |        |                |       |
| Enero           |           |        |                |       |
| Febrero         |           |        |                |       |
| Marzo           | 0,0001449 | 3,4024 | 0,7596         | 96    |
| Abril           | 0,0002669 | 3,2259 | 0,8938         | 204   |
| Mayo            |           |        |                |       |
| Junio           |           |        |                |       |
| Julio           |           |        |                |       |
| Agosto          |           |        |                |       |
| Septiembre      | 0,0001553 | 2,7839 | 0,8270         | 43    |
| Total           | 0,0002530 | 3,2542 | 0,9219         | 721   |
| <b>COQUIMBO</b> |           |        |                |       |
| Septiembre      | 0,0002777 | 3,2277 | 0,9145         | 464   |
| Octubre         | 0,0001524 | 3,4243 | 0,9124         | 62    |
| Noviembre       | 0,0003567 | 3,1592 | 0,9162         | 703   |
| Diciembre       | 0,0001193 | 3,4963 | 0,9378         | 250   |
| Enero           | 0,0006558 | 2,9057 | 0,8784         | 51    |
| Febrero         | 0,0002259 | 3,2881 | 0,9377         | 358   |
| Marzo           |           |        |                |       |
| Abril           | 0,0002792 | 3,2425 | 0,9698         | 618   |
| Mayo            | 0,0003223 | 3,1459 | 0,9349         | 741   |
| Junio           | 0,0002114 | 3,3274 | 0,9451         | 465   |
| Julio           | 0,0004275 | 3,1611 | 0,8994         | 64    |
| Agosto          | 0,0004316 | 3,1391 | 0,9415         | 899   |
| Septiembre      | 0,0002301 | 3,3015 | 0,9315         | 300   |
| Total           | 0,0001870 | 3,3435 | 0,9516         | 4.975 |
| <b>QUINTERO</b> |           |        |                |       |
| Octubre         |           |        |                |       |
| Noviembre       |           |        |                |       |
| Diciembre       |           |        |                |       |
| Enero           |           |        |                |       |
| Febrero         |           |        |                |       |
| Marzo           | 0,0006449 | 3,0064 | 0,9070         | 307   |
| Abril           | 0,0003521 | 3,1916 | 0,9743         | 151   |
| Total           | 0,0005314 | 3,0654 | 0,9309         | 458   |
| Total General   | 0,0001865 | 3,3431 | 0,9528         | 6.154 |

Anexo 7. Contribución porcentual mensual de las distintas tallas de machos de langostino amarillo, por puerto de desembarque.

| HUASCO | Sep-96 | Nov-96 | Mar-97 | Abr-97 | Sep-97 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| LC     | %      | %      | %      | %      | %      |
| 16     | 0,77   |        |        |        |        |
| 17     | 0,39   |        |        |        |        |
| 18     | 1,16   |        |        |        |        |
| 19     | 1,54   |        |        |        |        |
| 20     | 2,32   | 0,19   |        |        |        |
| 21     | 1,54   | 0,19   |        |        |        |
| 22     | 2,32   | 0,38   |        |        |        |
| 23     | 1,54   | 1,13   |        | 0,35   |        |
| 24     | 5,02   | 1,89   |        |        |        |
| 25     | 2,32   | 5,10   | 0,72   | 1,40   |        |
| 26     | 3,47   | 9,07   |        | 1,05   | 0,93   |
| 27     | 3,47   | 10,21  | 2,17   | 4,90   | 5,56   |
| 28     | 6,56   | 8,13   | 3,62   | 4,55   | 3,70   |
| 29     | 5,79   | 5,67   | 2,17   | 7,69   | 12,04  |
| 30     | 5,79   | 3,40   | 6,52   | 7,69   | 12,04  |
| 31     | 5,02   | 4,73   | 6,52   | 7,69   | 12,96  |
| 32     | 6,18   | 5,86   | 13,04  | 8,74   | 14,81  |
| 33     | 10,81  | 5,29   | 9,42   | 5,59   | 4,63   |
| 34     | 9,27   | 6,62   | 10,87  | 5,59   | 10,19  |
| 35     | 8,11   | 9,07   | 12,32  | 5,94   | 8,33   |
| 36     | 7,34   | 8,70   | 11,59  | 7,34   | 2,78   |
| 37     | 4,25   | 6,99   | 7,97   | 10,84  | 4,63   |
| 38     | 3,47   | 4,91   | 4,35   | 6,29   | 2,78   |
| 39     | 0,39   | 1,51   | 4,35   | 5,24   | 1,85   |
| 40     | 0,39   | 0,57   | 2,90   | 5,24   | 0,93   |
| 41     |        | 0,38   | 1,45   | 2,45   | 1,85   |
| 42     |        |        |        | 1,40   |        |
| 43     |        |        |        |        |        |
| 44     | 0,39   |        |        |        |        |
| 45     |        |        |        |        |        |
| 46     | 0,39   |        |        |        |        |
| Total  | 100    | 100    | 100    | 100    | 100    |

Anexo 7. Continuación.

