

INFORME FINAL

PROYECTO N° 2003-03

EVALUACIÓN DIRECTA DE LANGOSTINO COLORADO ENTRE LA III Y IV REGIONES, AÑO 2003

UNIDAD EJECUTORA:

INSTITUCIÓN OFERENTE:

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
MARINA, FACULTAD DE CIENCIAS DEL
MAR. UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL
NORTE, SEDE COQUIMBO.

Coquimbo, Abril 2004.

INFORME FINAL

PROYECTO N° 2003-03

EVALUACIÓN DIRECTA DE LANGOSTINO COLORADO ENTRE LA III Y IV REGIONES, AÑO 2003

UNIDAD EJECUTORA:

INSTITUCIÓN OFERENTE:

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
MARINA, FACULTAD DE CIENCIAS DEL
MAR. UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL
NORTE, SEDE COQUIMBO.

Coquimbo, Abril 2004

COMPOSICIÓN Y ORGANIZACIÓN DEL EQUIPO PROFESIONAL Y TÉCNICO

Nombre	Título/Grado	Función en el Proyecto
Enzo Acuña	M. Sc. Oceanografía	Coordinación. Jefe de Proyecto. Análisis y elaboración de informes.
Gerard Conan	Ph.D. Oc. Biológica	Estimación electrónica de Abertura de Punta de Alas. Diseño de muestreo, estimación de biomasa, implementación y capacitación de equipo NetMind.
Luis Cid	Ph. D. Estadística	Diseño de muestreo. Análisis estadísticos. Biomasa método muestreo estratificado.
Rubén Alarcón	M. Sc. Pesquerías	Cálculo de abundancia-biomasa método geoestadístico.
Luis Cubillos	Biólogo Pesquero	Evaluación de stock y Análisis situación del recurso.
Ximena Bennett	Biólogo	Coordinación Operativa de muestreos a bordo y laboratorio, Digitación datos.
Andrés Bodini	Ing. Acuicultura	Representación información cartografía SIG. Bases de datos.
Alex Cortés	Lic. Cs. del Mar	Digitación y organización de bases de datos.
Manuel Andrade	Biólogo Marino	Muestreo a bordo y en laboratorio.
Cristián Villablanca	Técnico Pesquero	Muestreo a bordo y en laboratorio.
Danny Rivera	Técnico Pesquero	Muestreo a bordo y en laboratorio.
Roberto Vásquez	Lic. Cs. del Mar	Muestreo a bordo y en laboratorio.

Este documento debe citarse:

Acuña, E., G. Conan, L. Cid, R. Alarcón y L. Cubillos. 2004. Evaluación directa de langostino colorado entre la III y IV regiones, año 2003. PreInforme Final Proyecto FIP N° 2003-03, 141 pp.

RESUMEN EJECUTIVO

Se informa sobre las actividades realizadas durante la ejecución de los cruceros de evaluación directa de la especie langostino colorado *Pleuroncodes monodon* en el litoral entre Taltal (25°20'S) en la II Región y Punta Lengua de Vaca (30°20'S) en la IV Región.

El muestreo estuvo dirigido a los caladeros y las zonas intercaladeros conocidos de la especie en el área de estudio. Al interior de cada caladero, en la plataforma continental y talud de las tres Regiones, se utilizó un *muestreo probabilístico (estocástico)*. El carácter probabilístico del muestreo *al interior de cada caladero* corresponde al de un muestreo estratificado, de modo que dentro de cada uno de los estratos se realizó un muestreo aleatorio simple de tamaño $n_h = 4$.

Se llevó a cabo en promedio el 74,24% de los lances propuestos, siendo más exitosos los lances efectuados dentro de los caladeros que aquellos de las zonas intercaladeros. En los primeros se obtuvo captura de langostino colorado entre un 18,4% en la II Región a un 47,3% en la III Región.

Durante el estudio se midió (mm LC) un total de 13.718 ejemplares de langostino colorado para construir las distribuciones de frecuencia de tallas, de los cuales además fueron pesados aproximadamente un tercio, 4.546 ejemplares, para estimar la relación longitud - peso.

El análisis de la distribución espacial de los lances de pesca (tanto negativos como positivos) para langostino colorado y el valor de la captura por unidad de área barrida (cpua, ton/km²) por latitud revelaron la presencia de 14 focos de abundancia o caladeros, cuyos límites fueron determinados aplicando el “Método Transitivo”.

El área de estudio se dividió primero en dos grandes zonas, denominadas arbitrariamente como ZAGs (**Zonas de Análisis Geoestadístico**). La ZAG-1 consideró todos los lances de pesca realizados entre 25°20'S y 27°50'S, y la ZAG-2 incluyó los lances de pesca (de investigación y comerciales) entre 29°20'S y 30°20'S, respectivamente.

El análisis de variogramas unidireccionales reveló la presencia de efecto anisotrópico de la distribución espacial de la densidad poblacional de langostino colorado en ambos ZAGs. En el caso del ZAG-1, la distribución espacial de la densidad poblacional presentó efecto anisotrópico en dirección NE-SO. En cambio, en el ZAG-2, el efecto anisotrópico se verificó en dirección NW-SE. En ambos casos, el efecto direccional de la distribución espacial de la densidad se atribuye a la orientación de la plataforma continental y línea de costa. En ambos casos el modelo de variograma teórico que mostró el mejor ajuste, mediante el procedimiento de mínimos cuadrados ponderados fue el modelo esférico con rango r .

