



## INFORME FINAL

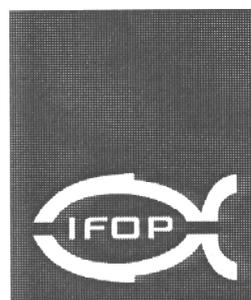
FONDO INVESTIGACION PESQUERA  
FIP Nº 99-30

# Evaluación directa de langostino colorado de la I a IV Regiones, 1999



Marzo

2 0 0 1



---

## **INFORME FINAL**

---

**FIP N° 99-30**

**Evaluación directa de  
langostino colorado  
de la I a IV Regiones,  
1999**

**Marzo, 2001**

## **REQUIRENTE**

---

CONSEJO DE INVESTIGACIÓN PESQUERA, CIP  
Presidente del Consejo:  
Daniel Albarrán Ruiz-Clavijo

## **EJECUTOR**

---

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO, IFOP  
División Evaluación Pesquerías Nacionales  
Director Ejecutivo (S) :  
Sergio Avilés Goycoolea

MARZO, 2001



## **JEFE DE PROYECTO**

**MARIA ANGELA BARBIERI B.**

## **AUTORES**

*PROSPECCIÓN Y ESTIMACIÓN DE BIOMASA Y ABUNDANCIA*

**MARIA ANGELA BARBIERI B.  
CRISTIAN CANALES R.  
BERNARDO LEIVA P.  
ROBERTO BAHAMONDE F.**

*ESTRUCTURA DE TALLA Y CONDICIÓN REPRODUCTIVA*

**TERESA PEÑAILILLO N.  
HUMBERTO POOL P.**

*RELACIÓN LONGITUD-PESO*

**CARLOS MONTENEGRO S.**

*FAUNA ACOMPAÑANTE*

**BERNARDO LEIVA P.**

## **COLABORADORES**

**SERGIO LILLO V.  
PATRICIO GALVEZ G.  
GONZALO MUÑOZ H.  
CLAUDIO VICENCIO E.**



## 1. RESUMEN EJECUTIVO

Como parte del proyecto FIP N° 99-30 "Evaluación directa de langostino colorado de la I a IV Regiones, 1999" se efectuó en el período comprendido entre el 22 de agosto y el 20 de diciembre de 1999, un crucero dirigido a estimar mediante evaluación directa, el nivel de biomasa y abundancia de langostino colorado existente entre la I y IV Región, utilizando el método de área barrida.

La zona de estudio se dividió en dos subáreas, siendo éstas la "A" que corresponde a la I y II Región (Arica 18°25'S a Carrizalillo 26°00'S) y la "B" que incluye las regiones III y IV (Carrizalillo 26°00'S a Pichidangui 32°10'S). En el subárea A, el crucero de prospección se realizó utilizando el PAM "Chonos 73" arrastrero perteneciente a los registros de la empresa pesquera Viento Sur S. A., con puerto base en Talcahuano. Mientras que el subárea B se prospectó con las embarcaciones arrastreras PAM "Tiberiades" y PAM "Cachagua I", pertenecientes a la Universidad Católica de Valparaíso y a la empresa pesquera Sirius Achemar Ltda, respectivamente.

Durante el desarrollo del crucero en la subárea A, se realizaron un total de 80 lances de pesca distribuidos en 24 transectas separadas entre si cada 20 mn. Se tomó registro de las capturas obtenidas, de las condiciones atmosféricas imperantes y de las características batimétricas del fondo marino prospectado.

En general, a lo largo del subárea A la presencia del recurso objetivo y de la fauna asociada a su distribución, fue escasa, no detectándose focos de abundancia propiamente tales.

En relación a la captura obtenida en esta subárea, ésta alcanzó una cifra de 18.628 kg, de los cuales el 89% correspondió a crustáceos y el 11% a peces, apareciendo en una



cantidad mínima moluscos (pulpos). En el caso de los crustáceos el principal aporte proviene de la jaiba araña con un 85% del total de crustáceos capturados. El aporte de la especie objetivo y de los crustáceos de mayor interés comercial se divide entre el langostino colorado con un 2,3% del total (376 kg); el langostino del norte con un 2,7% (443 kg); el langostino amarillo con un 2,5% (406 kg); y el camarón nailon con un 6,8% del total (1.126 kg). En cuanto a los peces, el total capturado fue de 2.047 kg, correspondiendo el principal aporte a la especie brotulín con un 51% del total (1.041 kg), seguida por la merluza común con un 49% del total (847 kg).

En el subárea B se trabajó en transectas perpendiculares a la costa y separadas entre si cada 10 mn. En total se realizaron 38 transectas, sobre las cuales se realizaron 205 lances sistemáticos y entre ellas 135 lances de evaluación.

Los niveles de captura obtenidos presentan diferencias entre si, registrándose valores que van desde los 0,01 kg a más de 800 kg por lance. En total se capturaron 23.634 kg, separados entre el aporte de los crustáceos (18.137 kg) y el aporte de peces (5.498 kg). Las principales capturas correspondieron a langostino colorado con el 39,7% del total de crustáceos; seguido por camarón nailon (33,5%) y por langostino amarillo (26,9%). En cuanto a peces el total reportado corresponde a merluza común.

El análisis de los resultados obtenidos indica que de acuerdo a la distribución espacial que presentó la densidad del recurso ( $t/km^2$ ), el langostino colorado durante la época de estudio se distribuyó entre los 100 a 450 m, concentrándose en 3 focos de abundancia: el primero (el de mayor importancia) se extiende desde el norte de Chañaral hasta Caldera ( $26^{\circ}00'$  -  $27^{\circ}00'$  LS); el segundo ubicado entre la latitud  $27^{\circ}06'S$  hasta  $27^{\circ}35'S$  (sur de Caldera), y el tercer foco ubicado en las cercanías de Coquimbo ( $29^{\circ}00'$  -  $30^{\circ}12'$  LS).



El área total de distribución del langostino colorado fue estimada en 1.131 km<sup>2</sup>, de los cuales el 58% fue cubierta por el foco 1, área en la cual tanto el rendimiento de pesca como la densidad fueron mayores, y se estimaron en 0,24 t/l y 6,08 t/km<sup>2</sup>, respectivamente.

La estimación de biomasa durante el período de estudio, según el estimador delta, fue de 6.574 toneladas  $\pm$  196 t ( $\alpha = 0.05$ ) al considerar sólo la variabilidad de la CPUA con un coeficiente de variación (CV) del 13,8%, los límites de confianza son más amplios aumentando en  $\pm$  500 t con un CV de 35,1% si se considera tanto las variabilidades de la CPUA y del APA. En relación a lo mismo el estimador geoestadístico entrega una estimación de biomasa de 6.051  $\pm$  103 t ( $\alpha = 0.05$ ) con un coeficiente de variación del 7,8% tomando en cuenta sólo las variabilidades de la CPUA, mientras que se incrementa en  $\pm$  436 t con un CV de 33,2% si se incorpora de variabilidad del APA.

En el foco 1 por el método delta se estima una biomasa de 5.846 t con un coeficiente de variación de 20,11%, por el método geoestadístico la biomasa es de 5.560 t y el coeficiente de variación de sólo 0,073%. En el foco 2 por el método delta se estima una biomasa de 594 t con un coeficiente de variación de 43,3%, por el método geoestadístico la biomasa es de 467 t y el coeficiente de variación de sólo 0,011%. En el foco 3 por el método delta se estima una biomasa de sólo 134 t con un coeficiente de variación de 50%, el estimado a partir del método geoestadístico presenta limitaciones. Los estimados de la biomasa obtenidos por el método delta son mayores a los obtenidos por el método geoestadístico, pero este último tiene una mejor precisión, especialmente cuando la distribución del langostino colorado presenta una fuerte estructura espacial, como es el caso de los focos 1 y 2.

Cabe señalar que con el fin de incorporar la variabilidad de la abertura punta-alas en las estimaciones de las varianzas de las biomاسas, un ensayo de simulación de



Montecarlo permitió establecer que los errores estándar superaron en 1,6 (estimador mediana) y 4,2 (estimador geoestadístico) veces el error estimado sin considerar esta fuente de error, y resumida en coeficientes de variación total entre el 33% (estimador geoestadístico) y 40% (estimador mediana).

Si bien estas medidas de error (precisión) no resuelven el problema principal de exactitud entre la biomasa real y la biomasa extrapolada a una posible distribución, se estima que una forma de minimizarlo es que en futuros trabajos de esta naturaleza se dispongan de equipos electrónicos que permitan medir directamente la abertura de trabajo de la red, por sobre aproximaciones geométricas en base a la proyección de los cables de cala de reconocido mayor error de aproximación, como las empleadas en este trabajo.

El 61,4% de la biomasa explotable estuvo constituida por machos y el 38,6% por hembras.

La abundancia total en número es de 402.275.473 individuos, las hembras aportan con un 46,8% y los machos con el 53,2 % de los ejemplares, respectivamente.

El análisis de las distintas componentes modales de las distribuciones de tallas, permiten establecer que en II Región se pueden apreciar 3 grupos modales para machos (edades 2, 3 y 4) y 2 para hembras (edades 2 y 3). Para la III Región se detectaron 2 grupos modales para ambos sexos (edades 3, 4 y 2, 3 para machos y hembras respectivamente). En la IV Región se observaron 4 grupos modales para machos (edades 1,2, 4 y 5) y dos para hembras (1 y 2).

En base al muestreo biológico realizado, se estimó una proporción sexual de 49% de hembras en número y el 38% en peso para el total del área monitoreada, con



importantes variaciones de este parámetro a nivel de los focos de agregación. Respecto a la proporción de hembras ovíferas, se estimó para la II Región un 21% en número, aumentando en la III Región al 60%, mientras que en la IV Región no se registraron hembras portadoras.

En la I Región durante el desarrollo de la prospección se detectó la presencia de dos especies del género *Pleuroncodes*, una es el *Pleuroncodes monodon* cuyo nombre común es langostino colorado que aportó con el 2% de las capturas del subárea. La otra especie se identificó sólo hasta el género, se denomina *Pleuroncodes sp* y se le asigna el nombre común de langostino del norte. El langostino del norte aportó con el 2% de las capturas y se encontró distribuido entre las latitudes 18° 27,81' S y 25° 25,48'S.

La fauna acompañante está compuesta en la I y II Regiones por un 75% de jaiba araña; 6% de camarón nailon; 5,6% de brotulín y 4,5 % de merluza común. En la III y IV Regiones por un 44,7% de camarón nailon; 19,6% de langostino amarillo; 8% de merluza común; 4,2% de jaiba paco; 2,9% lenguado ojo grande y 1,7% jaiba araña.

La frecuencia de ocurrencia de las distintas especies capturadas, estableció que el camarón nailon se registró en el 35,8% de los 419 lances realizados; seguido de la merluza común con un 32% del total y en tercer lugar por el langostino amarillo el que se registró en un 22,2% de los lances. En el caso del langostino colorado su ocurrencia se produjo en un 21,5% de los lances realizados.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

---



## 2. INTRODUCCION

La pesquería industrial de crustáceos demersales, se ha desarrollado en la plataforma continental de la zona centro-norte y centro-sur del país, en un rango batimétrico que se extiende entre los 80 y 450 m de profundidad. Esta actividad se ha concentrado principalmente en la captura de tres especies, dos de la familia Galatheidae como son el langostino amarillo (*Cervimunida johni*) y langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) y un representante de la familia Pandalidae como lo es el camarón nailon (*Heterocarpus reedi*).

Lo anterior, ha llevado a que el mayor esfuerzo de investigación se haya concentrado en la zona centro-sur de Chile, siendo escasos los antecedentes disponibles para la I a IV región con respecto a la pesca de crustáceos demersales, pudiéndose señalar los trabajos de Bahamonde *et al.* (1981), Roa *et. al.*, (1999) y Gutiérrez y Zuñiga (1977).

La pesquería de langostino colorado se inició en la V Región, cuando este recurso se encontraba en toda la plataforma continental comprendida entre la V y VIII Región, como alternativa ante los descensos de las capturas de los hasta entonces recursos objetivos como eran el langostino amarillo y el camarón nailon. Posteriormente el área de operación de la flota se fue desplazando hacia el sur, centrándose desde 1980 en la VIII Región. En la actualidad, la pesquería está concentrada en tres focos de abundancia localizados en la plataforma frente a la VIII Región: el de "Punta Achira" que es el mayor y está situado frente a la punta del mismo nombre, el foco "Exterior" que se encuentra en el borde de la plataforma continental y que presenta cierta inestabilidad, puesto que en distintos cruceros de evaluación se ha detectado la presencia esporádica del langostino. Por último, el foco "Bío-Bío", que se encuentra frente a la desembocadura del río del mismo nombre. Además, también se ha concentrado frente



a un foco detectado a la cuadra de Pichilemu (VI Región) y un foco explotado en forma más reciente y ubicado a la cuadra del puerto de Coquimbo.

En 1991 IFOP realizó un primer monitoreo de la zona del foco de abundancia de Achira al respecto, Bahamonde y Roa, 1992; Roa y Bahamonde, 1993 señalan que en la zona de Achira, el recurso había iniciado un proceso de recuperación de la biomasa alcanzando las 38.997 t, con reinvasión de áreas hacia el norte, alcanzando la distribución de la especie hasta la latitud 35°20' L.S. y que la expansión se estaba realizando a una alta tasa y basado principalmente en una fuerte clase anual de juveniles que presionan sobre una mezcla de clases anuales más viejas (Roa y Bahamonde, 1993).

En 1993, con financiamiento de Fondo de Investigación Pesquera, la Universidad Católica de Valparaíso realizó una evaluación directa del stock de langostino colorado, detectando para la zona de Achira un incremento de aproximadamente un 70% de la biomasa, con respecto a la estimación de 1993, continuando con la expansión del límite norte de la distribución, el cual alcanzó hasta la latitud 35° L.S. En 1996, con la información recolectada por el proyecto FIP 95-13 " Análisis de la pesquería y evaluación indirecta del langostino colorado en la zona centro-sur", el cual fue ejecutado por el Instituto de Fomento Pesquero, fue posible constatar que nuevamente el área de distribución de la especie había aumentado, alcanzando hasta la latitud 34°L.S. y que la biomasa alcanzaba a aproximadamente las 80.000 t, estimación que fue realizada con la información de la actividad pesquera.

Dentro del marco del proyecto FIP 96-23, durante el año 1996 se ejecutó un crucero de prospección entre los 33°57' L.S. y los 36°69' L.S., con el objeto de cuantificar la biomasa existente en la plataforma continental, alcanzando un estimado de biomasa de



132.000 t y 123.000 t, por los métodos de diseño basado y modelo-basado, respectivamente (Roa *et al.*, 1997).

Durante el año 1998, en el marco del proyecto FIP 98-03 “Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII regiones”, se obtuvieron en forma esporádica y en niveles reducidos capturas de langostino colorado, sin detallarse la estructura de tallas de los ejemplares. Al respecto, cabe señalar que de 58 lances realizados entre las latitudes 21,5°S y 25,6°S en profundidades entre 46 y 500 metros, sólo 11 de ellos fueron positivos en relación con la captura de langostino colorado, con valores de 0,1 kg (6 lances) mientras que en los otros 5 variaron entre 8 y 170 kg por lance.

Durante 1999, y en función de los resultados obtenidos en el proyecto FIP 99-07 “Evaluación directa de langostino colorado de la V a VIII Regiones” se detectó que el recurso se concentró en 3 focos de importancia: siendo uno de ellos ubicado a la cuadra de Pichilemu (34,5-34,8° LS) (Bahamonde *et al.*, 2000).

Por otra parte, en una exploración pesquera realizada en la zona de la plataforma continental de la I Región, utilizando una red de arrastre langostinera, no se observaron capturas de langostino colorado.

Gutiérrez y Zúñiga (1977), presentan aspectos biológicos de muestras de langostino colorado capturado en la bahía de Mejillones (23°S), ellos señalan la presencia de estructura de tallas homogéneas a lo largo de un año de muestreo, con una distribución unimodal centrada entre 27 y 29 mm para hembras, mientras que para los machos se observa una estructura bimodal centrada en 27 y 31 cm, presentando valores menores a los observados en la zona central.



Otro antecedente interesante, lo constituye la presencia de langostino colorado en las capturas de lances de pesca realizados con redes de arrastre de mediagua, en el marco de proyectos de evaluación acústica de recursos pelágicos realizados por el IFOP en el litoral de la I y II Región desde 1996 a 1999. Una situación similar ha sido observada en el primer semestre de 1999 en la flota que se dedica a la captura de anchoveta con redes de cerco en la zona de Arica, donde un alto número de ejemplares de langostino colorado quedan enredados en los nudos de las mallas de las redes. Por otra parte, en visitas realizadas a plantas pesqueras en el sur de Perú, se observó que la alta densidad de langostino colorado obstruía los ductos de toma de agua (C. Martínez IFOP, Com. Pers.).

Sin embargo, un hecho poco común a lo antes señalado son los pequeños tamaños de los ejemplares capturados, que prácticamente no sobrepasan los 20 mm de longitud cefalotorácica (C. Martínez IFOP, datos no publicados), detectándose la presencia de hembras ovíferas en ejemplares de 13 mm de longitud cefalotorácica, tamaño bastante menor al señalado por Gutiérrez y Zuñiga (1977), quienes observaron una talla mínima de 19 mm para hembras ovíferas.

A partir del segundo semestre de 1998 se comenzaron a registrar actividades extractivas sobre el recurso langostino colorado en el litoral de la III y IV Regiones con una captura de 461 t (SERNAPESCA, 1999). Asimismo, existe un número significativo de embarcaciones industriales que cuentan con autorización para efectuar labores de pesca sobre el langostino colorado al norte de la V Región. En la actualidad, se encuentra suspendida la recepción de solicitudes y el otorgamiento de autorizaciones de pesca referidas a langostino colorado y su fauna acompañante, en el área comprendida en el litoral de la I a IV Región. A este respecto y considerando que no se tiene información comprendida en el litoral de la I y IV Regiones, se hace necesario realizar una evaluación directa en dicha área destinada a definir con mayor precisión la



distribución del langostino colorado y evaluar su nivel de biomasa presente en la zona de estudio.

En 1999, el Consejo de Investigación Pesquera, decidió licitar el proyecto "Evaluación directa del stock de langostino colorado entre la I y IV Regiones", el cual en concurso público fue adjudicado por el Instituto de Fomento Pesquero.

En el presente Informe Final se entregan los resultados obtenidos, análisis y conclusiones del proyecto FIP N° 99-30.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

---



### 3. INDICE GENERAL

	Página
1. RESUMEN EJECUTIVO -----	1
2. INTRODUCCION -----	7
3. INDICE GENERAL -----	13
4. INDICES TABLAS Y FIGURAS -----	17
4.1. Indice de Tablas -----	17
4.2. Indice de Figuras -----	19
5. OBJETIVOS -----	21
5.1 Objetivo general -----	21
5.2 Objetivos específicos -----	21
6. PERSONAL PARTICIPANTE -----	23
7. METODOLOGIA -----	25
7.1. Zona de estudio y período de evaluación -----	25
7.1.1 Embarcación -----	26
7.2. OBJETIVO ESPECÍFICO 5.2.1 "Determinar la distribución del recurso langostino colorado en el área de estudio" -----	26
7.3. OBJETIVO ESPECÍFICO 5.2.2 "Determinar la biomasa total (en peso) y la abundancia (en número), por sexo y talla del recurso langostino colorado, en el área de estudio y en los principales focos de abundancia" -----	32
7.3.1 Procedimiento de estimación de la biomasa (B) -----	32
7.3.1.1 Enfoque tradicional	



7.3.1.2	Enfoque Geoestadístico	
7.3.1.3	Estimación de intervalos de confianza y variabilidad de abertura punta alas de la red.	
7.3.2	Análisis de las estructuras de tallas -----	39
7.3.2.1	Levantamiento de las estructuras de tallas	
7.3.2.2	Estimación de los parámetros de la relación longitud cefalotorácica-peso total.	
7.3.2.3	Identificación de grupos modales-etarios	
7.3.2.4	Análisis de factores gravimétricos	
7.3.2.5	Estimación de la biomasa en peso a la talla por sexo	
7.3.2.6	Estimación de la abundancia y biomasa por sexo	
7.3.2.7	Estimación de la captura en peso de langostino colorado	
<b>7.4.</b>	<b>OBJETIVO ESPECIFICO 5.2.3 "Determinar la condición reproductiva y la proporción sexual de langostino colorado en el área de estudio y en los principales focos de abundancia" -----</b>	<b>50</b>
7.4.1	Proporción sexual -----	51
7.4.2	Proporción de hembras ovíferas -----	52
7.4.3	Estado de desarrollo de los huevos -----	53
7.4.4	Dureza del exoesqueleto -----	53
7.5	<b>OBJETIVO ESPECÍFICO 5.2.4 "Determinar la composición e importancia relativa de las especies que constituyen la fauna acompañante de la pesquería de langostino colorado, durante la cuantificación del recurso" -----</b>	<b>54</b>
7.5.1	Obtención de la información -----	54
7.5.2	Importancia relativa por especie -----	55
<b>8.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSION -----</b>	<b>57</b>
8.1	Prospección -----	57
8.2	Captura de langostino colorado (kg) -----	58
8.3	<b>OBJETIVO ESPECÍFICO 5.2.1 "Determinar la distribución del recurso langostino colorado en el área de estudio" -----</b>	<b>59</b>



8.4	<b>OBJETIVO ESPECÍFICO 5.2.2</b> "Determinar la biomasa total (en peso) y la abundancia (en número), por sexo y talla del recurso langostino colorado, en el área de estudio y en los principales focos de abundancia -----	62
8.4.1	Estimación de biomاسas -----	62
8.4.2	Estructura poblacional del recurso -----	65
8.5	<b>OBJETIVO ESPECÍFICO 5.2.3</b> "Determinar la condición reproductiva y la proporción sexual de langostino colorado en el área de estudio y en los principales focos de abundancia" ---	71
8.5.1.	Proporción sexual y de hembras ovíferas -----	71
8.5.2.	Madurez de los huevos portados por las hembras -----	72
8.5.3.	Dureza del exoesqueleto -----	73
8.6	<b>OBJETIVO ESPECÍFICO 5.2.4</b> "Determinar la composición e importancia relativa de las especies que constituyen la fauna acompañante de la pesquería de langostino colorado, durante la cuantificación del recurso" -----	73
9.	<b>DISCUSION</b> -----	77
10.	<b>CONCLUSIONES</b> -----	87
11.	<b>BIBLIOGRAFIA</b> -----	91
<b>TABLAS</b>		
<b>FIGURAS</b>		
<b>ANEXOS</b>		



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

---



## 4. INDICES TABLAS Y FIGURAS

### 4.1 INDICE DE TABLAS

- Tabla 1. Captura total de langostino colorado por Subárea.
- Tabla 2. Rangos de captura de langostino colorado por Subárea y según número de lances realizados.
- Tabla 3. Captura de langostino colorado, según rango de profundidad.
- Tabla 4. Centros de gravedad, Radio estándar (DEG) y Coeficiente de Dispersión Relativa (CDR), de la cartografía de Abundancia de langostino colorado, por focos.
- Tabla 5. Principales indicadores operacionales de los focos de abundancia identificados para el langostino colorado en la zona norte.
- Tabla 6. Densidades y biomاسas estimadas para el langostino colorado de la zona norte por tipo de estimador y foco de agregación, considerando la variación de la CPUA.
- Tabla 7. Biomاسas totales de langostino colorado (III y IV Regiones) según tipo de estimador.
- Tabla 8. Biomاسas totales de langostino colorado (III y IV Regiones) según tipo de estimador considerando variabilidad en la abertura punta alas.
- Tabla 9. Estadísticas de las estructuras de tallas de langostino colorado en la zona norte por región y sexo.
- Tabla 10. Estadísticas de las estructuras de tallas de langostino *Pleuroncodes sp* identificado en la zona norte por región y sexo.



- Tabla 11. Estadísticas de la descomposición modal de las estructuras de tallas del langostino colorado por región y sexo.
- Tabla 12. Resultados del ajuste de la relación longitud – peso, a través de regresión lineal para langostino colorado, según sexo y región.
- Tabla 13. Comparación de los parámetros de la relación talla – peso entre sexos para langostino colorado a través de un modelo de regresión múltiple con variables indicadoras (Neter *et. al.*, 1990).
- Tabla 14. Comparación de los parámetros de la relación talla – peso entre regiones para hembras de langostino colorado a través de un modelo de regresión múltiple con variables indicadoras (Neter *et. al.*, 1990).
- Tabla 15. Comparación de los parámetros de la relación talla – peso entre regiones para machos de langostino colorado a través de un modelo de regresión múltiple con variables indicadoras (Neter *et. al.*, 1990).
- Tabla 16. Número de ejemplares medidos y proporciones sexuales asociadas del langostino colorado de la zona norte.
- Tabla 17. Biomاسas y abundancias del langostino colorado en la zona norte por región, foco y sexo.
- Tabla 18. Listado de especies que componen la fauna acompañante de langostino colorado y porcentaje en peso de la captura total para la Subárea A.
- Tabla 19. Listado de especies que componen la fauna acompañante de langostino colorado y porcentaje en peso de la captura total para la Subárea B.



## 4.2 INDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Zona de estudio.
- Figura 2. Distribución espacial de transectas de muestreo y lances de pesca. Subárea A.
- Figura 3. Distribución espacial de transectas de muestreo y a) lances sistemáticos; b) lances de evaluación. Subárea B.
- Figura 4. Distribución espacial de CPUA (t/área barrida), de langostino colorado. a) Subárea A y b) Subárea B.
- Figura 5. Distribución espacial de centros de gravedad por focos de abundancia de langostino colorado en (a) Subárea A y (b) Subárea B.
- Figura 6. Variogramas de focos de abundancia de langostino colorado (I a IV Región).
- Figura 7. Distribuciones de probabilidad de la biomasa estimada para langostino colorado (I a IV Región), según los distintos estimadores obtenida de la simulación de Montecarlo.
- Figura 8. Estructura de tallas del langostino colorado de la zona norte por región y sexo.
- Figura 9. Estructura de tallas del langostino *Pleuroncodes sp.* Identificado en los lances de evaluación entre la I y II Regiones.
- Figura 10. Distribución de los componentes modales identificados en las estructuras de tallas de langostino colorado por sexo y región.
- Figura 11. Ajustes del modelo potencial entre la longitud y el peso de langostino colorado para machos, II Región. 1999.



- Figura 12. Ajustes del modelo potencial entre la longitud y el peso de langostino colorado por sexo, III Región. 1999.
- Figura 13. Ajustes del modelo potencial entre la longitud y el peso de langostino colorado por sexo, IV Región. 1999.
- Figura 14. Estructuras de pesos a la talla total de langostino colorado I a IV regiones, según modelos peso-talla log-lineal y no-lineal.
- Figura 15. Porcentaje de individuos de acuerdo al estado de desarrollo de los huevos portados en el área de estudio.
- Figura 16. Porcentaje de individuos de acuerdo al estado de desarrollo de los huevos portados y estrato de tallas.
- Figura 17. Composición de la captura de fauna acompañante en la Subárea A.
- Figura 18. Composición de la captura de fauna acompañante en la Subárea A, solo en lances con captura de langostino colorado.
- Figura 19. Composición de la captura de fauna acompañante en la Subárea B y en cada uno de los focos de abundancia identificados en ella.
- Figura 20. Estructura de tallas de las principales especies fauna acompañante detectadas en la Subárea A.
- Figura 21. Estructura de tallas de las principales especies fauna acompañante detectadas en la Subárea B.
- Figura 22. Distribución espacial de la CPUA ( $\text{kg}/\text{km}^2$ ) de la fauna acompañante: A) camarón nailon, B) merluza común, C) brotulín y D) langostino del norte. Subárea A.
- Figura 23. Distribución espacial de la CPUA ( $\text{kg}/\text{km}^2$ ) de la fauna acompañante: A) langostino amarillo, B) camarón nailon y C) merluza común. Subárea B.



## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. Objetivo general**

Estimar, mediante evaluación directa, el nivel de biomasa y abundancia de langostino colorado existente entre la I y IV Región, utilizando el método de área barrida.

### **5.2. Objetivos específicos**

- 5.2.1** Determinar la distribución del recurso langostino colorado en el área de estudio.
- 5.2.2** Determinar la biomasa total (en peso) y abundancia (en número), por sexo y talla del recurso langostino colorado en el área de estudio y en los principales focos de abundancia.
- 5.2.3** Determinar la condición reproductiva y la proporción sexual de langostino colorado en el área de estudio y en los principales focos de abundancia
- 5.2.4** Determinar la composición e importancia relativa de las especies que constituyen la fauna acompañante de la pesquería de langostino colorado, durante la cuantificación del recurso.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

---



## 6. PERSONAL PARTICIPANTE

NOMBRE	FUNCION	INSTITUCIÓN
María Angela Barbieri B.	Jefe de Proyecto	IFOP
Roberto Bahamonde F.	Coordinador	
Cristian Canales R.	Análisis de resultados	
Bernardo Leiva P.	Jefe de Crucero (Pam "Chonos 73")	
Sergio Lillo V.	Análisis de resultados	
Patricio Gálvez G.	Análisis de información espacial.	
Carlos Montenegro S.	Análisis de resultados	
Teresa Peñailillo N.	Análisis de resultados	
Humberto Pool P.	Análisis de resultados	
Gonzalo Muñoz H.	Técnico muestreador a bordo	
Claudio Vicencio E.	Procesos intermedios	
Hernán Miranda	Análisis de resultados	

NOMBRE	FUNCION	INSTITUCIÓN
Patricio Arana E.	Coordinador general	UCV
Aurora Guerrero C.	Coordinación, recepción y distribución de información	
Reinaldo Rehhof D.	Jefe de Crucero y muestreo (PAM "Tiberiades")	
Francisco Gallardo P.	Jefe de Cubierta (PAM "Cachagua I")	
Mario Lara G.	Jefe de Crucero (PAM "Cachagua I")	
Johnny Labbe F.	Encargado de muestreo en tierra	
Soledad Tapia A.	Confeción de Data Report	
Esmeralda Arredondo.	Digitación	



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

---



## **7. METODOLOGIA**

### **7.1 Zona de estudio y período de evaluación**

La zona de estudio se dividió en dos subáreas, una "A" que consideró la I y II Región (Arica 18°25'S a Carrizalillo 26°00'S) y otra "B" que incluyó las Regiones III y IV (Carrizalillo 26°01'S a Pichidangui 32°10'S). Esta subdivisión obedeció esencialmente a razones operativas y al diseño de la prospección. La prospección en las I y II Regiones la efectuó el Instituto de Fomento Pesquero y en las III y IV Regiones la realizó la Universidad Católica de Valparaíso (Fig. 1).

#### **Subárea A. I y II Región**

El área de estudio comprendió la plataforma continental y el talud superior entre los 100 y 400 m de profundidad para lo cual esta subárea fue dividida en 24 transectas equidistantes entre si cada 20 mn en consideración a su extensión latitudinal (455 mn). El período en que se realizó esta prospección fue entre los días 7 y 20 de diciembre de 1999.

#### **Subárea B. III y IV Región**

En esta subárea la prospección abarcó batimétricamente desde los 100 a 500 m de profundidad, y la extensión latitudinal (372 mn) fue dividida en 38 transectas perpendiculares a la costa y separadas entre si cada 10 mn. La prospección de pesca fue realizada entre el 9 de agosto y el 25 de octubre de 1999.



### 7.1.1 Embarcación

Para el crucero de evaluación se emplearon tres embarcaciones del tipo arrastrero de profundidad siendo éstas: el PAM "Chonos 73" de los registros de la empresa pesquera Viento Sur S.A., que cubrió el subárea A en su totalidad; el PAM "Cachagua I" de los registros de la empresa pesquera Sirius Achemar Ltda, que cubrió el rango latitudinal 26°00,13' – 28°59,40' S. y el PAM "Tiberiades" perteneciente a la Universidad Católica de Valparaíso que cubrió el rango latitudinal 29°00' S hasta la latitud 32°12,01' S.

El arte de pesca utilizado correspondió a redes de arrastre de fondo, cuyas características corresponden a las comúnmente utilizadas por la flota comercial en sus faenas normales de extracción de crustáceos demersales.

Las principales características de las embarcaciones utilizadas con sus respectivos artes de pesca se muestran en el anexo 1.

### 7.2. OBJETIVO ESPECÍFICO 5.2.1 "Determinar la distribución del recurso langostino colorado en el área de estudio"

La distribución del langostino colorado corresponde a la fracción del stock presente en los fondos rastreables del área de estudio y fue estimada a partir de las estimaciones de densidad CPUA (entendida como la captura por kilómetro cuadrado barrido por la red). La expresión que determina esta variable corresponde a:

$$CPUA = \frac{Y}{APA * d}$$



Donde *APA* es la abertura punta-alas de la red bajo condiciones de trabajo, y *d* la distancia lineal recorrida en el lance.

Para la estimación de la CPUA, el valor de la APA se calculó de acuerdo a lo informado por Canales *et al.* (1997) en idéntica metodología aplicada a redes langostineras de la zona centro-sur, como el equivalente al 52% de la longitud de relinga superior de cada red empleada en cada embarcación (tanto las embarcaciones como las redes ocupadas en el actual estudio para la Subzona B son semejantes a las utilizadas en el estudio del año 1997).

Por otro lado, en el caso del PAM "Chonos 73", además se estimó experimentalmente el valor de la APA, para la formulación del cálculo de la separación de portalones que corresponde a:

$$Seport = ((B - A) * Lc + A) * K$$

- Seport : Separación de portalones
- A : Separación cables a la altura de la pastecas de arrastre
- B : Separación de los cables a una distancia de un metro de las pastecas
- Lc : Longitud del cable de cala
- K : Constante de Crewe (K= 1,1)

De esta forma, la separación entre punta de alas se establece como:

$$APA = \frac{Seport * Lr}{Lr + Lm + Le + Lpg}$$

- APA : Separación portalones
- Lr : Longitud red



- Le : Longitud estándares
- Lm : Longitud malletas
- Lpg : Longitud patas de gallo

Se empleó un sistema geográfico de información (SIG) que automatiza el tratamiento de datos espaciales georeferenciados (a través de GPS); se trabajó como elemento básico el lance de pesca, que se expresó como un punto al que se asocia su localización en el espacio.