| COQUIMBO | SEP-96 | OCT-96 | NOV-96 | DIC-96 | ENE-97 | FEB-97 | ABR-97 | MAY-97 | JUN-97 | JUL-97 | AGO-97 | SEP-97 |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Talla    | %      | %      | %      | %      | %      | %      | %      | %      | %      | %      | %      | %      |
| 10       |        |        |        |        |        |        | 0,07   |        |        |        |        |        |
| 11       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 12       |        |        |        |        | 1,56   |        | 0,07   |        |        |        |        |        |
| 13       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 14       |        |        |        |        | 1,56   |        |        |        |        |        |        |        |
| 15       |        |        |        |        |        |        | 0,13   |        |        |        |        |        |
| 16       |        |        |        |        |        |        | 0,26   |        |        |        |        |        |
| 17       |        |        |        |        | 3,13   | 0,39   | 0,07   |        | 0,09   |        |        |        |
| 18       |        |        |        |        | 6,25   | 1,93   | 0,59   |        |        |        | 0,21   |        |
| 19       | 0,13   |        |        |        | 3,13   | 2,06   | 0,39   |        | 0,09   |        | 0,07   |        |
| 20       | 0,13   |        |        |        | 3,13   | 2,19   | 0,66   | 0,10   | 0,26   |        | 0,49   |        |
| 21       | 0,57   |        | 0,06   |        | 4,69   | 3,86   | 0,79   | 0,10   | 0,26   |        | 1,19   |        |
| 22       | 0,95   | 0,59   |        |        | 4,69   | 3,98   | 2,24   | 0,19   | 0,52   |        | 1,83   |        |
| 23       | 1,78   | 1,18   | 0,06   |        | 7,81   | 3,98   | 2,70   | 0,19   | 0,77   |        | 1,76   |        |
| 24       | 3,50   | 1,18   | 0,13   | 1,34   | 7,81   | 6,17   | 4,21   |        | 1,55   |        | 3,16   | 0,47   |
| 25       | 3,95   | 1,78   | 0,50   | 1,34   | 10,94  | 3,98   | 5,60   | 0,19   | 1,98   |        | 3,23   | 0,23   |
| 26       | 5,67   | 4,73   | 1,06   | 2,41   | 4,69   | 4,50   | 6,58   | 0,39   | 2,84   | 0,62   | 2,95   | 1,86   |
| 27       | 7,45   | 5,92   | 3,00   | 2,94   | 4,69   | 3,21   | 8,16   | 0,68   | 2,49   |        | 2,95   | 2,21   |
| 28       | 7,77   | 4,73   | 4,94   | 5,61   | 3,13   | 3,60   | 6,91   | 0,87   | 3,35   | 0,62   | 1,76   | 4,77   |
| 29       | 6,68   | 3,55   | 9,89   | 7,49   | 4,69   | 6,17   | 6,98   | 1,84   | 4,21   | 1,23   | 1,69   | 7,44   |
| 30       | 4,96   | 4,14   | 12,02  | 5,35   |        | 5,91   | 5,60   | 2,52   | 3,53   |        | 1,69   | 9,77   |
| 31       | 5,79   | 4,14   | 11,20  | 5,35   | 4,69   | 4,88   | 4,94   | 2,42   | 4,56   | 0,62   | 1,62   | 8,02   |
| 32       | 5,35   | 8,28   | 9,07   | 7,22   |        | 5,14   | 5,79   | 2,71   | 3,35   |        | 2,25   | 6,63   |
| 33       | 6,11   | 8,28   | 7,88   | 8,56   |        | 4,76   | 3,75   | 2,13   | 4,39   |        | 2,53   | 9,07   |
| 34       | 6,56   | 7,10   | 8,01   | 11,76  | 3,13   | 4,76   | 5,66   | 2,52   | 4,21   |        | 3,02   | 11,28  |
| 35       | 8,78   | 12,43  | 6,45   | 10,43  | 3,13   | 4,76   | 5,79   | 2,52   | 6,19   | 0,62   | 3,79   | 9,19   |
| 36       | 8,15   | 15,98  | 3,82   | 8,29   | 3,13   | 4,11   | 5,86   | 2,71   | 7,39   | 0,62   | 3,87   | 8,49   |
| 37       | 6,68   | 5,92   | 3,19   | 8,02   | 4,69   | 3,47   | 4,21   | 2,91   | 7,22   | 0,62   | 6,32   | 7,44   |
| 38       | 4,52   | 4,73   | 3,13   | 4,81   | 1,56   | 4,76   | 2,96   | 1,94   | 6,71   | 1,85   | 7,24   | 5,93   |
| 39       | 1,91   | 2,37   | 3,69   | 4,28   | 1,56   | 4,11   | 2,70   | 4,17   | 4,39   | 4,94   | 9,28   | 3,95   |
| 40       | 1,34   | 2,37   | 2,57   | 2,14   | 3,13   | 3,08   | 1,45   | 4,26   | 2,92   | 8,02   | 7,59   | 2,09   |
| 41       | 0,76   |        | 2,63   | 1,87   | 3,13   | 1,54   | 1,51   | 6,88   | 3,01   | 13,58  | 7,59   | 0,35   |
| 42       | 0,25   | 0,59   | 2,00   | 0,80   |        | 1,67   | 0,39   | 8,82   | 3,53   | 20,99  | 6,11   | 0,35   |
| 43       | 0,06   |        | 2,07   |        |        | 0,77   | 0,46   | 9,40   | 4,21   | 17,90  | 5,13   | 0,35   |
| 44       | 0,13   |        | 1,56   |        |        |        | 0,72   | 10,95  | 5,07   | 14,81  | 4,22   | 0,12   |
| 45       | 0,06   |        | 0,81   |        |        | 0,13   | 0,72   | 12,02  | 4,56   | 5,56   | 3,02   |        |
| 46       |        |        | 0,25   |        |        |        | 0,46   | 8,72   | 2,49   | 3,70   | 2,18   |        |
| 47       |        |        |        |        |        | 0,13   | 0,59   | 4,17   | 2,58   | 1,85   | 0,70   |        |
| 48       |        |        |        |        |        |        | 0,26   | 2,03   | 0,95   | 1,23   | 0,42   |        |
| 49       |        |        |        |        |        |        | 0,13   | 0,87   | 0,26   | 0,62   |        |        |
| 50       |        |        |        |        |        |        | 0,13   | 0,78   |        |        | 0,14   |        |
| 51       |        |        |        |        |        |        |        |        | 0,09   |        |        |        |
| Total    | 100    | 100    | 100    | 100    | 100    | 100    | 100    | 100    | 100    | 100    | 100    | 100    |

Anexo 7. Continuación.

| QUINTERO |       |       |
|----------|-------|-------|
|          | MAR97 | ABR97 |
| Talla    | %     | %     |
| 10       | 0,14  |       |
| 11       |       |       |
| 12       |       |       |
| 13       |       |       |
| 14       | 0,14  |       |
| 15       | 0,43  |       |
| 16       | 0,58  |       |
| 17       | 1,16  | 0,34  |
| 18       | 2,03  |       |
| 19       | 2,17  |       |
| 20       | 1,59  | 0,69  |
| 21       | 0,87  | 1,03  |
| 22       | 0,58  | 2,41  |
| 23       | 0,58  | 2,06  |
| 24       | 0,29  | 1,37  |
| 25       | 1,01  | 1,72  |
| 26       | 1,30  | 1,37  |
| 27       | 2,03  | 5,15  |
| 28       | 1,88  | 2,06  |
| 29       | 2,03  | 2,41  |
| 30       | 1,16  | 3,44  |
| 31       | 1,01  | 1,37  |
| 32       | 1,16  | 1,72  |
| 33       | 1,16  | 0,00  |
| 34       | 0,87  | 0,34  |
| 35       | 1,59  | 0,34  |
| 36       | 2,17  | 1,03  |
| 37       | 2,46  | 0,69  |
| 38       | 3,62  | 1,03  |
| 39       | 3,62  | 0,34  |
| 40       | 7,53  | 1,03  |
| 41       | 8,54  | 3,09  |
| 42       | 11,43 | 7,90  |
| 43       | 12,30 | 11,34 |
| 44       | 10,71 | 14,43 |
| 45       | 5,50  | 14,43 |
| 46       | 2,89  | 8,93  |
| 47       | 1,59  | 3,44  |
| 48       | 1,45  | 3,09  |
| 49       | 0,29  | 1,37  |
| 50       |       |       |
| 51       | 0,14  |       |
| Total    | 100   | 100   |

Anexo 8. Contribución porcentual mensual de las distintas tallas de hembras de langostino amarillo, por puerto de desembarque.