La biomasa total del stock de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) en la plataforma y talud continental de las Regiones II a IV estimada mediante el enfoque geoestadístico alcanzó a 17.834,9 toneladas (D.E. = 1.194,5 tons). El intervalo de confianza de la biomasa es entre 17.784,4 ton (límite inferior) y 17.885,5 (límite superior).

La biomasa total del stock de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) en la plataforma y talud continental de las Regiones II a IV estimada mediante la estrategia de muestreo estratificado alcanzó a 17.437,1 toneladas (D.E. = 2.701,45 tons). El intervalo de confianza de la biomasa es entre 12.326,14 ton (límite inferior) y 22.731,85 (límite superior). Las biomاسas son mayores fuera de las 5 mn del ARPA en la II y III Región y dentro en la IV Región. Esta aparente contradicción con resultados anteriores responde a la presencia de lances de altas capturas en sectores donde el caladero se retira de las 5 mn, debiendo considerarse también que en el caso de la II Región el área de estudio corresponde al área al sur de Taltal donde existen sectores de caladeros fuera del ARPA.

La composición de tamaños de los machos de langostino colorado por caladero muestra que en aquellos ubicados al norte de los 28° S, la estructura de tallas muestra un predominio de ejemplares menores a 30 mm LC, en cambio, en aquellos al sur de esa latitud, la composición de tamaños se encuentra centrada alrededor de 30 mm LC comportándose aproximadamente normal en esa clase de tamaño. En el caso de las hembras, la situación anterior se acentúa, encontrándose que prácticamente en todos los caladeros al norte de 28° S, la composición de tamaño presenta predominio de ejemplares menores a 30 mm LC.

El rango de tallas de langostino colorado detectado en toda el área de estudio correspondió a 10 - 49 mm LC, mientras los rangos observados en las tres regiones muestreadas corresponden a 16 - 39 mm LC en la II Región, 10 - 42 mm LC en la III Región y 10 - 49 mm LC en la IV Región. Las frecuencias de tallas de las tres regiones, muestran que la mayor talla al 50% de la distribución se encuentra en la IV región y la menor en la III Región.

Por sexo, en la II y III Región, la composición de tamaños de los machos se presentó bimodal, con moda principal alrededor de 22,5 mm LC en ambos casos, y moda secundaria alrededor de 31,5 mm LCT en la Región II y 35,5 mm LC en la Región III, respectivamente. En la IV Región, la composición de tamaños de los machos se presentó unimodal, con moda alrededor de 29,5 mm LC. En las hembras, de la II Región, la composición de tamaños fue bimodal, con moda principal en 22,5 mm LC y moda secundaria alrededor de 29,5 mm LC, respectivamente. En cambio, en la III y IV Región, la composición de tamaños se presentó unimodal, con moda alrededor de 22,5 mm LCT y 27,5 mm LCT, respectivamente.

Desde el punto de vista de la proporción sexual se observa que los machos predominan en todas las regiones, siendo mayor esto en la IV región, donde el porcentaje de machos supera el 57,24%. En tanto que la proporción sexual a la talla del langostino colorado en las tres regiones estudiadas muestra una alternancia entre machos y hembras siendo éstos más abundantes a tallas pequeñas y grandes, tanto dentro como fuera del ARPA.

Existe un mayor porcentaje de hembras ovíferas en la II y IV regiones, superando en esta última el 93 %, lo que implica que no se observa un gradiente latitudinal en esta característica, como normalmente se ha observado, lo que puede estar dando cuenta de una actividad diferente o complementaria en la III Región.

Se evaluó la situación del stock de langostino colorado que se distribuye entre la II y IV Regiones, sobre la base de un modelo de producción edad-estructurado. Para ello se utilizó las capturas del período 1998 – 2003, la composición por tallas y sexo del recurso en las capturas del período 1998-2002, las evaluaciones directas de biomasa del período 2000-2003 y su respectiva estructura de tallas por sexo. El modelo consta de cuatro componentes: a) un modelo de dinámica poblacional general, que se utiliza para predecir las capturas, composición de tallas por sexo en

las capturas y la biomasa de los cruceros de evaluación y su composición por talla y sexo; b) funciones de log-verosimilitud, para especificar la estructura de error de los datos observados; c) información *a priori* (tasa de mortalidad natural) y penalizaciones, para limitar la parametrización; y d) proceso de estimación mediante la minimización de la función objetivo. La evaluación edad estructura se ajusta bien a las diferentes piezas de información disponibles, determinando la situación del recurso. En general se encontró que la biomasa total del langostino colorado exhibe una tendencia decreciente desde cerca de 30 mil t a comienzos de 1998 hasta cerca de 22 mil ton a comienzos de 2003. Esta tendencia decreciente es el resultado de tasas de explotación crecientes, que han alcanzado alrededor del 15% entre el 2002 y 2003 como resultado de las mayores capturas obtenidas. En el 2003 se detecta uno de los reclutamientos más altos, del orden de 4.920 toneladas. Este nivel de reclutamiento permitirá mantener la explotación actual en el 2004, pero las proyecciones de mediano plazo revelan que la biomasa total y desovante seguirá disminuyendo, incluso sin explotación. Esta situación se explica en parte porque los niveles de biomasa del período 1998-2003 han sido altos debido a que los reclutamientos fueron importantes.