La información de los lances de pesca fue representada a través de carta de distribución geográfica de densidad del langostino colorado (toneladas por kilómetro lineal) en el área total. Por foco de abundancia se estimó el centro de gravedad (CG) de acuerdo a la metodología empleada por Barbieri *et al.*, 1995 y por Yáñez *et al.*, 1995. El análisis estadístico de las cartas de distribución se realizó considerando el grado de dispersión relativa del langostino colorado mediante el Coeficiente de Dispersión Relativa (CDR).

El método utilizado en la confección de la carta de distribución, consistió en la extrapolación mediante el *kriging* (Davis, 1973), desde los puntos de muestreo (lances de pesca) hacia el área no explorada. Para este efecto, y cuando las muestras provenientes de un muestreo no son independientes entre ellas y su distribución espacial puede ser estructurada, se requiere la estimación de un modelo de correlación de la población, mediante la utilización de técnicas geoestadísticas (Armstrong *et al.* 1992; Petitgas, 1991; Petitgas y Prampart, 1995; Cressie, 1993; Isaaks and Strivastava, 1989, Thompson, 1992; Maravelias *et al.* 1996; Simard *et al.* 1992; Davis, 1973).

El método geoestadístico intrínseco, corresponde a una aplicación de la teoría de funciones aleatorias a la estimación local (mapeo), los datos son interpretados como



una representación muestral de un proceso aleatorio dentro del área de estudio, a través de un variograma, el cual mide la variabilidad media entre dos mediciones experimentales  $(Z(x_i) - Z(x_{i+h}))^2$  como función de su distancia  $h$ , definida mediante la ecuación:

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

La asunción de estacionaridad de segundo en el método intrínseco, es decir, que la media y la varianza de los incrementos sean constantes, permite estimar el variograma experimental  $2\gamma^*(h)$  como:

$$2\gamma^*(\theta, h) = \frac{1}{N(\theta, h)} \sum_i [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2$$

Siendo  $Z(x_i)$  el valor experimental en el punto  $x_i$  y  $N(\theta, h)$  el número de pares de datos en la dirección  $\theta$  y distancia  $h$ .

El variograma es estimado en varias direcciones ( $\theta$ ), por cuanto el comportamiento de las estructuras no depende sólo de su distancia sino que puede existir una componente direccional (i.e. anisotropía). La posible existencia de anisotropía se efectúa mediante un análisis de diagrama de rosa (Isaaks and Strivastava (1989) y en el caso de detectarse isotropía geométrica (también llamada geometría elíptica), la razón de anisotropía ( $k$ ) se estima como:

$$k = \frac{\text{rango 1}}{\text{rango 2}}$$



Donde los rangos 1 y 2, corresponden a los rangos del variograma de los ejes mayor y menor de la elipse.

El variograma experimental es ajustado a un modelo matemático, siendo los más utilizados el esférico y exponencial definidos por Cressie (1993) como:

**Modelo esférico:**

$$\gamma(h, \theta) = \begin{cases} 0, & |h| = 0 \\ c_0 + c_s \left\{ (3/2)(|h|/a_s) - (1/2)(|h|/a_s)^3 \right\}, & 0 < |h| \leq a_s \\ c_0 + c_s, & |h| > a_s \end{cases}$$

**Modelo exponencial:**

$$\gamma(h, \theta) = \begin{cases} 0, & h = 0 \\ c_0 + c_e \{ 1 - \exp(-h/a_e) \}, & h \neq 0 \end{cases}$$

Donde,  $c_0$  corresponde a la variabilidad de microescala,  $c_s$ ,  $c_e$  representan la varianza estructural de los respectivos modelos de variogramas y  $a_s$ ,  $a_e$  los rangos o distancias hasta la cual los datos presentan correlación.

La suma de ambas variabilidades ( $c_0 + (c_s ; c_e)$ ), representa el *sill* o nivel máximo de variabilidad. En el caso del modelo exponencial el rango se asume como el punto en el cual el modelo incluye el 95% del *sill*, ésto puede ser estimado como tres veces el rango teórico ( $3a_e$ ).



El ajuste de los modelos a los datos del variograma experimental, se realiza mediante el método de mínimos cuadrados descrito por Cressie (1993) minimizando la función:

$$\sum_{i=1}^H N(h_j) \left\{ \frac{\hat{\gamma}(h(j))}{\gamma(h(j); \theta)} - 1 \right\}^2$$

donde  $H$  es el número de intervalos en que la distancia entre puntos de muestreo es discretizada. Cada residuo al cuadrado es ponderado de acuerdo a  $N(h_j)$ , que es el número de pares de datos utilizados para estimar  $\hat{\gamma}(h_j)$  y al inverso de  $\gamma(h_j)^2$ . Lo anterior, tiene la propiedad de aumentar la ponderación de los puntos cercanos al origen del variograma, permitiendo obtener un buen ajuste en las cercanías de su origen, además de disminuir la ponderación de los puntos no representativos (Cressie, 1993; Pelletier and Parma, 1994; Maravelias *et al.*, 1996).

En el trazado de las líneas de isoabundancia, se utiliza el programa Surfer 6.0 (Keckler, 1996) y el variograma se estima mediante los programas EVA (Petitgas y Prampart, 1995), GS+ y GEOEAS (Englund y Sparks, 1988).



### 7.3 OBJETIVO ESPECÍFICO 5.2.2 "Determinar la biomasa total (en peso) y la abundancia (en número), por sexo y talla del recurso langostino colorado, en el área de estudio y en los principales focos de abundancia

#### 7.3.1 Procedimiento de estimación de la biomasa (B)

La determinación de la biomasa del recurso fue abordada a través del modelo de evaluación del área barrida, el cual fue tratado en base a dos enfoques: tradicional y geo-estadístico.

##### 7.3.1.1 Enfoque tradicional

Con el fin de proveer un estimado de biomasa a través del método área barrida, la biomasa es determinada por la expresión:

$$\bar{B}_z = \frac{A_z * \overline{CPUA}_z}{q_z}$$

su varianza como,

$$V(B_z) = \frac{A_z^2}{q_z} * V(CPUA_z)$$

En esta expresión, el sufijo "z" indexa el área de evaluación (total o foco), A es el área de concentración del recurso, y q el coeficiente de vulnerabilidad supuesto en nuestro estudio, a falta de mayores antecedentes, igual a la unidad. Se debe destacar, que el estimador de biomasa clásico corresponde al producto de dos componentes (área y densidad) cuyos cálculos son independientes entre sí.



## Determinación del componente espacial

Se cuantifica el área de agregación de cada foco analizado, para este efecto se calcula el área de un polígono irregular, lo que involucra intrínsecamente el desarrollo de una integral por aproximación numérica. Para este efecto se empleó un programa desarrollado en lenguaje MATLAB (MAThematics LABoratory), el cual permite integrar una función continua por trazos discretos, donde el algoritmo tiene los siguientes pasos:

- Se precisa a través de puntos geográficos, los n-vértices que definen el contorno del foco de agregación identificado, corrigiendo las posiciones de longitudes por el coseno de la latitud media, entendida como el promedio entre la máxima y mínima latitud del foco j-ésimo:

$$Lon_i = Lon_i * \cos\left(\frac{\max(Lat_j) - \min(Lat_j)}{2}\right)$$

- Entre dos puntos sucesivos, se realiza el ajuste de un modelo de regresión lineal simple, con lo cual dicho segmento queda representado por una función continua.
- Se aplica la función de integración QUAD8.M al trazo determinado, con límites definidos por las longitudes corregidas de los 2 puntos evaluados. Si la pendiente de la regresión es menor que cero, el área evaluada (en grados de latitud) es negativa.
- se almacena el área calculada en un arreglo vectorial
- se vuelve a 2 hasta completar todos los vértices definidos
- el área total, es la suma del arreglo que almacenó las n-1 áreas antes calculadas.



- El área computada en grados de latitud cuadradas, se transforma a  $\text{km}^2$  a través del factor  $f= 12,347 \text{ km}^2/\text{grados}^2$ .

### Determinación del componente densidad

El otro componente asociado a la determinación de la biomasa por foco de agregación, corresponde a la densidad espacial (CPUA) medida en toneladas por unidad de área barrida por la red ( $\text{t}/\text{km}^2$ ).

A continuación se exponen diversos métodos de su estimación, la elección de uno u otro estimador dependerá del contraste de las hipótesis subyacente de cada modelo versus la estructura de los datos.

#### a) Estimador mediana aleatoria

Este procedimiento consiste en remuestrear aleatoriamente lances dentro del foco, y del conjunto de datos, se determina el valor central a través de la mediana, entendida ésta como el valor que da cuenta del 50% de la distribución acumulada en la forma:

$$\hat{CPUA} = \frac{\sum_{i=1}^{nl} CPUA_i}{\sum_{j=1}^{nl} CPUA} = 0,5$$

donde  $CPUA_{i+1} > CPUA_i$ , y  $nl$  es el número de lances muestreados. Este procedimiento se replica un número determinado de veces (p. ej.  $N=1.000$  réplicas), con lo cual se consigue una distribución empírica del estimador, asimilable de acuerdo a la teoría central del límite, con una distribución normal, con media:



$$\overline{CPUA} = \frac{\sum_{i=1}^N \widehat{CPUA}_i}{N}$$

y varianza

$$V(\overline{CPUA}) = \frac{\sum_{i=1}^N (\widehat{CPUA}_i - \overline{CPUA})^2}{N-1} * \frac{1-f}{n}$$

### b) Estimador delta

El fundamento de este estimador dice relación con las características distribucionales intrínsecas de la captura por unidad de esfuerzo; ésto es, que aún cuando se ha descrito que esta variable tiene una distribución delta (Sparre y Venema, 1989), es en definitiva el tamaño de muestra aquel factor determinante en el grado de ajuste que presenten los datos a dicha función.

Este estimador corresponde a:

$$\widehat{CPUA} = \left(\frac{m}{n}\right) \exp(\bar{y}) G_m(r)$$

donde  $m$  es la cantidad de lances con pesca,  $n$  es la cantidad total de lances,  $\bar{y}$  es la media de la variable transformada a logaritmo natural, y  $G_m(r)$  es una función de la varianza de la variable transformada a logaritmo de la forma:

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

donde;



$$r = \frac{s^2}{2}$$

siendo  $s^2$  la varianza de la variable transformada a logaritmo. Puede apreciarse que  $G_m(r)$  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 la  $\hat{CPUA}$  viene dada por :

$$\hat{v}(\hat{CPUA}) = \left[ \frac{m}{n} \right] \exp(2\bar{y}) \left[ \left( \frac{m}{n} \right) G_m(r)^2 - \frac{(m-1)}{(n-1)} G_m\left(\frac{(m-2)2r}{(m-1)}\right) \right]$$

### c) Estimador de Razón

El estimador de razón corresponde a:

$$\hat{CPUA} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i}{\sum_{i=1}^n E_i}$$

donde,  $\hat{CPUA}$  corresponde a la razón, C a la captura, E al esfuerzo e "i" indexa al lance.

La varianza del estimador de razón corresponde a:

$$\hat{v}(\hat{CPUA}) = \frac{1-f}{nE^2} * \left( \sum_{i=1}^n C_i^2 - 2\hat{CPUA} \sum_{i=1}^n C_i E_i + \hat{CPUA}^2 \sum_{i=1}^n E_i^2 \right) * \frac{1}{n-1}$$

donde f corresponde a la corrección por población finita.



#### d) Estimador promedio

El estimador de razón corresponde a:

$$\widehat{CPUA} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i}{E_i n}$$

donde,  $\widehat{CPUA}$  corresponde a promedio, C a la captura, E al esfuerzo, "i" indexa al lance y n el número de estos.

La varianza del estimador de promedio corresponde a:

$$V(\widehat{CPUA}) = \frac{\sum_{i=1}^N (CPUA_i - \widehat{CPUA})^2}{N-1} * \frac{1-f}{n}$$

#### 7.3.1.2 Enfoque Geoestadístico

La estimación de la densidad media del área de operación, se estima mediante la utilización del *kriging*, que pondera los valores de densidad en los puntos muestreados, permitiendo la elaboración de mapas de distribución y estimaciones globales de la abundancia del recurso (Deutsch and Journel, 1992).

- **Estimación de la densidad**

La densidad media  $Z_v^*$  sobre un área se estima como:



$$Z_v^* = \sum_{\alpha} w_{\alpha} * z(x_{\alpha})$$

siendo “z” el valor medido en el punto  $x_{\alpha}$ , definido por su latitud y longitud y  $w_{\alpha}$  su ponderador ( $\sum w_{\alpha} = 1$ ).

- **Estimación de la biomasa**

La evaluación de la biomasa y la estimación de la varianza mediante métodos directos, se basa en el supuesto que la densidad o abundancia relativa, es proporcional a la abundancia presente en el área (Alverson y Pereyra, 1969).

La biomasa total ( $B_k$ ) en un área “k” se estima como:

$$\hat{B}_k = A_k * Z_{vk}^*$$

siendo A el área de distribución del recurso en el foco o sector, y  $Z_v^*$  su densidad media.

La biomasa en el área de estudio es estimada según:

$$\hat{B} = \sum_I \hat{B}_k$$

La varianza es estimada mediante un algoritmo de **kriging**, que pondera los puntos de muestreo de acuerdo a su posición relativa y estructura, generando un estimador de varianza minimizado:



$$\sigma_E^2 = \frac{2}{V} \sum_{\alpha} \lambda_{\alpha} \int_{\nu} \gamma(|x_{\alpha} - y|) dy - \bar{\gamma}_{rr} - \sum_{\alpha} \sum_{\beta} \lambda_{\alpha} \lambda_{\beta} \gamma(|x_{\alpha} - x_{\beta}|)$$

En el método intrínseco (estacionaridad de segundo orden), el variograma ( $2\gamma(h)$ ) es estimado a través de los datos mediante el variograma experimental ( $2\gamma^*(h)$ ) (Armstrong *et al.*, 1992), que representa el promedio de las diferencias cuadráticas entre dos mediciones experimentales realizadas entre dos puntos separados por una distancia  $h$ .

### 7.3.1.3 Estimación de intervalos de confianza y variabilidad de abertura punta alas de la red

Los intervalos de confianza para cada uno de los estimadores antes señalados, fueron construidos de acuerdo con la expresión

$$IC_x = B_x \pm t_{1-\alpha/2} * \frac{A_x^2 * V(CPUA_x)}{N-1}$$

con  $\alpha=5\%$  para un nivel de confianza del 97,5%.

Cabe señalar que estas estructuras de varianzas son independientes de las estimaciones de abertura punta alas realizadas, las que igualmente involucran un error de precisión en las estimaciones centrales. En este contexto, si definimos:

$V(X)$  = varianza del estimador asociada a los lances de evaluación

$V(Y)$  = varianza del estimador asociada a los lances de medición del APA



Se tiene entonces que para dos fuentes independientes, la aditividad de las varianzas resultan aplicables de la forma:

$$V(X + Y) = V(X) + V(Y)$$

Nótese que el primer término de esta adición es conocido dada las estructuras antes señaladas, pero el segundo término debió ser construido bajo las siguientes consideraciones:

- Sólo se dispone de mediciones empíricas de APA para una red de 4 paneles.
- La relación APA/LRS de una red de 4 paneles (PAM "Chonos 73") no puede ser asimilada a una red de 2 paneles (PAM "Cachagua I" y "Tiberiades").
- La relación APA/LRS para redes de 2 paneles se supone conocida en un factor 0,52.
- Solo la razón entre la variabilidad del factor APA/LRS y LRS de una red de 4 paneles podría ser extensible a redes de 2 paneles.

De esta forma, la estimación de  $V(Y)$  se estructura según los siguientes pasos:

1. Se dispone de datos de APA medidos empíricamente para una red de 4 paneles.
2. Se estima para cada observación, el factor APA/LRS con LRS conocida en 30,1 m.
3. Se estima el error estándar de este factor ( $\sigma$ ).
4. Dado el factor de calculo APA/LRS asumido en 0,52, se simulan a través de Montecarlo, 10 mil valores de este factor distribuidos normales con media 0,52 y desviación  $\sigma$ .



$$APA/LRS \sim N(0.52, \sigma^2)$$

5. Se normalizan estas simulaciones según el factor central 0,52

$$K_i = \frac{1}{0.52} (APA/LRS)_i$$

6. Finalmente y conocido cada una de los estimadores centrales de biomazas ( $B$ ), sus respectivas distribuciones de probabilidad se consiguen a través del producto.

$$B_i = B * K_i$$

7. De este modo,  $V(Y) = \frac{1}{9999} \sum_i (B_i - B)^2$

Lo anterior fue implementado en lenguaje MATLAB y cuyo detalle de la información y programa se informa en anexo 4 y 5.

### 7.3.2 Análisis de las estructuras de tallas

#### 7.3.2.1 Levantamiento de las estructuras de tallas

- **Diseño del muestreo**

El diseño de muestreo propuesto para la estimación de la estructura de tallas de las capturas y la proporción sexual, correspondió a un muestreo aleatorio de los individuos capturados por lance de pesca y foco de abundancia.



Para caracterizar la captura de langostino colorado y determinar el número de ejemplares por talla y sexo en cada lance, se obtuvo una muestra al azar de aproximadamente 4 kg de esta especie. Esta muestra se separó de las cajas seleccionadas para determinar el nivel de captura por lance, ésto permitió obtener una muestra que varió entre 250 a 350 ejemplares por lance, dependiendo del tamaño de los ejemplares capturados.

Los ejemplares fueron medidos con una división mínima de 1 mm en su largo cefalotorácico, registrándose el sexo y la presencia o ausencia de huevos en las hembras. Para obtener el peso individual de los ejemplares, se utilizó una balanza electrónica con una precisión de 0,1 g.

- **Estimadores de estructuras de tallas**

Los registros de longitud provenientes de los muestreos de las capturas de langostino colorado por sexo y estado reproductivo (en el caso de las hembras) fueron ingresados en archivo computacional y procesados por área de estudio e intervalo de profundidad.

Los datos de longitud procesados permitieron las estimaciones de la composición de la longitud por sexo y estado reproductivo para cada área de abundancia. En el proceso, se emplearon software como programas con planillas de cálculo y programas estadísticos.

Las distribuciones de las frecuencias de tallas, fueron estimadas mediante una combinación lineal de las distribuciones de tallas obtenidas en cada lance, empleando como factor de ponderación, los valores de captura estándar (kg/h) de la especie obtenida en cada lance.



Las distribuciones de longitud ponderadas fueron estimadas mediante:

Estimador para la distribución ponderada de longitud  $P_{pk}$

$$\hat{P}_{pk} = \sum_{j=1}^j \frac{d_j}{D} \hat{p}_{jk}$$

— Estimador de la varianza de  $P_{pk}$

$$\hat{V}(\hat{P}_{pk}) = \sum_{j=1}^j \left[ \frac{d_j}{D} \right]^2 \hat{V}(\hat{p}_{jk})$$

— Estimador del Coeficiente de Variación de  $P_{pk}$

$$\hat{CV}(\hat{P}_{pk}) = \frac{\hat{V}(\hat{P}_{pk})}{\hat{P}_{pk}}$$

$$D = \sum_{j=1}^j d_j$$

donde:

$$\hat{p}_{jk} = \frac{n_{jk}}{n_j}$$

$$\hat{V}(\hat{p}_{jk}) = \frac{1}{n_j - 1} \hat{p}_{jk} [1 - \hat{p}_{jk}]$$

h = Subárea

j = Lance  $j = 1, 2, \dots, j$



- k = Clase de talla k = 1,2,...k
- d<sub>j</sub> = Captura estándar (kg/h) del lance j
- n<sub>j</sub> = Muestra de longitud (ejemplares) en el lance j
- n<sub>jk</sub> = Ejemplares de longitud k en la muestra del lance j

Los diferentes contrastes entre las distribuciones de tallas ponderadas, tanto para las diferentes áreas de estudio, serán realizadas mediante la prueba estadística Kolgomorov-Smirnov (Benjamín, J: y C. A. Cornel, 1989).

- **Estimadores específicos**

Estimador de la proporción de ejemplares por talla "k" en la subárea "h"

$$\hat{P}_{hk} = \frac{\sum_{j=1}^{m_h} C_{hj}}{C_h} \hat{P}_{hkj}$$

$$C_h = \sum_{j=1}^{m_h} C_{hj}$$

$$P_{hkj} = \frac{n_{hkj}}{n_{hj}}$$

donde:

- C<sub>h</sub> = Captura en el subárea "h"
- m = Número de lances con pesca muestreados
- n<sub>jk</sub> = Ejemplares en el lance "j" y de longitud "k"
- n<sub>j</sub> = Muestra de ejemplares en el lance "j"
- C<sub>j</sub> = Cajas de ejemplares del lance "j"



Estimación de la varianza de  $P_{hk(h^*)}$

$$\hat{V}(\hat{P}_{hk}) = \sum^{m_h} (C_{hj} / C_h)^2 \hat{V}(\hat{P}_{hkj})$$

donde:

$$\hat{V}[\hat{P}_{hkj}(h^*)] = \frac{1}{n_{hj}} \hat{P}_{hkj}(h^*) [1 - \hat{P}_{hkj}(h^*)]$$

Estimación del C.V. de  $P_{hk(h^*)}$

$$CV(\hat{P}_{hk}) = \frac{\hat{V}(\hat{P}_{hk})}{\hat{P}_{hk}}$$

Estimación de la composición en número por sexo  $N_k$  en el subárea "h"

$$\hat{N}_{hk} = \hat{N}_h \hat{P}_{hk}$$

Estimación de la varianza de  $N_{hk(h^*)}$

$$\hat{V}[\hat{N}_{hk}(h^*)] = \hat{N}(h^*)^2 \hat{V}(\hat{P}_{hk}(h^*) + \hat{P}_{hk}^2 V(\hat{N}_h) - \hat{V}(\hat{P}_{hk}) \hat{V}(\hat{N}_h(h^*)))$$

Estimación del intervalo de confianza de nivel  $1 - \alpha$  para  $N_{hk(h^*)}$

$$IC[\hat{N}_{hk}(h^*)] = [N_{hk} - Z_{(1-\alpha/2)} \hat{V}(\hat{N}_{hk}(h^*)); \hat{N}_{hk}(h^*) + \hat{V}(\hat{N}_{hk}(h^*))]$$



### 7.3.2.2 Estimación de los parámetros de la relación longitud cefalotorácica-peso total

La ecuación potencial que ajusta la relación longitud peso corresponde a:

$$P_i = \alpha_i L_i^{\beta_i} u_i$$

donde  $P_i$  corresponde al peso corporal,  $\alpha$  es el coeficiente de proporcionalidad,  $L_i$  corresponde a la longitud o talla corporal,  $\beta$  al exponente de la función potencial del modelo y  $u$  es un error aleatorio.

La función de regresión poblacional, es estimada mediante la ecuación:

$$\ln(P_i) = \ln(\hat{\alpha}) + \hat{\beta} \ln(L_i) + e_i$$

que podremos llamar la función de regresión muestral linealizada mediante transformación logarítmica.

El estimador a utilizar para los parámetros de la función es el mínimo cuadrático que se obtiene al minimizar, vía derivadas parciales, la expresión:

$$\sum_{i=1}^n (\ln(P_i) - \ln(\hat{\alpha}) + \hat{\beta} \ln(L_i))^2$$

Las varianzas asociadas a los estimadores se pueden estimar mediante:

$$\hat{v}(\hat{\alpha}) = \frac{\sum_{i=1}^n L_i^2}{n \sum_{i=1}^n (L_i - \bar{L})^2} \sigma^2$$



donde  $\sigma^2$  corresponde a la varianza de los errores aleatorios, que se supone homocedástica.

Por su parte el estimador de la varianza asociada al término de pendiente del modelo linealizado corresponde a:

$$\hat{v}(\hat{\beta}) = \frac{\sigma^2}{\sum_{i=1}^n (L_i - \bar{L})^2}$$

### Comparación estadística de los parámetros de la relación longitud-peso

Para poder comparar los resultados obtenidos de los ajustes de la relación talla peso corporal, se utilizó un modelo lineal con variables indicadoras (Neter *et al.*, 1990). Estas variables indican la presencia o ausencia de un factor en una observación dada y se les conoce también como variables dummy. De este modo para una comparación de dos regresiones se ajusta un modelo como el siguiente:

$$Y_i = \alpha_0 + \alpha_1 X_i + \alpha_2 D_i + \alpha_3 (D_i X_i) + u_i$$

En este modelo  $\alpha_2$  es el *intercepto diferencial* y  $\alpha_3$  es el *coeficiente de pendiente diferencial*, los cuales indican en cuanto difieren los parámetros estimados de cada regresión. La variable respuesta Y corresponde al peso de los ejemplares en escala logartimica, X corresponde a la talla de los individuos, también en escala log y D es la variable indicadora. Este tipo de modelo con variables explicatorias cualitativas y cuantitativas se conoce como modelo de análisis de covarianza (Dobson, 1983).



Así, con este modelo general se pueden verificar una variedad de hipótesis. Si el coeficiente estimado del intercepto diferencial no es estadísticamente significativo, podemos aceptar la hipótesis de que las dos regresiones tienen un intercepto común. De la misma forma, si el coeficiente de la pendiente diferencial no es estadísticamente significativo, podemos aceptar la hipótesis de que las dos regresiones tienen una pendiente en común. La significancia de los parámetros estimados se verificó mediante una prueba t-student.

La extensión para más de dos regresiones es natural, agregando  $k-1$  variables indicadoras ( $k$  es el número de niveles del factor dado). Sin embargo, la prueba de hipótesis a plantear se enfoca desde la perspectiva de la suma de cuadrados residuales. En otras palabras se mide el impacto de la inclusión de las variables indicadoras en el nivel de ajuste del modelo. Para esto se compara el modelo que incluye dichas variables con un modelo reducido que las excluye, a través de la estadística:

$$\frac{SSE(R) - SSE(F)}{df_R - df_F} \div \frac{SSE(F)}{df_F}$$

expresión que tiene distribución F con  $p-1$  y  $n-p$  grados de libertad. Así, para un nivel de significancia dado se realiza la prueba de hipótesis de la regresión, la cual permitirá establecer si el factor incluido en el modelo es significativo.



### 7.3.2.3 Identificación de grupos modales-etarios

La descomposición estadística de los grupos modales-etarios que componen las estructuras de tallas de las capturas por área y sexo, son determinados en base al modelo MIX propuesto por MacDonald y Pitcher (1979) e implementado en planilla de cálculo EXCEL, destacándose que la frecuencia de tallas relativa al i-ésimo grupo etario viene dada por la expresión:

$$f(L)_i^{pred} = \frac{p_i * n}{s_i * \sqrt{2 * \pi}} * \exp\left(-\frac{(L - \bar{L}_i)^2}{2 * s_i^2}\right)$$

donde “p” es la proporción de individuos pertenecientes al i-ésimo grupo modal, “n” es el número total de individuos que componen la frecuencia de tallas, en tanto que  $\bar{L}_i$  y  $s_i$  es la talla modal y la varianza asociada a la i-ésima modalidad, respectivamente. De esta forma, se deben determinar tantas proporciones (p), varianzas (s) y tallas promedios ( $\bar{L}_i$ ) como grupos modales se identifiquen, de manera tal que se minimice la función :

$$SCR = \sum_L \{f(L)^{obs} - \sum_i f(L)_i^{pred}\}^2$$

Finalmente y una vez estimadas las tallas modales, la identificación de los grupos etarios que componen la frecuencia de tallas de las capturas es obtenida a través de la función de crecimiento de la forma:

$$t(\bar{L}_i) = -\frac{1}{k} * \ln\left(1 - \frac{\bar{L}_i}{L_{oo}}\right) + t_0$$

cuyos parámetros corresponderán a los citados en la literatura.



### 7.3.2.4 Análisis de factores gravimétricos

Un enfoque alternativo de comparación de las estructuras, es realizar un análisis sobre la base de la docimancia del coeficiente de alometría de las relaciones peso-talla determinadas por sexo, zona (o foco) y estrato de profundidad. En este sentido, se probará la prueba de hipótesis:

$$t = \frac{|\beta_{z1} - \beta_{z2}|}{S_{z1}} * \sqrt{\sum \ln(L)^2}$$

donde z1 y z2 indexan las fuentes de comparación (focos o zonas)

### 7.3.2.5 Estimación de la biomasa en peso a la talla por sexo

Estimador de la biomasa en peso a la talla por sexo y subárea "B<sub>hk</sub>(h\*)"

$$\hat{B}_{hk} = \hat{N}_{hk} \hat{W}_{hk}$$

Estimador de la varianza de B<sub>hk</sub>(h\*)

$$\hat{V} [ \hat{B}_{hk} ( h^* ) ] = N_{hk} ( h^* )^2 \hat{V} ( \hat{W}_{hk} ( h^* ) ) + \hat{W}_{hk} ( h^* )^2 \hat{V} ( \hat{N}_{hk} ( h^* ) ) - \hat{V} ( \hat{N}_{hk} ( h^* ) ) \hat{V} ( \hat{W}_{hk} ( h^* ) )$$

Intervalo de confianza de nivel 1 - α para B<sub>hk</sub>(h\*)

$$IC [ \hat{B}_{hk} ( h^* ) ] = [ B_{hk} ( h^* ) - t_{(1-\alpha/2)} \hat{V} ( \hat{B}_{hk} ( h^* ) ); \hat{B}_{hk} + t_{(1-\alpha/2)} \hat{V} ( \hat{B}_{hk} ( h^* ) ) ]$$



### 7.3.2.6 Estimación de la abundancia y biomasa por sexo

En primer lugar, la abundancia es establecida como:

$$\bar{N}_z = \frac{\bar{B}_z}{\bar{W}_z}$$

donde  $\bar{B}_z$  es la biomasa estimada en el z-ésimo foco de abundancia o subárea de estudio y  $\bar{W}$  es el peso medio estimado como:

$$\bar{W}_z = \frac{\sum C(L)_z W(L)_z}{\sum W(L)_z}$$

De esta forma, la abundancia por sexo queda denotada como:

$$\bar{N}_{K,S,Z} = \bar{N}_z * p_{KZ} * p_{SZ}$$

donde  $p_K$  es la proporción de ejemplares capturados en el K-ésimo estrato definido como:

$$p_{KZ} = \frac{\sum C(L)_{KZ}}{\sum C(L)_z}$$

y  $p_{SZ}$  la proporción sexual por estrato de profundidad (K) y zona (Z):

$$p_{SZ} = \frac{\sum C(L)_{SZ}}{\sum C(L)_z}$$



### **7.3.2.7 Estimación de la captura en peso de langostino colorado**

Este punto se desarrolló en todos los lances realizados y el procedimiento seguido correspondió a lo siguiente:

Una vez izada la red a bordo, y desocupado el copo, se separó la captura en la cubierta entre la especie objetivo y la fauna acompañante. En función del volumen de captura se procedió a pesar el total de lo obtenido (lances de captura mínima) y en el caso de volúmenes mayores se obtuvo un peso promedio provenientes del pesaje de 8 a 16 cajas. La captura total de cada especie se estimó como el total de cajas multiplicado por el peso promedio.

Las cajas fueron pesadas en una balanza de 50 kilos de capacidad y una precisión de 0,1 kg.

Una muestra de langostino colorado se seleccionó por lance para obtener los datos necesarios para establecer la relación longitud-peso por sexo. Esta se preservó a bordo y fue desembarcada al final de cada viaje para su pesaje en laboratorio en tierra.

### **7.4 Objetivo específico 5.2.3" Determinar la condición reproductiva y la proporción sexual de langostino colorado en el área de estudio y en los principales focos de abundancia "**

Con el fin de determinar la condición reproductiva y proporción sexual del langostino colorado por foco de abundancia, se planteó la necesidad de dar cuenta de los siguientes estimadores.



### 7.4.1 Proporción sexual

Los registros de proporción sexual de langostino colorado, provenientes de los muestreos de las capturas fueron ingresados en archivo computacional y procesado por focos e intervalos de profundidad dentro de éstas.

Las proporciones sexuales ponderadas fueron estimadas empleando la metodología descrita anteriormente (distribuciones de tallas ponderadas).

$$\hat{P}_{pk} = \sum_{j=1}^j \frac{d_j}{D} \hat{p}_{jk}$$

— Estimador de la varianza de  $P_{pk}$

$$\hat{V}(\hat{P}_{pk}) = \sum_{j=1}^j \left[ \frac{d_j}{D} \right]^2 \hat{V}(\hat{p}_{jk})$$

— Estimador del Coeficiente de Variación de  $P_{pk}$

$$\hat{CV}(\hat{P}_{pk}) = \frac{\hat{V}(\hat{P}_{pk})}{\hat{P}_{pk}}$$

$$D = \sum_{j=1}^j d_j$$

$$\hat{p}_{jk} = \frac{n_{jk}}{n_j}$$



$$\hat{V}(\hat{p}_{jk}) = \frac{1}{n_j - 1} \hat{p}_{jk} [1 - \hat{p}_{jk}]$$

donde:

- $P_{pk}$  = distribución ponderada del sexo k.
- $j$  = Lance  $j = 1, 2, \dots, j$
- $k$  = Clase de sexo  $k = 1, 2$  y  $3$  (macho, hembra e hembra ovífera, respectivamente)
- $d_{jk}$  = Captura del sexo k en el lance j
- $n_j$  = Muestra de ejemplares en el lance j
- $n_{jk}$  = Ejemplares del sexo k en la muestra del lance j

#### 7.4.2 Proporción de hembras ovíferas

Con el fin de analizar la variabilidad espacial en la portación de huevos por parte del stock progenitor, la proporción de hembras ovíferas ("ov") fue determinada por foco de abundancia y rango batimétrico a través del estimador:

$$p_z^{ov} = \frac{nh_z^{ov}}{nh_z^{tot}}$$

y su varianza establecida por:

$$V(p_z^{ov}) = \frac{1}{nh_z^{tot} - 1} * (p_z^{ov} - (p_z^{ov})^2)$$



donde  $nh_z^{ov}$  y  $nh_z^{tot}$  corresponde al número de hembras portadoras y totales en la z-ésimo foco, respectivamente.

### 7.4.3 Estado de desarrollo de los huevos

Con el fin de conocer el estado de desarrollo de los huevos en los meses en que se ejecutó el proyecto, se recopilaron del muestreo de los desembarques una submuestra aleatoria de 100 individuos hembras por foco de abundancia.