| HUASCO | Sep-96 | Nov-96 | Mar-97 | Abr-97 | Sep-97 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| LC     | %      | %      | %      | %      | %      |
| 17     | 0,69   |        |        |        |        |
| 18     | 1,38   |        |        |        |        |
| 19     |        |        |        |        |        |
| 20     | 4,14   |        |        |        |        |
| 21     | 2,07   |        |        |        |        |
| 22     | 3,45   | 2,16   |        | 0,20   |        |
| 23     | 3,45   | 7,20   |        | 0,41   | 6,25   |
| 24     | 4,83   | 17,39  |        | 0,61   |        |
| 25     | 4,83   | 21,60  |        | 2,05   |        |
| 26     | 14,48  | 13,99  | 9,09   | 6,56   |        |
| 27     | 14,48  | 12,14  | 18,18  | 12,70  | 12,50  |
| 28     | 17,24  | 8,02   | 18,18  | 18,44  | 6,25   |
| 29     | 11,72  | 7,41   |        | 15,98  | 18,75  |
| 30     | 12,41  | 4,94   |        | 17,42  | 18,75  |
| 31     | 2,76   | 2,88   | 27,27  | 12,09  | 25,00  |
| 32     | 0,69   | 1,44   | 27,27  | 7,79   | 6,25   |
| 33     |        | 0,62   |        | 3,07   | 6,25   |
| 34     | 0,69   | 0,21   |        | 1,43   |        |
| 35     |        |        |        | 0,41   |        |
| 36     | 0,69   |        |        | 0,61   |        |
| 37     |        |        |        |        |        |
| 38     |        |        |        |        |        |
| 39     |        |        |        | 0,20   |        |
| Total  | 100    | 100    | 100    | 100    | 100    |

Anexo 8. Continuación.

| COQUIMBO | Sep-96 | Oct-96 | Nov-96 | Dic-96 | Ene-97 | Feb-97 | Abr-97 | May-97 | Jun-97 | Jul-97 | Ago-97 | Sep-97 |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| LC       | %      | %      | %      | %      | %      | %      | %      | %      | %      | %      | %      | %      |
| 10       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 11       |        |        |        |        |        |        | 0,09   |        |        |        |        |        |
| 12       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 13       |        |        |        |        |        |        | 0,09   |        |        |        |        |        |
| 14       |        |        |        |        | 2,56   |        | 0,09   |        |        |        |        |        |
| 15       |        |        |        |        |        |        | 0,09   |        |        |        |        |        |
| 16       |        |        |        |        | 2,56   |        | 0,43   |        |        |        |        |        |
| 17       |        |        |        |        | 7,69   | 0,12   | 0,85   |        |        |        | 0,65   |        |
| 18       | 0,09   |        |        |        | 5,13   | 1,49   | 1,11   |        | 0,40   |        | 0,65   |        |
| 19       | 0,09   |        |        |        | 2,56   | 1,36   | 1,28   |        |        |        | 2,58   |        |
| 20       | 0,32   |        |        |        |        | 2,85   | 1,19   | 0,12   | 0,80   |        | 5,16   |        |
| 21       | 0,55   |        |        |        | 5,13   | 3,72   | 2,47   |        | 2,81   |        | 11,61  |        |
| 22       | 1,92   |        |        |        | 2,56   | 4,83   | 4,09   |        | 0,80   |        | 16,13  |        |
| 23       | 3,79   |        | 0,08   | 1,63   | 10,26  | 7,31   | 6,31   |        | 3,61   |        | 15,48  | 0,16   |
| 24       | 5,43   | 1,58   | 0,16   | 9,56   | 12,82  | 8,55   | 8,27   | 0,37   | 1,20   |        | 10,97  | 0,47   |
| 25       | 9,36   | 8,95   | 0,79   | 19,11  | 12,82  | 10,41  | 11,59  | 0,74   | 6,02   |        | 10,32  | 2,19   |
| 26       | 12,41  | 11,58  | 4,76   | 24,24  | 12,82  | 5,70   | 12,87  | 1,23   | 8,43   |        | 3,23   | 6,72   |
| 27       | 18,71  | 14,21  | 8,49   | 35,20  | 2,56   | 6,94   | 12,70  | 2,57   | 14,06  |        | 3,23   | 15,47  |
| 28       | 21,22  | 22,11  | 10,15  | 7,93   | 5,13   | 7,06   | 10,57  | 5,64   | 20,88  |        | 1,29   | 18,59  |
| 29       | 15,34  | 20,00  | 15,86  | 0,47   | 2,56   | 8,55   | 7,76   | 6,00   | 16,06  | 20,00  |        | 19,06  |
| 30       | 6,94   | 8,95   | 13,32  | 0,23   |        | 12,52  | 4,01   | 7,84   | 8,43   | 20,00  | 2,58   | 16,56  |
| 31       | 2,42   | 7,37   | 12,93  | 0,70   | 5,13   | 7,06   | 2,13   | 8,09   | 6,43   | 20,00  | 1,29   | 10,00  |
| 32       | 0,91   | 1,58   | 13,40  |        | 2,56   | 6,20   | 1,88   | 9,31   | 5,22   |        | 1,29   | 6,41   |
| 33       | 0,27   | 1,58   | 7,22   |        | 2,56   | 2,60   | 1,62   | 9,93   | 1,61   | 20,00  | 1,94   | 3,28   |
| 34       |        | 0,53   | 5,31   |        |        | 0,87   | 2,13   | 11,52  | 1,61   | 20,00  | 5,81   | 0,31   |
| 35       | 0,14   | 1,05   | 3,09   | 0,23   |        | 0,37   | 1,62   | 11,03  | 0,80   |        | 3,23   | 0,47   |
| 36       |        |        | 1,51   | 0,70   | 2,56   | 0,62   | 1,45   | 8,70   |        |        | 1,29   | 0,31   |
| 37       | 0,05   | 0,53   | 1,03   |        |        | 0,25   | 1,19   | 6,74   |        |        | 0,65   |        |
| 38       | 0,05   |        | 0,79   |        |        | 0,37   | 0,68   | 4,41   |        |        | 0,65   |        |
| 39       |        |        | 0,48   |        |        | 0,25   | 0,60   | 1,59   | 0,40   |        |        |        |
| 40       |        |        | 0,48   |        |        |        | 0,26   | 1,96   | 0,40   |        |        |        |
| 41       |        |        | 0,08   |        |        |        | 0,43   | 1,10   |        |        |        |        |
| 42       |        |        |        |        |        |        | 0,17   | 0,37   |        |        |        |        |
| 43       |        |        | 0,08   |        |        |        |        | 0,37   |        |        |        |        |
| 44       |        |        |        |        |        |        |        | 0,25   |        |        |        |        |
| 45       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 46       |        |        |        |        |        |        |        | 0,12   |        |        |        |        |
| Total    | 100    | 100    | 100    | 100    | 100    | 100    | 100    | 100    | 100    | 100    | 100    | 100    |