INDICE

COMPOSICIÓN Y ORGANIZACIÓN DEL EQUIPO PROFESIONAL Y TÉCNICO	i
RESUMEN EJECUTIVO	ii
INDICE	vi
INDICE DE TABLAS.....	ix
INDICE DE FIGURAS	xi
INDICE DE ANEXOS	xiv
1. OBJETIVO GENERAL	1
2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	1
3. INTRODUCCION	2
4. METODOLOGÍA	6
4.1. MÉTODO DE MUESTREO. CONSIDERACIONES PREVIAS.....	6
4.2. PLAN DE MUESTREO y NÚMERO DE LANCES.....	9
4.2.1. MUESTREO EN LOS CALADEROS.....	9
4.2.2. MUESTREO EN ZONAS INTERCALADEROS	12
4.3. NAVES.....	12
4.4. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD.....	13
4.5. DETERMINACIÓN DE LA CAPTURA.....	13
4.6. ESTIMACIÓN DEL ÁREA BARRIDA	14
4.7. ESTIMACIÓN DIRECTA DE LA ABERTURA ENTRE PUNTA DE ALAS (APA).....	14
4.8. INFORMACION A BORDO Y MUESTREO BIOLÓGICO	15
4.8.1. RELACION LONGITUD - PESO	15
4.9. OBJETIVO ESPECÍFICO 1.....	16
4.9.1. ENFOQUE GEOESTADÍSTICO	16
4.9.2. ESTIMACIÓN DE LA SUPERFICIE DE LOS CALADEROS.....	17
4.9.3. ESTIMACIÓN DE LA DENSIDAD PROMEDIO.....	21
4.9.4. ANÁLISIS ESTRUCTURAL	22
4.9.5. AJUSTE MÍNIMO CUADRÁTICO DE CRESSIE.....	23
4.9.6. VALIDACIÓN CRUZADA.....	25
4.9.7. MAPEO POR KRIGING	26
4.10. OBJETIVO ESPECÍFICO 2	27
4.10.1. PROPIEDADES ESTADÍSTICAS DE LOS ESTIMADORES	27
4.10.2. ESTIMADOR MODELO-BASADO.....	28
4.10.2.1. ESTIMADOR GEOESTADÍSTICO.....	30
4.10.2.2. ESTIMADOR DE LA DISTRIBUCIÓN DELTA	32
4.10.3. ABUNDANCIA Y BIOMASA VULNERABLE A LA TALLA	33
4.11. OBJETIVO ESPECÍFICO 3	35
4.12. OBJETIVO ESPECÍFICO 4	36

4.12.1.	Análisis de situación del stock	36
4.12.1.1.	Evaluación del stock y análisis de la situación.....	36
4.12.1.2.	Datos disponibles	37
4.12.1.3.	Modelo de producción edad-estructurado	37
4.12.1.4.	Otros aspectos	40
4.12.1.5.	Función objetivo.....	42
4.12.1.6.	Optimización no-lineal	43
4.12.1.7.	Análisis de riesgo	44
4.12.2.	Estrategias de explotación y puntos biológicos de referencia	44
4.12.2.1.	Análisis de las estrategias de explotación.....	44
4.12.2.2.	Puntos biológicos de referencia (PBR).....	45
4.12.2.3.	Estimación de los PBR.....	46
5.	RESULTADOS.....	48
5.1.	ASPECTOS OPERACIONALES DE LOS CRUCEROS.....	48
5.1.1.	CAPTURAS Y MUESTREO BIOLÓGICO	50
5.2.	OBJETIVO ESPECÍFICO 1.....	51
5.2.1.	IDENTIFICACIÓN DE CALADEROS.....	51
5.2.2.	ANÁLISIS ESTRUCTURAL	55
5.3.	OBJETIVO ESPECÍFICO 2.....	58
5.3.1.	DENSIDAD POBLACIONAL PROMEDIO.....	58
5.3.2.	ESTIMADOR GEOESTADÍSTICO.....	61
5.3.3.	ESTIMADOR DE LA DISTRIBUCIÓN DELTA.....	62
5.3.4.	ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA TOTAL EN ESTRATEGIA DE MUESTREO ESTRATIFICADO	64
5.3.4.1.	LÍMITES DE CONFIANZA DE LA ESTIMACIÓN.	65
5.3.5.	ABUNDANCIA Y BIOMASA A LA TALLA.....	66
5.3.5.1.	BIOMASAS A LA TALLA	66
5.3.5.1.1.	COMPOSICIÓN DE TAMAÑOS	66
5.3.5.1.2.	RELACIÓN TALLA-PESO.....	79
5.4.	OBJETIVO ESPECÍFICO 3.....	80
5.4.1.	PROPORCIÓN SEXUAL POR REGIÓN	80
5.4.2.	PROPORCIÓN SEXUAL A LA TALLA.....	80
5.4.3.	PROPORCIÓN SEXUAL POR FOCO DE ABUNDANCIA.....	83
5.4.4.	HEMBRAS OVADAS.....	84
5.5.	OBJETIVO ESPECÍFICO 4.....	87
5.5.1.	Modelo de producción edad-estructurado	87
6.	DISCUSION	97
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	102