El análisis de las muestras se realizó en laboratorios implementados para el efecto y en base a la escala macroscópica desarrollada por Arana *et al.* (1995) de la cual se destaca principalmente:

<b>Estado II</b>	Huevos color naranja brillante, levemente transparente con vitelo granuloso concentrado en la zona central.
<b>Estado III</b>	Huevos color naranja oscuro opaco. Concentración desigual del vitelo, dando inicio al desarrollo corporal de la larva. Aparecen esbozos de manchas oculares alargadas negras.
<b>Estado IV</b>	Huevos color naranja oscuro opaco. Concentración desigual del vitelo, dando inicio al desarrollo corporal de la larva. Aparecen esbozos de manchas oculares alargadas negras.

### 7.4.4 Dureza del exoesqueleto

El período de muda en este tipo de crustáceos tiene un importante efecto en el proceso reproductivo, éste es debido a que en esta etapa el exoesqueleto de las hembras se encuentra más blando facilitando con ello el proceso de cópula. En este contexto, se ha determinado que el tradicional período de muda ocurre entre diciembre y febrero de cada año, período que ante drásticos cambios en el hidroclima se podría ver alterado.



En este sentido y con el fin de conocer eventuales períodos de muda del langostino colorado en meses no habituales, de forma paralela a la medición del peso, a cada ejemplar se le determina la consistencia del exoesqueleto a través de los códigos 1:duro, 2: blando y 3: no definido, definiéndose el siguiente estimador de proporción por estado (E), foco (z), talla (k) y sexo (s):

$$p_{z,k,s}^E = \frac{n_{z,k,s}^E}{n_{z,s}}$$

y su varianza establecida por:

$$V(p_{z,k,s}^E) = \frac{1}{n_{z,s} - 1} * (p_{z,k,s}^E - (p_{z,k,s}^E)^2)$$

donde  $n_{z,s}$  corresponde al número total de ejemplares muestreados en el z-ésimo foco, respectivamente.

## **7.5 Objetivo específico 5.2.4 "Determinar la composición e importancia relativa de las especies que constituyen la fauna acompañante de la pesquería de langostino colorado, durante la cuantificación del recurso"**

### **7.5.1 Obtención de la información**

En cada uno de los lances de pesca de evaluación se llevó registro, además de los datos de la bitácora del puente y de la captura de la especie objetivo, de las especies que constituyen la fauna acompañante del langostino colorado. En tal sentido se ocupó el siguiente esquema para la obtención de la información:

Una vez virada la red, desplegada la captura total sobre la cubierta de la embarcación y mientras se efectuaba la "limpieza" de la captura, se procedió a



identificar a las especies presentes por lance, las que se registraron en formularios diseñados para tal efecto y que fueron asociadas a un nivel de captura, es decir, nivel de presencia; nivel de mediana abundancia y nivel de abundancia.

Para el caso de las dos últimas categorías, el registro de captura se realizó del mismo modo que para el caso de la especie objetivo. Esto es, se encajonó la captura de las principales especies de fauna acompañante, pesando un número de cajas que iba en relación al tamaño de la captura y contando el total de cajas para estimar la captura total. Posteriormente se separó una caja de la muestra y se realizó un registro de frecuencia de tallas.

### **7.5.2 Importancia relativa por especie**

Para determinar la importancia relativa de cada especie se consideraron tres índices, a saber: porcentaje en peso relativo a la captura total (%R), frecuencia de aparición (FA) y captura por unidad de esfuerzo (CPUA, medido en t/mn).

El porcentaje en peso relativo a la captura total (%R) se obtuvo para cada lance, y se determinó conociendo la captura del lance de la especie analizada como se describió en el punto anterior. La frecuencia de aparición corresponde al porcentaje de lances donde apareció la especie de interés.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

---



## **8. RESULTADOS Y DISCUSION**

### **8.1 Prospección**

#### **Subárea A**

En esta subárea se realizaron 24 transectas y se efectuaron un total de 80 lances (Fig 2), en donde el 95% de ellos se llevaron a cabo sobre la transecta (lances sistemáticos) y sólo el 5% restante se realizaron entre transectas (lances complementarios). Sin embargo, estos últimos lances se debieron al hecho de que en las transectas correspondientes el tipo de fondo marino no permitió la realización de los lances respectivos (Fig. 2 y Tabla 1).

En relación a los fondos marinos prospectados, éstos se caracterizaron en su gran mayoría por ser del tipo roca y de conformación irregular lo que incidió en un menor número de lances realizados y en que el tiempo promedio de arrastre efectivo desarrollado fue de 23 minutos.

Los lances por rango de profundidad se desglosan en que el 36,3% de ellos se realizaron entre los 100 a 150 m; el 17,5% entre los 151 a 200 m; el 23,8% entre 201 a 300 m y el 22,5% entre la profundidad 301 a 400 m.

#### **Subárea B**

A lo largo de esta subárea se realizaron un total de 339 lances de prospección de los cuales 205 correspondieron a sistemáticos (lances en las transectas) y 134 correspondieron a lances complementarios o de evaluación de focos de abundancia (lances intertransectas). En ambos tipos de lances se ocupó un tiempo promedio de 30 minutos de arrastre efectivo (Fig. 3).



En relación a los fondos prospectados, el 73,7% de ellos correspondió al tipo arena; fango y greda mientras que el 26,3% restante correspondió al tipo laja y piedra. Esto significa que en función de las características del fondo esta subárea presenta fondos más aptos para el desarrollo de la pesquería de arrastre de fondo con el tipo de arte que en la actualidad es ocupado en comparación a la subárea A.

En cuanto a los rangos de profundidad prospectados se tiene que se realizaron 70 lances (20,6%) entre los 100 a 150 m de profundidad; 62 lances (18,3%) entre los 151 a 200 m; 124 lances (36,6%) entre los 201 a 300 m; 43 lances (12,7%) entre los 301 a 400 m y 40 lances (11,8%) entre la profundidad 401 a 500 m.

## **8.2 Captura de langostino colorado (kg)**

Los valores de captura de langostino colorado por subárea prospectada se muestran en la Tabla 1, y en ella se aprecia que en 80 lances realizados en la Subárea A se obtuvo un total de 376 kg de la especie en cuestión y que en el caso del Subárea B para un total de 339 lances realizados la captura de langostino colorado alcanzó un valor de 13.585 kg.

En cuanto al porcentaje de lances en que se obtuvo captura de langostino colorado se observa en la Tabla 2, que para el caso de la Subárea A el mayor número de lances (87,5%) no registró captura de esta especie apreciándose que el número de lances con capturas significativas (mayores de 10 kg) no fueron más allá de 6 lo que representa el 7,5% del total realizado.

Para la Subárea B, esta situación no varía demasiado con respecto a la otra subárea, ya que el 76,4% de los lances no registraron captura y los que registraron



una captura significativa (mayores de 10 kg) solo alcanzan a los 66 lances que representan un 19,5% del total realizado (Tabla 2).

Al relacionar la captura de langostino colorado con los distintos rangos de profundidad prospectados a lo largo de toda el área de estudio, se observa que la mayor captura se obtuvo en el rango 151 – 200 m, con un valor total de 5.902 kg (42,3% del total capturado). Le sigue en orden de importancia el rango 126 – 150 m en donde se realizaron 41 lances de prospección y se logró una captura de 3.402 kg equivalentes al 24,4% del total. Junto a ambos, el rango 201 – 250 m con una captura de 2.229 kg significó un aporte porcentual del 16% al total logrado. Dentro del mismo análisis, se debe mencionar que en cada rango batimétrico prospectado se llevaron a cabo distintos números de lances lo que asociado a la captura obtenida por profundidad, entrega un índice de captura por lance por profundidad y de aquí se tiene que el mayor nivel obtenido se produjo entre los 126 – 150 m con una valor de 83 kg de langostino por lance (Tabla 3).

### **8.3 OBJETIVO ESPECÍFICO 5.2.1 "Determinar la distribución del recurso langostino colorado en el área de estudio"**

La distribución del langostino colorado que corresponde a la fracción del stock presente en los fondos rastreables del área de estudio fue estimada a partir de las estimaciones de densidad CPUA (entendida como la captura por kilómetro cuadrado barrido por la red). Para la estimación de la CPUA se consideró que el APA (abertura punta de alas) corresponde al 52% de la longitud de la relinga superior, este fue estimado experimentalmente en un estudio realizado con redes de 2 paneles (Canales *et al*, 1997). Para el presente trabajo los valores corresponden a:



- PAM Cachagua: la longitud de la relinga superior es de 29,7 m y el APA 15,44 m
- PAM Tiberiades: la longitud de la relinga superior es de 25,6 m y el APA 13,31 m
- PAM Chonos: la longitud de la relinga superior es de 30,1 m y el APA 15,65 m.

Para el PAM Chonos se estimó experimentalmente el APA,. las mediciones se efectuaron cuando la embarcación navegaba con rumbo estable y en buenas condiciones de mar, de aquí que se efectuaron en 31 lances de pesca, el rango del APA fue de 15,3 m hasta 20,1 m, con una media de  $18,0 \text{ m} \pm 1,68 \text{ m}$ . Con el valor medio de APA de 18 m, relacionado con la longitud de la relinga superior de la red del "Chonos 73" se obtuvo un factor empírico de  $(18/30.1) = 0,598\%$  valor muy diferente al usado para la estimación de biomasa en la subárea B (0,52%). Sin embargo, no se consideró el valor mayor, pues este procede de las medidas aplicadas al funcionamiento de una red de 4 paneles que difiere totalmente de las otras dos redes utilizadas en el actual estudio, que son de 2 paneles. En la subárea A prospectada por el PAM Chonos no se reportó presencia de langostino colorado o bien ésta fue incipiente, entonces las capturas obtenidas fueron de ninguna importancia, no logrando conformar un foco, por ende en esta área no se efectuó estimación de biomasa, estos estimados se refieren exclusivamente a la subárea B.

En la figura 4 se muestra la distribución espacial de CPUA (t/km. lineal arrastrado) de langostino colorado. Asimismo, en la figura 5 se observa la distribución de los centros de gravedad por focos de abundancia, en ésta se puede apreciar que existen tres focos principales de abundancia.

La distribución espacio-temporal de la CPUA muestra que en la subárea A el recurso presentó escasos registros y muy bajos rendimientos, centrándose en la parte sur de la subárea. Por otro lado, en la subárea B se observan varios núcleos en los cuales el langostino se encuentra presente, distribuyéndose mayoritariamente al sur de la



latitud 26°S, apreciándose que los mejores rendimientos se localizan entre Chañaral y Caldera y también en las proximidades del puerto de Coquimbo.

Se observan 3 focos de abundancia, el primero se extiende desde el norte de Chañaral hasta Caldera (26° 00' – 27° 00' L.S.), este foco es el más extenso, en términos latitudinales, y además el que presenta los mayores niveles de CPUA, principalmente concentrados entre Chañaral y Caldera. El centro de gravedad se ubica precisamente entre estos dos puertos, en la latitud 26°37'S (frente a Punta Salinas), con un radio estándar de 3,58°, el cual es el más amplio de los radios estimados; dada la extensión del foco el coeficiente de dispersión relativo es de 1.107% (Tabla 4).

El segundo foco cubre una zona que abarca desde los 27°06'S hasta los 27°35'S (sur de Caldera), este núcleo presenta niveles de abundancia medios. Su centro de gravedad está ubicado en la latitud 27°23' S (Punta Dallas), con un radio estándar de 1,10° y un coeficiente de dispersión relativa de 992% (Tabla 4).

El tercer foco presenta una escasa cobertura geográfica y se extiende en las cercanías del puerto de Coquimbo (29°00'S – 30°12'S) este foco registra valores bajos de CPUA. Su centro de gravedad está ubicado en la latitud 29°53'S (frente al puerto de Coquimbo), con un radio estándar de 0,19° y un coeficiente de dispersión relativa de 91% (Tabla 4).



#### **8.4. OBJETIVO ESPECÍFICO 5.2.2 "Determinar la biomasa total (en peso) y la abundancia (en número), por sexo y talla del recurso langostino colorado, en el área de estudio y en los principales focos de abundancia"**

##### **8.4.1 Estimación de biomosas**

Durante el desarrollo del crucero, se realizaron 419 lances los que barrieron un área de 26,5 km<sup>2</sup> y reportaron cerca de 14 toneladas de captura de langostino colorado. En la subárea A se obtuvo el 2,7% de las capturas de esta especie con 376 kg, mientras que en la subárea B se alcanzó el 97,3% de las capturas con 13.585 kg. En este contexto, del total de lances desplegados, en el 21,5% (90 lances) registraron presencia de capturas del langostino colorado, lo que se tradujo en un rendimiento global de 0,17 toneladas por lance de pesca. En el 11,9% de los lances se registraron capturas sobre 10 kg (Tabla 2).

##### **a) Enfoque tradicional de estimación**

En términos de los indicadores específicos por foco, en la Tabla 5 se destaca que el área total de distribución del langostino colorado fue estimada en 1.131 km<sup>2</sup>, de los cuales el 58% fue cubierta por el foco 1, área en la cual tanto el rendimiento de pesca como la densidad fueron máximas estimadas en 0,24 t/lance y 6,08 t/km<sup>2</sup>, respectivamente. De igual forma, se destaca que el 19,6% de los lances totales (82) sirvieron de base para la evaluación del stock, los que reportaron un área barrida de 3,23 km<sup>2</sup> equivalentes al 12,2% del área barrida durante el crucero.

Por otra parte, en la Tabla 6 se presentan las biomosas estimadas por foco para cada uno de los distintos estimadores propuestos, destacándose en general, que el estimador delta arrojó las mayores estimaciones de densidad, en tanto que los



menores registros correspondieron al estimador mediana. En términos globales y sin considerar este último estimador, las biomásas determinadas para el foco 1 oscilaron entre 4,0 y 5,8 mil toneladas, en el foco 2 entre 275 y 594 toneladas, en tanto que en el foco 3, el rango osciló entre 55 y 134 toneladas. En este mismo contexto, en la Tabla 7 se presentan las estimaciones globales de biomásas para el área de estudio, destacándose que de acuerdo al estimador de mayor cuantía (delta), la biomasa de langostino colorado entre la III y IV Regiones podría llegar a las  $6,5 \pm 0,9$  mil toneladas, en tanto que de acuerdo al estimador más conservador (razón), esta podría ubicarse en  $4,4 \pm 0,6$  mil toneladas, ambas con coeficientes de variación del 13%.

#### **b) Enfoque geoestadístico de estimación**

La distribución del langostino colorado permite aplicar el método geoestadístico entre la III y IV Región. En la figura 6 se muestran los variogramas (experimentales y teóricos) isotrópicos con dirección Norte-Sur de cada Región.

Los variogramas se estimaron por focos: 2 focos corresponden a la III Región y 1 foco a la IV Región.

Para el foco 1 (III Región) al variograma estimado para el área del polígono de la distribución del langostino colorado ( $665 \text{ km}^2$ ) se le ajustó un modelo del tipo exponencial donde el 42% de la variabilidad de la CPUA se explica por el efecto de pepita o nugget, donde se observa una estructura a las 7 mn (Figura 6).

Para el foco 2 (III Región) el variograma estimado para el área de distribución del polígono ( $131 \text{ km}^2$ ) se le ajustó un modelo de tipo exponencial donde el 15% de la variabilidad es explicada por el efecto de pepita y se presenta una estructura a las 5 mn (Figura 6).



En el foco 3 (IV Región) el variograma estimado para el área de distribución del polígono (335 km<sup>2</sup>) se le ajustó un modelo de tipo exponencial donde el 95% de la variabilidad es explicada por el efecto de pepita y se presenta una estructura a las 5 mn (Figura 6).

En la Tabla 6 se muestran los estimados de cpua promedio, biomasa y los límites de confianza por focos. En el foco 1 se obtiene una CPUA de 7,26 t/km<sup>2</sup>, una biomasa de 5.560 t con unos límites entre 5.463 y 5.657 t y un coeficiente de variación (CV) de 10,05%. En el foco 2 se obtiene una CPUA de 2,70 t/km<sup>2</sup>, una biomasa de 467 t con unos límites entre 465 y 469 t y un CV de 6,74%. En el foco 3 se obtiene la más baja CPUA del área de estudio con sólo 0,067 t/km<sup>2</sup> una biomasa de 24 t con unos límites entre 8 y 40 t un CV de 2,9%.

La biomasa total estimada a través del *krigging* es de 6.051 t , con límites entre 5.948 t y 6.154 t, con un CV de 7,8% (Tabla 7).

### c) Análisis de la variabilidad de la abertura punta-alas

Hasta ahora y en casi la totalidad de los estudios de evaluación directa realizadas en nuestro país mediante el método "Area Barrida" , no es habitual incorporar a las estimaciones de varianzas las fuentes asociadas a la variabilidad de la abertura entre punta de alas, medida que sin lugar a dudas resulta trascendente en este tipo de metodologías.

En este contexto y conforme a lo señalado en la metodología, en la **Tabla 8** se informan tanto las varianzas de las biomاسas estimadas directamente de los datos de captura y las estimadas a partir de la variabilidad en la abertura punta alas,



medida que en términos agregados puede ser considerada mas cercana a la real variabilidad de las biomاسas antes informadas.

De lo anterior se estimó que entre el 64% y el 94% de la varianza total agregada fue explicada solo por la variabilidad de la abertura punta alas (**Figura 7**), lo que se traduce en coeficientes de variación totales entre un 33% para el estimador geoestadístico y un 40% para el estimador mediana, niveles muy superiores a los estimados sin considerar el efecto de la red (**Tabla 7**). Lo anterior viene a corroborar la enorme importancia que presenta la variabilidad del comportamiento de la red en la estimación de las varianzas e intervalos confidenciales de biomasa.

De esta forma y sin desconocer probables errores de exactitud (lo real v/s lo estimado) por ahora imposibles de manejar, el problema de incertidumbre resulta trascendente a la hora de adoptar medidas de manejo basadas en biomاسas con mayor incertidumbre, el que para el caso del estimador geoestadístico reporta, a un 95% de confianza, niveles igualmente probables entre 5,6 mil y 6,5 mil toneladas, en tanto que para el estimador Delta, la biomasa se ubicaría entre las 6,0 y 7,0 mil toneladas (**Tabla 8**). Si bien la superposición de estos intervalos sugiere que ambas estimaciones (geoestadístico y delta) resultan ser estadísticamente similares, la incorporación de la variabilidad del arte de pesca se tradujo en amplitudes de intervalos que respectivamente resultaron ser 2,5 y 4,2 veces mayor a las diferencias reportadas sin considerar esta fuente de variabilidad (**Tabla 7**).

De esta forma, resulta evidente que los únicos mecanismos que permitirían reducir la incertidumbre de las estimaciones de biomاسas son: incrementar tanto el número de lances y las mediciones de abertura punta-alas, a la vez de mejorar la forma de medir esta última variable.



En efecto, se debe señalar que la forma clásica de estimación de abertura punta alas corresponde a medidas igualmente indirectas basadas en triangulación y proyección de la abertura de los cables de cala, evidentemente no libres de error tanto en la medición realizada en las cercanías de las pastecas, como en el supuesto comportamiento lineal de los cables de arrastre (Koyama, 1974; Salomón, 1980; entre otros). En este sentido, se estima que este problema solo podrá ser superado con el concurso de equipos electrónicos que permitan medir directamente la abertura de trabajo de la red, esto ante cualquier condición de velocidad y profundidad de trabajo de la misma.

En este sentido, y si bien el uso de la razón APA/LRS en 0,52 puede ser cuestionable por tratarse de mediciones realizadas en otros fondos, no es menos cierto que este valor se encuentra muy próximo a recomendaciones dadas por la FAO (Doc. Tec. 306/1) y a resultados obtenidos en estudios similares realizados en nuestro país (Pavez et al, 1993; Arana et al, 1993), razón por la cual se estima que mientras no se validen directamente estos valores (vía electrosensores) toda evaluación directa mediante área barrida no estará libre de error.

#### **8.4.2 Estructura poblacional del recurso**

##### **a) Estructuras de tallas**

Si bien el langostino colorado presentó concentraciones de importancia entre la III y IV Regiones, algunos lances desplegados en aguas de la II Región permitieron recoger además la estructura de tallas en esta zona, las que se analizan en conjunto por región y sexo, sobre un total de 3.277 individuos, (Tabla 9 y Figura 8).

En la II Región, la talla media en machos alcanzó los 31,1 milímetros de longitud cefalotorácica, con un rango de tallas que fluctuó entre los 17,0 mm y 42,0 mm. En el



caso de las hembras éstas presentan un rango de tallas menor al observado en machos (16,0 a 34,0 mm) y una talla promedio de 26,7 mm. La estructura de machos de la II Región es de tipo gaussiana, con una moda principal en los 34,0 mm y una pequeña en los 24,0 milímetros de longitud cefalotorácica.

Por su parte en la III Región, al analizar la evolución de la composición por tamaño procedente de esta Región, se observa que en machos se encontraron ejemplares entre los 18,0 y 42,0 mm, con una talla media de 32,4 milímetros. La talla promedio de hembras fue de 28,8 mm, con un rango que fluctuó entre los 16,0 y 37,0 mm. Cabe destacar que en esta Región se registraron las mayores tallas medias tanto para machos como hembras. La estructura en machos es similar a la encontrada en la segunda región.

Finalmente, en aguas de la IV Región, el rango de tallas en machos y hembras fluctuó entre 12,0 a 47,0 mm y entre 9,0 a 36,0 mm, respectivamente, alcanzando una talla media para machos de 29,2 mm y en hembras de 21,3 mm.

En el caso de las hembras queda en evidencia al observar los gráficos de las estructuras, una distribución acorde con lo conocido para esta especie, evidenciando una forma acampanada con la moda ubicada en los 30 mm.

Cabe destacar que en todos los focos los machos presentan tallas medias más altas que las observadas en hembras, fluctuando entre 29,2 mm y 32,4 mm, registrándose este último valor en la III Región.

Se debe señalar también, que hacia el extremo norte del área de estudio (I y II Región) se registró la presencia de un langostino que no correspondió al *Pleuoncodes monodon*, el cual según los estudios realizados por el Sr. Pedro



Báez (Anexo 2), es asimilable sólo al género *Pleuroncodes sp.*, y cuya especie no fue posible identificar. En este contexto, en la Figura 9 se observan las distribuciones por Región y sexo de las tallas de los ejemplares provenientes de los muestreos realizados a bordo en el mes de diciembre. En ella se puede constatar que en la I Región se capturaron ejemplares machos desde los 12,0 y 22,0 milímetros de longitud cefalotorácica con una talla promedio de 15,1 mm (Tabla 10). En tanto en hembras el rango de amplitud fue menor oscilando entre los 11,0 y 17,0 mm con una media de 14,0 mm.

Cabe señalar también que en esta Región ambos sexos presentan una distribución unimodal desplazada hacia ejemplares de menor tamaño. En la II Región, las tallas medias fueron 17,1 mm y 19,9 mm para machos y hembras, respectivamente y el rango de tallas en machos osciló entre 12,0 y 30,0 milímetros y en hembras entre 13,0 y 29,0 mm (Figura 9 y Tabla 10).

Al comparar las estructuras de tallas observadas en esta Región con las de la I, se puede apreciar que presentan un patrón anómalo, el cual se ve reflejado en los machos claramente a partir de los 18 mm, en tanto en hembras no se aprecia una clara distribución. Esto pudiera deberse por una parte a un bajo tamaño de muestra (preferentemente en hembras).

#### **b) Identificación de los grupos modales**

Para la identificación de las distintas componentes de las distribuciones, se efectuó el procedimiento analítico Mix y se consideró para el análisis una muestra de 1.655 machos y 1.622 hembras; la cual se distribuyó entre tres regiones: a) II Región con 256 machos y 224 hembras; III Región con 1.099 machos y 939 hembras y IV Región con 300 machos y 459 hembras.



En el presente estudio y debido a que en crustáceos no se tiene un cabal conocimiento del proceso de crecimiento, se asumió que los grupos modales observados en las estructuras de tallas se producirían en un ritmo de una moda por año (McDonald y Pitcher, 1979).

En la Tabla 11, se presentan los grupos modales detectados por Regiones para machos y hembras, respectivamente. Cabe destacar que la asignación de los grupos modales etarios se efectuó a través de los parámetros de crecimiento calculados por Peñailillo y Henríquez (1990).

En la II Región, de los datos analizados se pueden apreciar 3 grupos modales para machos (edades 2, 3 y 4) y 2 para hembras (edades 2 y 3), siendo el grupo de edad 3 el más representativo en machos (0,6) y el grupo de 2 años en hembras (0,52) (Figura 10 y Tabla 11). Para la información proveniente de la III Región se detectaron dos grupos modales, tanto para machos como hembras, en el primer caso corresponderían a los grupos de edad 3 y 4 con igual proporción, y en el segundo a los grupos 2 y 3, este último con la mayor proporción sobre la estructura de tallas (0,82).

En relación con la IV Región, en machos se observaron 4 grupos modales (edades 1, 2, 4 y 5), con similares proporciones sobre la estructura de tallas, en tanto que para hembras se detectaron solamente dos grupos modales (edades 1 y 2), de los cuales el 78% de la estructura estaría constituido por el grupo de edad de 2 años. Es necesario destacar, que la no presencia del grupo 3 en machos podría deberse a que en la muestra analizada los individuos pertenecientes a este grupo no estarían debidamente representados.

De esta forma, es posible plantear preliminarmente, que la estructura etaria de la población del langostino colorado en la zona norte se encuentra desagregada en



función de la latitud y el sexo, así encontramos que los machos presentan en general una estructura de edades más completa que las hembras, como también, que hacia el sur del área de estudio (IV Región) se ubicaría una zona de crecimiento (edades 1 a 2) compartida con una zona de colonización por parte de los ejemplares más longevos (edades 3, 4 y 5).

### **c) Análisis de la relación peso-talla**

Se ajustaron las relaciones longitud – peso por región y sexo, a través de un modelo de regresión lineal, dada la naturaleza “intrínsecamente lineal” de la función que describe la relación talla – peso corporal. Para la II Región se ajustó la curva sólo para machos, debido a que se contó únicamente con 30 hembras para esta región, tamaño de muestra muy reducido para obtener un buen ajuste.

Así para los machos en la II Región se estimó un coeficiente de alometría de 2,76 y un intercepto de 0,001. El nivel de explicación de la varianza por el modelo es de un 52% (Tabla 12 y Figura 11). Los datos observados se distribuyeron entre los 26 y 42 mm, con una alta concentración de éstos entre los 32 y 36 mm de longitud cefalotorácica.

Para la III Región se ajustaron las curvas para machos y hembras, obteniéndose para ambos sexos coeficientes de alometría muy similares (Tabla 12). En efecto, el resultado del test estadístico, revela que ambas regresiones presentan intercepto y coeficiente de alometría significativamente similares, lo que se observa en los valores de t para los parámetros diferenciales  $\alpha_2$  y  $\alpha_3$  (no significativos) (Tabla 13). En la Figura 12 se presentan los valores observados y las curvas ajustadas, apreciándose la mayor cobertura de tallas que se presentó para machos, frente a una distribución más acotada para las hembras.



Por su parte, las estimaciones de ambos parámetros de la relación somatométrica para los ejemplares de la IV Región, presentan diferencias significativas entre machos y hembras (Tabla 13), con coeficientes de alometría de 3,097 para machos y de 2,733 para hembras (Tabla 12). En la Figura 13 se presentan las curvas estimadas, observándose que el rango de tallas cubierto para hembras es bastante más reducido que el de machos, además de presentarse con un claro desplazamiento hacia tallas inferiores.

Hasta aquí el proceso inferencial se concentró en conocer si el factor sexo, dentro de una misma región, determinaba cambios en los parámetros de interés. Ahora nuestro objetivo es comprobar si para un mismo sexo las diferencias latitudinales determinan cambios significativos en los valores ajustados. En este sentido se puede señalar que para las hembras no existen diferencias significativas en los parámetros estimados para los ejemplares capturados en aguas de la III y IV Región (Tabla 14). Por su parte, para los machos se evidencian diferencias significativas entre regiones, tanto para el intercepto, como para la pendiente del modelo linealizado, lo que se evidencia en los valores de la estadística  $t$  de los parámetros diferenciales (Tabla 15).

Si bien en el presente trabajo el modelo talla-peso se abordó en su forma log-lineal, con el objeto de medir las diferencias entre esta aproximación *v/s* la resolución de un modelo no-lineal (Anexo 2), se procedió a construir la estructura de pesos totales para estas estimaciones según se muestra en la Figura 14.

De esta figura se puede advertir la notable similitud que presentaron ambas estructuras, con una diferencia neta en peso que no excede de un 3,9% a favor de la estimación no-lineal, magnitud que se estima de muy bajo contraste e incidencia sobre las biomásas reportadas en este estudio.



## **8.5 Objetivo específico 5.2.3 "Determinar la condición reproductiva y la proporción sexual de langostino colorado en el área de estudio y en los principales focos de abundancia"**

### **8.5.1 Proporción sexual y de hembras ovíferas**

Durante el crucero de evaluación, se muestrearon un total de 3.277 ejemplares, equivalentes a un peso total de 39,8 kilos. En términos de las proporciones sexuales globales, las hembras reportaron 49% en número y el 38% en peso, en tanto que a nivel regional, y consecuente con la mayor abundancia reportada, en la III Región se levantó cerca del 62% de la muestra global (Tabla 16).

Por otra parte, en esta misma tabla se observa que en la III Región la incidencia de hembras fue mínima, alcanzando el 46% en número y el 40% en peso, en tanto que en la IV Región, la fracción de hembras alcanzó un máximo del 60% en número y el 33% en peso.

Consecuentemente con lo anterior, y sobre la base de una biomasa total central ponderada por el inverso de la varianza equivalente a 5,6 mil toneladas, en la Tabla 17 se presentan las biomásas y abundancias por sexo y focos de agregación antes mencionados, destacándose que la población total explotable de langostino colorado en la zona norte podría llegar a los 402 millones de ejemplares, de los cuales el 95% se encontraría ubicado en aguas de la III Región sobre los 2 focos allí identificados, y de éstos el 56% estaría constituido por machos.

En relación a la proporción de hembras ovíferas, se debe destacar que en la II región sólo se encontró una proporción en número del 21%, aumentando significativamente en la III Región al 60%, en tanto que en la IV no se encontraron hembras portadoras.



Esta diferencia se debería, como ya antes se mencionó, a la representatividad de las muestras (tamaño) y no necesariamente a una situación de maduración diferencial por zona área o Región.

### **8.5.2 Madurez de los huevos portados por las hembras**

Los datos recepcionados, constan de número de individuos por estado de desarrollo de los huevos y por región. El análisis se realizó sólo a nivel de zona de estudio, debido a que la información es muy limitada para cada región y no se considera representativa. Esto implica que las estimaciones no se deben considerar como definitivas, sí como una primera aproximación.

El análisis considera el cálculo del porcentaje de individuos por estado de desarrollo y estrato de tallas. Se calculó el porcentaje de individuos muestreados en los distintos estados de desarrollo de los huevos.

En la Figura 15, se presenta el porcentaje de individuos en los distintos estados de desarrollo de los huevos para el área de estudio. En ella se aprecia casi un 45% de hembras en estado 3 y alrededor de un 30% en estado 4, lo que nos indica que están próximos a la liberación larval.

En lo que respecta a la distribución de los estados por estrato de tallas, se puede apreciar en la Figura 16, que el estrato 12 –16 mm (individuos pequeños) presenta el mayor porcentaje de hembras en estado 4, mientras que en el resto de los estratos, el mayor porcentaje se observa en estado 3, hecho que llama la atención pues estaría indicando que los individuos mayores presentan un desarrollo de huevos más lento o que ya se ha estado produciendo una suerte de liberación parcial de larvas. La primera situación es difícilmente aceptable pues lo anterior sólo se aprecia para ese



estrato, siendo la segunda más probable. En consecuencia, nos encontraríamos en la última fase del período de portación, cuando empieza la liberación de larvas.

### **8.5.3 Dureza del exoesqueleto**

En relación a la dureza del exoesqueleto, se debe informar que de la totalidad de los ejemplares muestreados, tan solo el 1,6% presentaron consistencia blanda, por lo que es posible afirmar que durante el período de estudio, el stock de langostino colorado en la zona norte del país, no se encontraba en etapa de muda.

### **8.6 Objetivo específico 5.2.4. "Determinar la composición e importancia relativa de las especies que constituyen la fauna acompañante de la pesquería de langostino colorado, durante la cuantificación del recurso"**

#### **Subárea A**

En la Tabla 18 se aprecian las distintas especies que componen la fauna acompañante obtenidas a lo largo de las Regiones I y II. En función de una captura total igual a 18.628 kg se entregan los aportes porcentuales de cada una de ellas, destacando muy por sobre las demás el aporte de jaiba araña que supera el 75% del total capturado. La segunda especie en captura corresponde al camarón nailon con sobre el 6% del total; seguida del brotulín y de la merluza común con un aporte del 5,6 y 4,5% del total, respectivamente. En relación al langostino colorado su aporte al total capturado correspondió tan sólo al 2% equivalentes a 376 kg.

Lo anterior también se aprecia en la figura 17, la que permite observar que de las 16 especies capturadas en esta subárea, sólo 7 de ellas superan el 1% del total capturado.



Por otra parte, al considerar sólo los lances de pesca en que se obtuvo captura de langostino colorado (denominando un lance exitoso a partir del nivel de presencia en la captura) se tiene que la captura total parcial alcanza un valor de 2.069 kg y que los principales aportes corresponden a camarón nailon (44,7%); langostino amarillo (19,6%) y langostino colorado (18,2%), capturados en un rango latitudinal limitado hacia el norte por la latitud 23°24,02' S (Fig. 18).

En cuanto al porcentaje de ocurrencia de las distintas especies a lo largo de la prospección de pesca, se tiene que 7 de ellas aparecen en más del 10% de los lances realizados y que en cuanto a las principales especies (desde el punto de vista comercial) el camarón nailon aparece en un 11,3% de ellos; el langostino colorado en un 12,5% y la merluza común en un 23,8% del total de lances realizados.

### **Subárea B**

En las Regiones III y IV el número de especies que componen la fauna acompañante fue mayor que el registrado en la subárea A (sobre 20). Para una captura total de 37.254 kg se tiene que los principales aportes en peso corresponden a langostino colorado con un 37,1% del total, a camarón nailon con un 21,3%; seguido de langostino amarillo con un 20,3% y de merluza común con un aporte del 16,7%. Las demás especies en su mayoría no superan el 1% del total capturado (Tabla 19).