Anexo 8. Continuación.

| QUINTERO |        |        |
|----------|--------|--------|
|          | Mar-97 | Abr-97 |
| LC       | %      | %      |
| 10       |        |        |
| 11       |        |        |
| 12       |        |        |
| 13       |        |        |
| 14       | 1,19   |        |
| 15       | 0,60   |        |
| 16       | 2,38   |        |
| 17       | 7,74   |        |
| 18       | 7,74   |        |
| 19       | 5,95   | 0,84   |
| 20       | 4,76   | 0,84   |
| 21       | 4,76   | 3,36   |
| 22       | 1,79   | 4,20   |
| 23       | 3,57   | 5,88   |
| 24       | 3,57   | 2,52   |
| 25       | 5,95   | 5,04   |
| 26       | 1,19   | 6,72   |
| 27       | 4,76   | 10,92  |
| 28       | 6,55   | 19,33  |
| 29       | 4,17   | 16,81  |
| 30       | 5,95   | 7,56   |
| 31       | 7,14   | 2,52   |
| 32       | 6,55   | 5,04   |
| 33       | 3,57   | 0,84   |
| 34       | 4,17   | 1,68   |
| 35       | 1,79   | 1,68   |
| 36       | 1,79   | 1,68   |
| 37       | 1,19   | 0,00   |
| 38       | 0,60   | 0,84   |
| 39       |        | 0,84   |
| 40       |        | 0,00   |
| 41       |        | 0,84   |
| 42       |        |        |
| 43       | 0,60   |        |
| 44       |        |        |
| 45       |        |        |
| 46       |        |        |
| 47       |        |        |
| 48       |        |        |
| 49       |        |        |
| Total    | 100    | 100    |

Anexo 9. Contribución porcentual mensual de las distintas tallas de hembras ovíferas de langostino amarillo, por puerto de desembarque.

| HUASCO | Sep-96 | Nov-96 | Sep-97 |
|--------|--------|--------|--------|
| LC     | %      | %      | %      |
| 22     | 1,11   |        |        |
| 23     | 1,11   |        | 6,25   |
| 24     | 4,44   |        | 0,00   |
| 25     | 3,33   | 50,00  | 0,00   |
| 26     | 14,44  |        | 0,00   |
| 27     | 16,67  |        | 12,50  |
| 28     | 18,89  |        | 6,25   |
| 29     | 15,56  |        | 18,75  |
| 30     | 16,67  |        | 18,75  |
| 31     | 4,44   | 50,00  | 25,00  |
| 32     | 1,11   |        | 6,25   |
| 33     |        |        | 6,25   |
| 34     | 1,11   |        |        |
| 35     |        |        |        |
| 36     | 1,11   |        |        |
| Total  | 100    | 100    | 100    |

Anexo 9. Continuación.

| COQUIMBO | Sep-96 | Oct-96 | Nov-96 | Dic-96 | May-97 | Jun-97 | Jul-97 | Ago-97 | Sep-97 | Total |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| LC       | %      | %      | %      | %      | %      | %      | %      | %      | %      |       |
| 16       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |
| 17       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |
| 18       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |
| 19       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |
| 20       | 0,05   |        |        |        |        |        |        | 0,12   |        |       |
| 21       | 0,10   |        |        |        |        | 0,09   |        | 0,37   |        |       |
| 22       | 1,05   |        |        |        |        | 0,17   |        | 2,60   |        |       |
| 23       | 3,06   |        |        |        |        | 1,89   | 0,95   | 13,75  | 0,16   |       |
| 24       | 5,35   | 1,68   |        |        |        | 4,47   |        | 4,21   | 0,48   |       |
| 25       | 9,56   | 9,50   |        | 14,29  |        | 9,45   |        | 7,31   | 2,22   |       |
| 26       | 12,71  | 12,29  | 1,48   |        |        | 11,68  |        | 3,84   | 6,66   |       |
| 27       | 19,35  | 14,53  | 2,12   |        |        | 11,77  | 0,95   | 3,59   | 15,69  |       |
| 28       | 21,88  | 21,79  | 3,60   |        |        | 11,43  | 1,90   | 3,35   | 18,54  |       |
| 29       | 15,81  | 18,99  | 12,08  | 28,57  | 1,30   | 7,90   | 4,76   | 3,84   | 19,18  |       |
| 30       | 7,17   | 8,94   | 13,35  | 14,29  | 1,30   | 5,76   | 3,81   | 3,47   | 16,48  |       |
| 31       | 2,53   | 6,70   | 16,10  | 42,86  | 2,60   | 2,84   | 10,48  | 2,60   | 9,98   |       |
| 32       | 0,91   | 1,68   | 18,43  |        | 5,19   | 2,23   | 20,95  | 4,46   | 6,50   |       |
| 33       | 0,24   | 1,68   | 10,81  |        | 11,69  | 1,89   | 13,33  | 8,30   | 3,01   |       |
| 34       |        | 0,56   | 9,32   |        | 10,39  | 3,61   | 11,43  | 8,43   | 0,32   |       |
| 35       | 0,14   | 1,12   | 4,45   |        | 11,69  | 3,35   | 17,14  | 7,56   | 0,48   |       |
| 36       |        |        | 1,91   |        | 10,39  | 3,61   | 5,71   | 5,58   | 0,32   |       |
| 37       | 0,05   | 0,56   | 2,33   |        | 10,39  | 4,73   | 2,86   | 4,71   |        |       |
| 38       | 0,05   |        | 2,12   |        | 9,09   | 5,07   | 4,76   | 4,09   |        |       |
| 39       |        |        | 1,06   |        | 7,79   | 3,35   | 0,95   | 4,58   |        |       |
| 40       |        |        | 0,64   |        | 11,69  | 2,66   |        | 1,36   |        |       |
| 41       |        |        | 0,21   |        | 1,30   | 1,29   |        | 0,87   |        |       |
| 42       |        |        |        |        | 5,19   | 0,69   |        | 0,37   |        |       |
| 43       |        |        |        |        |        |        |        | 0,50   |        |       |
| 44       |        |        |        |        |        | 0,09   |        | 0,12   |        |       |
| 45       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |
| Total    | 100    | 100    | 100    | 100    | 100    | 100    | 100    | 100    | 100    |       |

Anexo 10. Peso promedio mensual a la talla en machos de langostino amarillo capturados durante la temporada de pesca 1996-1997, por puerto de desembarque. LC= longitud cefalotorax. N= número de ejemplares analizados en cada talla.