8.	PLAN DETALLADO DE ASIGNACIÓN DEL PERSONAL PROFESIONAL Y TÉCNICO.	142
8.1.	OBJETIVO ESPECÍFICO 1: Determinar la distribución espacial del recurso langostino colorado en el área de estudio.	142
8.2.	OBJETIVO ESPECÍFICO 2 : Determinar la biomasa vulnerable total (en peso) y la abundancia vulnerable total (en número), por sexo y talla del recurso langostino colorado, en el área de estudio por región y en los principales focos de abundancia.	142
8.3.	OBJETIVO ESPECÍFICO 3: Determinar la proporción sexual y de hembras ovadas de langostino colorado en el área de estudio y en los principales focos de abundancia.	143
8.4.	OBJETIVO ESPECÍFICO 4: Analizar la situación actual del recurso en la zona de estudio, considerando los antecedentes actuales de la pesquería y los resultados del proyecto.	143

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Evolución de las biomásas directas (ton) de langostino colorado, 2000-2002.Fuente: Subsecretaría de Pesca (2002). .....	.... 4
Tabla 2 Variables operativas del estudio de langostino colorado entre la II y IV Región.....	.... 48
Tabla 3. Número de lances propuestos y efectuados en los caladeros y en las zonas intercaladeros para la captura de langostino colorado, por Región. ....	.... 49
Tabla 4. Lances totales y con captura de langostino colorado, por Región. ....	.... 49
Tabla 5. Número de lances propuestos y efectuados para la captura de langostino colorado, fuera y dentro de las 5 millas del ARPA, por Región. ....	.... 50
Tabla 6. Capturas obtenidas en el área y período de estudio, por Región y embarcación. LC= langostino colorado, LA= langostino amarillo y CA= camarón nailon. ....	.... 50
Tabla 7. Esfuerzo total de muestreo de frecuencia (medidos) y biológicos-específicos (pesados) de la captura de langostino colorado, entre la II y IV regiones. s/h= hembras sin huevos; c/h= hembras con huevos. ....	.... 51
Tabla 8. Límites latitudinales de los focos de abundancia de langostino colorado y área (mn ² y km ²) correspondiente. ....	.... 51
Tabla 9. Límites latitudinales de las Zonas de Análisis Geoestadístico (ZAGs) y número de lances de pesca involucrados en cada caso. ....	.... 52
Tabla 10. Fracción de área (km ²) de los caladeros dentro y fuera de las 5 mn de exclusión artesanal. ....	.... 55
Tabla 11. Parámetros del variograma teórico según el modelo esférico para ZAG-1 y ZAG-2. SCR: suma de cuadrados de los residuos, VNE: Varianza no explicada. ....	.... 57
Tabla 12. Densidad poblacional (cpua, ton/km ²) promedio, desviación estándar e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) por foco de abundancia entre la II y IV Región. ....	.... 59
Tabla 13. Biomasa (toneladas) promedio, desviación estándar e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) por foco de abundancia entre la II y IV Región. ....	.... 61
Tabla 14. Estimador de la densidad poblacional (ton/mn ²) la Distribución Delta .....	.... 63
Tabla 15. Estimación total de la biomasa según estrategia de muestreo estratificado por región y zona dentro y fuera del ARPA. ....	.... 64
Tabla 16. Estimación total de la biomasa (ton), incluyendo límites de confianza. ...	.... 66

Tabla 17.	Proporción de individuos sobre la talla comercial (27 mm L.C.) analizados por foco de abundancia.	71
Tabla 18.	Parámetros de la relación talla-peso de langostino colorado (<i>P. monodon</i> , ambos sexos) por caladero y total. SCR = suma de cuadrados residuales.	79
Tabla 19.	Proporción sexual (%) de los ejemplares de langostino colorado medidos en el muestreo de frecuencia de tallas por región.	80
Tabla 20.	Proporción sexual a la talla en langostino colorado, en la II Región	81
Tabla 21.	Proporción sexual a la talla en langostino colorado, en la III Región.	82
Tabla 22.	Proporción sexual a la talla en langostino colorado, en la IV Región.	83
Tabla 23.	Proporción sexual en langostino colorado, por foco de abundancia.	84
Tabla 24.	Porcentaje de los ejemplares hembras de langostino colorado medidos en el muestreo de frecuencia de tallas por región. S/H: hembras sin huevos; C/H: hembras con huevos.	85
Tabla 25.	Proporción sexual en langostino colorado, por foco de abundancia.	85
Tabla 26.	Evaluación del modelo utilizando tres funciones de crecimiento en longitud diferentes. Se muestra la función de log-verosimilitud negativa total, el número de parámetros, y el criterio de información de Akaike ($AIC = -2\ln(\text{Log-L}) + 2*p$).....	87
Tabla 27.	Longitud céfalotorácica (LC_t), coeficiente de variación (CV), peso promedio (W_t) y madurez de langostino colorado por grupos de edad. El CV es un parámetro estimado por el modelo de evaluación	88
Tabla 28.	Patrón de explotación edad-específico resultante de la evaluación de langostino colorado	91
Tabla 29.	Resumen de la evaluación de la biomasa total, explotable y desovante (hembras) de langostino colorado, tasa de explotación anual, y comparación entre la biomasa evaluada en los cruceros con la salida del modelo	91
Tabla 30.	Razón entre la biomasa total y la biomasa total en el 2003, entre la biomasa desovante y la biomasa desovante en el 2003, y entre la biomasa desovante y la biomasa desovante no explotada de langostino colorado, según un periodo de proyección de 5 años con capturas constantes (proyecciones con 50% de riesgo).....	94
Tabla 31.	Capturas esperadas con tasas de explotación constante	95
Tabla 32.	Razón entre la biomasa total y la biomasa total en el 2003, entre la biomasa desovante y la biomasa desovante en el 2003, y entre la biomasa desovante y la biomasa desovante no explotada de langostino colorado, según un periodo de proyección de 5 años con tasas de explotación constantes (proyecciones con 50% de riesgo)	96