En la figura 19 se aprecian los aportes porcentuales de la fauna acompañante tanto en el subárea total como en cada uno de los focos detectados en ella. En el foco 1, el de mayor importancia, el aporte del langostino colorado supera el 61% de la captura obtenida, la cual correspondió a 19.446 kg. En el caso del foco 2 en que se obtuvo una captura total de 4.351 kg, nuevamente aparece como el de mayor importancia el langostino colorado, pero en una situación compartida con el camarón



nylon (38,8% y 27,1%, respectivamente). En el foco 3, para una captura total de 10.269 kg el aporte del langostino colorado se reduce al 1% del total, pasando a ser de mayor importancia los aportes de las especies langostino amarillo (37%); camarón nylon (35,1%) y la merluza común (19,8%).

En relación al porcentaje de ocurrencia de las distintas especies que conforman la fauna acompañante, a lo largo de esta subárea se obtuvo que 13 de ellas tuvieron una ocurrencia superior al 10% del total de lances realizados, siendo las de mayor importancia: jaiba paco (53,4%); lenguado ojo grande (56,6%); camarón nylon (61,1%) y merluza común (71,7%). En cuanto a las especies langostino colorado y langostino amarillo su porcentaje de presencia en relación al total de lances realizados fue de un 23,9% y de un 46,6%, respectivamente.

En relación a la estructura de tallas de las principales especies fauna acompañante detectadas, se tiene que, para el caso de la Subárea A, en la figura 20 se muestra lo obtenido para 4 especies, en donde las principales corresponden a langostino amarillo y merluza común. Para la primera de ellas la distribución muestra una concentración de los ejemplares en torno a dos modas 30 y 40 mm y con una amplitud de la muestra que va desde los 26 a 45 mm de longitud cefalotorácica. Para la merluza común los ejemplares se distribuyen desde los 21 a 50 cm de longitud total, con una moda en torno a los 25 cm y con una mayor concentración de los individuos hacia valores mayores.

Para el caso del Subárea B, en la figura 21 se muestra esta relación para 6 especies, observándose que para camarón nylon los individuos se distribuyeron en torno a una moda de 23 mm arrojando una distribución en forma de campana y con una amplitud de distribución que va desde los 3 a los 40 mm de L.C. Para el caso de merluza común los individuos presentan una distribución parecida a la obtenida en la



otra subárea pero con una moda desplazada hacia ejemplares menores (19 cm de L.T.), la amplitud observada oscila entre los 12 y 67 cm de L.T.

En las figuras 22 y 23 se entrega la distribución espacial de la CPUA de las principales especies que conforman la fauna acompañante del recurso langostino colorado en las Subáreas A y B, respectivamente. Para la primera de ellas, se consideran 4 especies, en donde el camarón nailon se distribuyó en el rango latitudinal 21°00' a los 25°45' S. en sólo 9 lances y el valor de su CPUA osciló entre los 0,3 a 18.126 kg/km<sup>2</sup>. Para el caso de la merluza común, ésta presentó una distribución más amplia llegando hasta los 19°30' S y estando presente en 19 lances arrojó una CPUA que osciló entre los 28,4 y 13.901 kg/km<sup>2</sup>. La especie brotulín se registró en 8 lances de pesca y su distribución abarcó desde los 25°00'S. hasta el sur de Iquique con valores de CPUA entre los 12,8 a 27.476 kg/km<sup>2</sup>, por último el langostino del norte tuvo una distribución que cubrió la zona entre Tal Tal y la cuadra de Arica, con una presencia en 13 lances y con valores de CPUA entre los 0,1 a 12.013 kg/km<sup>2</sup>.

En la subárea B, se analiza la distribución de la CPUA para 3 especies, teniendo que en caso del langostino amarillo su distribución abarcó desde los 32°00' a 26°00' S, con una presencia en 88 lances y un valor de CPUA que osciló entre los 22,4 a 22.228 kg/km<sup>2</sup>. Para el camarón nailon la distribución abarcó desde los 32°10' a los 26°00' S., con una presencia en 152 lances y con valores de CPUA comprendidos entre los 41,4 a 11.626 kg/km<sup>2</sup>. Finalmente, en la merluza común se observa una distribución que es equivalente a la observada en el camarón nailon con una presencia en 110 lances y con valores de CPUA que oscilan entre los 155,6 y 39.808 kg/km<sup>2</sup> (Fig.23).



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

---



## 9. DISCUSIÓN

La evaluación directa comprendió el litoral entre las Regiones I a la IV; en las Regiones primera y segunda no se registran actividades pesqueras sobre el langostino colorado, mientras que en la tercera y cuarta se realizan actividades pesqueras sobre este recurso, pero la flota que opera actúa simultáneamente sobre el langostino amarillo. Considerando estos antecedentes y por razones operativas, el área de estudio se separó en 2 zonas: la Subárea A que abarca las Regiones I y II y la Subárea B, que comprende las Regiones III y IV. En la Subárea A se obtuvo captura de langostino colorado sólo en el 12,5% de los lances, y su participación en las capturas totales fue sólo del 2%, no posibilitando el desarrollo de estudios significativos. Por tanto, el presente capítulo se centra preferentemente en los resultados alcanzados en las dos Regiones del área sur de la zona de estudio.

La estructura de talla del langostino colorado encontrada en la presente prospección es amplia, abarcando tallas entre los 12 y 47 mm de cefalotórax, en tanto que en el estudio de seguimiento de esta pesquería en las Regiones III y IV realizada en 1998, el rango de tallas abarcó entre 24 y 52 mm (Canales *et al.*, 1999), situación que sugiere evidentemente el efecto selectivo de la flota. En este sentido, las redes empleadas en el estudio fueron las mismas que utiliza la flota comercial, pero la estrategia de pesca empleada en lances comerciales difiere a la utilizada en la prospección, ya que en el primer caso se concentra el esfuerzo de pesca en los lugares de concentración de ejemplares de mayor tamaño.

En las pescas comerciales de 1998 las composiciones de las estructuras de talla eran prácticamente unimodales. En la presente prospección no siempre se presentó este patrón de comportamiento, esto puede ser debido al tamaño de la muestra empleada. Asimismo, el muestreo de las capturas comerciales permitió determinar



que en el mes de julio se presentaron los individuos grandes y los de menor talla en los meses de mayo y noviembre (Canales *et al.*, 1999). El crucero de evaluación se efectuó durante los meses de agosto a octubre, lo que explica la ausencia de individuos sobre los 47 mm.

En la presente evaluación los machos presentaron tallas medias más altas que las hembras. Este patrón de comportamiento es similar al encontrado en las capturas de pesca comercial en el año 1998, donde la talla promedio del langostino colorado para los machos fue de 36,56 mm ( $\pm 0,16$ ) con un rango entre 24 y 48 mm, para las hembras fue de 33,69 mm ( $\pm 0,17$ ) con un rango de 24 a 52 mm (Canales *et al.*, 1999). Cabe señalar que las tallas medias en el crucero de evaluación (Fig. 10) son inferiores a las de las pescas comerciales, por las razones antes expuestas.

El coeficiente de alometría de las hembras no presenta diferencias entre las Regiones III y IV (2,6393 y 2,7328, respectivamente). Para los machos se presentan diferencias significativas por Regiones (los coeficientes son 2,7619, 2,6401 y 3,0975 para la II, III y IV Regiones, respectivamente). En la zona norte considerada en forma conjunta en 1998 para los machos el coeficiente de alometría fue 3,002.

Un análisis crítico de la aplicación de modelos log-lineal y no-lineal para la estimación de la relación longitud peso se presenta en el anexo 2. En este análisis se tomó como ejemplo un set de datos de los langostinos colorados machos. Los resultados indican que la suma residual de los cuadrados (SRC) es menor para el modelo no-lineal, mientras que el modelo log-lineal explicó una mayor proporción de la variabilidad del peso. Es importante destacar que la eficiencia relativa de ambos modelos es muy similar con una diferencia de poco más de un 2%, en tanto las predicciones de ambos modelos presentan muy pocas diferencias, mostrándose muy cercanas en torno al valor central de la talla. Considerando estos resultados se



puede señalar que la aplicación de los modelos log-lineal para la estimación de la relación longitud peso empleado en el presente trabajo es adecuado.

Considerando la pesquería de la zona norte-centro, en 1998 la proporción de hembras varió entre 0,3 y 0,5 siendo ésta más alta en los meses de julio, agosto y noviembre. En el actual crucero se obtuvo un valor de 0,49.

En 1998 la más alta proporción de hembras ovíferas se presentaron entre los meses de julio y septiembre, en menor proporción se presenta en el mes de mayo y en forma incipiente en noviembre. En el crucero de 1999, en el período agosto – octubre, en cuanto a la madurez de los huevos portados por las hembras casi el 45% de ellos estaban en estado 3 y un 30 % en estado 4, lo que indica que están próximos a la eclosión larval. Considerando la pesquería de la zona norte-centro, en 1998 el análisis del estado de desarrollo de los huevos indica que los cuatro estados se encuentran presentes a lo largo del año, especialmente los estado 2 y 4, la proporción del estado 2 disminuye a partir del mes de septiembre pero en ese período aumenta la participación del estado 4 (Canales *et al.*, 1999).

El período de portación de huevos abarca la totalidad de la temporada de pesca y los mayores porcentajes de huevos en el último estado de desarrollo se presentaron hacia fines de año. El crucero de 1999 no abarcó este último período.

En relación a la dureza del exoesqueleto sólo el 1,6% de los ejemplares presentaron consistencia blanda, por lo tanto no se encontraban en etapa de muda, estos resultados difieren en parte a los encontrados en 1998, por Canales *et al.* (1999), donde en un estudio efectuado entre los meses de mayo a noviembre, observaron que existía una clara predominancia de individuos duros hasta el mes de agosto, a partir del cual



comienza a aumentar la presencia de individuos blandos que llega a su máximo en el mes de octubre.

En 1998 en la III y IV Regiones se desembarcaron el 5,01% (630 t) de langostino colorado de las capturas nacionales, se registraron actividades de desembarques de 13 embarcaciones en los puertos de Caldera (2), Coquimbo (9) y Pichidangui (3), estas embarcaciones efectuaron en total 87 viaje de pesca. La flota operó entre los meses de mayo y noviembre con un promedio de 3 embarcaciones por mes, con la excepción de julio donde operaron 7 embarcaciones, mientras que en los meses de abril y diciembre operó sólo una embarcación por mes (Canales *et al.*, 1999). El crucero de evaluación se efectuó entre los meses de agosto a octubre después de finalizado el mes de más alta actividad extractiva.

En relación a la distribución batimétrica de las capturas del langostino colorado, éstas son análogas entre el crucero de 1999 y en la pesca comercial de 1998. En el crucero, en el estrato 251-350 m se obtuvieron el 58% de las capturas, en el estrato 151-250 el 34% y un 8% se presentó sobre los 351 m de profundidad.

En la temporada de 1998 la más alta presencia de langostino colorado se presentó también en el estrato 251-350 m donde se registraron el 68,6% de las capturas y en el estrato 151-250 m se presentó el 32,3% (Canales *et al.*, 1999). No obstante, los mayores rendimientos promedios (578,8 kg/h.a.) se alcanzaron en el estrato 151-250 m, mientras que en el estrato 251-350 m se logró un rendimiento promedio de 434 kg/h.a., una excepción la presentaron los meses de mayo, junio y agosto donde los rendimientos fueron mayores en este último estrato (Canales *et al.*, 1999).

Las capturas de la III y IV Región desembarcadas alcanzaron las 411,6 t que representa en 2,8% de las nacionales empleando el 7,6% de las horas de arrastre



de las realizadas por las embarcaciones que operan en el área, obteniendo un rendimiento promedio de 471,3 kg/h.a., que es un 62,9% inferior del promedio nacional (Canales *et al.*, 1999). En el presente crucero se obtuvo un rendimiento promedio más bajo alcanzando los 170 kg/h.a. En la zona de Coquimbo, donde habitualmente opera un más alto esfuerzo pesquero, solamente se alcanzó los 10 kg/h.a. En 1998, se observó que en los meses de mayo, julio y agosto la flota obtuvo las más altas capturas de la temporada, no obstante los rendimientos más altos se lograron en el primer semestre, al inicio de la temporada de pesca. El período en que se efectuó el crucero permitió obtener un estimado de la biomasa posterior al de la temporada de pesca.

En las Regiones III y IV el langostino colorado se encontró en tres focos, dos ubicados en la tercera y uno en la cuarta Región. Estos son parcialmente coincidentes con los lugares en donde operó la flota en 1998, ya que en el presente crucero no se detectó un foco frente a Pichidangui que se podría haber inferido de la actividad de la flota en 1998. Por otro lado, los dos focos situados en la III Región se visualizan con más precisión en el crucero de 1999 que de la actividad de la flota de 1998.

La distribución espacial del langostino colorado en ambas Regiones indican que está distribuido por focos, que son agregaciones de langostino. Este tipo de distribución había sido planteada para la VII y VIII Regiones por Bahamonde *et al.*, 1984 posteriormente Roa *et al.*, 1997, plantea hipótesis sobre las interconexiones en los focos en esas Regiones.

Debido a la escasa información disponible en la zona no es posible plantear ninguna hipótesis al respecto, sino cabe señalar que en el foco 3 frente a Coquimbo se encontró un mayor número de edades que en los focos situados frente a Caldera. Considerando las bajas densidades encontradas, lo limitado de las muestras



obtenidas y la distancia de 120 mn entre los límites más próximos entre los focos de Coquimbo y Caldera no es posible en el estado actual del conocimiento de este recurso plantear alguna hipótesis de teleconexión entre éstos.

Las aberturas puntas de alas (APA) estimadas a partir de la longitud de la relinga de cada red empleada varía entre 13,31 y 16 m. La estimación en forma experimental del APA en el PAM "Chonos 73" reportó valores que oscilaron entre 15,3 y 20 m, con un APA promedio de 18 m, este equivale al 59% de la longitud de la relinga superior. Para esa misma red, Bahamonde y Roa (1992) habían encontrado un APA promedio de 19,3 m. Cabe señalar la diferencia entre estos valores de APA que puede ser debido a que se emplearon diferentes maniobras. En efecto, Bahamonde y Roa (1992) emplearon malletas de 5 m y estándares de 30 m, mientras que en el presente trabajo se utilizaron malletas de 25 m y estándares de 50 m.

La estimación de la biomasa del langostino colorado se efectuó por focos de abundancia. Estos se reportaron sólo en las Regiones III y IV, los focos 1 y 2 se prospectaron con el PAM "Cachagua", mientras que el foco 3 con el PAM "Tiberiades". La información del PAM "Chonos" no fue considerada para efectuar la estimación de la abundancia, teniendo en cuenta la baja captura obtenida en la subzona A prospectada. Además, esta embarcación no prospectó ninguno de los focos detectado y por haber utilizado una red de 4 paneles que difería totalmente de las otras redes cuyo diseño es de 2 paneles.

En la estimación de la biomasa se emplearon diversos métodos cuyos resultados difieren, es interesante analizarlos analíticamente. Los métodos planteados se centraron en dos enfoques, uno denominado enfoque tradicional, apoyado en el uso de tres estimadores de la densidad media (él de la mediana aleatoria empleando el



bootstrap de la mediana, él de la media de una distribución delta y él de razón) y otro enfoque el geoestadístico.

El estimador mediana aleatoria tiene la versatilidad de no presentar ningún supuesto sobre la distribución de probabilidades de la variable en estudio, más aún cuando se realiza estimación bootstrap de ésta. Sin embargo no es un estimador insesgado (McConnaughey and Conquest, 1993). La CPUA de cada foco no presentó una distribución normal, por lo que el cálculo de la biomasa mediante la mediana proporciona una estimación baja.

El estimador de razón supone que las variables a ser utilizadas (captura y esfuerzo) varían en cada unidad muestral tomada. Además, este estimador utilizado en muestras pequeñas es sesgado, es decir  $E(\hat{R}) \neq R$  (Cochran, 1977). Sin embargo, en muestras grandes, la distribución de probabilidades del estimador tiende a la normalidad y el sesgo se vuelve despreciable. En el presente trabajo el foco 1 tenía un número de muestras de 58, mientras que los focos 2 y 3 sólo 21 muestras cada uno, por lo que las muestras son pequeñas y el estimador no tiende a la normalidad.

Por su parte, el estimador de la media muestral (promedio), si bien es insesgado, cuando la distribución subyacente es del tipo log-normal no es de mínima varianza (entre los insesgados, McConnaughey and Conquest, 1993), lo que en definitiva se puede traducir en estimaciones con una alta incertidumbre. Al igual que es el caso anterior la distribución de la CPUA por focos no cumple con los supuestos del método.

Por su parte, el estimador de la media de una distribución delta se reconoce como un estimador insesgado de mínima varianza (Pennington, 1983). Sin embargo, el supuesto de este estimador es que la distribución subyacente de los datos corresponde a una



distribución delta, la cual consiste básicamente en una distribución log-normal con una fracción de observaciones iguales a cero (McConnaughey and Conquest, 1993). En este sentido el estimador diseño basado (Smith, 1990) es exigente en cuanto a la distribución de probabilidades de la CPUA, para la cual se ha observado que con tamaños muestrales bajos (pocos lances) no se cumple el supuesto de log-normalidad de los datos, lo que fue demostrado por Canales, *et al.*, (1998) y es la situación que se encuentra principalmente en los focos 2 y 3. Mientras que en el foco 1 la distribución tiende a una distribución delta.

La aplicación del enfoque geoestadístico a datos de abundancia local permite considerar el utilizar la correlación espacial existente entre muestras vecinas, y considerar en la varianza la estructura espacial. Los focos 1 y 2 presentan una clara estructura espacial, mientras el foco 3 muestra sólo efecto de pepita. Asimismo, se debe considerar que los focos 2 y 3 tienen un tamaño de muestra pequeño.

En consecuencia de los métodos empleados el estimador de la media de una distribución delta y el método geoestadístico son los que mejor consideran los supuestos de los métodos empleados.

Finalmente, si se utilizan como medida de bondad de los estimadores el coeficiente de variación (CV) y como medida de precisión, la amplitud de sus intervalos de confianza (AI), de los dos métodos seleccionados se puede señalar que el estimador delta reporta los más altos CV y AI, mientras que el estimador geoestadístico registra los más bajos (Tabla 6 y 7). Por su parte, desde el punto de vista del estimado de la biomasa el estimador delta reporta el más alto estimado.

En la II Región se encontró presencia de langostino colorado en las cercanías de Punta Tetas, al igual que en otras regiones la estructura promedio del langostino



colorado es mayor para los machos ( $30,6 \pm 0,5$  mm, donde el rango es de 17 a 42 mm) que para las hembras ( $26 \pm 0,7$  mm, donde el rango es de 16 a 34 mm), lo que es análogo a lo encontrado por Gutiérrez y Zúñiga (1977).

Respecto a la otra especie de langostino, se procedió a identificarla hasta el género *Pleuroncodes* sp (Anexo 3). En el proyecto se le asignó el nombre común de langostino del norte. En el crucero realizado con red de fondo en diciembre de 1999 en las Regiones I y II se presentó sólo en el 2,4% de los lances. A estos organismos se le prestó una atención especial dentro de la fauna acompañante, ya que desde 1996 aparecieron con comportamiento pelágico como fauna acompañante de la anchoveta en lances de pesca realizado con redes de mediagua en el litoral de estas Regiones. Cabe señalar, que para un mismo tipo de crucero efectuado en enero de 2000 se constató su captura (Córdova, com. pers).



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

---



## 10. CONCLUSIONES

**10.1** El langostino colorado, *Pleuoncodes monodon*, entre la I y IV Regiones se encontró distribuido desde la latitud 23° 24,43'S hasta la latitud 32° 10'S, detectándose tres focos de abundancia cuya situación geográfica y densidades promedio es la siguiente:

**Foco 1** situado entre las latitudes 26° 00' – 27° 00'S (norte de Chañaral hasta Caldera), tiene un área de 131 km<sup>2</sup>, el centro de gravedad de la distribución se sitúa en la latitud 26°37'S (frente a Punta Salinas).

**Foco 2** situado entre las latitudes 27°06' – 27° 35'S (al sur de Caldera), tiene un área de 335 km<sup>2</sup>, el cuyo centro de gravedad se sitúa en la latitud 27°23'S (frente a Punta Dallas).

**Foco 3** situado entre las latitudes 29°00' – 30° 12'S (en las cercanía de Coquimbo), tiene un área de 665 km<sup>2</sup>, el cuyo centro de gravedad se sitúa en la latitud 29°53'S.

**10.2** La biomasa total estimada es según el método delta de 6.574 t ( $\pm$  196 t) con un coeficiente de variación del 13,8% y según el método geostadístico: 6.051 t ( $\pm$  103 t) con un coeficiente de variación del 7,8%, considerando solo la variabilidad de los estimadores; mientras que si se considera, además, la variabilidad de la abertura de la red los coeficientes de variación aumentan a 35,1 y 33,2%, respectivamente.

**10.3** La incorporación de la variabilidad de la abertura punta-alas en las estimaciones de varianza, arrojó coeficientes de variación total entre el 33%



según el estimador geoestadístico y un 40% según el estimador mediana. Lo anterior revela la gran trascendencia que tiene este factor en el problema de inferencia y se estima que solo con equipos electrónicos de medición directa de la abertura de la red, se podrá mejorar el problema de precisión de este tipo de resultados.

- 10.4** La abundancia total en número es de 402.275.473 individuos, las hembras aportan con un 46,8% y los machos con el 53,2 % de los ejemplares, respectivamente.
- 10.5** Los machos aportan con el 61,4% de la biomasa y las hembras con el 38,6%.
- 10.6** La densidad media, el rendimiento por lance y la biomasa por foco son las siguientes:
- Foco 1: la densidad media es 6,08 t/km<sup>2</sup> , el rendimiento de 0,24 t/lances y la biomasa por el método geoestadístico es 5.560 t con un CV de 10,05%.
  - Foco 2: la densidad media es 2,03 t/km<sup>2</sup> , el rendimiento de 0,09 t/lances y la biomasa por el método geoestadístico es 467 t con un CV de 6,74%.
  - Foco 3: la densidad media es 0,17 t/km<sup>2</sup> , el rendimiento de 0,01 t/lances y la biomasa por el método geoestadístico es 24 toneladas.
- 10.7** En todos los focos los machos presentaron tallas medias más altas que las hembras. La estructura de talla por Región es la siguiente:



- en la II Región: la talla media de los machos alcanzó los 31,1 mm de longitud cefalotorácica (con un rango de talla entre los 17 a 42 mm). la talla media de las hembras alcanzó los 26,7 mm (con un rango de talla entre los 16 a 34 mm).
- en la III Región: la talla media de los machos alcanzó los 32,4 mm de longitud cefalotorácica (con un rango de talla entre los 18 a 42 mm). La talla media de las hembras alcanzó los 28,8 mm (con un rango de talla entre los 16 a 37 mm).
- en la IV Región: la talla media de los machos alcanzó los 29,2 mm de longitud cefalotorácica (con un rango de talla entre los 12 a 47 mm). la talla media de las hembras alcanzó los 26,7 mm (con un rango de talla entre los 16 a 34 mm).

**10.8** En relación a los grupos modales, la estructura etaria se encuentra esagredada en función de la latitud y el sexo, los machos presentan una estructura de edades más completa que las hembras, en especial en la IV Región. Por Regiones, los grupos modales observados son los siguientes:

- en la II Región: para machos 3 (edades 2, 3, y 4) y para hembras (edades 2 y 3).
- en la III Región 2 grupos para machos y hembras 3 (edades 3, y 4)
- en la IV Región, para machos 4 (edades 1,2, 4 y 5) y para hembras (edades 1 y 2).



- 10.9** En relación a las estimaciones de las relaciones somatométricas, el coeficiente de alometría de las hembras no presenta diferencias de las III y IV Regiones (son respectivamente 2,6393 y 2,7328). Para los machos se presentan diferencias significativas por regiones, los coeficientes son 2,7619; 2,6401 y 3,0975 para la II, III y IV Regiones, respectivamente.
- 10.10** En cuanto a la madurez casi el 45% de las hembras portaban huevos en estado 3 y un 30% en estado 4, lo que indica que están próximos a la eclosión larval.
- 10.11** En relación a la dureza del exoesqueleto sólo el 1,6% de los ejemplares presentaron consistencia blanda, por lo tanto no se encontraban en etapa de muda.
- 10.12** En la I Región durante el desarrollo de la prospección se detectó la presencia de dos especies del género *Pleuroncodes*, una es el *Pleuroncodes monodon* cuyo nombre común es langostino colorado que aportó con el 2% de las capturas del subárea. La otra especie se identificó hasta el género, se denomina *Pleuroncodes sp* y se le asigna el nombre común de langostino del norte. El langostino del norte aportó con sólo el 2% de las capturas y se encontró distribuido entre las latitudes 18° 27,81' S y 25° 25,48'S.
- La fauna acompañante estaba compuesta en la:
  - I y II Regiones por un 75% de jaiba araña; 6% de camarón nailon; 5,6% de brotulín y 4,5 % de merluza común.



- En la III y IV Regiones por un 44,7% de camarón nailon; 19,6% de langostino amarillo; 8% de merluza común; 4,2% de jaiba paco; 2,9% lenguado ojo grande y 1,7% jaiba araña.
- La frecuencia de ocurrencia de las distintas especies capturadas, estableció que el camarón nailon se registró en el 35,8% de los 419 lances realizados; seguido de la merluza común con un 32% del total y en tercer lugar por el langostino amarillo el que se registró en un 22,2% de los lances.



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

---



## 11. BIBLIOGRAFIA

- ALVERSON, D. and W. Pereyra. 1969.** A study of demersal fishes and fisheries of the Northeastern Pacific Ocean. An evaluation of exploratory fishing methods and analytical approaches to stock size and yield forecast. J. Fish. Res. Bd. Canada. 26:1985-2001.
- ARANA, P., S. Palma, S. Rosales, M.A. Monardes, C. Olate, J. Vidal, P. Pavez, C. Falcon, T. Melo, C. Hurtado y M. Arredondo. 1995.** Evaluación directa del stock de langostino amarillo y estado de situación del recurso entre la V y VIII Regiones. Informe UCV. 48/95: 284 pp.
- ARMSTRONG, M., D. Renard, J. Rivoirard And P. Petitgas. 1992.** Geostatistics for fish survey data. Course held at Centre of Geostatistiques, Fontainbleau, France, 91 p.
- BAHAMONDE, R., O. Guzmán y J. Castillo. 1981.** Cuantificación acústica de recursos pelágicos, Fase prospección zona norte. Informe a Subsecretaría de Pesca. IFOP.
- BAHAMONDE, R. y R. Roa. 1992.** "Evaluación del grado de recuperación del langostino colorado: Foco de abundancia de Achira". Informe a Subsecretaria de Pesca. Instituto de Fomento Pesquero.
- BAHAMONDE, R., H. Bustos y G. Henríquez 1984.** "Monitoreo del recurso del langostino colorado – 1984. Informe a Subsecretaria de Pesca. Instituto de Fomento Pesquero.



- BAHAMONDE, R. M.A. Barbieri, C. Canales, T. Peñailillo, P. Gálvez, C. Montenegro, H. Pool, M. Gálvez, S. Nuñez, H. Rebolledo, L. Cubillos, A. Hernández y N. Silva. 2000.** Informe Prefinal (en revisión) "Evaluación directa del langostino colorado: de la V a la VIII Regiones". Informe Técnico. Instituto de Fomento Pesquero. 111p.
- BARBIERI, M.A., A. González Y E. Yáñez, 1995.** Time-space variability of sea surface temperature and pelagic resources in northern Chile (1987-92). International Geoscience and Remote Sensing Symposium. IGARSS'95, Florence, July 10-14, 1995: 300-302.
- BENJAMIN, J. y C. A. Cornell. 1981.** Probabilidad y estadística en Ingeniería Civil. Mc Graw Hill Latinoamericana S. A. . 685 p.
- CANALES, C., C. Montenegro, H. Pool, T. Peñailillo y C. Diaz, 1997.** Informe Final Proyecto FIP 96-20. Análisis y Evaluación Indirecta de la Pesquería de Langostino Colorado en la zona Centro-Sur. Informe Técnico, Instituto de Fomento Pesquero (IFOP). 49 p.
- CANALES, C. C.Montenegro, T. Peñailillo, H. Pool y C. Vicencio. 1998.** Informe Final Proyecto FIP 97-22, Evaluación Indirecta del stock de langostino colorado de la zona centro-sur. 94 pp.
- CANALES, C., C. Montenegro, T. Peñailillo, H. Pool y C. Vicencio, 1999.** Programa de Seguimiento del Estado de Situación de las Principales Pesquerías Nacionales. Informe Final Proyecto Investigación Situación Pesquería Crustáceos 1998.



- CRESSIE, N. A. C. 1993.** Statistics for spatial data. J. Wiley, NY. 736 p.
- COCHRAN, W.G. 1977.** Sampling Techniques, 3rd Ed., John Wiley and Sons, NY
- DAVIS, J. C. 1973.** Statistics and data analysis in geology. Jhon Wiley & Sons, Inc..  
550 pp.
- DEUTSCH, C. y A. Journel, 1992.** GSLIB. Geostatistical software library and user's  
guide. Oxford University Press. 340 pp.
- DOBSON, A. J. 1983.** Introduction to Statistical Modeling. Chapman and Hall, New  
York.
- ENGLUND, E. and A. Sparks. 1988.** Geo-EAS. Geostatistical enviromental assesment  
software. U.S. Envirommental Protection Agency; Las Vegas.
- GLANTZ, S. A., and B. K. Slinker. 1990.** Primer of applied regression and analysis  
of variance. Mc-Graw-Hill, USA, 777 p.
- GUTIERREZ, J y O. Zuñiga. 1977.** Pleuroncodes monodon H. Milne Edwards en la  
bahía de Mejillones del sur, Chile (Crustacea,, Decapoda, Anomura). rev.  
Biol. Mar. Dep. Oceanol., Univ. de Chile 16(2): 161-169.
- ISAAKS E. and R. Strivastava. 1989.** An introduction to applied geostatistics.  
Oxford University Press. 561 p.
- KECKLER, D. 1996.** Surfer for Windows user guide. Golden Software Inc.



- LAMILLA, J. 1986.** *Bathyraja albomaculata* (Norman, 1937): Primer registro para las costas de Chile (Chondrichthyes, Rajidae). Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción, Chile, Tomo 57: 177-182.
- MACDONALD, P.D.M. and Pitcher, T, J., 1979.** Age-groups from size-frecuency data: a versatile and efficient method of analysing distribution mixtures. J. Fish Res. Board. Can. 36: 987-1001.
- MCCONNAUGHEY, R.A. 1993.** Trawl survey estimation using a omparative approach based on lognormal theory. Fish. Bull. (U.S.) 91:107-118.
- MARAVELIAS, C. D. Reid, E. J. Simmonds y J. Haralabous. 1996.** Spatial analysis and mapping of acoustic survey data in the presence of high local variability: geostatistical application to North Sea herring (*Clupea harengus*). Can.J.Aquat.Sci.53: 1497-1505.
- NETER, J., W. Wasserman and M. H. Kutner. 1990.** Applied linear statistical models. Third edition. IRWIN, INC: 1181 pp.
- PELLETIER, D. and A. M. Parma 1994.** Spatial distribution of Pacific Halibut (*Hippoglossus stenolepis*): an application of geostatistics to longline survey data. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 51:1506-1518.
- PEÑAILILLO, T. y G. Henríquez , 1990.** Estudio de dinámica poblacional del recurso langostino colorado. Instituto de Fomento Pesquero, 90 pp.
- PENNINGTON, M. 1983.** Efficient estimators of the abundance for fish and plankton surveys. Biometrics 39:281-286



- PETITGAS, P., 1991.** Contributions géostatistiques à la biologie des pêches maritimes, Thèse de doctorat., centre de Géostatistique, Fontainebleau, 211 p.
- PETITGAS, P. y T. Lafont, 1997.** EVA2: Estimation variance. Version 2. A geostatistical software of windows 95 for the precision of fish stock assessment surveys. ICES CM 1997/Y:22
- PETITGAS P. y A. Prampart, 1995.** EVA. Estimation variance. Logiciel de géostatistique pour l'analyse structurale et les calculs de variance. De. ORSTOM 32pp
- ROA, R. and Bahamonde R. 1993.** Growth and expansion of an exploited population of the squad lobster (*Pleuroncodes monodon*) after 3 years without harvesting. Fish. Res. 18:305-319.
- ROA, R. F. Tapia, L. Cid, R. Quiñones, B. Ernst, D. Figueroa, H. Arancibia, R. Galleguillos y M. Retamal. 1997.** Informe Final Proyecto FIP 96-23. Evaluación directa del stock de langostino colorado en la zona centro-sur.
- SMITH, J.S. 1990.** Use of statistical model for the estimation of abundance from groundfish trawl survey data. Can. J. Fish. Aquat. Sci., Vol 47:894-903
- ROA, R., F. Tapia, L. Cid, R. Quiñones, B. Ernest, D. Figueroa, H. Arancibia, R. Galleguillos, y M Retamal., 1997.** Informe Final Proyecto FIP 96-23 Evaluación directa del stock de langostino colorado de la Zona Centro Sur. Informe Técnico, Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción: 140 pp.



- ROA, R., L. Cid, F. Tapia, R. Quiñones, H. Arancibia, D. Figueroa, y I. López, 1998.** Informe Final Proyecto FIP 97-23." Evaluación directa del stock de langostino amarillo en el litoral de la V a VIII Regiones". Informe Técnico, Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción: 129 pp.
- ROA, R., F. Tapia, L. Cid, Ma. I. López, C. Diaz y H. Arancibia, 1999.** Informe Final Proyecto FIP 98-03 "Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones". Informe Técnico, Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción: 110 pp.
- SERNAPESCA. 1999.** Anuario estadístico de pesca 1998.
- SIMARD, Y, P. Legendre, G. Lavoie and D. Marcotte. 1992.** Mapping, estimating biomass and optimizing sampling programs for spatially autocorrelated data: case study of the northern shrimp (*Pandalus borealis*). Can. J. Fish. Aquat. Sci., 49:32-45.
- SPARRE y Venema. 1989.** Introduction to tropical fish stock from groundfish trawl survey data. Ca. J. Fish Aquat. Sci. 47:894-093.
- THOMPSON, S. 1992.** Sampling. J. Wiley & Sons. 344 p.
- Y NEZ E., A. González Y M.A. Barbieri, 1995.** Estructura térmica superficial del mar asociada a la distribución espacio-temporal de sardina y anchoveta en la zona norte de Chile entre 1987 y 1992. Invest. Mar., Valparaíso, 23: 123-147.