| HUASCO | Sep-96 |   | Nov-96 |    | Mar-97 |    | Abr-97 |    | Sep-97 |   |
|--------|--------|---|--------|----|--------|----|--------|----|--------|---|
|        | Peso   | N | Peso   | N  | Peso   | N  | Peso   | N  | Peso   | N |
| 19     | 4,050  | 1 |        |    |        |    |        |    |        |   |
| 20     |        |   |        |    |        |    |        |    |        |   |
| 21     |        |   |        |    |        |    |        |    |        |   |
| 22     |        |   | 13,510 | 1  |        |    |        |    |        |   |
| 23     |        |   | 8,380  | 1  |        |    | 5,420  | 1  |        |   |
| 24     | 8,453  | 3 | 8,405  | 2  |        |    |        |    |        |   |
| 25     | 10,650 | 1 | 9,813  | 6  | 7,390  | 1  |        |    |        |   |
| 26     | 10,725 | 2 | 10,666 | 7  |        |    |        |    |        |   |
| 27     | 12,482 | 5 | 11,787 | 15 | 9,890  | 1  | 11,597 | 3  | 14,900 | 2 |
| 28     | 15,213 | 4 | 13,085 | 8  | 13,270 | 2  | 14,088 | 4  | 17,230 | 2 |
| 29     | 16,503 | 4 | 15,689 | 8  | 9,060  | 1  | 13,834 | 7  | 18,312 | 6 |
| 30     | 16,760 | 3 | 17,640 | 4  | 15,667 | 3  | 15,314 | 5  | 21,460 | 4 |
| 31     | 19,540 | 3 | 18,753 | 3  | 15,895 | 4  | 17,378 | 5  | 26,150 | 4 |
| 32     | 21,652 | 6 | 21,591 | 10 | 21,168 | 12 | 21,871 | 9  | 23,598 | 5 |
| 33     | 24,726 | 7 | 24,061 | 8  | 23,047 | 7  | 23,460 | 3  | 25,897 | 3 |
| 34     | 25,718 | 8 | 27,451 | 9  | 28,030 | 12 | 24,266 | 7  | 29,347 | 3 |
| 35     | 29,850 | 8 | 30,023 | 13 | 30,970 | 10 | 28,723 | 3  | 27,793 | 3 |
| 36     | 32,993 | 9 | 30,969 | 18 | 31,356 | 14 | 28,415 | 4  | 30,870 | 1 |
| 37     | 35,990 | 4 | 34,058 | 17 | 32,690 | 9  | 33,796 | 12 | 40,548 | 4 |
| 38     | 36,480 | 2 | 35,980 | 2  | 32,845 | 6  | 37,880 | 3  | 40,785 | 2 |
| 39     | 37,860 | 1 | 41,320 | 4  | 32,836 | 5  | 35,020 | 4  | 44,345 | 2 |
| 40     |        |   | 41,755 | 2  | 38,893 | 3  | 41,692 | 5  | 34,360 | 1 |
| 41     |        |   | 43,640 | 1  | 33,010 | 1  | 34,240 | 2  | 62,120 | 1 |
| 42     |        |   |        |    |        |    | 42,475 | 2  |        |   |
| 43     | 49,790 | 1 |        |    |        |    |        |    |        |   |



Anexo 10. Continuación.

| QUINTERO  |        |    |        |    |
|-----------|--------|----|--------|----|
| Talla/mes | Mar-97 |    | Abr-97 |    |
|           | Peso   | N  | Peso   | N  |
| 16        | 3,670  | 1  |        |    |
| 17        |        |    |        |    |
| 18        | 5,023  | 3  |        |    |
| 19        |        |    |        |    |
| 20        |        |    | 5,240  | 1  |
| 21        | 6,180  | 1  | 7,895  | 2  |
| 22        |        |    |        |    |
| 23        | 10,810 | 1  |        |    |
| 24        |        |    |        |    |
| 25        |        |    | 10,030 | 1  |
| 26        | 9,855  | 2  |        |    |
| 27        | 13,235 | 2  | 15,430 | 2  |
| 28        | 14,030 | 2  | 14,528 | 4  |
| 29        | 15,213 | 3  | 18,630 | 2  |
| 30        | 12,980 | 1  | 17,950 | 3  |
| 31        | 18,535 | 2  | 22,730 | 2  |
| 32        | 21,520 | 1  | 24,210 | 1  |
| 33        | 24,560 | 2  |        |    |
| 34        | 26,972 | 6  | 29,340 | 1  |
| 35        | 30,137 | 7  |        |    |
| 36        | 38,146 | 9  |        |    |
| 37        | 38,131 | 8  |        |    |
| 38        | 40,475 | 13 | 28,270 | 1  |
| 39        | 45,724 | 21 |        |    |
| 40        | 52,246 | 22 |        |    |
| 41        | 52,171 | 30 | 54,490 | 5  |
| 42        | 55,923 | 45 | 55,768 | 10 |
| 43        | 60,925 | 39 | 63,142 | 15 |
| 44        | 57,175 | 20 | 64,323 | 18 |
| 45        | 63,521 | 8  | 68,612 | 18 |
| 46        | 73,848 | 5  | 71,755 | 13 |
| 47        | 74,913 | 8  | 77,043 | 7  |
| 48        |        |    | 81,698 | 4  |
| 49        |        |    |        |    |
| 50        | 73,360 | 1  |        |    |

Anexo 11. Peso promedio mensual a la talla en hembras de langostino amarillo capturados durante la temporada de pesca 1996-1997, por puerto de desembarque. LC= longitud cefalotorax. P= peso total (g); N= número de ejemplares.

| HUASCO    |        |   |        |    |        |   |        |    |        |   |
|-----------|--------|---|--------|----|--------|---|--------|----|--------|---|
| Talla/mes | Sep-96 |   | Nov-96 |    | Mar-97 |   | Abr-97 |    | Sep-97 |   |
|           | Peso   | N | Peso   | N  | Peso   | N | Peso   | N  | Peso   | N |
| 16        | 3,200  | 1 |        |    |        |   |        |    |        |   |
| 17        |        |   |        |    |        |   |        |    |        |   |
| 18        | 2,840  | 1 |        |    |        |   |        |    |        |   |
| 19        | 4,043  | 3 |        |    |        |   |        |    |        |   |
| 20        | 5,410  | 2 |        |    |        |   |        |    |        |   |
| 21        |        |   |        |    |        |   |        |    |        |   |
| 22        |        |   | 6,912  | 5  |        |   |        |    |        |   |
| 23        |        |   | 7,545  | 8  |        |   |        |    | 16,19  | 1 |
| 24        | 9,220  | 1 | 8,390  | 21 |        |   |        |    |        |   |
| 25        | 10,570 | 1 | 9,382  | 29 |        |   |        |    |        |   |
| 26        | 8,770  | 1 | 10,485 | 22 |        |   | 10,864 | 7  |        |   |
| 27        |        |   | 11,500 | 24 | 13,630 | 1 | 11,588 | 11 |        |   |
| 28        | 15,190 | 2 | 13,236 | 21 | 14,120 | 1 | 13,519 | 21 |        |   |
| 29        |        |   | 14,386 | 9  |        |   | 14,558 | 25 | 19,345 | 2 |
| 30        |        |   | 15,607 | 6  |        |   | 16,301 | 20 | 20,966 | 3 |
| 31        |        |   | 16,787 | 3  | 16,520 | 1 | 17,826 | 15 |        |   |
| 32        |        |   | 18,519 | 7  | 18,440 | 2 | 20,181 | 16 |        |   |
| 33        |        |   | 19,200 | 1  |        |   | 21,430 | 5  | 23,63  | 2 |
| 34        |        |   |        |    |        |   | 24,650 | 2  |        |   |
| 35        |        |   |        |    |        |   | 25,530 | 2  |        |   |
| 36        |        |   |        |    |        |   | 28,790 | 1  |        |   |