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Fig. 1. Disposición espacial de los lances de pesca (puntos negros) y delimitación de las Zonas de Análisis Geoestadístico (ZAGs). Para detalles ver texto	53
Fig. 2. Disposición espacial de los focos de abundancia de langostino colorado en las dos Zonas de Análisis Geoestadístico (ZAGs). Para detalles ver texto.	54
Fig. 3. Variograma experimental (puntos) y variograma teórico (modelo esférico, línea continua) ajustado mediante mínimos cuadrados ponderados. La información considerada corresponde a ZAG-1.....	56
Fig. 4. Variograma experimental (puntos negros) y variograma teórico (modelo esférico, línea continua roja) ajustado mediante mínimos cuadrados ponderados. La información considerada corresponde a ZAG-2.....	57
Fig. 5. Distribución espacial de la densidad de langostino colorado (ton /km ²) en la zona de estudio.....	60
Fig. 6. Distribución de frecuencias del logaritmo de la captura por unidad de área (ln(cpua)) de langostino colorado en la ZAG-1.....	62
Fig. 7. Distribución de frecuencias del logaritmo de la captura por unidad de área (ln(cpua)) de langostino colorado en la ZAG-2.....	63
Fig. 8. Distribución de frecuencias de tamaño de machos de langostino colorado (<i>Pleuroncodes monodon</i>). Caladeros 1 a 4.....	67
Fig. 9. Distribución de frecuencias de tamaño de machos de langostino colorado (<i>Pleuroncodes monodon</i>). Caladeros 5 a 8.....	67
Fig. 10. Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de langostino colorado (<i>Pleuroncodes monodon</i>). Caladeros 9 a 12.....	68
Fig. 11. Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de langostino colorado (<i>Pleuroncodes monodon</i>). Caladeros 13 y 14.....	68
Fig. 12. Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de langostino colorado (<i>Pleuroncodes monodon</i>). Caladeros 1 a 4.....	69
Fig. 13. Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de langostino colorado (<i>Pleuroncodes monodon</i>). Caladeros 5 a 8.....	69
Fig. 14. Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de langostino colorado (<i>Pleuroncodes monodon</i>). Caladeros 9 a 12.....	70
Fig. 15. Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de langostino colorado (<i>Pleuroncodes monodon</i>). Caladeros 13 y 14.....	70

Fig. 16.	Proporción de individuos sobre la talla comercial (27 mm L.C.) analizados por sexo, condición reproductiva y foco de abundancia.	71
Fig. 17.	Distribución de frecuencias de tamaño acumulada de machos de langostino colorado (<i>Pleuroncodes monodon</i>). Caladeros 1 a 4.	72
Fig. 18.	Distribución de frecuencias de tamaño acumulada de machos de langostino colorado (<i>Pleuroncodes monodon</i>). Caladeros 5 a 8.	72
Fig. 19.	Distribución de frecuencias de tamaño acumulada de machos de langostino colorado (<i>Pleuroncodes monodon</i>). Caladeros 9 a 12.	73
Fig. 20.	Distribución de frecuencias de tamaño acumulada de machos de langostino colorado (<i>Pleuroncodes monodon</i>). Caladeros 13 y 14.	73
Fig. 21.	Distribución de frecuencias de tamaño acumulada de hembras de langostino colorado (<i>Pleuroncodes monodon</i>). Caladeros 1 a 4.	74
Fig. 22.	Distribución de frecuencias de tamaño acumulada de hembras de langostino colorado (<i>Pleuroncodes monodon</i>). Caladeros 5 a 8.	74
Fig. 23.	Distribución de frecuencias de tamaño acumulada de hembras de langostino colorado (<i>Pleuroncodes monodon</i>). Caladeros 9 a 12.	75
Fig. 24.	Distribución de frecuencias de tamaño acumulada de hembras de langostino colorado (<i>Pleuroncodes monodon</i>). Caladeros 13 y 14.	75
Fig. 25.	Distribución de frecuencias de tamaño de machos de langostino colorado (<i>P. monodon</i>) en la Segunda Región.	76
Fig. 26.	Distribución de frecuencias de tamaño de machos de langostino colorado (<i>P. monodon</i>) en la Tercera Región.	76
Fig. 27.	Distribución de frecuencias de tamaño de machos de langostino colorado (<i>P. monodon</i>) en la Cuarta Región.	77
Fig. 28.	Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de langostino colorado (<i>P. monodon</i>) en la Segunda Región.	77
Fig. 29.	Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de langostino colorado (<i>P. monodon</i>) en la Tercera Región.	78
Fig. 30.	Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de langostino colorado (<i>P. monodon</i>) en la Cuarta Región.	78
Fig. 31.	Proporción sexual en langostino colorado, por foco de abundancia.	84
Fig. 32.	Proporción de la condición reproductiva de las hembras en langostino colorado, por foco de abundancia.	86
Fig. 33.	Matriz talla-edad resultante en la evaluación de langostino colorado.	88