# **T A B L A S**

---

Tabla 1. Captura total de langostino colorado por Subárea.

Subárea	Rango latitudinal	N° de lances	Captura (kg)
A	18° 25' - 26° 00' L.S.	80	375,945
B	26° 01' - 32° 10' L.S.	339	13.584,675

Tabla 2.- Rangos de captura de langostino colorado por Subárea y según número de lances realizados.

**Subárea A**

rango de captura (kg)	n° de lances	Lancesi/lances total (%)
0	70	87,5
0,1 - 1	4	5,00
1,1 - 10	2	2,50
11 - 100	3	3,75
> 101	1	1,25
Total	80	

**Subárea B**

rango de captura (kg)	n° de lances	Lancesi/lances total (%)
0	259	76,40
0,1 - 1	14	4,13
1,1 - 10	20	5,90
10 - 100	19	5,60
101 - 1000	26	7,67
> 1001	1	0,29
Total	339	

Tabla 3. Captura de langostino colorado, según rango de profundidad.

Rango de Profundidad (m)	Número de lances (n°)	Captura de langostino colorado		Captura por lance (kg/lance)
		(kg)	(%)	
< 100	3	0	0,00	0,00
100 - 125	55	1.352	9,68	24,60
126 - 150	41	3.402	24,37	83,00
151 - 200	76	5.902	42,27	77,70
201 - 250	77	2.229	15,97	28,90
251 - 300	66	98	0,70	1,50
301 - 400	61	976	6,99	16,00
401 - 500	40	2	0,01	0,05
<b>TOTAL</b>	<b>419</b>	<b>13.961</b>		

Tabla 4. Centros de gravedad, Radio estándar (DEG) y Coeficiente de Dispersión Relativa (CDR) de la cartografía de abundancia de langostino colorado, por focos.

		Foco 1	Foco 2	Foco 3
Centro de gravedad	Longitud	-70,82	-71,01	-71,43
	Latitud	-26,63	-27,38	-29,89
Radio estándar		3,58	1,10	-0,19
CDR		1.107	992	91

Tabla 5. Principales indicadores operacionales de los focos de abundancia identificados para el langostino colorado en la zona norte.

	Area total (km <sup>2</sup> )	Número de lances	Captura total (kg)	Area barrida (km <sup>2</sup> )	Rendimiento (t/lance)	Densidad (t/km <sup>2</sup> )	Rango latitudinal
Foco 1	665	51	12.229	2,01	0,24	6,08	26,0-27,1° S
Foco 2	131	15	1.322	0,65	0,09	2,03	27,1-27,6° S
Foco 3	335	16	95	0,57	0,01	0,17	29,5-30,2° S
Total	1.131	82	13.646	3,23	0,17	4,22	

Tabla 6. Densidades y biomاسas estimadas para el langostino colorado de la zona norte por tipo de estimador y foco de agregación, considerando la variación de la CPUA.

Foco 1	CPUE (t/km <sup>2</sup> )	Error estándar	Biomasa (t)	LI (t)	LS (t)
Delta	8,80	1,77	5.846	5.523	6.169
Mediana	1,94	0,62	1.288	1.175	1.401
Promedio	6,17	1,22	4.103	3.880	4.326
Razón	6,06	1,18	4.027	3.812	4.242
Geoestadística	7,26	0,53	5.560	5.463	5.657

Foco 2	CPUE (t/km <sup>2</sup> )	Error estándar	Biomasa (t)	LI (t)	LS (t)
Delta	4,54	1,97	594	463	735
Mediana	0,07	0,26	9	0	26
Promedio	2,23	0,92	292	231	353
Razón	2,10	0,89	275	216	334
Geoestadística	2,70	0,03	467	465	469

Foco 3	CPUE (t/km <sup>2</sup> )	Error estándar	Biomasa (t)	LI (t)	LS (t)
Delta	0,40	0,20	134	0	462
Mediana	0,03	0,03	11	6	16
Promedio	0,17	0,08	58	45	71
Razón	0,17	0,08	55	42	68
Geoestadística	0,067	0,098	24	8	40

Tabla 7. Biomاسas totales de langostino colorado III y IV Región según tipo de estimador.

Tipo de estimador

	Delta	Mediana	Promedio	Razón	Geoestadístico
Biomasa total	6.574	1.308	4.453	4.357	6.051
Desv. estándar	907	316	623	603	474
CV	0,138	0,242	0,140	0,138	0,078
LI	6.378	1.239	4.318	4.227	5.948
LS	6.770	1.376	4.588	4.488	6.154

Tabla 8. Biomاسas totales de langostino colorado III y IV Región según tipo de estimador considerando variabilidad en la abertura punta alas.

Tipo de estimador

	Delta	Mediana	Promedio	Razón	Geoestadístico
Biomasa total	6.588	1.311	4.462	4.366	6.064
Desv. Estándar (1)	907	316	623	603	474
Varianza (1)	822,402	99,965	388,319	363,287	224,676
Desv. Estándar (2)	2.127	423	1.441	1.410	1.958
Varianza (2)	4.524,257	179,073	2.075,415	1.987,536	3.832,863
Desv. Estánd. total	2.312	528	1.570	1.533	2.014
Varianza total	5.346,659	279,038	2.463,734	2.350,823	4.057,539
CV total	0,351	0,403	0,352	0,351	0,332
LI	6.087	1.196	4.122	4.035	5.628
LS	7.088	1.425	4.802	4.698	6.500

(1) fuente de error asociada solo al estimador.

(2) Fuente de error asociada solo al APA

Tabla 9. Estadísticas de las estructuras de tallas de langostino colorado en la zona norte por región y sexo.

MACHOS

Región	Mínimo	Máximo	L. inferior	Media	L.superior	N
II	17,0	42,0	30,6	31,1	31,6	256
III	18,0	42,0	32,2	32,4	32,7	1.099
IV	12,0	47,0	28,1	29,2	30,2	300
TOTAL	12,0	47,0	31,3	31,6	31,9	1.655

HEMBRAS

Región	Mínimo	Máximo	L. inferior	Media	L.superior	N
II	16,0	34,0	26,0	26,7	27,4	224
III	16,0	37,0	28,3	28,8	29,3	939
IV	9,0	36,0	20,4	21,3	22,2	459
TOTAL	9,0	37,0	25,9	26,3	26,8	1.622

Tabla 10. Estadísticas de las estructuras de tallas de langostino *Pleuoncodes sp.* en la zona norte por región y sexo.

MACHOS

Región	Mínimo	Máximo	L. inferior	Media	L.superior	N
I	12,0	22,0	15,0	15,1	15,3	256
II	12,0	30,0	16,6	17,1	17,7	170
TOTAL	12,0	30,0	15,7	15,9	16,2	426

HEMBRAS

Región	Mínimo	Máximo	L. inferior	Media	L.superior	N
I	11,0	17,0	13,8	14,0	14,3	126
II	13,0	29,0	18,8	19,9	20,9	81
TOTAL	11,0	29,0	15,7	16,3	16,9	207

Tabla 11. Estadísticas de la descomposición modal de las estructuras de tallas de langostino colorado por región y sexo.

Región	Grupo Modal	L. med (mm)	Err Std (mm)	Prop	L. med (mm)	Err Std (mm)	Prop
II	1						
	2	24,0	1,90	0,20	23,0	2,30	0,52
	3	31,0	2,10	0,60	30,5	2,20	
	4	36,0	1,20	0,20			
III	1						
	2				20,5	3,20	0,18
	3	30,5	2,30	0,50	30,0	2,40	0,82
	4	34,7	1,80	0,50			
IV	1	16,0	1,50	0,22	12,0	1,00	0,22
	2	25,0	2,50	0,25	22,5	3,50	0,78
	3						
	4	34,0	2,20	0,25			
	5	40,0	2,10	0,28			

Tabla 12. Resultados del ajuste de la relación longitud – peso, a través de regresión líneal para langostino colorado, según sexo y región.

### II Región

Parámetro	Machos		
	Estimación	Error estándar	Valor t
a*	-6,9492	0,6910	-10,0567
b	2,7619	0,1964	14,0632

### III Región

Parámetro	Machos			Hembras		
	Estimación	Err. Estd	Valor t	Estimación	Err. Estd	Valor t
A*	-6,4480	0,2184	-29,5196	-6,4629	0,3485	-18,5449
B	2,6401	0,0627	42,1231	2,6393	0,1026	25,7123

### IV Región

Parámetro	Machos			Hembras		
	Estimación	Err. Estd	Valor t	Estimación	Err. Estd	Valor t
A*	-8,0670	0,1864	-43,2800	-7,0445	0,2370	-29,7204
B	3,0975	0,0559	55,3819	2,7328	0,0782	34,9448

a\*: Parámetro en escala logarítmica en base exponencial.

Tabla 13. Comparación de los parámetros de la relación talla – peso entre sexos para langostino colorado a través de un modelo de regresión múltiple con variables indicadoras (Neter *et al.*, 1990).

**a) III Región**

Parámetro	Estimación	Error estándar	Valor t
$\alpha_0$	-6,4629	0,40267	-16,05
$\alpha_1$	2,6393	0,1186	22,253
$\alpha_2^*$	0,014862	0,45496	0,032666
$\alpha_3^*$	0,000862	0,13326	0,0064684

Análisis de Varianza del modelo

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F
Regresión	112,96	3	37,653	890,520789
Error	48,54	1.148	0,042282	
Total	161,5	1.151		

F\* = 2,6127

**b) IV Región**

Parámetro	Estimación	Error estándar	Valor t
$\alpha_0$	-4,5063	0,23574	-19,115
$\alpha_1$	1,9694	0,076562	25,724
$\alpha_2^*$	-2,1396	0,28048	-7,6283
$\alpha_3^*$	0,72282	0,088861	8,1343

Análisis de Varianza del modelo

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F
Regresión	373,32	3	124,44	1.746,47729
Error	31,992	449	0,071252	
Total	405,31	452		

F\* : 2,6248

\*: Parámetros diferenciales

Tabla 14. Comparación de los parámetros de la relación talla – peso entre regiones para hembras de langostino colorado a través de un modelo de regresión múltiple con variables indicadoras (Neter **et al.**, 1990).

Parámetro	Estimación	Error estándar	Valor t
$x_0$	-7,045	0,187	-37,610
$x_1$	2,733	0,062	44,222
$x_2^*$	0,582	0,484	1,202
$x_3^*$	-0,094	0,145	-0,644

#### Análisis de Varianza del modelo

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F
Regresión	277,76	3	92,588	1.783,9
Error	19,93	384	0,051901	
Total	297,69	387		

F\* = 2,6281

Tabla 15. Comparación de los parámetros de la relación talla – peso entre regiones para machos de langostino colorado a través de un modelo de regresión múltiple con variables indicadoras (Neter et al., 1990).

Parámetro	Estimación	Error estándar	Valor t
$\alpha_0$	-8,067	0,132	-60,981
$\alpha_1$	3,098	0,040	78,032
$\alpha_2^*$	1,118	0,879	1,271
$\alpha_3^*$	1,619	0,285	5,689
$\alpha_4^*$	-0,336	0,250	-1,341
$\alpha_5^*$	-0,457	0,082	-5,546

#### Análisis de Varianza del modelo

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F
Regresión	524,28	5	104,86	1.751,95897
Error	83,375	1.393	0,059853	
Total	607,65	1.398		

$$F^* = 2,2205$$

#### Análisis de varianza de los factores

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F
Región	1,3	2	0,060	10,860
Región/talla	1,891	2	0,060	15,797

Tabla 16. Número de ejemplares medidos y proporciones sexuales asociadas del langostino colorado en la zona norte.

Región	II	III	IV	TOTAL
Machos (#)	256	1.099	300	1.655
(%)	53%	54%	40%	51%
Hembras (#)	224	939	459	1.622
(%)	47%	46%	60%	49%
Total (#)	480	2.038	759	3.277
(%)	15%	62%	23%	
Machos (gr)	2.716	17.671	4.138	24.525
(%)	62(%)	60(%)	(67%)	(62%)
Hembras (gr)	1.649	11.619	2.040	15.308
(%)	(38%)	(40%)	(33%)	(38%)
Total (gr)	4.365	29.290	6.178	39.833
(%)	(11%)	(74%)	(16%)	

Tabla 17. Biomosas y abundancias del langostino colorado en la zona norte por Región, foco y sexo.

	Biomosas (t)		Abundancia (n°)		Totales	
	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Biomasa	Abundancia
III Región						
Foco 1	3.106	1.888	193.139.887	152.584.527	4.994	345.724.414
Foco 2	312	190	19.421.216	15.343.165	502	34.764.381
Total III	3.418	2.078	212.561.103	167.927.692	5.496	380.488.795
IV Región						
Foco 3	27	88	1.928.135	19.858.543	115	21.786.678
Total IV	27	88	1.928.135	19.858.543	115	21.786.678
Total III – IV	3.444	2.166	214.489.238	187.786.235	5.611	402.275.473

Tabla 18. Listado de especies que componen la fauna acompañante de langostino colorado y porcentaje en peso de la captura total para la subárea A.

Crustáceos			Peces			Otros	
Nombre Común	Nombre Científico	% Peso	Nombre Común	Nombre científico	% Peso	Nombre Común	Nombre Científico
Langostino colorado	<i>Pleuoncodes monodon</i>	2,018127	Merluza común	<i>Merluccius gayi gayi</i>	4,543597	Pulpo	<i>Octopus vulgaris</i>
Langostino amarillo	<i>Cervimunida johni</i>	2,178607	Leng. ojo grande	<i>Hipoglossina macrops</i>	0,365034		
Langostino del norte	<i>Pleuoncodes sp</i>	2,379800	Brotulín	<i>Austrophycis marginatus</i>	5,588237		
Camarón nailon	<i>Heterocarpus reedi</i>	6,042490	Pejerata narigon	<i>Coryphaenoides chilensis</i>	0,235125		
Jaiba paco	<i>Mursia gaudichaudi</i>	0,496285	Pejerata chato	<i>Coryphaenoides subserrulatus</i>	0,243177		
Jaiba araña	<i>Libidoclaea granaria</i>	75,31358	Alfonsino	<i>Beryx splendens</i>	0,002684		
Jaiba marmola	<i>Cancer edwardsi</i>	0,550235	Fume	<i>Hexanchus griseus</i>	0,009663		
Gamba	<i>Haliporoides diomedeeae</i>	0,000081					

Tabla 19. Listado de especies que componen la fauna acompañante de langostino colorado y porcentaje en peso de la captura total para la subárea B.

Nombre Común	Crustáceos			Peces			Otros		
	Nombre Científico	% Peso	Nombre Común	Nombre Científico	% Peso	Nombre Común	Nombre Científico	% Peso	
Langostino colorado	<i>Pleuroncodes monodon</i>	37,058445	Merluza común	<i>Merluccius gayi gayi</i>	16,704395				
Langostino amarillo	<i>Cervimunida johni</i>	20,256305	Leng. ojo grande	<i>Hipoglossina macrops</i>	1,9304246				
Camarón nailon	<i>Heterocarpus reedi</i>	21,336055	Congrio negro	<i>Genypterus maculatus</i>	0,0466286				
Jaiba paco	<i>Mursia gaudichaudi</i>	0,314828	Pejerata narigón	<i>Coryphaenoides chilensis</i>	0,4163850				
Jaiba limón	<i>Cancer porteri</i>	0,226644	Blanquillo	<i>Prolatilus jugularis</i>	0,2162131				
Gamba	<i>Haliporoides diomedea</i>	0,503431	Pampanito	<i>Stromateus maculatus</i>	0,0005046				
Camarón acorazado	<i>Glyphocrangon rimapes</i>	0,048730	Raya volantín	<i>Raja flavirostris</i>	0,0153460				
Centolla	<i>Lithodes santolla</i>	0,002614	Peje gallo	<i>Callorhynchus callorhynchus</i>	0,0346487				
Zapateador	<i>Pterygosquilla armata</i>	0,069636	Raya	<i>Raja sp.</i>	0,0461132				
Langosta enana	<i>Projasus bahamondei</i>	0,000652	Peje humo	<i>Hexanchus griseus</i>	0,3099696				
Langostino de prof.	<i>Munida propinqua</i>	0,000569	Pintaroja	<i>Halaelurus chilensis</i>	0,0012616				
Camarón plano	<i>Stereomastis suhmi</i>	0,000110	Congrio dorado	<i>Genypterus blacodes</i>	0,0450905				
Otros		0,000161	Congrio colorado	<i>Genypterus chilensis</i>	0,0070462				
			Merluza de cola	<i>Macruronus magellanicus</i>	0,0247088				
			Anguila	<i>Ophichthus sp.</i>	0,0422889				
			Kimera	<i>Hidrolagus sp.</i>	0,0291217				
			Leng. ojo chico	<i>Paralichthys microps</i>	0,0094594				
			Besugo	<i>Epigonus crassicaudus</i>	0,1678344				
			Otros		0,1343702				

# **FIGURAS**

---

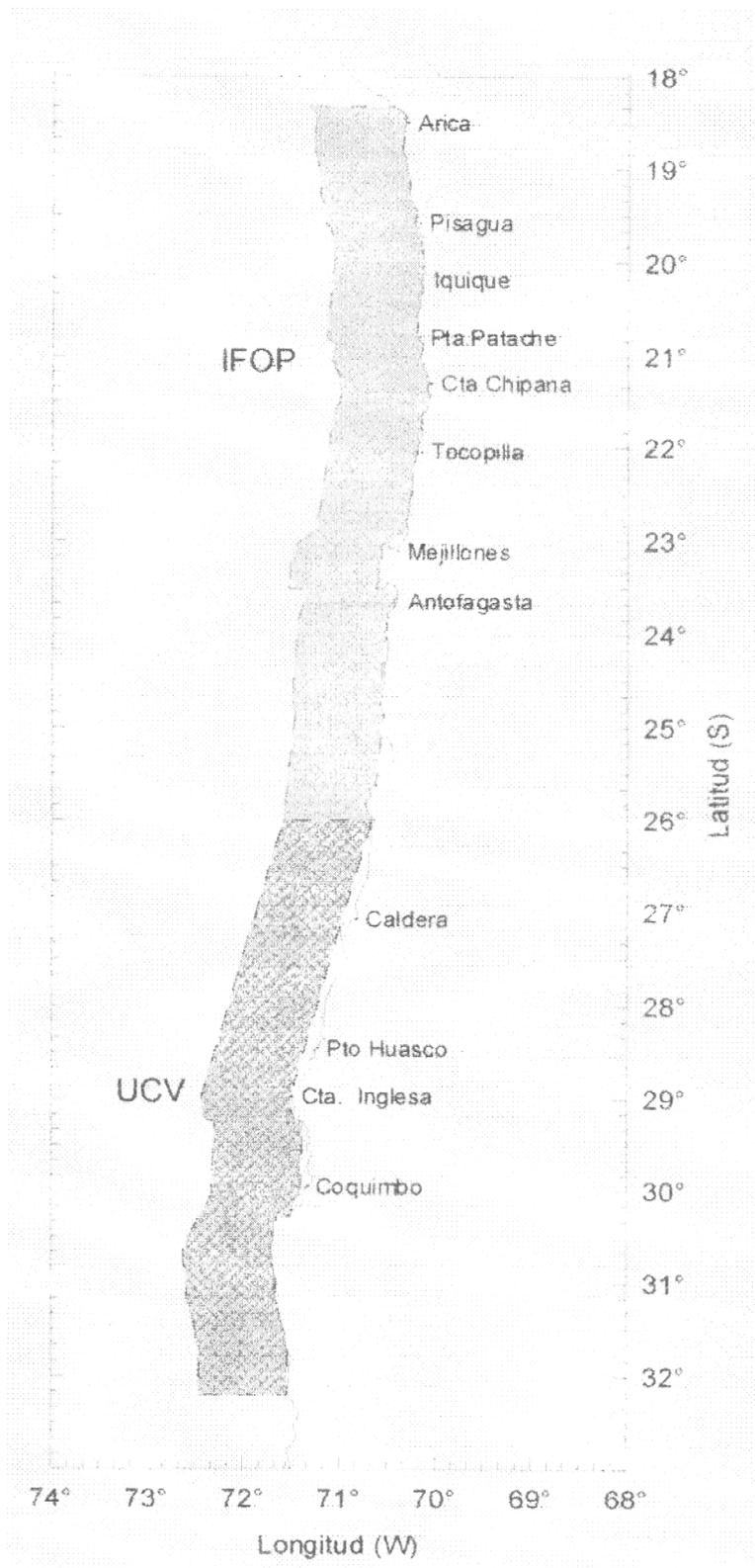


Figura 1. Zona de estudio.

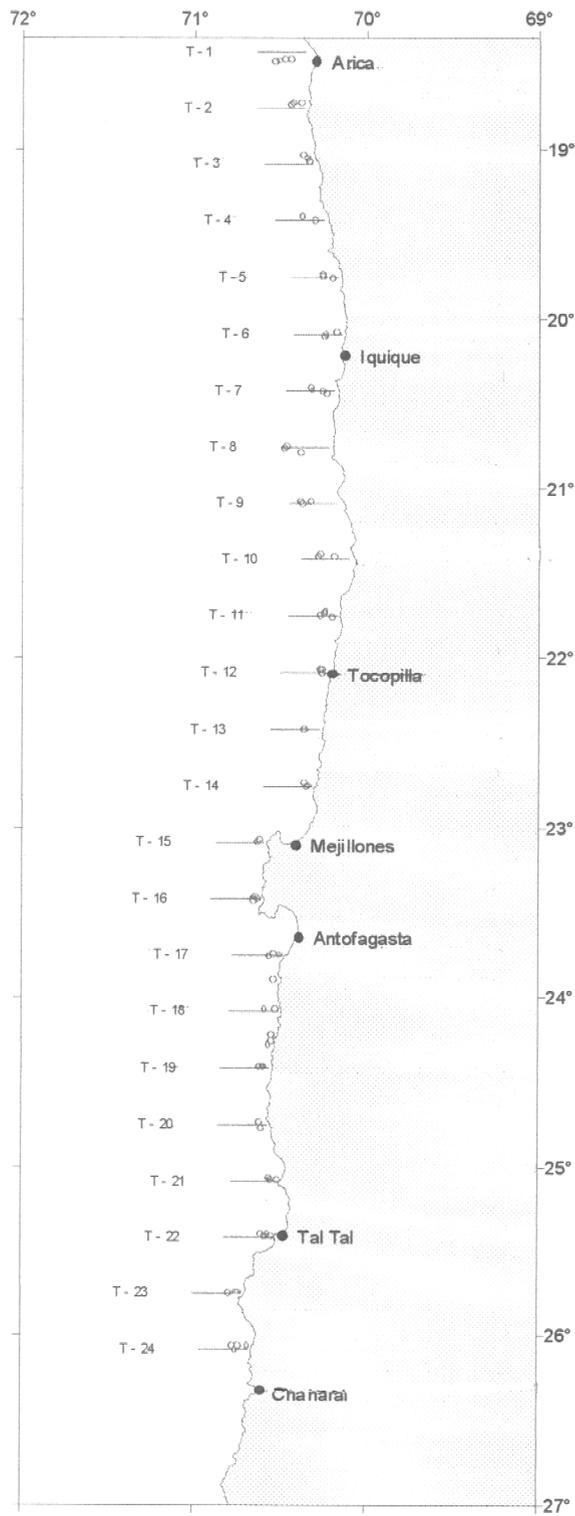


Figura 2. Distribución espacial de transectas de muestreo y lances de pesca . Subárea A.

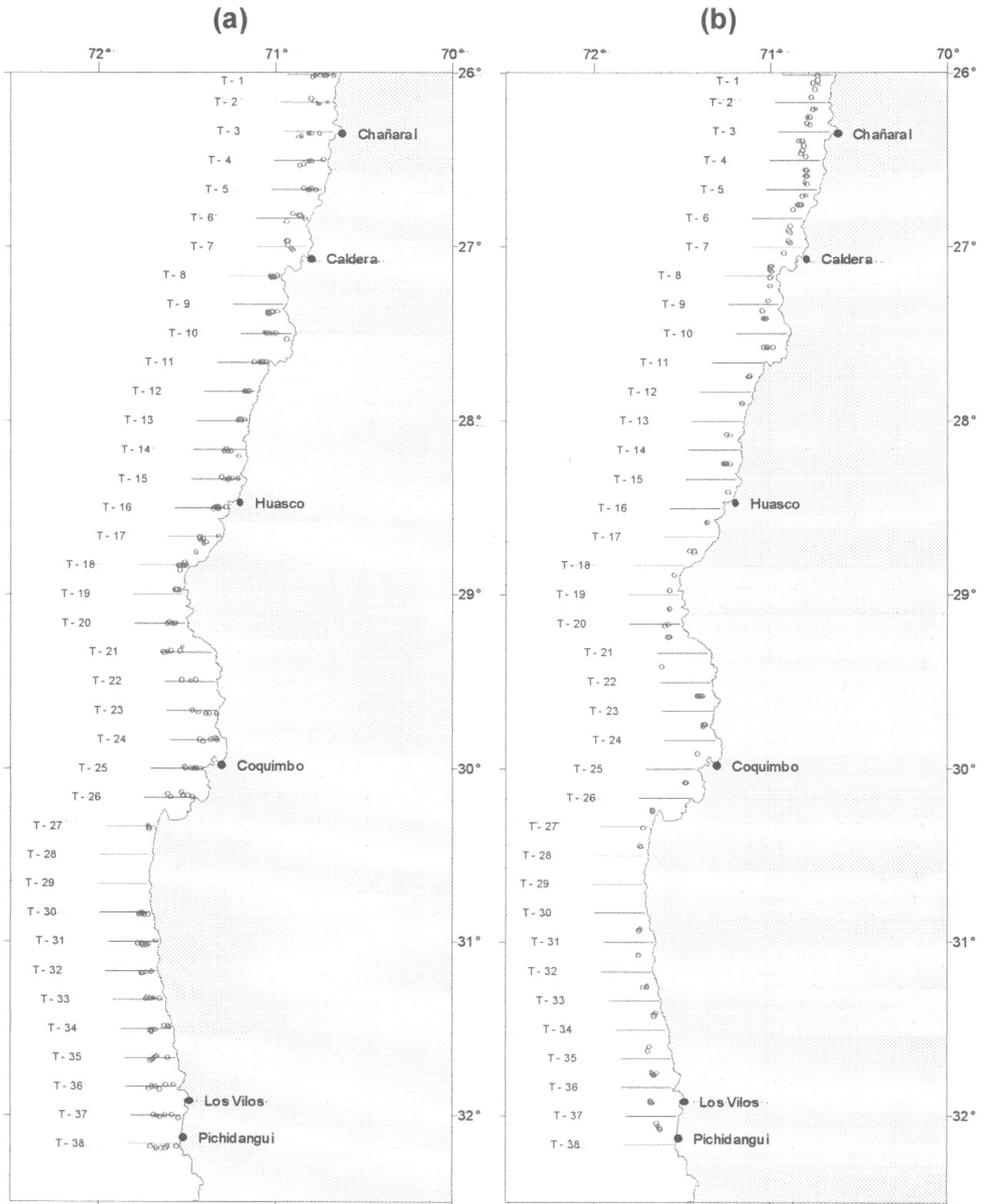


Figura 3. Distribución espacial de transectas de muestreo y a) lances sistemáticos; b) lances de evaluación. Subárea B

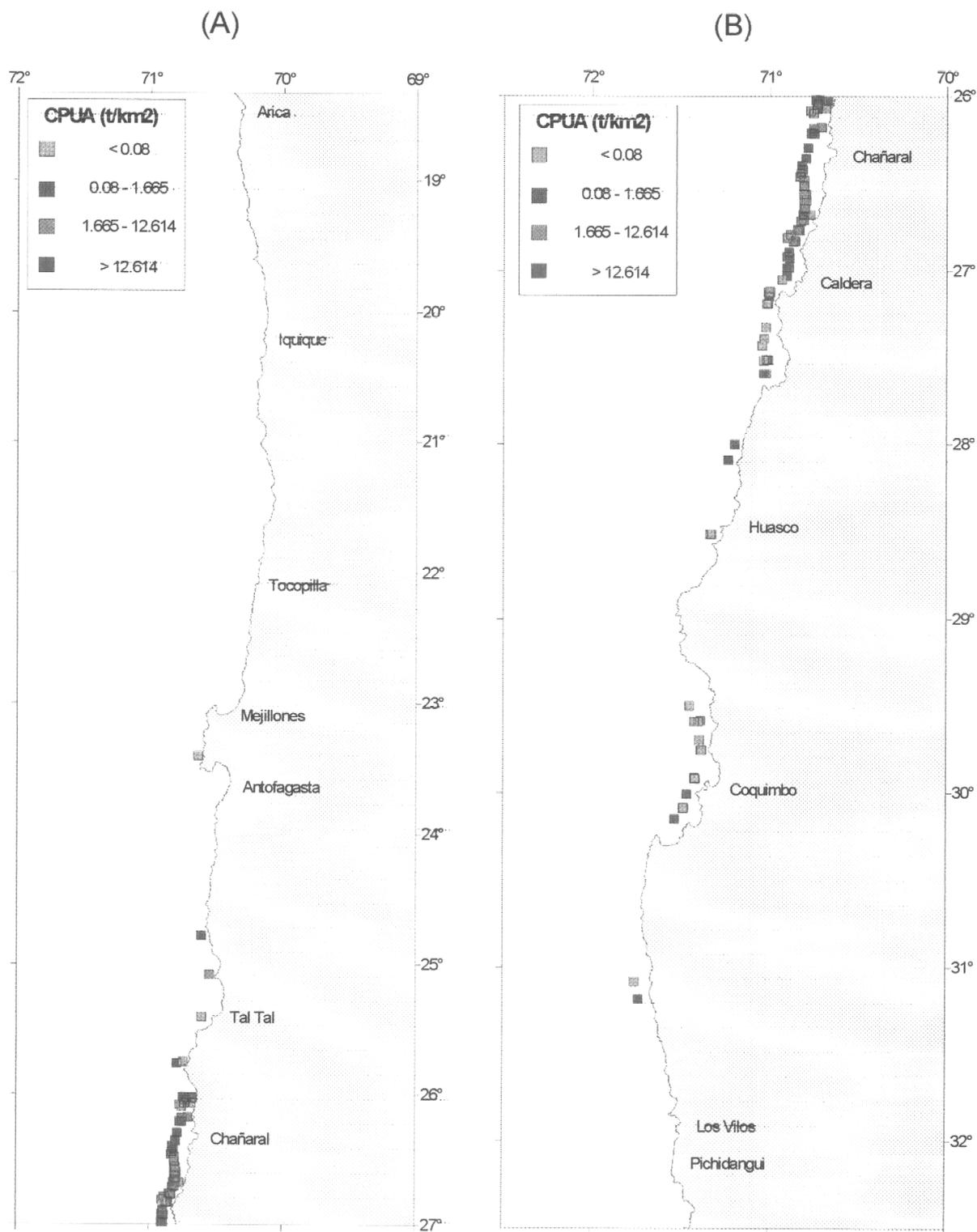


Figura 4. Distribución espacial de la CPUA (t/área barrida) de langostino colorado en: (A) subárea A y (B) subárea B

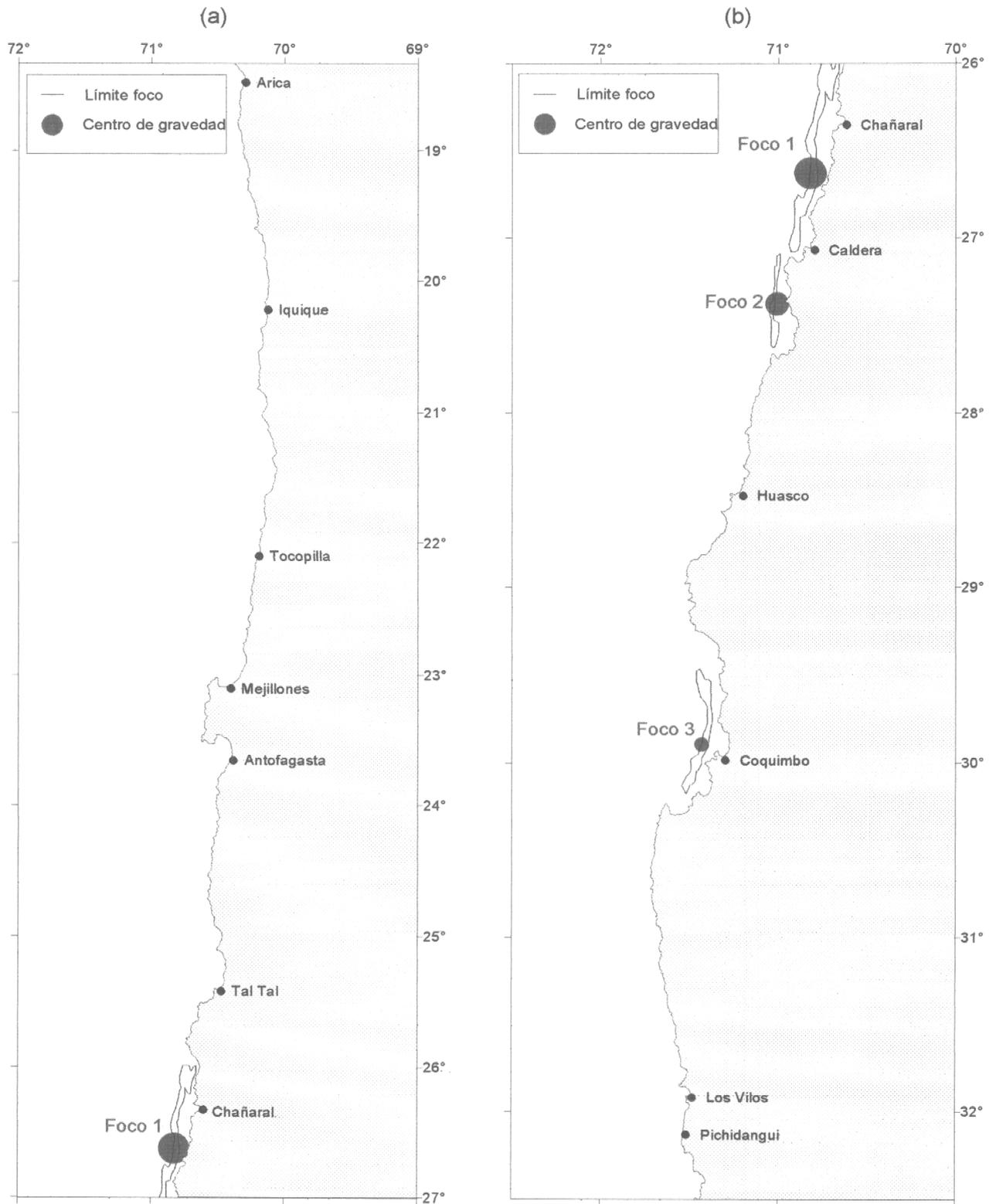


Figura 5. Distribución espacial de centros de gravedad por focos de abundancia de langostino colorado en (a) Subárea A y (b) Subárea B.