Anexo 11. Continuación.

| COQUIMBO | Tailla/mes | Sep-96 |   | Oct-96 |   | Nov-96 |   | Dic-96 |   | Ene-97 |   | Feb-97 |   | Abr-97 |   | May-97 |   | Jun-97 |   | Jul-97 |   | Ago-97 |   | Sep-97 |   |
|----------|------------|--------|---|--------|---|--------|---|--------|---|--------|---|--------|---|--------|---|--------|---|--------|---|--------|---|--------|---|--------|---|
|          |            | Peso   | N |
|          | 11         |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |
|          | 12         |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |
|          | 13         |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |
|          | 14         |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |
|          | 15         |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |
|          | 16         |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |
|          | 17         |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |
|          | 18         |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |
|          | 19         |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |
|          | 20         |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |
|          | 21         |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |
|          | 22         | 6,460  | 5 |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |
|          | 23         | 7,333  | 3 |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |
|          | 24         | 7,970  | 1 |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |
|          | 25         | 7,150  | 1 |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |
|          | 26         | 13,740 | 1 |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |
|          | 27         | 14,333 | 3 |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |
|          | 28         |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |
|          | 29         |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |
|          | 30         |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |
|          | 31         |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |
|          | 32         | 22,100 | 1 |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |
|          | 33         |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |
|          | 34         |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |
|          | 35         |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |
|          | 36         |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |
|          | 37         |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |
|          | 38         |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |
|          | 39         |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |
|          | 40         |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |
|          | 41         |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |
|          | 42         |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |
|          | 43         |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |
|          | 44         |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |
|          | 45         |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |
|          | 46         |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |        |   |

Anexo 11. Continuación.

| QUINTERO  |        |   |        |   |
|-----------|--------|---|--------|---|
| Talla/mes | Marzo  |   | Abril  |   |
|           | Peso   | N | Peso   | N |
| 16        | 3,830  | 1 |        |   |
| 17        | 3,580  | 1 |        |   |
| 18        | 4,910  | 1 |        |   |
| 19        |        |   |        |   |
| 20        | 5,610  | 1 |        |   |
| 21        | 6,765  | 2 | 5,610  | 1 |
| 22        | 6,960  | 1 |        |   |
| 23        | 7,825  | 2 | 6,795  | 2 |
| 24        |        |   | 8,140  | 1 |
| 25        | 9,430  | 2 | 9,925  | 2 |
| 26        |        |   | 14,070 | 1 |
| 27        | 12,700 | 1 | 12,845 | 4 |
| 28        | 13,790 | 3 | 16,249 | 8 |
| 29        | 16,670 | 2 | 18,066 | 8 |
| 30        | 18,280 | 5 | 19,350 | 5 |
| 31        | 16,942 | 5 | 21,465 | 2 |
| 32        | 22,665 | 2 | 21,405 | 2 |
| 33        | 24,610 | 3 | 20,240 | 1 |
| 34        | 25,206 | 5 |        |   |
| 35        | 22,880 | 2 | 26,260 | 1 |
| 36        | 29,980 | 2 | 31,575 | 2 |
| 37        | 31,930 | 1 |        |   |
| 38        | 26,660 | 1 | 37,340 | 1 |
| 39        |        |   |        |   |
| 40        |        |   |        |   |
| 41        |        |   |        |   |
| 42        |        |   |        |   |
| 43        | 47,820 | 1 |        |   |

Anexo 12. Proporción sexual mensual a la talla en langostino amarillo capturado durante la temporada de pesca 1996-1997, por puerto de desembarque. LC= longitud cefa lotorax. N= número de ejemplares, %Ma= porcentaje de machos, %He= porcentaje de hembras.