Fig. 34. Composición de tamaños de machos y hembras de langostino colorado en las capturas de la flota. Barras = datos observados, línea = estimada por el modelo.....	....89
Fig. 35. Composición de tamaños de machos y hembras de langostino colorado en los cruceros de evaluación directa. Barras = datos observados, línea = estimada por el modelo.....	....90
Fig. 36. Tendencias de la biomasa total, explotable, desovante (hembras) y capturas de langostino colorado entre 1998 y 2003.....	....92
Fig. 37. Reclutamiento en número de individuos (edad 2) de machos y hembras de langostino colorado. ....	....92

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Características técnicas y planos de las redes utilizadas.	113
Anexo 2. Sistema NETMIND para medir APA.	117
Anexo 3. Registros de posición, fecha, hora, distancia lineal recorrida, captura de especie objetivo, abertura de punta de alas, área barrida y CPUE.	119
Anexo 3.1. Registros de posición, fecha, hora, distancia lineal recorrida, captura de especie objetivo, abertura de punta de alas, área barrida y CPUE.	120
Anexo 3.2. Lances de pesca utilizados (Usado = Si) en la estimación de abundancia de langostino colorado entre la II y IV Región. ID = identificador, ZAG = Zona de Análisis Geoestadístico, Reg. = Región, Tipo lance: 1 = investigación, 2 = comercial.	125
Anexo 4. Biomasa (tons) y abundancia (miles de ejemplares) de langostino colorado, por caladero, sexo, dentro y fuera del ARPA y Región.	128
Anexo 4.1. Biomasa (tons) de machos de langostino colorado (Pleuroncodes monodon) por caladero dentro de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y IV Región. Enfoque geoestadístico. Caladeros 1 a 14.	129
Anexo 4.2. Biomasa (tons) de hembras de langostino colorado (Pleuroncodes monodon) por caladero dentro de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y IV Región. Enfoque geoestadístico. Caladeros 1 a 14.	130
Anexo 4.3. Biomasa (tons) de machos de langostino colorado (Pleuroncodes monodon) por caladero fuera de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y IV Región. Enfoque geoestadístico. Caladeros 1 a 14.	131
Anexo 4.4. Biomasa (tons) de hembras de langostino colorado (Pleuroncodes monodon) por caladero fuera de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y IV Región. Enfoque geoestadístico. Caladeros 1 a 14.	132
Anexo 4.5. Abundancia (miles de ejemplares) de machos de langostino colorado (Pleuroncodes monodon) por caladero dentro de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y IV Región. Enfoque geoestadístico. Caladeros 1 a 14.	133
Anexo 4.6. Abundancia (miles de ejemplares) de hembras de langostino colorado (Pleuroncodes monodon) por caladero dentro de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y IV Región. Enfoque geoestadístico. Caladeros 1 a 14.	134

Anexo 4.7. Abundancia (miles de ejemplares) de machos de langostino colorado (Pleuroncodes monodon) por caladero fuera de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y IV Región. Enfoque geoestadístico. Caladeros 1 a 14. ....	..135
Anexo 4.8. Abundancia (miles de ejemplares) de hembras de langostino colorado (Pleuroncodes monodon) por caladero fuera de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y IV Región. Enfoque geoestadístico. Caladeros 1 a 14. ....	..136
Anexo 4.9. Biomasa (toneladas) de machos y hembras de langostino colorado (Pleuroncodes monodon) por región dentro de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y IV Región. Enfoque geoestadístico. ....	..137
Anexo 4.10. Biomasa (toneladas) de machos y hembras de langostino colorado (Pleuroncodes monodon) por región fuera de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y IV Región. Enfoque geoestadístico. ....	..138
Anexo 4.11. Abundancia (miles de individuos) de machos y hembras de langostino colorado (Pleuroncodes monodon) por región dentro de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y IV Región. Enfoque geoestadístico. ....	..139
Anexo 4.12. Abundancia (miles de individuos) de machos y hembras de langostino colorado (Pleuroncodes monodon) por región fuera de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y IV Región. Enfoque geoestadístico. ....	..140
Anexo 5 Fechas y lugares geográficos de los muestreos. ....	..141

1. OBJETIVO GENERAL

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

2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- 2.1. Determinar la distribución del recurso langostino colorado en el área de estudio.
- 2.2. Determinar la biomasa vulnerable total (en peso) y la abundancia vulnerable total (en número), por sexo y talla del recurso langostino colorado, en el área de estudio por región y en los principales focos de abundancia.
- 2.3. Determinar la proporción sexual y de hembras ovadas de langostino colorado en el área de estudio y en los principales focos de abundancia.
- 2.4. Analizar la situación actual del recurso en la zona de estudio, considerando los antecedentes actuales de la pesquería y los resultados del proyecto.

3. INTRODUCCION

La pesquería industrial del langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) ha sido tradicionalmente una actividad económica de relevancia, tanto en la zona centro-sur como últimamente en la III y VIII Región. La pesquería de la zona centro-norte ha cobrado una importancia mayor desde 1998, y en particular los tres últimos años, debido a que la pesquería de esta especie en la zona centro-sur está sometida a una veda desde el año 2001 entre la V y VIII Región (D.E. N° 421 de 22/ 12/ 2000, desde el 1 de enero al 31 de diciembre de 2001; D.E. N° 900 de 18/ 12/ 2001, desde el 1 de enero al 31 de diciembre de 2002 y D.E. N° 1.131 de 26/ 12/ 2002, desde el 1 de enero al 31 de diciembre de 2003) y a que el langostino amarillo *Cervimunida johni* ha tenido estos tres años niveles muy bajos de cuotas anuales en la III y IV Región.