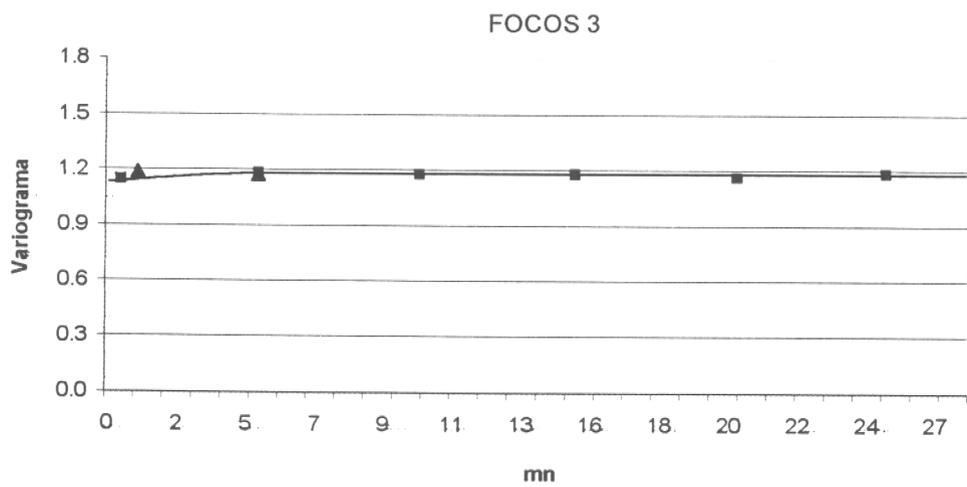
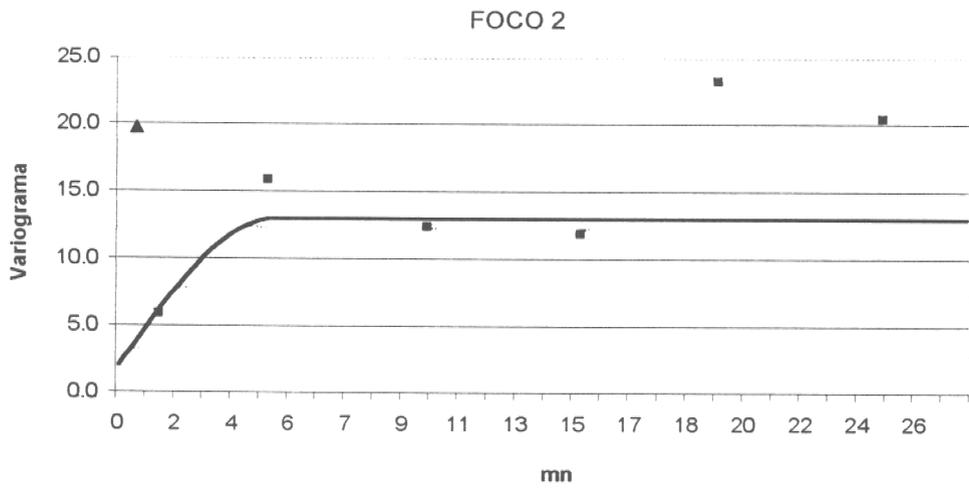
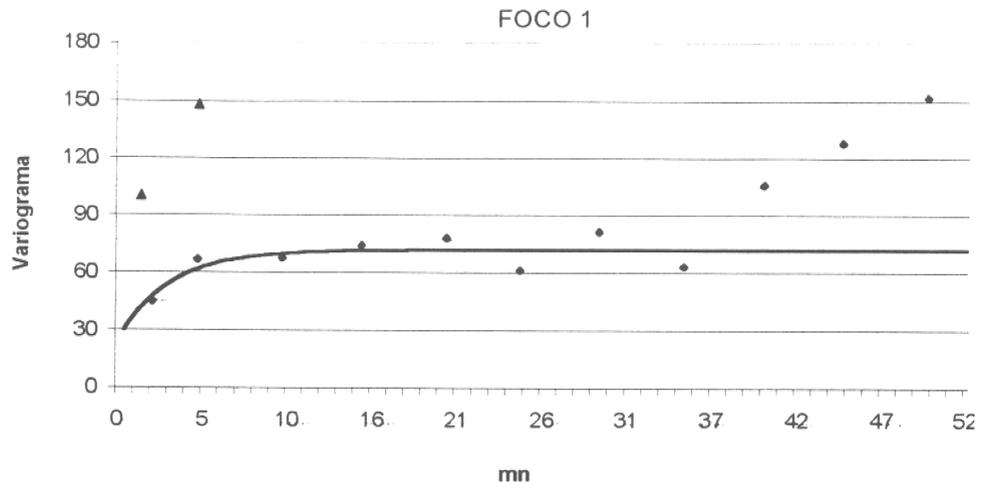


Figura 6.- Variogramas de focos de abundancia de langostino colorado (I a IV Región).

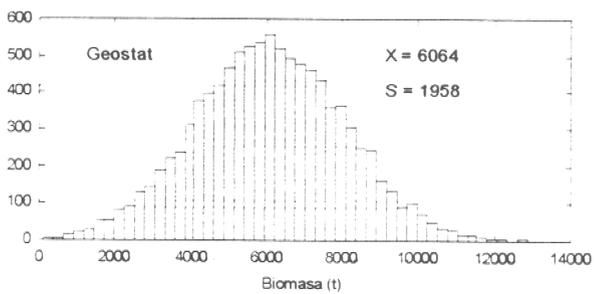
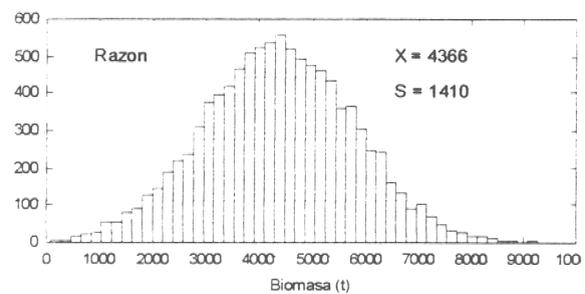
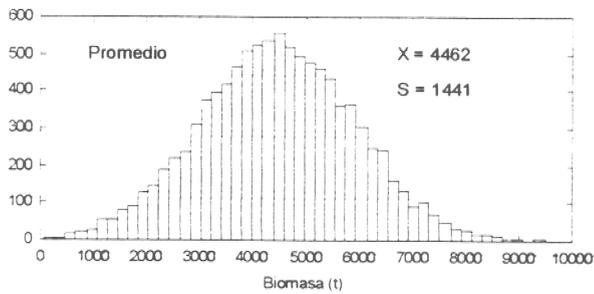
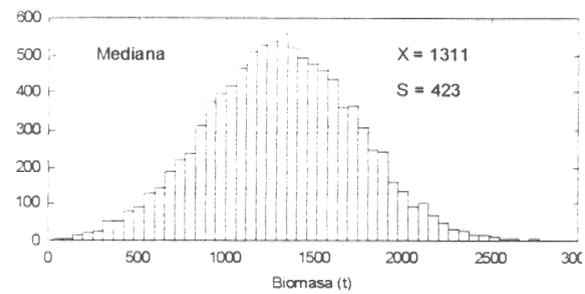
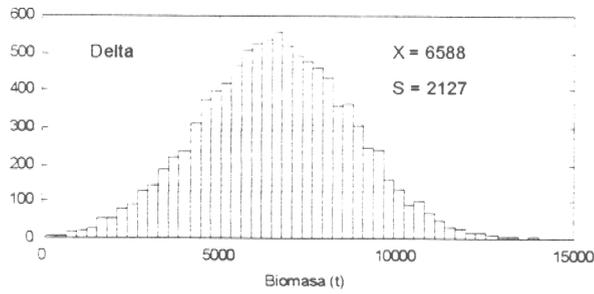
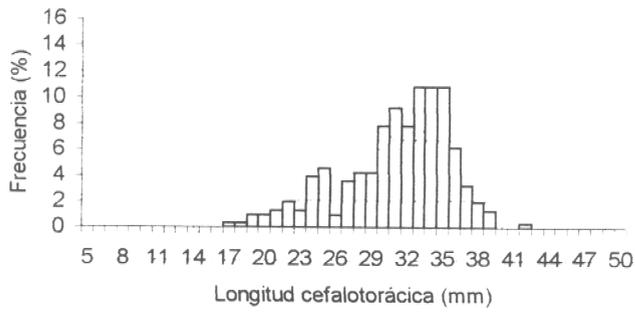


Figura.7 Distributions de probabilidad de la biomasa estimada para langostino colorado I-I' según los distintos estimadores obtenida de la simulación de montecarlo

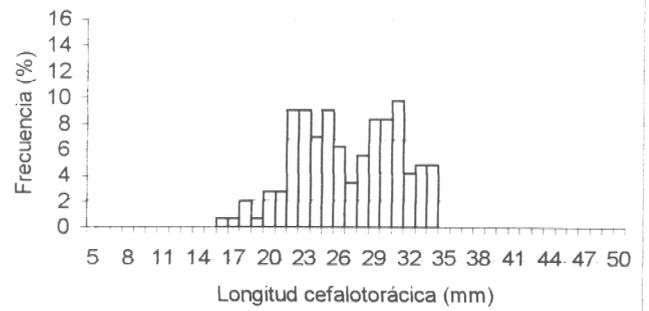
### MACHOS

II REGION

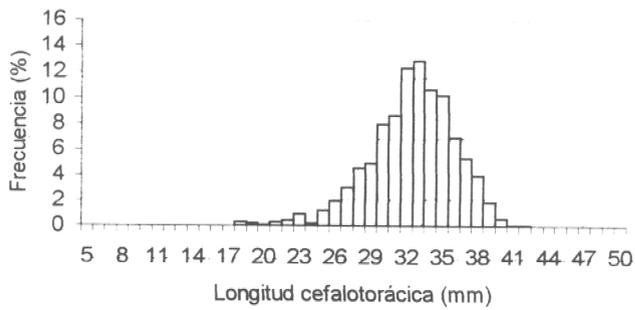


### HEMBRAS

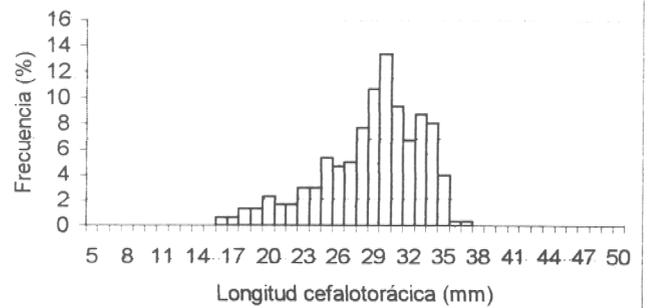
II REGION



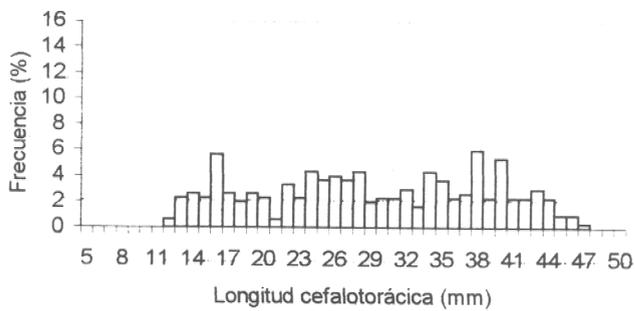
III REGION



III REGION



IV REGION



IV REGION

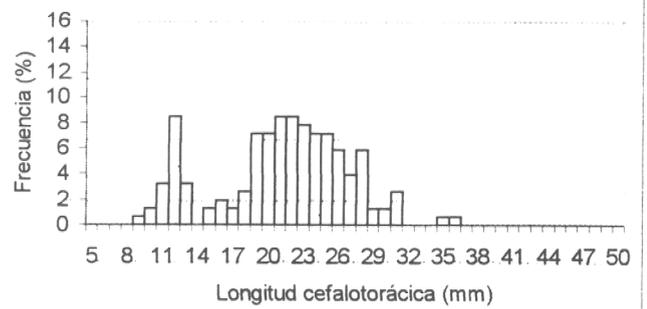
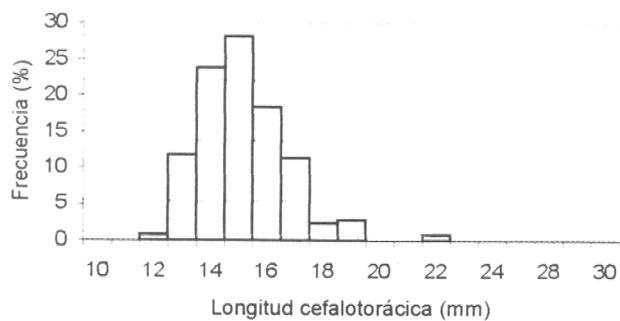


Figura 8. Estructuras de tallas del langostino colorado zona norte por región y sexo.

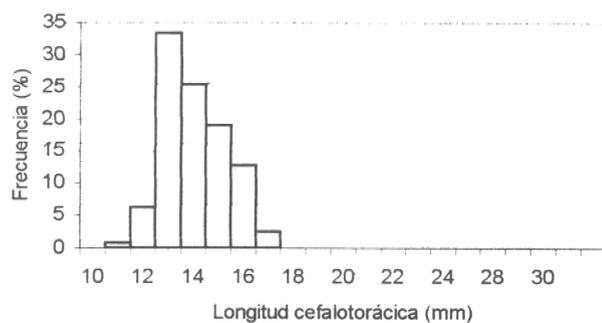
### MACHOS

#### I REGION

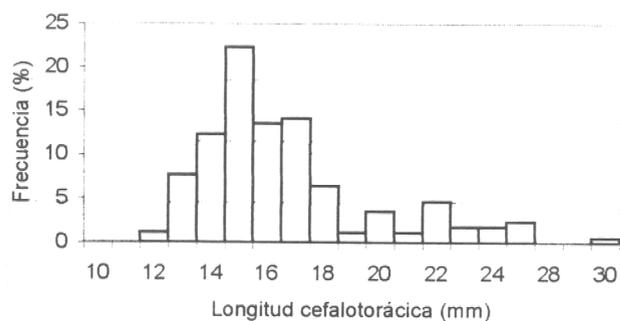


### HEMBRAS

#### I REGION



#### II REGION



#### II REGION

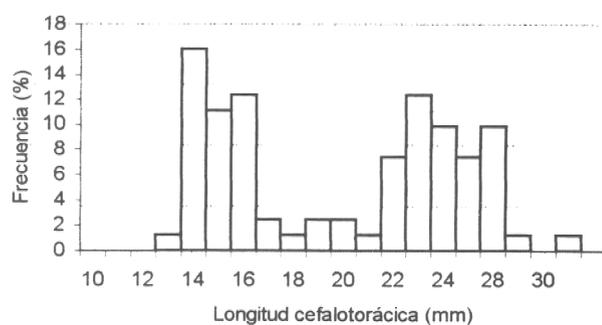


Figura 9. Estructuras de tallas del langostino *Pleuroncodes* sp. identificado en los lances de evaluación entre la I y II Regiones.

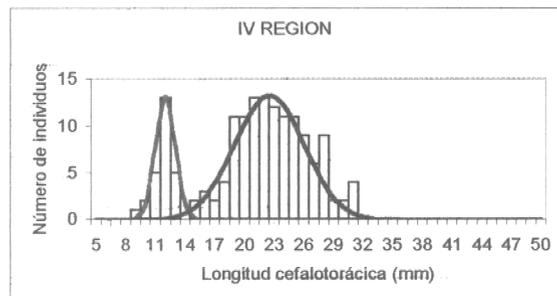
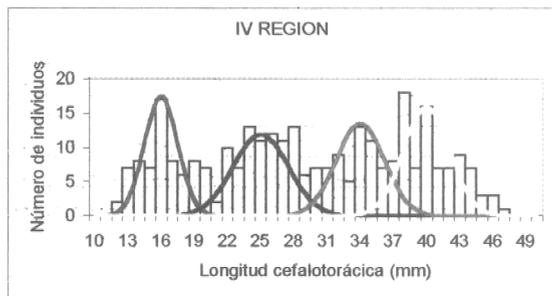
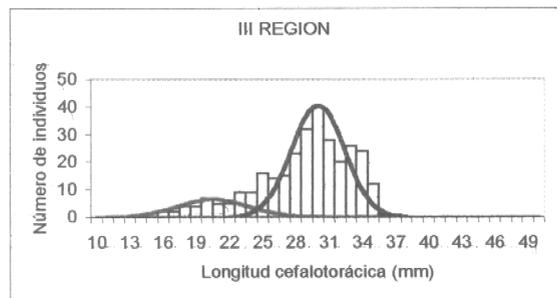
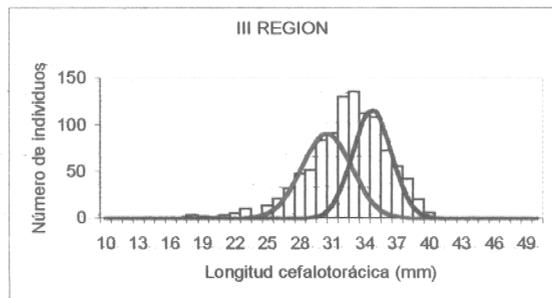
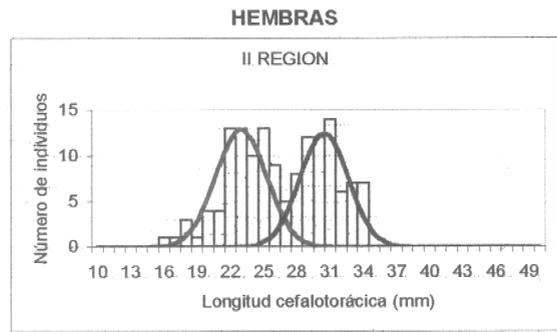
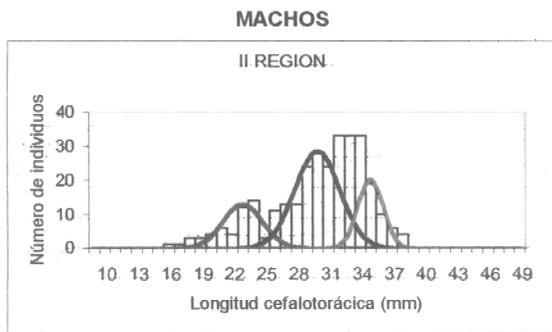


Figura 10. Distribución de los componentes modales identificados en las estructuras de tallas de langostino colorado por sexo u Región.

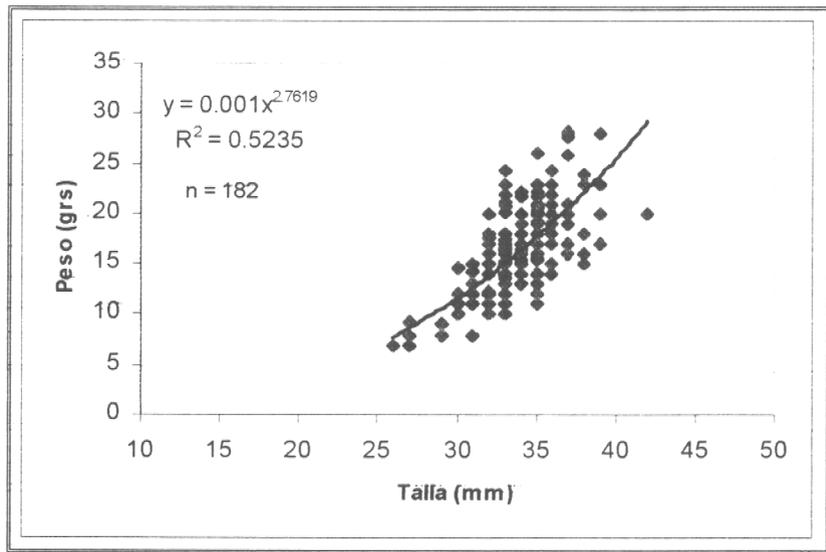
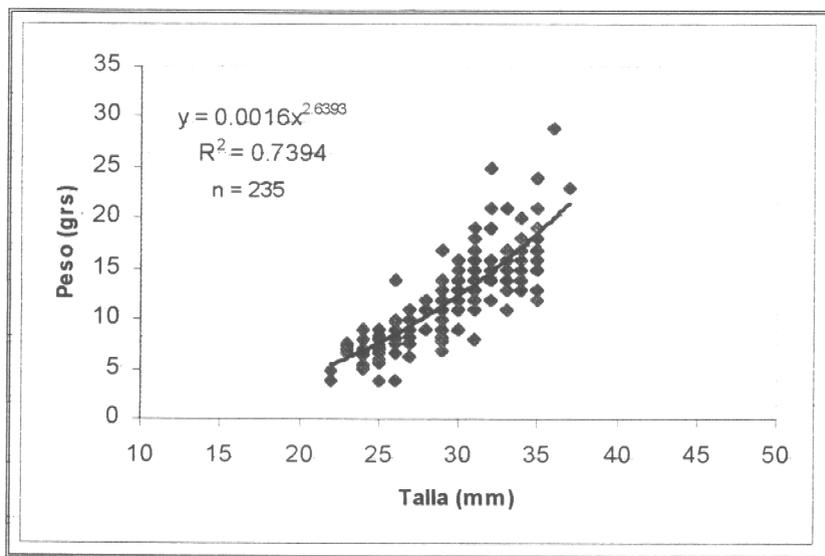


Figura.11.. Ajustes del modelo potencial entre la longitud y el peso de langostino colorado, para machos, II Región 1999.

### Hembras



### Machos

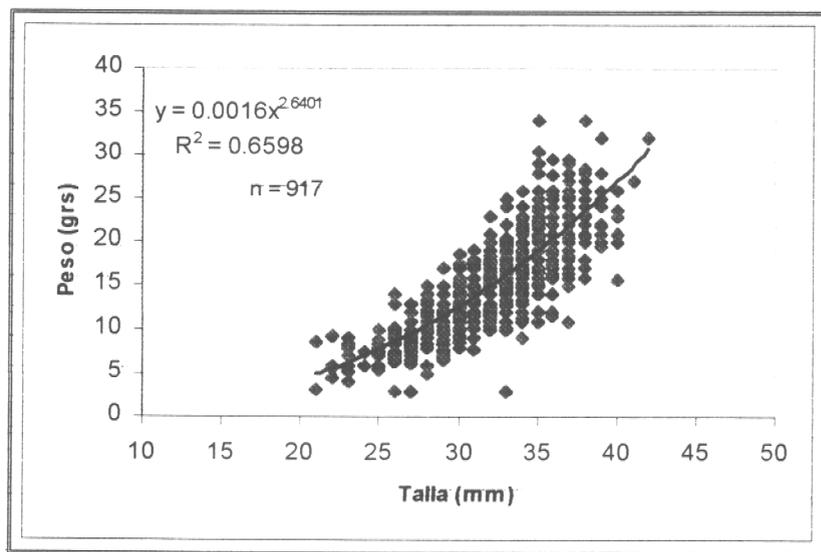
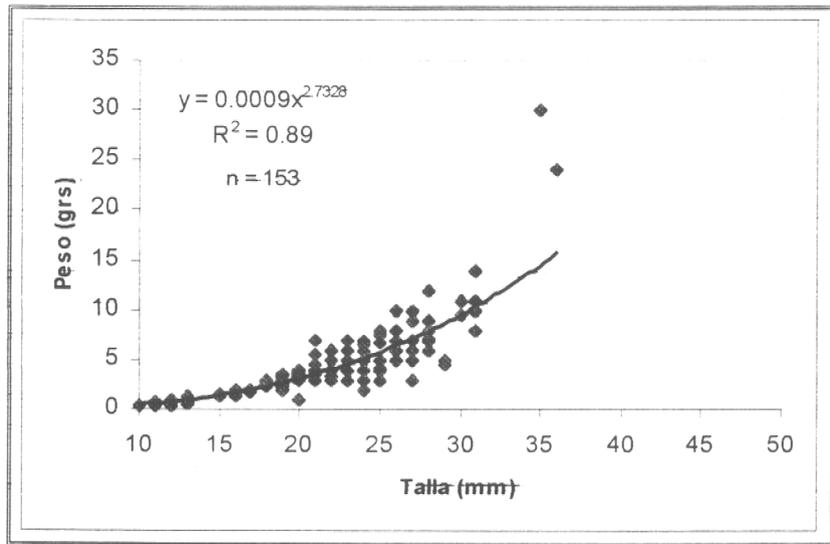


Figura 12. Ajustes del modelo potencial entre la longitud y el peso de langostino colorado, por sexo, III Región 1999.

### Hembras



### Machos

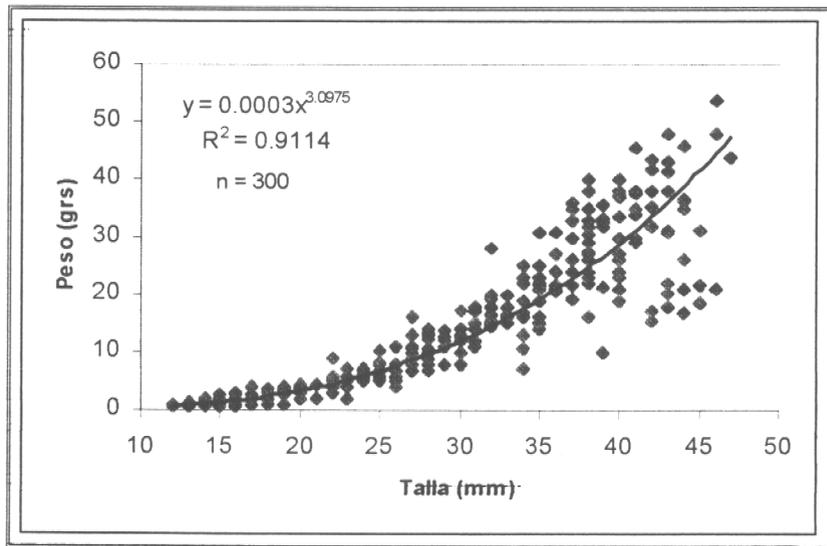


Figura 13. Ajustes del modelo potencial entre la longitud y el peso de langostino colorado, por sexo, IV Región 1999.

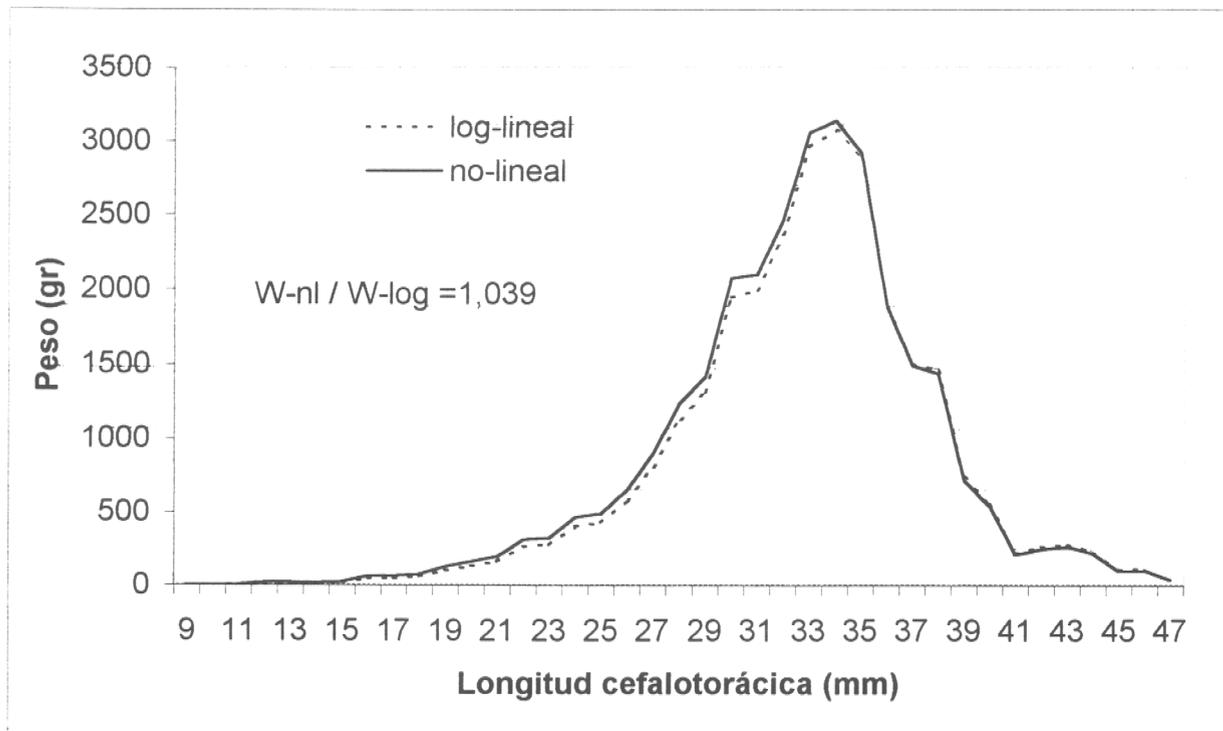


Figura 14 Estructuras de pesos a la talla total de langostino colorado I-IV Regiones según modelos peso-talla log-lineal y no-lineal

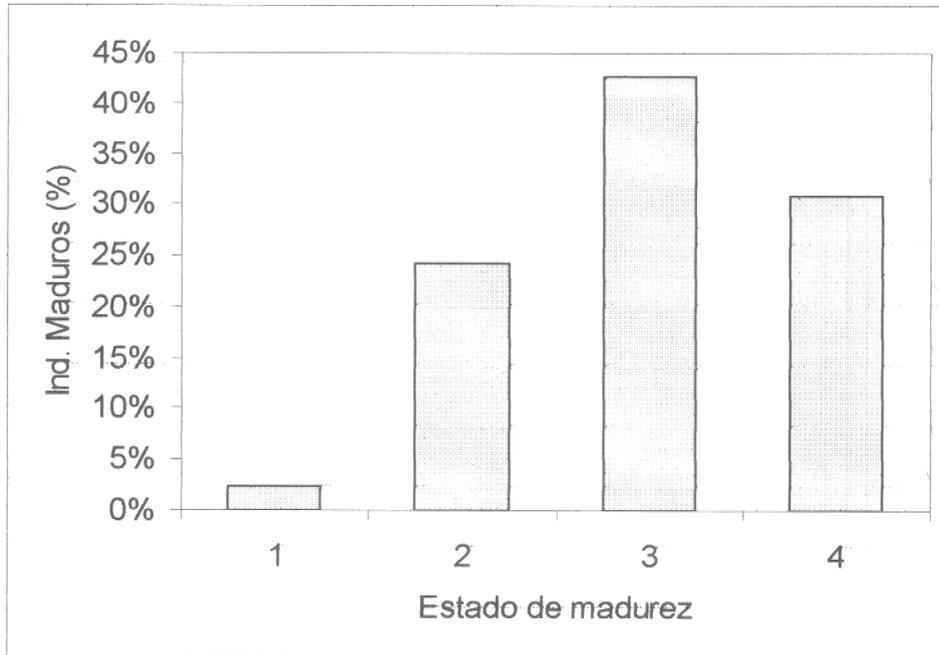


Figura 15. Porcentaje de individuos de acuerdo al estado de desarrollo de los huevos portados en el área de estudio

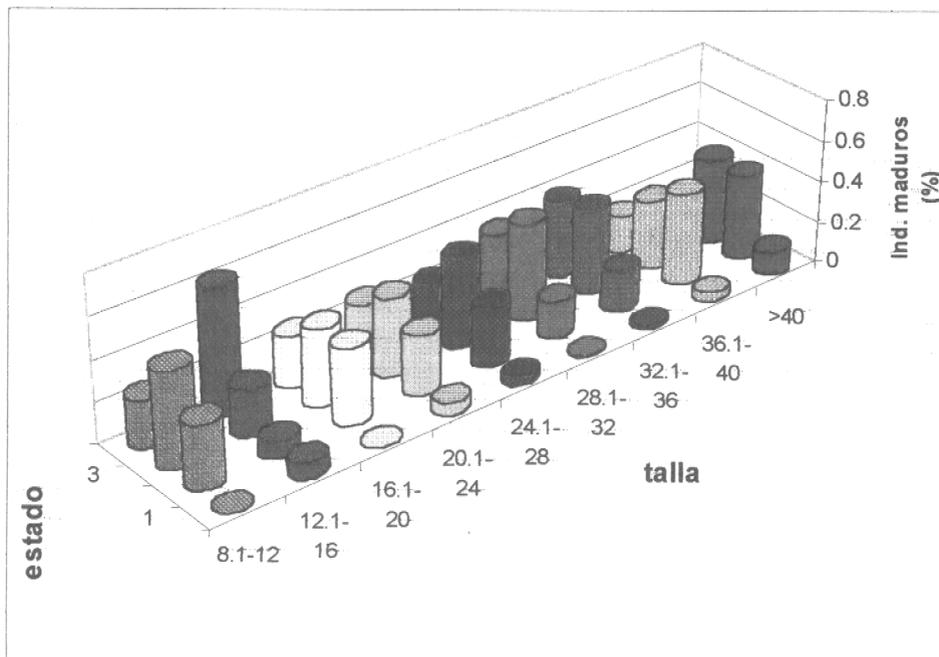


Figura 16 Porcentaje de individuos de acuerdo al estado de desarrollo de los huevos portados y estrato de tallas.