| HUASCO |        |      |        |      |        |      |          |       |        |       |       |      |  |
|--------|--------|------|--------|------|--------|------|----------|-------|--------|-------|-------|------|--|
|        | Sep-96 |      | Nov-96 |      | Mar-97 |      | Abril-97 |       | Sep-97 |       | Total |      |  |
| Talla  | %Ma    | %He  | %Ma    | %He  | %Ma    | %He  | %Ma      | %He   | %Ma    | %He   | %Ma   | %He  |  |
| 16     | 100,0  | 0,0  |        |      |        |      |          |       |        |       | 100,0 | 0,0  |  |
| 17     | 50,0   | 50,0 |        |      |        |      |          |       |        |       | 50,0  | 50,0 |  |
| 18     | 60,0   | 40,0 |        |      |        |      |          |       |        |       | 60,0  | 40,0 |  |
| 19     | 100,0  | 0,0  |        |      |        |      |          |       |        |       | 100,0 | 0,0  |  |
| 20     | 50,0   | 50,0 | 100,0  | 0,0  |        |      |          |       |        |       | 53,8  | 46,2 |  |
| 21     | 57,1   | 42,9 | 100,0  | 0,0  |        |      |          |       |        |       | 62,5  | 37,5 |  |
| 22     | 54,5   | 45,5 | 8,7    | 91,3 |        |      | 0,0      | 100   |        |       | 22,9  | 77,1 |  |
| 23     | 44,4   | 55,6 | 7,9    | 92,1 |        |      | 33,3     | 66,7  | 0,0    | 100,0 | 12,4  | 87,6 |  |
| 24     | 65,0   | 35,0 | 5,6    | 94,4 |        |      | 0,0      | 100,0 |        |       | 11,4  | 88,6 |  |
| 25     | 46,2   | 53,8 | 11,4   | 88,6 | 100,0  | 0,0  | 28,6     | 71,4  |        |       | 14,3  | 85,7 |  |
| 26     | 30,0   | 70,0 | 26,1   | 73,9 | 0,0    | 0,0  | 8,6      | 91,4  | 100,0  | 0,0   | 24,3  | 75,7 |  |
| 27     | 30,0   | 70,0 | 31,4   | 68,6 | 60,0   | 40,0 | 18,4     | 81,6  | 75,0   | 25,0  | 29,6  | 70,4 |  |
| 28     | 40,5   | 59,5 | 35,5   | 64,5 | 71,4   | 28,6 | 12,6     | 87,4  | 80,0   | 20,0  | 29,5  | 70,5 |  |
| 29     | 46,9   | 53,1 | 29,4   | 70,6 | 100,0  | 0,0  | 22,0     | 78,0  | 81,3   | 18,8  | 32,8  | 67,2 |  |
| 30     | 45,5   | 54,5 | 27,3   | 72,7 | 100,0  | 0,0  | 20,6     | 79,4  | 81,3   | 18,8  | 33,3  | 66,7 |  |
| 31     | 76,5   | 23,5 | 47,2   | 52,8 | 75,0   | 25,0 | 27,2     | 72,8  | 77,8   | 22,2  | 45,9  | 54,1 |  |
| 32     | 94,1   | 5,9  | 68,9   | 31,1 | 85,7   | 14,3 | 39,7     | 60,3  | 94,1   | 5,9   | 65,0  | 35,0 |  |
| 33     | 100,0  | 0,0  | 82,4   | 17,6 | 100,0  | 0,0  | 51,6     | 48,4  | 83,3   | 16,7  | 80,4  | 19,6 |  |
| 34     | 96,0   | 4,0  | 94,6   | 5,4  | 100,0  | 0,0  | 69,6     | 30,4  | 100,0  | 0,0   | 91,0  | 9,0  |  |
| 35     | 100,0  | 0,0  | 100,0  | 0,0  | 100,0  | 0,0  | 89,5     | 10,5  | 100,0  | 0,0   | 98,2  | 1,8  |  |
| 36     | 95,0   | 5,0  | 100,0  | 0,0  | 100,0  | 0,0  | 87,5     | 12,5  | 100,0  | 0,0   | 96,3  | 3,7  |  |
| 37     | 100,0  | 0,0  | 100,0  | 0,0  | 100,0  | 0,0  | 100,0    | 0,0   | 100,0  | 0,0   | 100,0 | 0,0  |  |
| 38     | 100,0  | 0,0  | 100,0  | 0,0  | 100,0  | 0,0  | 100,0    | 0,0   | 100,0  | 0,0   | 100,0 | 0,0  |  |
| 39     | 100,0  | 0,0  | 100,0  | 0,0  | 100,0  | 0,0  | 93,8     | 6,3   | 100,0  | 0,0   | 97,0  | 3,0  |  |
| 40     | 100,0  | 0,0  | 100,0  | 0,0  | 100,0  | 0,0  | 100,0    | 0,0   | 100,0  | 0,0   | 100,0 | 0,0  |  |
| 41     |        |      | 100,0  | 0,0  | 100,0  | 0,0  | 100,0    | 0,0   | 100,0  | 0,0   | 100,0 | 0,0  |  |
| 42     |        |      |        |      |        |      | 100,0    | 0,0   |        |       | 100,0 | 0,0  |  |
| 43     |        |      |        |      |        |      |          |       |        |       |       |      |  |
| 44     | 100,0  | 0,0  |        |      |        |      |          |       |        |       | 100,0 | 0,0  |  |
| 45     |        |      |        |      |        |      |          |       |        |       |       |      |  |
| 46     | 100,0  | 0,0  |        |      |        |      |          |       |        |       | 100,0 | 0,0  |  |
| Total  | 64,1   | 35,9 | 35,2   | 64,8 | 92,6   | 7,4  | 37,0     | 63,0  | 87,1   | 12,9  | 42,6  | 57,4 |  |

COQUIMBO

| Talla | Sep-96 | Oct-96 | Nov-96 | Dic-96 | Ene-97 | Feb-97 | Abr-97 | May-97 | Jun-97 | Jul-97 | Ago-97 | Sep-97 | Total |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|       | %Ma    | %He    | %Ma   | %He  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 10    |        |        |        |        | 100    | 0,0    | 100    | 0,0    |        |        |        |        | 100   | 0,0  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 11    |        |        |        |        | 50,0   | 50,0   | 50,0   | 50,0   |        |        |        |        | 66,7  | 33,3 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 12    |        |        |        |        | 0,0    | 100    | 0,0    | 100    |        |        |        |        | 50,0  | 50,0 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 13    |        |        |        |        | 0,0    | 100    | 0,0    | 100    |        |        |        |        | 50,0  | 50,0 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 14    |        |        |        |        | 66,7   | 33,3   | 66,7   | 33,3   |        |        |        |        | 66,7  | 33,3 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 15    |        |        |        |        | 80,0   | 20,0   | 80,0   | 20,0   |        |        |        |        | 47,6  | 52,4 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 16    |        |        |        |        | 16,7   | 83,3   | 16,7   | 83,3   |        |        |        |        | 50,0  | 50,0 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 17    | 0,0    | 100    |        |        | 75,0   | 25,0   | 75,0   | 25,0   |        |        |        |        | 40,7  | 59,3 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 18    | 50,0   | 50,0   |        |        | 55,6   | 44,4   | 55,6   | 44,4   |        |        |        |        | 46,8  | 53,2 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 19    | 22,2   | 77,8   |        |        | 42,5   | 57,5   | 42,5   | 57,5   |        |        |        |        | 43,0  | 57,0 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 20    | 42,9   | 57,1   | 100    | 0,0    | 50,0   | 50,0   | 50,0   | 50,0   |        |        |        |        | 36,1  | 63,9 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 21    | 26,3   | 73,7   |        |        | 44,3   | 55,7   | 44,3   | 55,7   |        |        |        |        | 15,6  | 84,4 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 22    | 25,2   | 74,8   |        |        | 34,4   | 65,6   | 34,4   | 65,6   |        |        |        |        | 46,9  | 53,1 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 23    | 31,6   | 68,4   |        |        | 50,0   | 50,0   | 50,0   | 50,0   |        |        |        |        | 38,0  | 62,0 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 24    | 23,2   | 76,8   |        |        | 41,7   | 58,3   | 41,7   | 58,3   |        |        |        |        | 53,8  | 46,2 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 25    | 24,7   | 75,3   |        |        | 73,0   | 27,0   | 73,0   | 27,0   |        |        |        |        | 27,1  | 72,9 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 26    | 22,2   | 77,8   |        |        | 43,2   | 56,8   | 43,2   | 56,8   |        |        |        |        | 16,1  | 83,9 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 27    | 20,8   | 79,2   |        |        | 30,9   | 69,1   | 30,9   | 69,1   |        |        |        |        | 25,6  | 74,4 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 28    | 23,8   | 76,2   |        |        | 67,1   | 32,9   | 67,1   | 32,9   |        |        |        |        | 34,4  | 65,6 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 29    | 33,9   | 66,1   |        |        | 41,0   | 59,0   | 41,0   | 59,0   |        |        |        |        | 42,9  | 57,1 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 30    | 63,2   | 36,8   |        |        | 68,7   | 31,3   | 68,7   | 31,3   |        |        |        |        | 50,0  | 50,0 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 31    | 80,8   | 19,2   |        |        | 77,9   | 22,1   | 77,9   | 22,1   |        |        |        |        | 58,2  | 41,8 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 32    | 94,1   | 5,9    |        |        | 84,1   | 15,9   | 84,1   | 15,9   |        |        |        |        | 66,0  | 34,0 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 33    | 100    | 0,0    |        |        | 92,5   | 7,5    | 92,5   | 7,5    |        |        |        |        | 98,0  | 2,0  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 34    | 97,9   | 2,1    |        |        | 86,5   | 13,5   | 86,5   | 13,5   |        |        |        |        | 96,3  | 3,7  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 35    | 100    | 0,0    |        |        | 93,1   | 6,9    | 93,1   | 6,9    |        |        |        |        | 97,3  | 2,7  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 36    | 99,1   | 0,9    |        |        | 92,5   | 7,5    | 92,5   | 7,5    |        |        |        |        | 100   | 0,0  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 37    | 98,6   | 1,4    |        |        | 94,1   | 5,9    | 94,1   | 5,9    |        |        |        |        | 100   | 0,0  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 38    | 100    | 0,0    |        |        | 100    | 0,0    | 100    | 0,0    |        |        |        |        | 100   | 0,0  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 39    | 100    | 0,0    |        |        | 100    | 0,0    | 100    | 0,0    |        |        |        |        | 100   | 0,0  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 40    | 100    | 0,0    |        |        | 100    | 0,0    | 100    | 0,0    |        |        |        |        | 100   | 0,0  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 41    | 100    | 0,0    |        |        | 100    | 0,0    | 100    | 0,0    |        |        |        |        | 100   | 0,0  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 42    | 100    | 0,0    |        |        | 100    | 0,0    | 100    | 0,0    |        |        |        |        | 100   | 0,0  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 43    | 100    | 0,0    |        |        | 100    | 0,0    | 100    | 0,0    |        |        |        |        | 100   | 0,0  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 44    | 100    | 0,0    |        |        | 100    | 0,0    | 100    | 0,0    |        |        |        |        | 100   | 0,0  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 45    | 100    | 0,0    |        |        | 100    | 0,0    | 100    | 0,0    |        |        |        |        | 100   | 0,0  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 46    |        |        |        |        | 100,0  | 0,0    | 100    | 0,0    |        |        |        |        | 100   | 0,0  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 47    |        |        |        |        | 100    | 0,0    | 100    | 0,0    |        |        |        |        | 100   | 0,0  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 48    |        |        |        |        | 100    | 0,0    | 100    | 0,0    |        |        |        |        | 100   | 0,0  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 49    |        |        |        |        | 100    | 0,0    | 100    | 0,0    |        |        |        |        | 100   | 0,0  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 50    |        |        |        |        | 100    | 0,0    | 100    | 0,0    |        |        |        |        | 100   | 0,0  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 51    |        |        |        |        | 100    | 0,0    | 100    | 0,0    |        |        |        |        | 100   | 0,0  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Total | 41,8   | 58,2   | 47,1   | 52,9   | 55,9   | 44,1   | 46,6   | 53,4   | 62,1   | 37,9   | 56,6   | 43,4   | 53,6  | 43,4 | 45,1 | 54,9 | 59,6 | 40,4 | 59,7 | 40,3 | 57,3 | 42,7 | 48,9 | 51,1 |