En la zona norte, la pesquería de langostino colorado, que se realiza entre la I y IV Región, se inició en el año 1998 principalmente en la IV Región, centrada en la zona de Coquimbo. Las cuotas de captura de esta especie crecieron desde niveles de 500 ton en 1998 y 1999 hasta 4.100 ton en el 2002 (D.E. N° 928 del 31 de diciembre de 2001), siendo ésta dividida por primera vez en fracciones temporales en la II y III Región, además del fraccionamiento entre flota industrial y artesanal, 100 ton para fines de investigación y 35 ton para ser extraída como fauna acompañante de otros recursos pesqueros ese año. Paralelamente y basándose en las evaluaciones de stock y la evolución de los rendimientos de pesca, lo que llevó a considerar que el recurso se encontraba en un nivel de biomasa notablemente disminuido al sur de la III Región, se determinó incluir a la IV Región en la veda para proteger los procesos de reproducción, reclutamiento y de crecimiento antes señalada (D.E. N° 900 del 18 de diciembre de 2001).

Debido al fuerte impacto de la veda y al planteamiento de los industriales langostineros de la IV Región, en el sentido que se requería de antecedentes respecto a la especie durante una época del año en la que habitualmente no se han efectuado cruceros de evaluación, debido a los posibles cambios en disponibilidad del recurso, la Subsecretaría de Pesca autorizó, mediante la Resolución N° 579 del 19 de marzo de 2002, una Pesca de Investigación a la Universidad Católica de Valparaíso. Esta tuvo como Objetivo General “Determinar, mediante evaluación directa y utilizando el método de área barrida, la biomasa y abundancia del langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) en la IV Región (29°10’S – 32°10’S)” (Arana *et al.*, 2002).

Los resultados obtenidos por Arana *et al.* (2002) mostraron que la biomasa vulnerable estimada era de mayor magnitud que las obtenidas previamente y estos autores propusieron fracciones explotables entre 230 y 670 ton, en la IV Región.

Las estimaciones anteriores, permitieron a la Subsecretaría de Pesca autorizar a la Universidad Católica del Norte tres Pescas de Investigación, para monitorear las capturas que realizaría la flota industrial en la IV Región. En efecto, mediante la Resolución N° 850 del 03 de mayo, modificada por la Resolución N° 1.022 del 24 de mayo, esta entidad autorizó una captura total de 500 toneladas. Posteriormente, durante el segundo semestre, se autorizó mediante la Resolución N° 1.795 del 22 de agosto, una captura total de 100 toneladas. Durante estas Pescas de Investigación se monitorearon más de 400 lances en la zona comprendida entre Punta Lengua de Vaca (30°14'S) y Punta Choros (29°14'S) en el litoral de la IV región, entre el 5 de mayo y el 15 de septiembre del 2002, y el rango batimétrico explorado estuvo entre los 176 y 385 m (Acuña *et al.*, 2002). Desde el punto de vista de la estructura de tallas, la composición porcentual de las distintas marcas de clases de las distribuciones de frecuencia de tallas observadas en este estudio y el de Arana *et al.* (2002), permite detectar un incremento en las frecuencias en el rango superior de tallas en comparación con las detectadas en ese estudio (Acuña *et al.*, 2002).

Posteriormente, Bahamonde *et al.* (2002), durante la ejecución del Proyecto FIP N° 2002-06, determinan en la IV Región, una vez más, un nivel de biomasa bastante inferior al determinado por Arana *et al.* (2002), aunque superior al determinado por Canales *et al.* (2002) durante su evaluación del año 2001.

En la Tabla 1 se entrega un resumen de las biomاسas detectadas durante las últimas tres evaluaciones directas realizadas en los Proyectos FIP N° 2000-05 (Escuela de Ciencias del Mar, 2000), FIP N° 2001-06 (Canales *et al.*, 2002) y FIP N° 2002-06 (Bahamonde *et al.*, (2002), las que se comparan con la evaluación directa realizada en la IV Región por Arana *et al.* (2002). Aunque los datos más contradictorios corresponden a la IV Región, también se observa una situación compleja en las biomاسas para la III Región, observándose primero un aumento de más de un 40% entre el 2000 - 2001 y luego una reducción de aproximadamente 10 veces (10,9%) entre la biomasa estimada en el 2001 y el 2002. Por otra parte, en la II Región se observa primero una disminución de un 24% entre 2000 – 2001 y luego un aumento del 40% entre el 2001 y 2002.

Tabla 1. Evolución de las biomásas directas (ton) de langostino colorado, 2000-2002. Fuente: Subsecretaría de Pesca (2002).

Región	2000*	2001*	2002	2002
II	9.286	7.071 ⁺		11.800
III	10.150	17.861 ⁺		1.952
IV	802	243	4.240**	918
Total	20.238	25.175		14.670

* promedio de cuatro estimadores. ** evaluación efectuada en marzo 2002 (UCV)

⁺ valores intercambiados en la Tabla original del Informe.