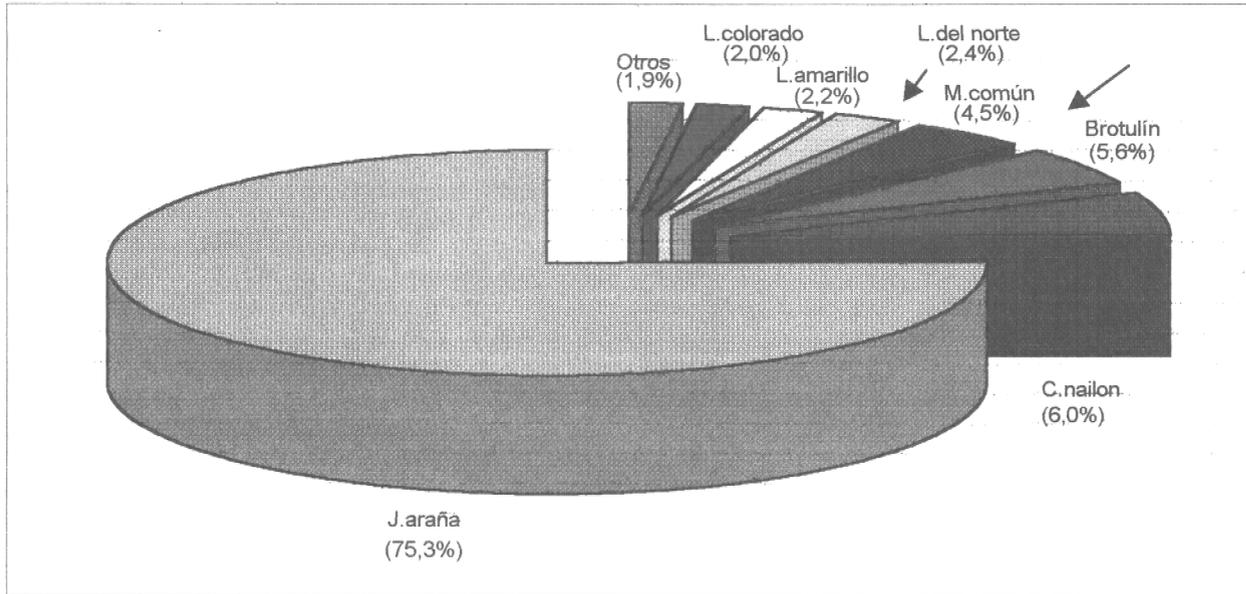


Figura 17.- Composición de la captura de fauna acompañante en Subárea A.

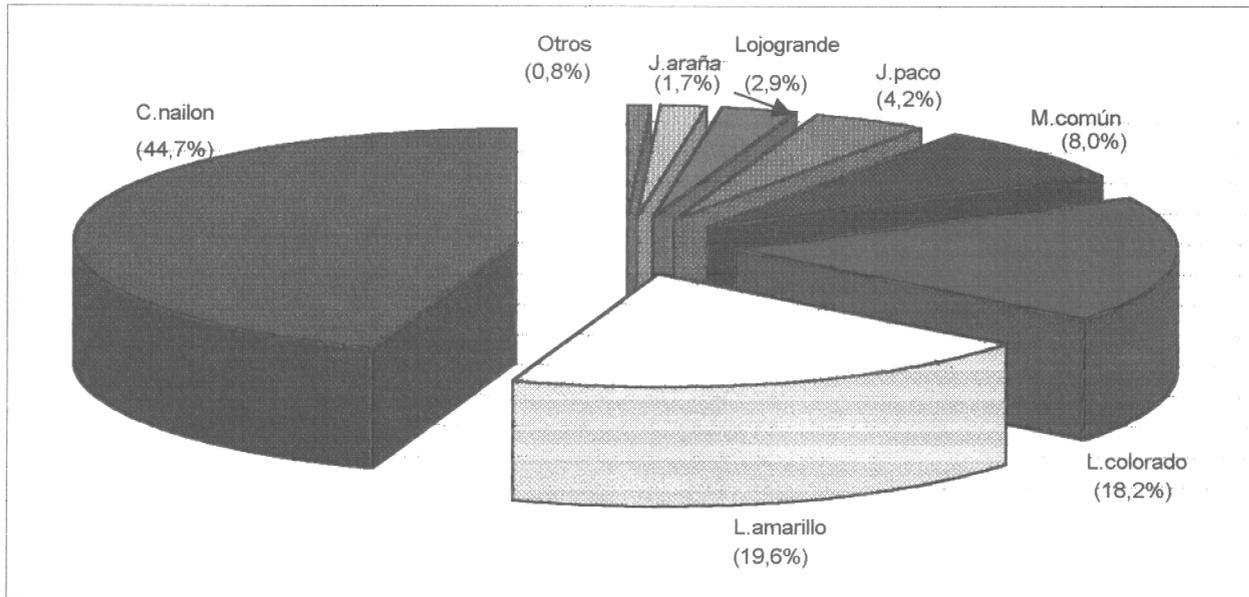
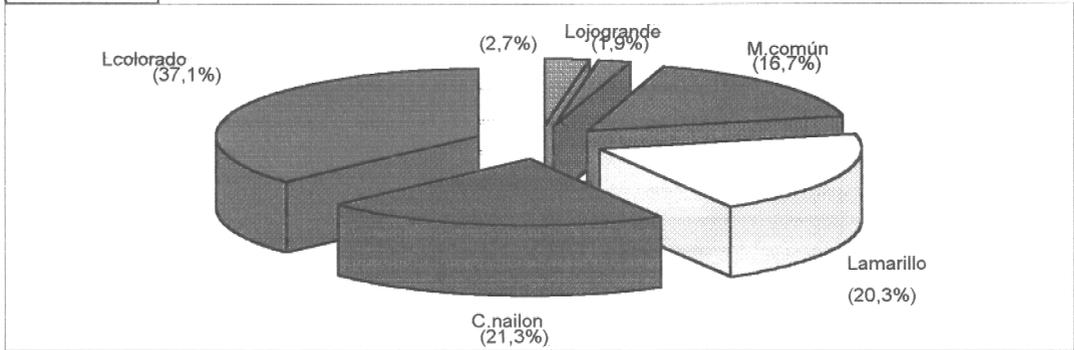
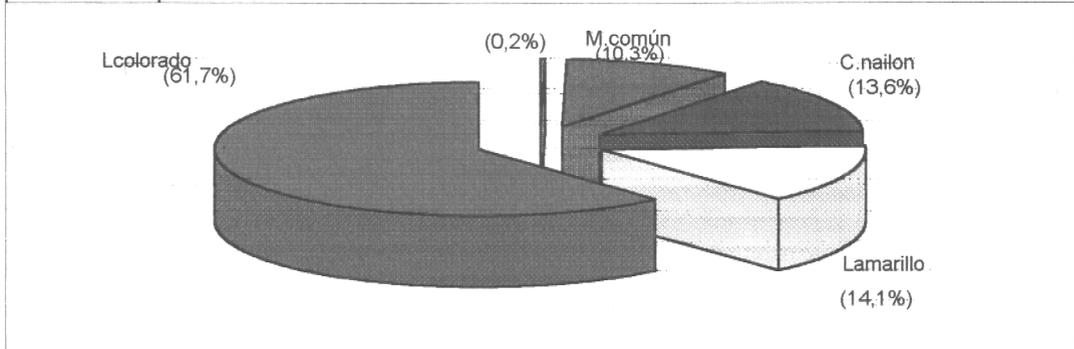


Figura 18- Composición de la captura de fauna acompañante en Subárea A, solo en lances con captura de langostino colorado.

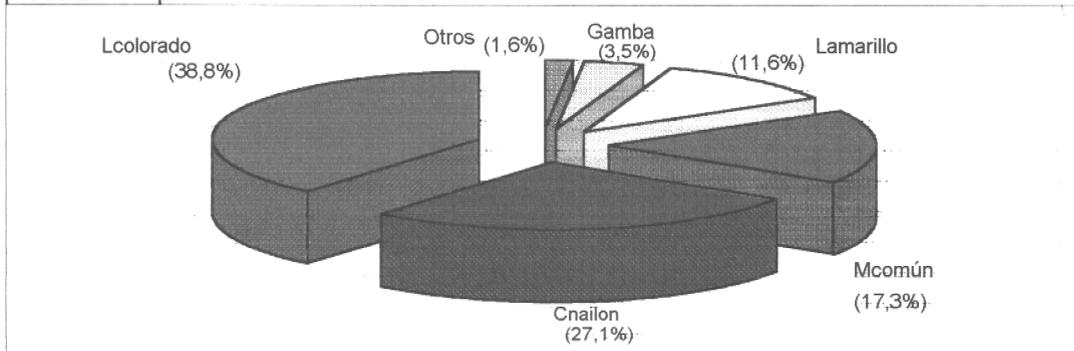
**Subárea B**



**Foco 1**



**Foco 2.**



**Foco 3.**

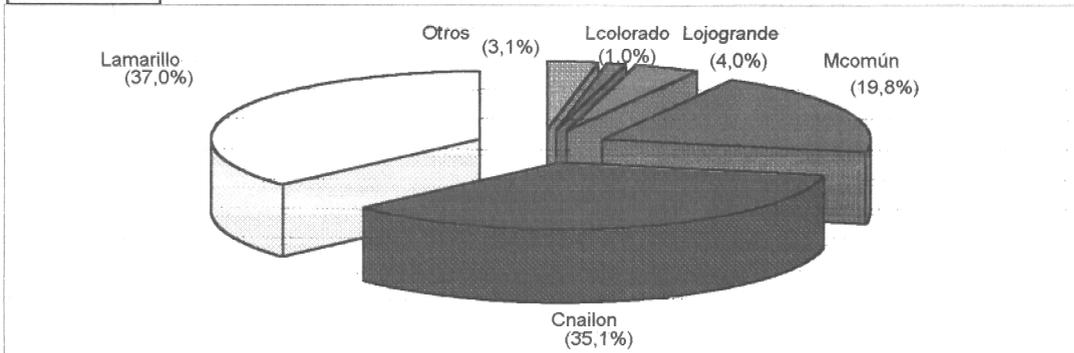
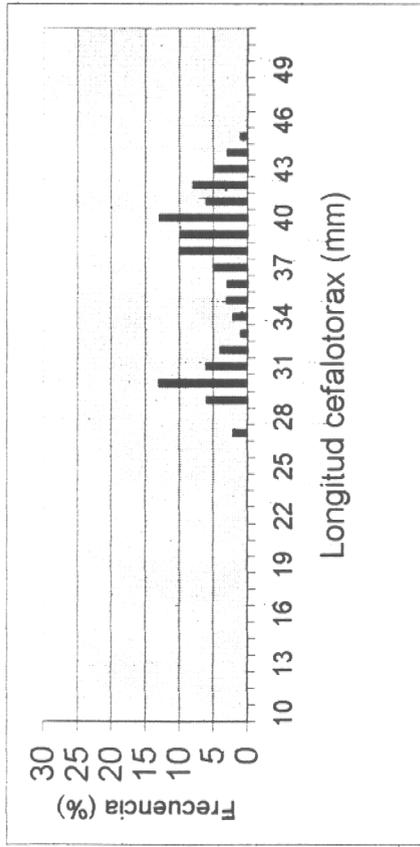
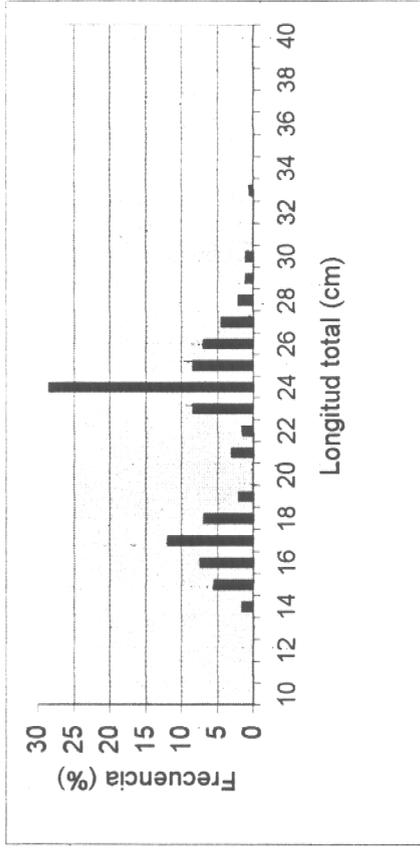


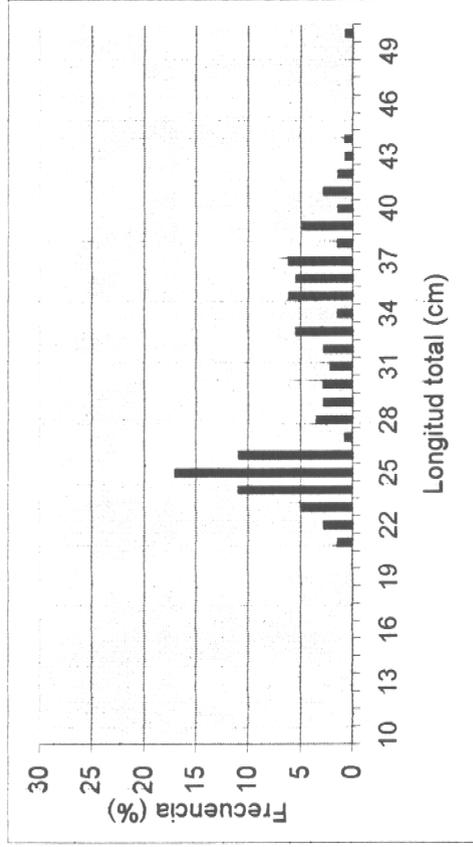
Fig. 19 Composición de la captura de fauna acompañante en la Subárea B y en cada uno de los focos de abundancia identificados en ella.



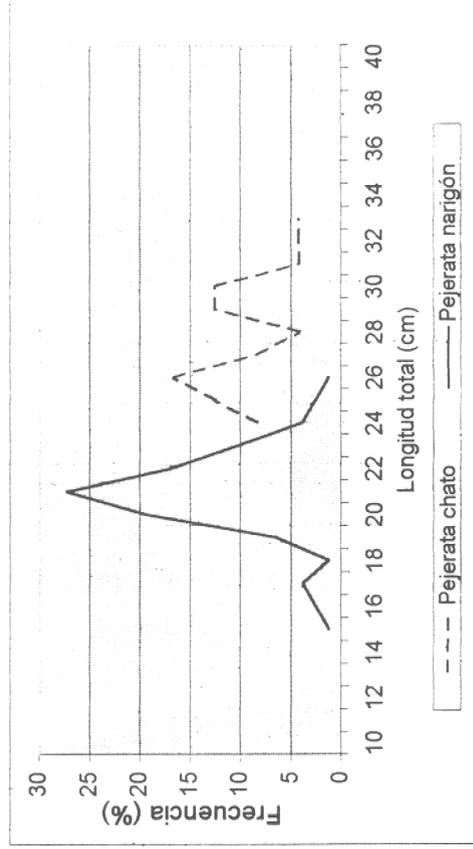
Estructura de tallas de langostino amarillo (*Cervimunida johni*).



Estructura de tallas de brotulín (*Austrophycis marginatus*).

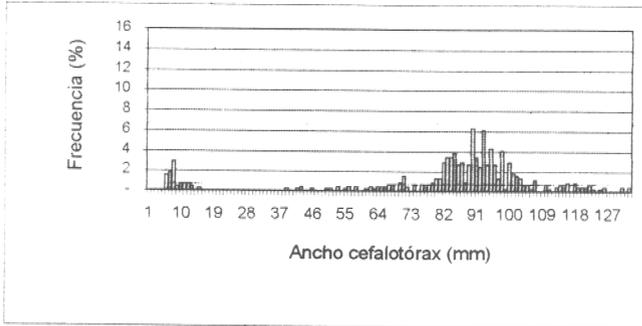


Estructura de tallas de merluza común (*Merluccius gayi gayi*).

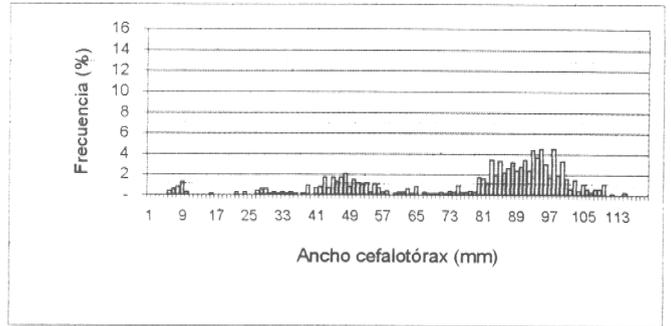


Estructura de tallas de pejerata chato (*Coryphaenoides suberrulatus*) y pejerata narigón (*Coryphaenoides chilensis*).

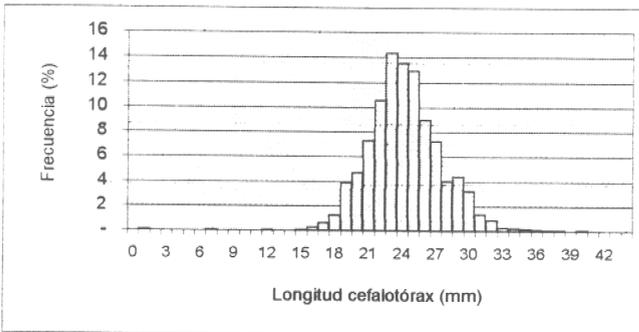
Figura 20.- Estructura de tallas de las principales especies fauna acompañante detectadas en la Subárea A.



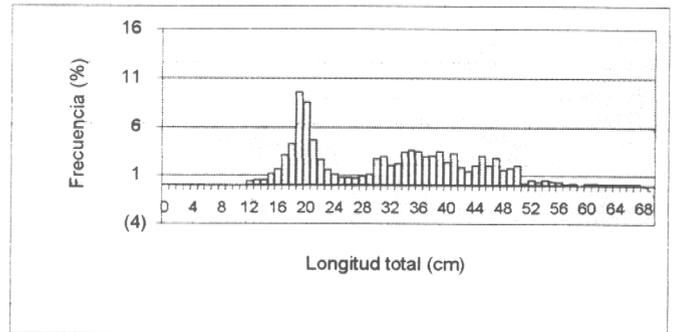
Estructura de tallas de jaiba limón (*Cancer porteri*).



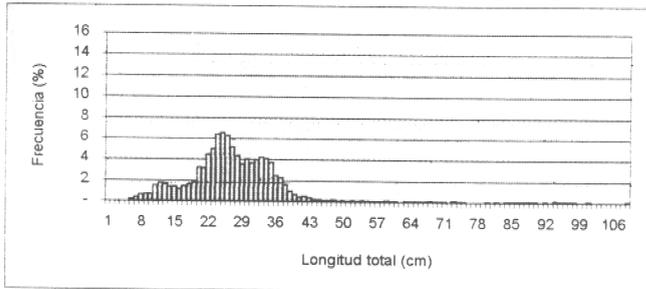
Estructura de tallas de jaiba paco (*Mursia gaudichaudi*).



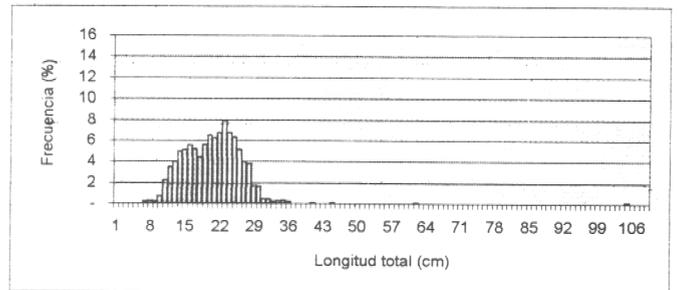
Estructura de tallas de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*).



Estructura de tallas de merluza común (*Merluccius gayi gayi*).



Estructura de tallas de pejerata (*Trachirhynchus sp.*).



Estructura de tallas de lenguado de ojos grandes (*Hippoglossina macrops*).

Figura 21.- Estructura de tallas de las principales especies fauna acompañante detectadas en la Subárea B.

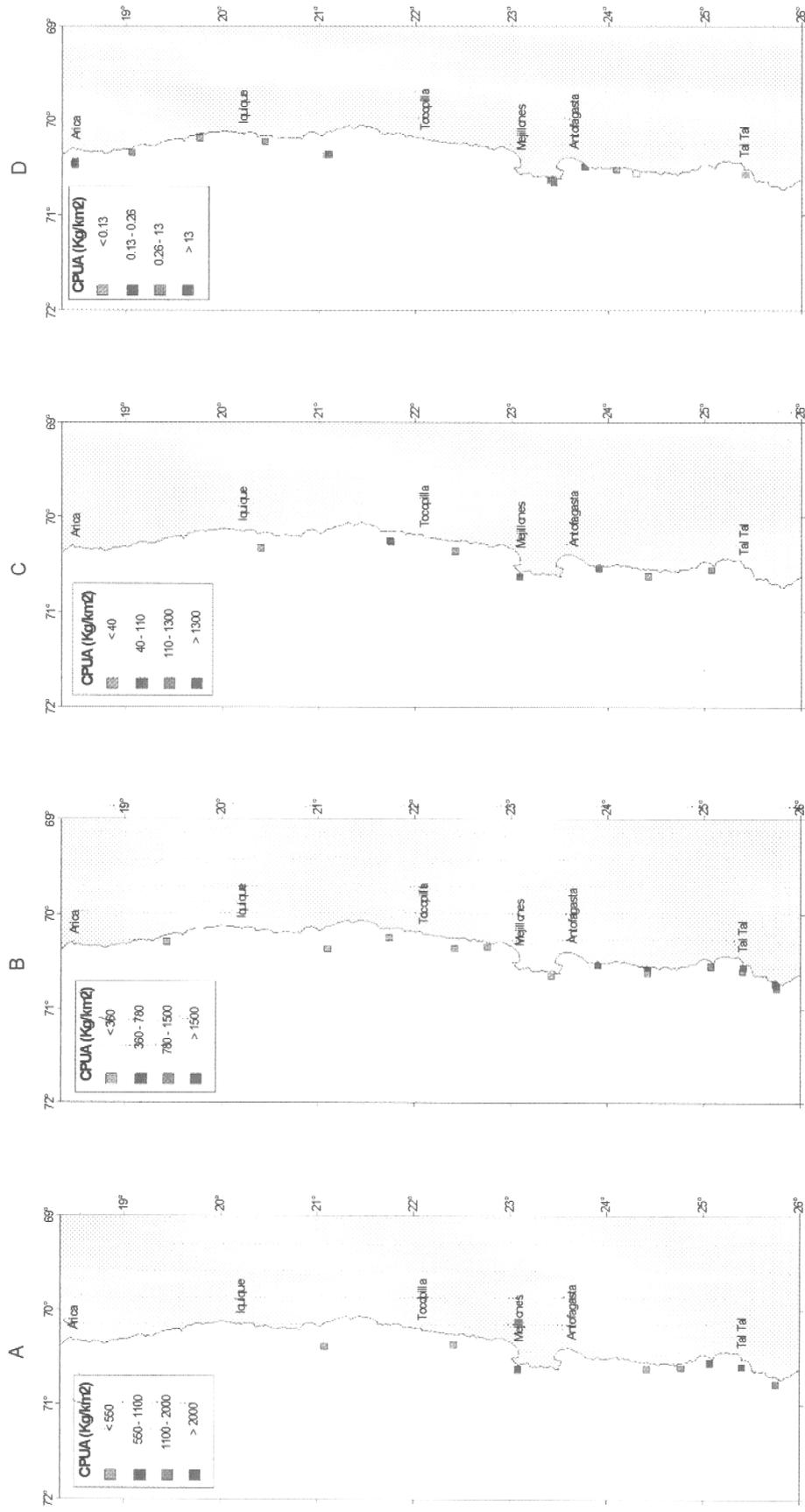


Figura 22. Distribución espacial de la CPUA (Kg/km<sup>2</sup>) de la fauna acompañante: **A**) camarón nailon, **B**) merluza común, **C**) protulín y **D**) langostino del norte. Subárea A.

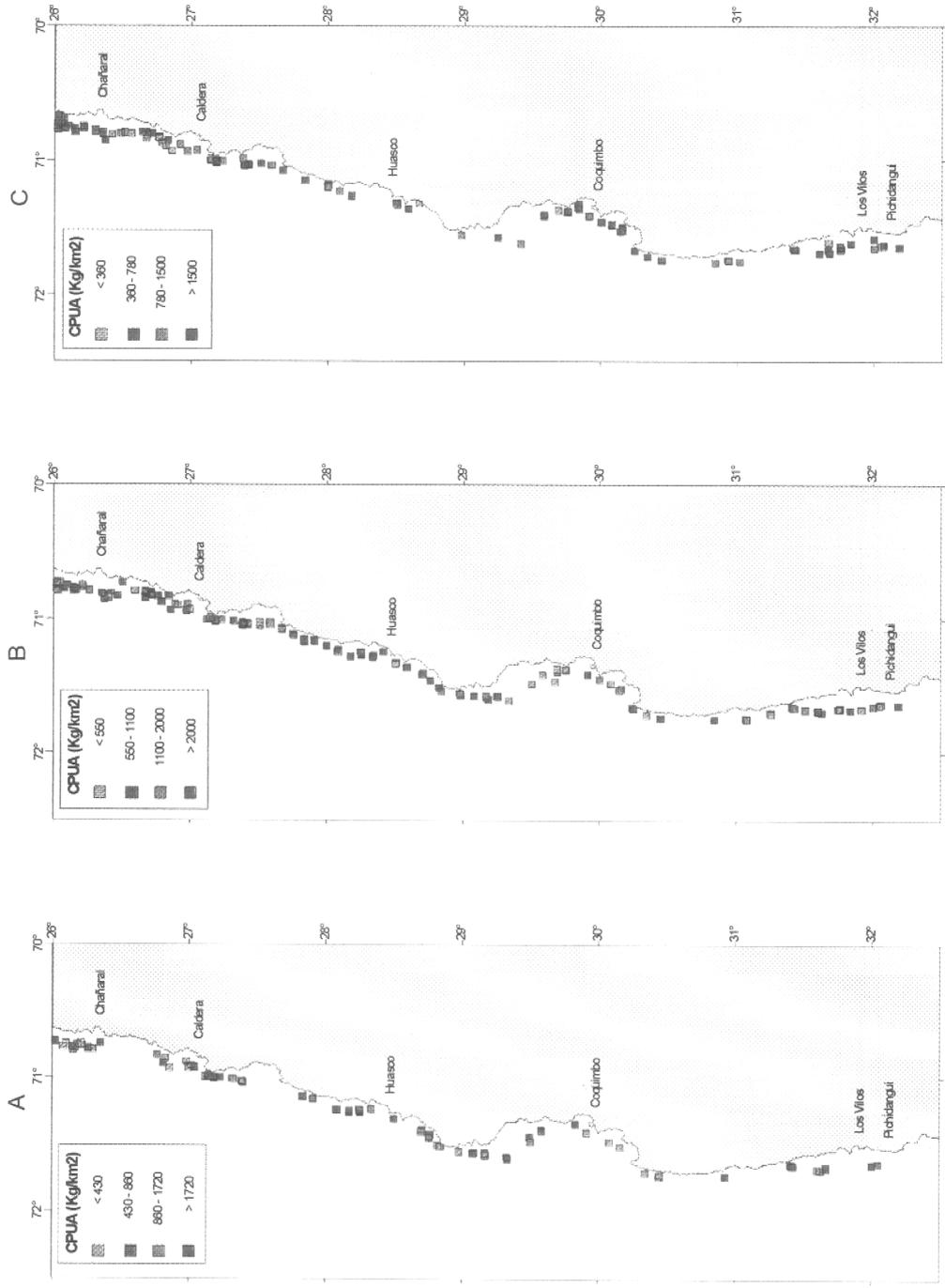


Figura 23. Distribución espacial de la CPUA (Kg/km<sup>2</sup>) de la fauna acompañante: **A**) langostino amarillo, **B**) camarón nailon y **C**) merluza común. Subárea B.

# **A N E X O S**

---

# **ANEXO 1**

---

**Características,  
equipamientos y  
artes de pesca de  
las embarcaciones  
utilizadas**



## **Anexo 1.- Características, equipamientos y artes de pesca de las embarcaciones utilizadas.**

### **1.- PAM "Chonos 73"**

#### **Características**

Tipo	:	Arrastrero de Alta Mar
Eslora	:	21,95 m.
Manga	:	6,63 m.
Puntal	:	2,59 m.
Capacidad bodega	:	87 m <sup>3</sup>
TRG	:	81,92 t.
TRN	:	37,21 t.
Motor principal	:	Marca CUMMINS Modelo KT1996 500 Hp Año
Motor auxiliar	:	Marca LISTER Monocilíndrico 70 HP
Año construcción	:	1963
Astillero	:	MARCO CHILENA S.A.

#### **Equipamiento de navegación , detección y comunicación**

Compás magnético	:	Marca JIN HANGKEIKI CO. 4"
Radar	:	Marca FURUNO Modelo 1940 RDP 078
GPS	:	Marca MAGNAVOX Modelo Mx1000 c/Plotter
Ecosonda	:	Marca FURUNO modelo FCV 271 28 Khz
Radio HF	:	Marca RAYTHEON modelo RAY 152
Radio VHF	:	Marca ICOM modelo ICM 56



## Equipos de pesca

Red	:	Arrastre fondo langostinera/camaronera
Huinche hidráulico	:	Marca MARCO
Long. cable cala	:	1.000 m. (en cada tambor)
Pluma principal	:	Marca BROSS ALL STEEL 5 t

## Arte de pesca

En el Pam "Chonos 73" se utilizó una red de arrastre de fondo langostinera de 4 paneles, siendo sus principales características las siguientes:

- Longitud total red : 31,75 m
- Longitud relinga superior : 30,1 m
- Longitud borlón : 36,4 m
- Tamaño malla red : 50 mm

## 2.- PAM "Tiberiades"

### • Características estructurales

Tipo	:	arrastrero por popa
Eslora	:	18,78 m
Manga	:	5,40 m
Puntal	:	2,44 m
TRG	:	68,165 t
TRN	:	21,365 t



Capacidad bodega	:	64,2 m <sup>3</sup>
Motor principal	:	Marca CUMMINS Mod. NVH-450M
Motor auxiliar	:	Marca PERKINS; 3 cilindros; 1.500 rpm
Año construcción	:	1964
Astillero	:	ASMAR, Talcahuano

- **Equipamiento de navegación, detección y comunicación**

GPS	:	Marca JRC modelo JLU – 121 (c/plotter)
Ecosonda papel	:	Marca JMC modelo F – 830 Frec. 50 Khz
Compás magnético	:	Marca E.S. RITCHIE, INC, diámetro rosa 4,5”
Radar	:	Marca ARITSU Tipo: ARSOBA
Videosonda	:	Marca SIMRAD modelo Skipper CS 116 Frec. 28 Khz
Radio HF	:	Marca RAYTHEON Mod. Type RAY 150 SSB. Radiotelephone, 100 watts
Radio VHF	:	Marca BELCPOM Mod. MC-5000; VHF-FM. 25 watts

- **Equipos de pesca**

Red	:	Arrastre fondo langostinera
Huinche hidráulico	:	Marca ROWE (Seattle); N° 14
Pluma principal	:	3,3 t (SWL)

- **Arte de pesca**

En el Pam “Tiberiades” se utilizó una red de arrastre de fondo langostinera de 2 paneles, siendo sus principales características las siguientes



- Longitud total red : 31,4 m
- Relinga inferior : 28,0 m
- Relinga superior : 25,6 m
- Tamaño malla red : 50,0 mm

### 3.- PAM "Cachagua I"

- **Características estructurales**

Tipo	:	arrastrero por popa
Eslora	:	20,5 m
Manga	:	6,2 m
Puntal	:	3,0 m
TRG	:	84 t
TRN	:	54,5 t

#### Arte de pesca

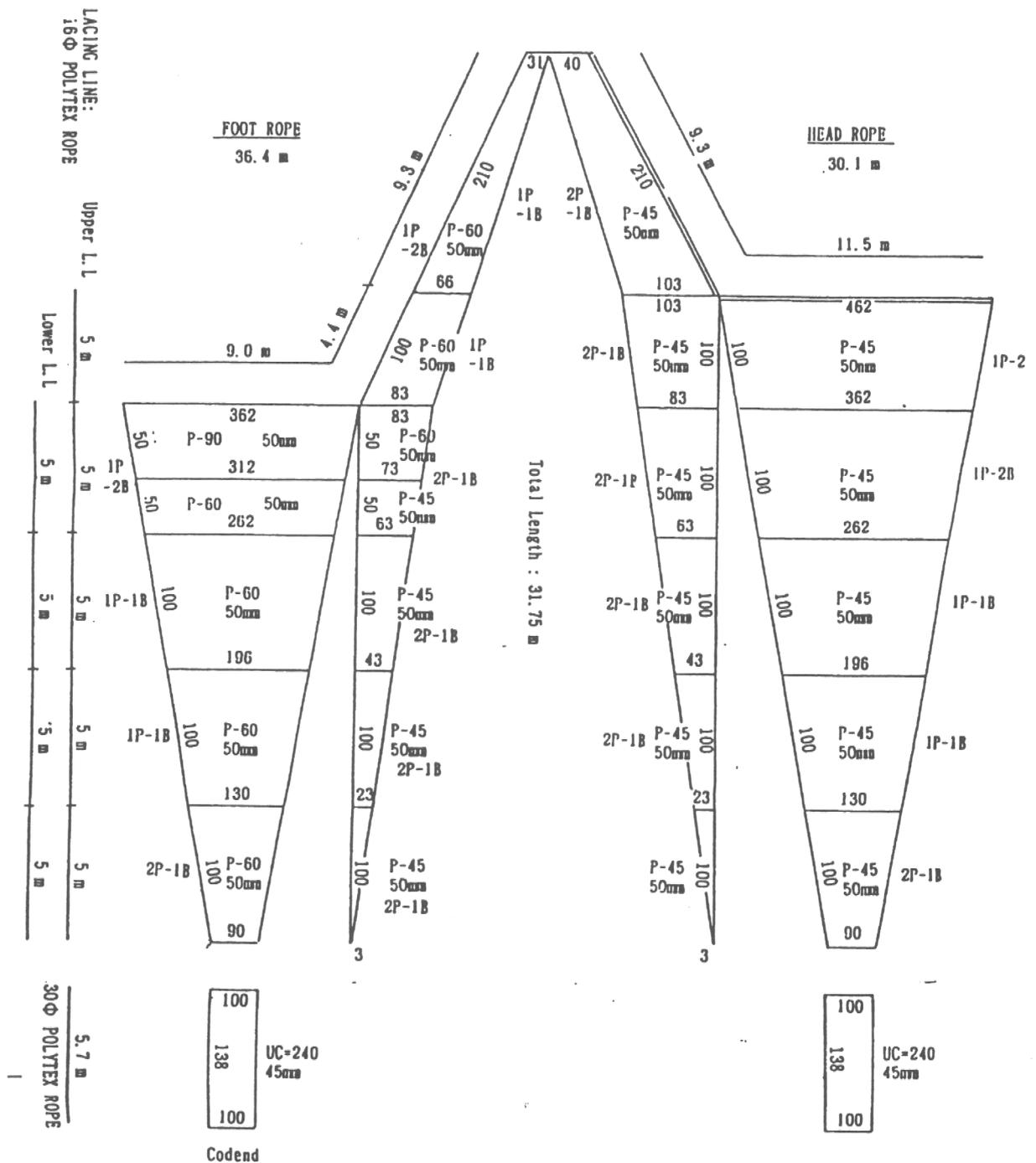
Relinga inferior	:	29,7 m.
Relinga superior	:	27,0 m.
Tamaño malla red	:	50,0 mm