Anexo 12. Continuación.

| QUINTERO |        |        |        |        |       |     |
|----------|--------|--------|--------|--------|-------|-----|
| Talla    | Mar-97 |        | Abr-97 |        | Total |     |
|          | %Ma    | %He    | %Ma    | %He    | %Ma   | %He |
| 10       | 100,00 | 0,00   |        |        |       |     |
| 11       |        |        |        |        |       |     |
| 12       | 0,00   | 100,00 |        |        |       |     |
| 13       | 0,00   | 100,00 |        |        |       |     |
| 14       | 20,00  | 80,00  |        |        |       |     |
| 15       | 18,75  | 81,25  |        |        |       |     |
| 16       | 23,53  | 76,47  |        |        |       |     |
| 17       | 44,44  | 55,56  | 100,00 | 0,00   |       |     |
| 18       | 63,64  | 36,36  |        |        |       |     |
| 19       | 65,22  | 34,78  | 0,00   | 100,00 |       |     |
| 20       | 78,57  | 21,43  | 66,67  | 33,33  |       |     |
| 21       | 50,00  | 50,00  | 42,86  | 57,14  |       |     |
| 22       | 40,00  | 60,00  | 58,33  | 41,67  |       |     |
| 23       | 28,57  | 71,43  | 46,15  | 53,85  |       |     |
| 24       | 50,00  | 50,00  | 57,14  | 42,86  |       |     |
| 25       | 46,67  | 53,33  | 45,45  | 54,55  |       |     |
| 26       | 45,00  | 55,00  | 33,33  | 66,67  |       |     |
| 27       | 66,67  | 33,33  | 53,57  | 46,43  |       |     |
| 28       | 56,52  | 43,48  | 20,69  | 79,31  |       |     |
| 29       | 53,85  | 46,15  | 25,93  | 74,07  |       |     |
| 30       | 42,11  | 57,89  | 52,63  | 47,37  |       |     |
| 31       | 53,85  | 46,15  | 57,14  | 42,86  |       |     |
| 32       | 53,33  | 46,67  | 45,45  | 54,55  |       |     |
| 33       | 72,73  | 27,27  | 0,00   | 100,00 |       |     |
| 34       | 66,67  | 33,33  | 33,33  | 66,67  |       |     |
| 35       | 84,62  | 15,38  | 33,33  | 66,67  |       |     |
| 36       | 93,75  | 6,25   | 60,00  | 40,00  |       |     |
| 37       | 100,00 | 0,00   | 100,00 | 0,00   |       |     |
| 38       | 100,00 | 0,00   | 75,00  | 25,00  |       |     |
| 39       | 100,00 | 0,00   | 50,00  | 50,00  |       |     |
| 40       | 100,00 | 0,00   | 100,00 | 0,00   |       |     |
| 41       | 98,33  | 1,67   | 90,00  | 10,00  |       |     |
| 42       | 100,00 | 0,00   | 100,00 | 0,00   |       |     |
| 43       | 100,00 | 0,00   | 100,00 | 0,00   |       |     |
| 44       | 100,00 | 0,00   | 100,00 | 0,00   |       |     |
| 45       | 100,00 | 0,00   | 100,00 | 0,00   |       |     |
| 46       | 100,00 | 0,00   | 100,00 | 0,00   |       |     |
| 47       | 100,00 | 0,00   | 100,00 | 0,00   |       |     |
| 48       | 100,00 | 0,00   | 100,00 | 0,00   |       |     |
| 49       | 100,00 | 0,00   | 100,00 | 0,00   |       |     |
| 50       |        |        |        |        |       |     |
| 51       | 100,00 | 0,00   |        |        |       |     |
| Total    | 80,44  | 19,56  | 70,98  | 29,02  |       |     |