### Red de arrastre ocupada por PAM "Chonos 73"

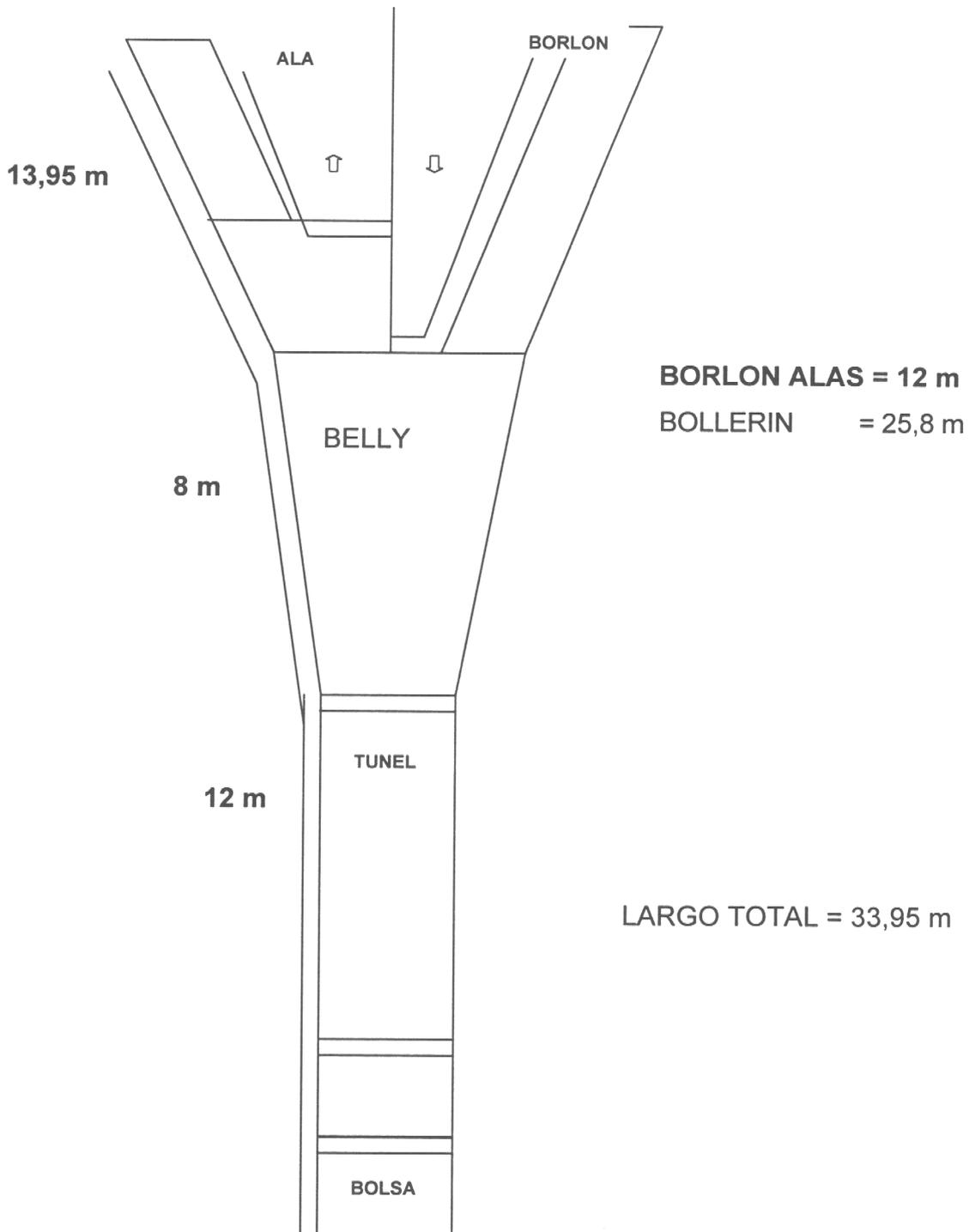
**MATERIALS**

1. HEAD ROPE AND RIB LINE:  
P. T. X SERVED WIRE (i4φ)
2. NETS:  
P. E. KNOTTED NET



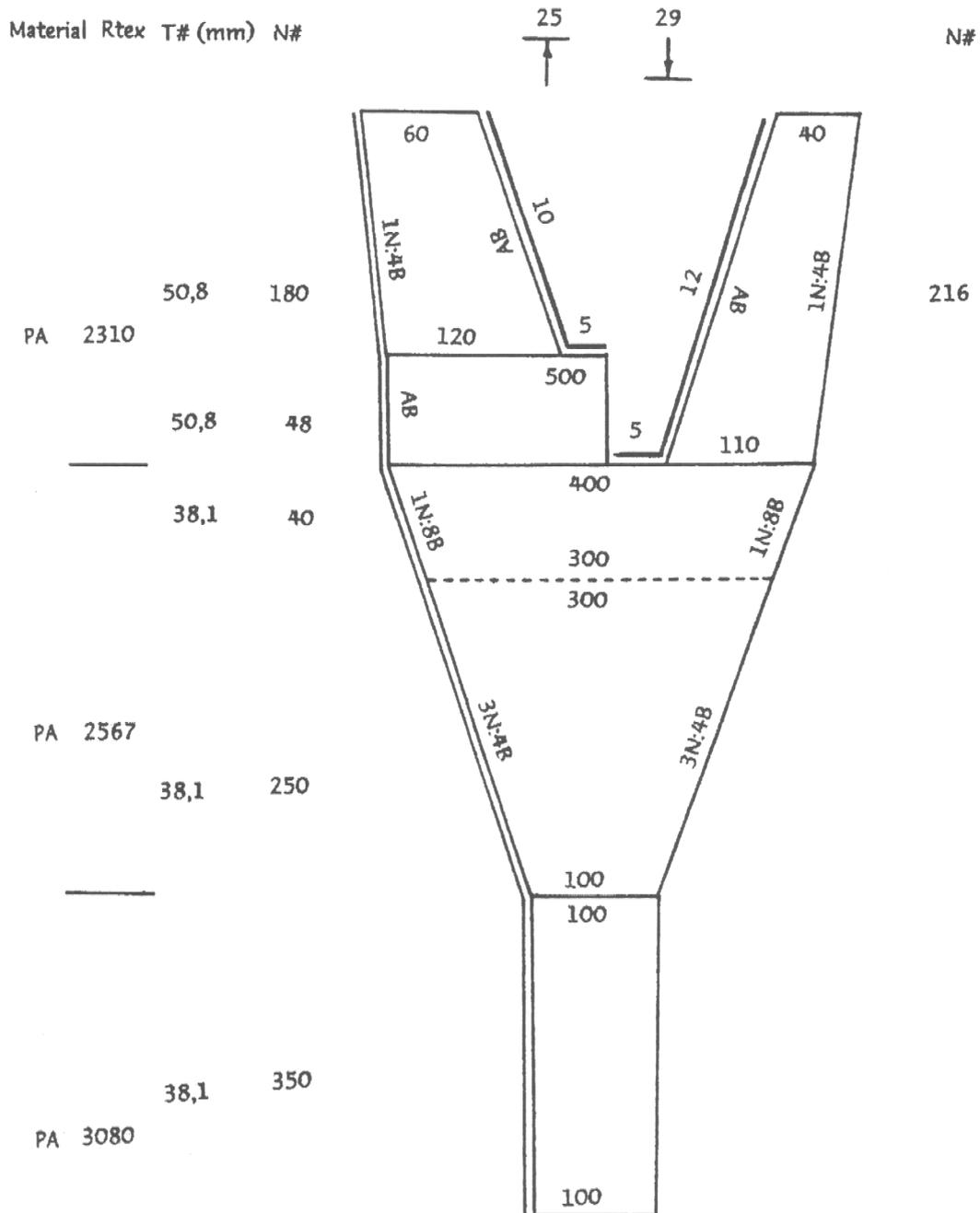


### PLANO DE RED CAMARONERA: PAM CACHAGUA I





Red utilizada por el B/E "Tiberiades"



## **ANEXO 2**

---

**Estimación de  
la relación  
longitud-peso**



## Anexo 2 Estimación de la relación long-peso

En el presente capítulo se efectúa una revisión de la aplicación del modelo log-lineal y del modelo no lineal en la estimación de la relación longitud – peso del langostino colorado. Se efectúa una aplicación a un set de datos de machos.

Esta revisión se efectúa acogiendo la sugerencia del evaluador quien sugiere que el modelo log-lineal es un procedimiento antiguo. Nosotros consideramos que un modelo se debe considerar según el procedimiento de ajuste y las bondades de los estimadores obtenidos.

Al tomar la decisión respecto del uso de un particular procedimiento para la estimación de un modelo (1), debemos considerar en primer lugar, la manera o forma en que interviene la componente estocástica del mismo, y las propiedades del estimador que genera el procedimiento seleccionado.

La componente estocástica en el modelo especificado, interviene como un elemento multiplicativo (2), en el cual esta componente interviene en forma aditiva (3).

Así planteadas las cosas, el modelo en referencia, y los respectivos modelos especificados tienen la forma descrita a continuación.

$$(1) \quad P_i = \alpha L_i^\beta$$

$$(2) \quad P_i = \alpha L_i^\beta e_i$$

$$(3) \quad P_i = \alpha L_i^\beta + e_i$$



Hechas estas consideraciones y ajustado el modelo especificado nº 2 a través de la linealización del mismo, los estimadores obtenidos son insesgados, y óptimos en la clase de estimadores insesgados. En el caso del modelo nº 3 sugerido por el evaluador no tiene una solución analítica, razón por la cual es necesario recurrir a procedimientos de ajustes basados en procedimientos de iteración, procedimiento que requiere de una base de datos lo suficientemente completa, y que no garantizará necesariamente un error o varianza infinitamente pequeña, toda vez que se trata de procedimientos de convergencia asintótica (Glantz and Slinker, 1990).

Planteadas así las cosas hemos acogido la sugerencia y se han realizado las estimaciones según ambos procedimientos, para un set de datos de machos de langostino colorado, resultados que resumimos en las **Tablas 1, 2 y 3**. En éstas se muestra las respectivas estimaciones, los coeficientes de determinación, sus errores cuadráticos medios y la eficiencia relativa entre los estimadores obtenidos.

Los resultados obtenidos permiten señalar que ambos modelos presentan normalidad en los residuos (log-lineal  $d=0,045$  con  $p>0,2$  y no-lineal  $d=0,047$  con  $p>0,2$ ). Sin embargo la inspección gráfica de los residuos muestra que para el modelo no-lineal la varianza no es constante, mientras el modelo log-lineal si bien no presenta una clara homogeneidad de la varianza, presenta una distribución más uniforme de los residuos versus la variable independiente (**Figura 1**).

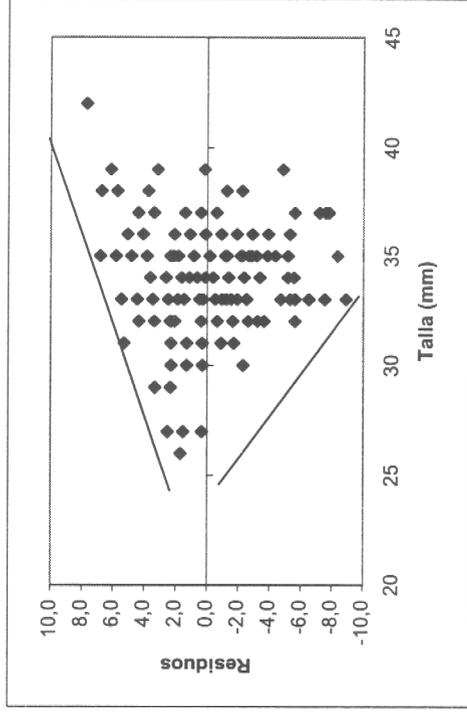
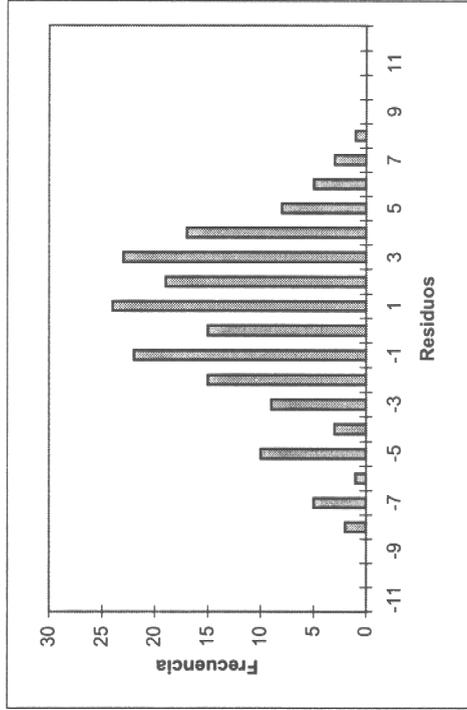
Los resultados de las estimaciones de los parámetros se presentan en la **Tabla 1**, destacándose que existen diferencias en los parámetros estimados por ambos modelos. Además, si bien el modelo log-lineal registró una suma residual de cuadrados (SRC) levemente superior a la del modelo no-lineal, el primero explicó mayor varianza en el peso de los individuos, reflejándose en un  $R^2$  mayor al obtenido por el modelo no-lineal. Sin embargo, es importante destacar que la eficiencia relativa de ambos modelos



es muy similar, con una diferencia de poco más de un 2%, en tanto las predicciones de ambos modelos presentan muy pocas diferencias, mostrándose muy cercanas en torno al valor central de la talla, y presentando mayor discrepancia hacia tallas extremas. **(Tabla 1C y Figura 2).**

De este modo, se puede señalar que la única ventaja que presentó el modelo no-lineal sobre el log-lineal, fue su SRC menor, mientras el modelo log-lineal demostró que los supuestos básicos se cumplen y además explicó mayor proporción de la variabilidad del peso ( $R^2=52,35$ ).

### Modelo no-lineal



### Modelo log-lineal

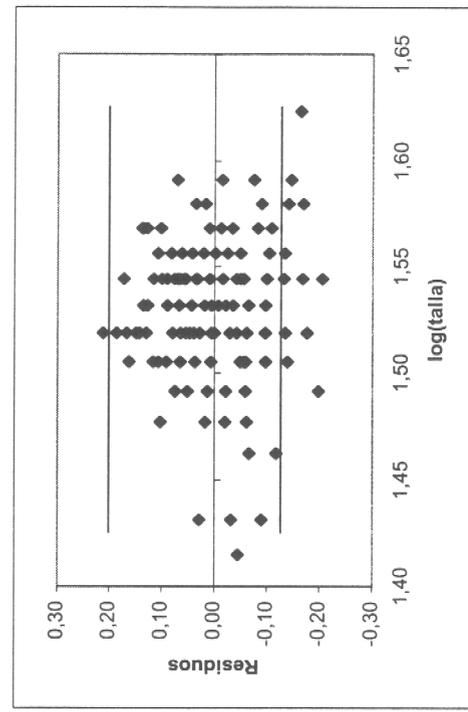
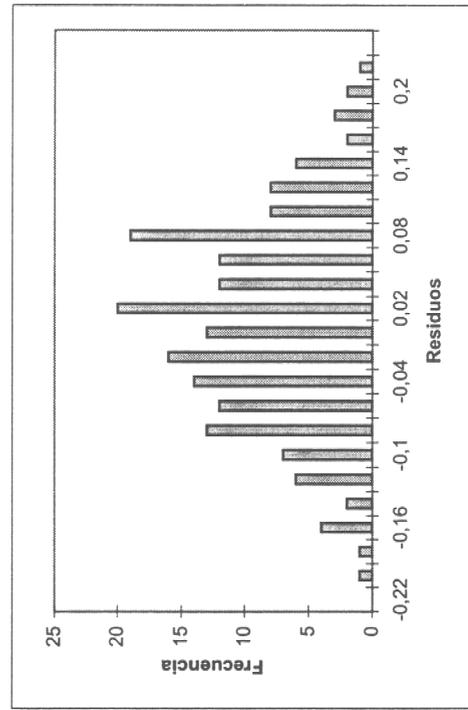


Figura 1. Residuos de los modelos log-lineal y no-lineal del ajuste de la relación talla - peso corporal para langostino colorado machos, año 1999.

Tabla 1. Valores estimados del ajuste de la relación longitud peso para machos de langostino colorado, año 1999, mediante los modelos log-lineal (A) y no-lineal (B). Se incluyen las predicciones del peso a la talla de los ejemplares (C)

(A)				(B)			
Modelo log-lineal				Modelo no-lineal			
Parámetro	Estimación	Error estándar	CV%	Parámetro	Estimación	Error estándar	CV%
a	0,000959	-	-	a	0,003308	0,002486	0,186884
b	2,761924	0,196393	1,396505	b	2,416700	0,212167	1,862655
SRC	2016,12	CME	11,201	SRC	1973,73	CME	10,965
R <sup>2</sup> (%)	52,35			R <sup>2</sup> (%)	44,39		

ER(M1/M2) = 1,0215

SRC = Suma residual de cuadrados

CV= Coeficiente de variación

CME= Cuadrado medio del error

ER(M1/M2)= Eficiencia relativa modelo log-lineal sobre el no-lineal

Talla (cms)	Peso (non-lin) (gr)	Peso (log-lin) (gr)	Dif (abs) (gr)
25	7,906	6,963	0,943
26	8,693	7,760	0,932
27	9,523	8,613	0,910
28	10,398	9,523	0,875
29	11,318	10,492	0,826
30	12,284	11,522	0,762
31	13,297	12,614	0,683
32	14,357	13,770	0,588
33	15,466	14,991	0,475
34	16,623	16,280	0,343
35	17,829	17,637	0,192
36	19,085	19,064	0,022
37	20,392	20,562	0,171
38	21,749	22,134	0,385
39	23,158	23,780	0,622
40	24,620	25,503	0,883
41	26,133	27,303	1,169
42	27,701	29,182	1,481

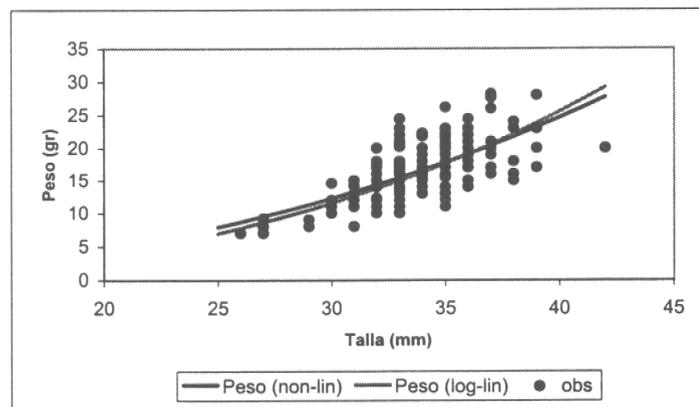


Figura 2. Ajustes de la relación longitud -peso a través de los enfoques log-lineal y no-lineal para machos de langostino colorado, año 1999.

## **ANEXO 3**

---

**Determinación  
taxonómica de  
muestras de  
langostino colorado  
recolectadas en  
aguas frente al norte  
de Chile**



**Anexo 3.-** Determinación taxonómica de muestras de langostino colorado recolectadas en aguas frente al norte de Chile.

**Preparado por: Pedro Baéz R. (Biólogo Marino, M. Sc.)**

La obtención del material procedente de distintas capturas llevadas a cabo durante 1999, ha permitido efectuar las observaciones comparativas que se indican:

La totalidad de los ejemplares del material son de pequeño tamaño, de tallas mucho menores a aquellas de los ejemplares de langostino colorado (*Pleuromcodes monodon*) obtenidos en años anteriores con red de arrastre en capturas bentónicas comerciales. Todos los ejemplares obtenidos presentan un exoesqueleto relativamente más blando que aquellos especímenes más calcificados procedentes de las capturas comerciales. Llama la atención, además, que en las poblaciones de las cuales se han obtenidos las muestras existen hembras ovíferas de tamaño pequeño, lo cual refleja una madurez sexual a un tamaño menor que el de las poblaciones comerciales de langostino colorado tradicionales.

El cuerpo del langostino colorado obtenido tradicionalmente a través de muchas décadas desde el ambiente bentónico de profundidad es, relativamente, mucho más pubescente y está atravesado por estrías que, observadas con aumento, están generalmente constituidas por espinas pequeñas, cortas y bien calcificadas. Todo el material recolectado con anterioridad y conservado en colecciones y que ha permitido efectuar comparaciones con el material actual presenta una relativa uniformidad y constancia en sus caracteres morfológicos. Por el contrario, el material obtenido en las capturas de 1999 presenta una variabilidad morfológica mucho más amplia.

Se hace preciso destacar además que, las muestras obtenidas en 1999 contienen ejemplares que proceden tanto del ambiente pelágico, como bentónico, lo que representa



una novedad en la captura de este recurso. Tanto las muestras capturadas entre el 19 de agosto y el 18 de septiembre, como las obtenidas entre el 7 y el 9 de diciembre de 1999 son pelágicas. Las capturadas desde el 8 al 20 de diciembre fueron obtenidas con artes de arrastre desde el medio bentónico.

En lo que se refiere a la morfología y al tamaño de estas primeras capturas pelágicas, la variabilidad de la muestra total puede resumirse básicamente en dos tipos. El primero contiene unos pocos ejemplares grandes, los que se recolectaron 10 mn al W de Arica y 10 mn frente a Cta. Camarones (B/C "Abate Molina", lances 13 y 14). El resto de estas capturas contiene solo ejemplares relativamente mucho más pequeños, los que presentan las mayores diferencias con el langostino colorado tradicional. El escaso material obtenido en la segunda captura pelágica, en el área de Punta Lobos a Arica, puede clasificarse en lo que respecta a sus formas, como de una categoría intermedia, cuya variabilidad oscila entre los dos tipos citados anteriormente, pero que a su vez también presenta diferencias con respecto al langostino colorado típico.

La última captura obtenida del ambiente bentónico de profundidad contiene ejemplares que, son ligeramente más grandes que la mayoría de los pelágicos y su exoesqueleto es de estructura más consistente que en aquellos, aún cuando comparativamente son más pequeños que el material procedente de capturas de años anteriores que se encuentran depositados en las colecciones. Son los especímenes que presentan mayores similitudes morfológicas con *Pleuroncodes monodon* o, dicho de otro modo, las diferencias observadas entre éstos y esa especie son menos notorias, aún cuando en los ejemplares de estas nuevas muestras la pilosidad general del cuerpo es más rala y corta y las espinas son más débiles que en los ejemplares bentónicos tradicionales.

Para otras especies de decápodos, tanto de la familia Galatheidae como de otras familias y que se capturan frente a otros países se ha citado la existencia de formas



diferentes, tanto pelágicas como bentónicas, las que forman parte del ciclo de vida de esas especies. Esto plantea que una misma especie puede presentar ejemplares con dos o más formas diferentes, tanto bentónicas como planctónicas, de las cuales una se desarrolla secuencialmente a partir de la otra. Sin embargo, para el caso de las especies capturadas en esta oportunidad frente al norte de Chile, la aludida madurez sexual temprana, con hembras ovíferas de apariencia diferente tanto en la categoría pelágica como bentónica contribuye a descartar esta posibilidad.

**Los antecedentes citados avalan las siguientes conclusiones:**

1. En la literatura sobre los Galatheidae de Chile se observa que, la mayor parte de la investigaciones sobre el langostino colorado llevados a cabo desde 1966 en adelante estuvo centrada en pescas comerciales bentónicas, las cuales capturaron *Pleuroncodes monodon*, principalmente desde San Antonio al sur. Posteriormente esta pesquería se desarrollo en base al material obtenido generalmente frente a la zona central de Chile.
2. Las tres muestras recolectadas por el IFOP durante 1999, en relación al desarrollo del proyecto langostino colorado, contienen ejemplares de crustáceos decápodos de la familia Galatheidae obtenidos en aguas frente al norte de Chile. Estas muestras presentan una variabilidad tanto morfológica como de tamaño bastante amplia y corresponden a tallas inferiores a las de las capturas comerciales tradicionales recolectadas más al sur.
3. Las citadas muestras proceden de dos ambientes diferentes, pelágico y bentónico. La variabilidad que se observa en la forma de los ejemplares puede resumirse en, a lo menos, dos categorías distintas. Estas formas, pudieran ser asimilables a la procedencia de los mismos, es decir, existiría en dichas muestras, como mínimo, a lo menos una forma pelágica y otra bentónica.



4. El único referente de este tipo de galatheido que se había capturado en Chile, cuyas características se corresponden en cierta medida, aunque con variaciones, ha sido el langostino colorado. Todos los ejemplares de estas muestras difieren en distintos grados de la forma típica de *Pleuroncodes monodon* procedentes de capturas comerciales de otros años, recolectados en otras áreas y que forman parte de las colecciones de referencia con las cuales se han comparado estos ejemplares.
5. En consecuencia, y dada la carencia de información referente a la presencia de un fenómeno como el descrito en aguas frente al norte grande de Chile, las probabilidades son las siguientes: a) Todo el material obtenido ahora puede representar fases no descritas de una sola especie, la que a su vez aún no se ha descrito y que puede haber existido siempre en la zona en forma latente, o b) las citadas formas diferentes podrían representar especies diferentes. Avala esta segunda posibilidad la captura de hembras ovíferas relativamente diferentes entre si, tanto en categoría de pelágicos como de bentónicos.
6. En resumen, todos los ejemplares recolectados pertenecen al genero *Pleuroncodes*. Sin embargo, en lo que respecta a la especie, la amplia variabilidad observada no corresponde al langostino colorado típico y se recomienda, por el momento, integrar a todas las formas aludidas en la denominación de *Pleuroncodes sp.*
7. Lo expuesto permite aconsejar que la situación planteada, tanto por su relevancia como por las implicancias ecológicas y económicas que involucra amerita el desarrollo de un proyecto de investigación orientado a clarificar el status taxonómico de las citadas categorías. Esto implicaría ampliar los rangos de captura de muestras tanto en el orden temporal como espacial.

## **ANEXO 4**

---

**Report de las  
mediciones de  
abertura punta-alas  
efectuadas a bordo  
del PAM “CHONOS”**



### ANEXO 4:

Report de las mediciones de abertura punta-alas efectuadas a bordo del PAM "CHONOS" (todas las medidas en metros)

Lred	39.4
Lrelinga	30.1
Malleta	25
Patas	1.8
Estándar	50

Fecha	Lance	Longitud cable de cala	Profundidad	Separación pastecas	Separación a 1 metro	Separación portalcones	Abertura punta ala
9/15/99	97	200	89	6.38	6.60	55.42	9.40
	97	200	89	6.38	6.64	64.22	10.89
	97	200	89	6.39	6.63	59.83	10.14
9/24/99	114	250	97	6.33	6.60	81.21	13.77
	114	250	97	6.35	6.56	64.74	10.97
	114	250	97	6.34	6.61	81.22	13.77
9/4/99	54	290	100	6.35	6.60	86.74	14.70
	54	290	100	6.36	6.58	77.18	13.08
	54	290	100	6.35	6.56	73.98	12.54
9/9/99	73	300	99	6.36	6.57	76.30	12.93
	73	300	99	6.34	6.57	82.87	14.05
	73	300	99	6.40	6.56	59.84	10.14



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

8/16/99	5	350	106	6.25	6.53	114.68	19.44
	5	350	106	6.24	6.54	122.36	20.75
	5	350	106	6.24	6.53	118.51	20.09
	5	350	106	6.25	6.54	118.53	20.09
9/9/99	75	400	121	6.35	6.46	55.39	9.39
	75	400	121	6.36	6.45	46.60	7.90
	75	400	121	6.37	6.46	46.61	7.90
9/5/99	61	400	122	6.38	6.58	95.02	16.11
	61	400	122	6.37	6.57	95.01	16.11
	61	400	122	6.37	6.56	90.61	15.36
9/14/99	88	440	147	6.36	6.50	74.76	12.67
	88	440	147	6.35	6.52	89.27	15.13
	88	440	147	6.35	6.52	89.27	15.13
8/16/99	1	450	165	6.48	6.51	21.98	3.73
	1	450	165	6.43	6.49	36.77	6.23
	1	450	165	6.40	6.49	51.59	8.75
	1	450	165	6.40	6.49	51.59	8.75
8/16/99	6	450	142	6.25	6.48	120.73	20.47
	6	450	142	6.27	6.50	120.75	20.47
	6	450	142	6.26	6.49	120.74	20.47
	6	450	142	6.25	6.48	120.73	20.47
9/9/99	70	490	172	6.27	6.46	109.31	18.53
	70	490	172	6.28	6.47	109.32	18.53
	70	490	172	6.27	6.46	109.31	18.53



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

8/16/99	2	500	205	6.37	6.57	117.01	19.84
	2	500	205	6.37	6.56	111.51	18.90
	2	500	205	6.20	6.60	226.82	38.45
	2	500	205	6.32	6.56	138.95	23.56
8/16/99	3	550	245	6.23	6.46	146.00	24.75
	3	550	245	6.24	6.43	121.81	20.65
	3	550	245	6.24	6.46	139.96	23.73
	3	550	245	6.23	6.42	121.80	20.65
9/9/99	71	600	257	6.33	6.50	119.16	20.20
	71	600	257	6.33	6.49	112.56	19.08
	71	600	257	6.34	6.51	119.17	20.20
9/23/99	106	600	248	6.31	6.50	132.34	22.44
	106	600	248	6.31	6.49	125.74	21.32
	106	600	248	6.32	6.49	119.15	20.20
	106	600	248	6.35	6.48	92.79	15.73
9/23/99	109	640	242	6.29	6.45	119.56	20.27
	109	640	242	6.29	6.46	126.60	21.46
	109	640	242	6.28	6.47	140.67	23.85
	109	640	242	6.27	6.47	147.70	25.04
9/4/99	58	650	257	6.41	6.54	100.00	16.95
	58	650	257	6.40	6.55	114.29	19.38
	58	650	257	6.40	6.55	114.29	19.38
8/28/99	48	650	255	6.30	6.40	78.43	13.30
	48	650	255	6.30	6.45	114.18	19.36
	48	650	255	6.27	6.44	128.45	21.78



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

	48	650	255	6.28	6.44	121.31	20.57	
8/16/99	4	650	394	6.40	6.54	107.14	18.16	
	4	650	394	6.39	6.49	78.53	13.31	
	4	650	394	6.37	6.51	107.11	18.16	
	4	650	394	6.36	6.50	107.10	18.16	
9/22/99	102	700	327	6.29	6.46	137.82	23.37	
	102	700	327	6.30	6.46	130.13	22.06	
	102	700	327	6.30	6.45	122.43	20.76	
9/23/99	107	700	369	6.26	6.44	145.49	24.67	
	107	700	369	6.26	6.44	145.49	24.67	
	107	700	369	6.28	6.45	137.81	23.36	
8/17/99	13	700	300	6.09	6.42	260.80	44.21	
	13	700	300	6.09	6.41	253.10	42.91	
	13	700	300	6.09	6.41	253.10	42.91	
	13	700	300	6.09	6.40	245.40	41.60	
9/2/99	53	700	336	6.18	6.45	214.70	36.40	
	53	700	336	6.17	6.44	214.69	36.40	
	53	700	336	6.17	6.40	183.89	31.18	
	53	700	336	6.16	6.44	222.38	37.70	
	PROMEDIO							23.56
	DESVIACION							
	ESTANDAR							8.54
	COEF. VARIACION							36.2%

## **ANEXO 5**

---

**Listado del programa  
en MATLAB para el  
análisis de  
variabilidad del APA  
en las estimaciones  
de biomosas**



## ANEXO 5:

### Listado del programa en MATLAB para el análisis de variabilidad del APA en las estimaciones de biomاسas

```
clear

% levantamiento de los datos
load data.txt;% vector con los datos de mediciones de APA
load estims.txt;% vector con las estimaciones centrales de
biomasas

apa=data;
LR=30.1;% relinga del CHONOS

factor=apa/LR;

% elimino los factores >1
factor(find(factor>1))=[];

X=0.52;
stdX=std(factor);

K=normrnd(X,stdX,10000,1)/0.52;
K(find(K<=0))=[];

Est=estims(:,1);
EEst=sqrt(estims(:,2));

texto={'Delta','Mediana','Promedio','Razon','Geostat'};

for i=1:length(Est)
    B(:,i)=Est(i).*K;
    med(i)=mean(B(:,i));
    Err(i)=std(B(:,i));

    subplot(3,2,i),hist(B(:,i),50);
    colormap('white');
    xlabel('Biomasa (t)','FontSize',6);
    text(med(i)*0.2,500,texto(i),'FontSize',7);
    text(med(i)*1.5,500,['X = ',
num2str(round(med(i)))],'FontSize',7);
```



INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

---

```
text(med(i)*1.5,400,['S = ',  
num2str(round(Err(i)))], 'FontSize',7);  
  
set(gca,'FontSize',6);  
end
```