Por otra parte, la biomasa estimada en el 2002, en todo el litoral de la II a la IV Región, es un 42 % inferior a la estimada entre julio y septiembre del 2001 y también menor a la determinada en el año 2000 (Subsecretaría de Pesca, 2002).

La situación antes descrita es evaluada por la Subsecretaría de Pesca (2002) en los siguientes términos: *“la acusada disminución de la biomasa entre el 2001 y el presente año no guarda relación con el monto de las capturas efectuadas entre uno y otro año y la baja de la biomasa en la II Región, donde prácticamente no se ejerce esfuerzo de pesca, no tiene explicación salvo por drásticos cambios en la disponibilidad del recurso”*, lo que reitera luego de analizar los rendimientos de pesca. Teniendo en cuenta lo anterior y *“en consideración a la alta variabilidad espacial de los resultados obtenidos, se estima razonable fijar en principio una cuota de captura que preventivamente incorpore la reducción global de la biomasa observada en la última evaluación directa. De esta forma, se propone una cuota global 2003 equivalente a un 58 % de la cuota establecida para el año 2002, lo que da un monto total de 2.530 toneladas”*. Finalmente, concluye señalando *“La Subsecretaría de Pesca considera pertinente someter la propuesta de cuota de captura a una revisión en el curso del segundo trimestre del año 2003, sobre la base de una nueva evaluación directa y de un re-análisis de la información. La cuota global propuesta en el presente documento tiene, por tanto, un carácter transitorio”* (Subsecretaría de Pesca, 2002).

Dado lo planteado anteriormente, el Consejo de Investigación Pesquera ha efectuado un Llamado Público (16 de enero de 2003) para la presentación de propuestas para realizar una evaluación directa del recurso langostino colorado de la III y IV Región (Proyecto FIP N° 2003-03),

antecedentes que serán el principal insumo para la revisión de la cuota global propuesta, la que fuera adjudicada a la Universidad Católica del Norte por el citado Consejo.

En un segundo comunicado, el día 01 de abril de 2003, el Consejo de Investigación Pesquera ha planteado a la Universidad ampliar el área de estudio debido a que *“En la unidad de pesquería norte (I a IV Región), los antecedentes más recientes apuntan a una baja considerable de la biomasa en el área de distribución del recurso, la cual se explica fundamentalmente por la variación registrada en el foco ubicado entre Taltal (II Región) y Chañaral (III Región). Este foco durante el año 2001 registró una estimación de biomasa cercana a las 16,5 mil toneladas y contribuyó con el 66% de la biomasa entre la II y IV Regiones, situación que al año 2002 cambió drásticamente con una estimación de poco más de 3,6 mil toneladas y un aporte del 25% de la biomasa de las II-IV Regiones. Esta situación ha ocasionado una gran incertidumbre en relación con el estado del recurso, razón por la cual se ha considerado relevante extender el área de estudio más allá del límite regional norte establecido por las bases técnicas de este concurso (III y IV Regiones)”*.

En consecuencia, el presente estudio considera realizar una evaluación directa de langostino colorado entre Taltal (II Región) y Lengua de Vaca (IV Región).

4. METODOLOGÍA

MÉTODO DE MUESTREO. CONSIDERACIONES PREVIAS.

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

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

El objetivo típico para este tipo de estudios es estimar la abundancia $N(A)$ dentro del área de estudio, basándose en un plan de muestreo del área. Los diseños muestrales más conocidos establecen, mediante un adecuado proceso de aleatorización, que considera la distribución, (generalmente espacial) de las unidades muestrales, que cada muestra posible m de la población, tiene la misma probabilidad $p(m)$ de ser seleccionada. Así, por ejemplo, si la distribución es uniforme, generalmente se opta por una estrategia de aleatorización sencilla denominada muestreo aleatorio simple. Si dicha uniformidad sólo se puede garantizar por sectores de la población, entonces se utiliza una estrategia de selección aleatoria simple dentro de cada uno de los segmentos de ella, que se puedan considerar uniformemente distribuidos, y la estrategia de muestreo se denomina muestreo estratificado, en que cada estrato representa precisamente a un sector uniforme dentro de la población. Este sería el caso de la distribución del langostino colorado, que se agrupa en focos de abundancia o “*caladeros*”, fuera de los cuales la distribución es diferente.

Dada una determinada distribución espacial de los animales, el objetivo del muestreo es obtener un estimador insesgado del número total por medio de factores inducidos por el diseño muestral, como por ejemplo, la aleatoriedad de la selección de los sitios de muestreo. Por otra parte, mientras las características (parámetros) poblacionales permanecen fijas, sus estimadores contienen un grado de incertidumbre que depende precisamente de qué muestra es seleccionada.

Ello permite concluir que los niveles de incertidumbre asociados con los procesos inferenciales propios de la estadística están asociados con la probabilidad de extraer erróneamente una muestra no representativa de la población. A ello corresponde, por ejemplo, el valor-*p* asociado con cada prueba de hipótesis.

Desde el punto de vista estadístico es importante señalar que las estrategias de muestreo deben determinarse, primariamente, por las características distribucionales de la población en estudio, la que en el caso del langostino colorado es altamente agregada, y no por los requerimientos del tipo de análisis a realizar.

Se utiliza un diseño muestral que comprenda toda el área de estudio entre las Regiones III y IV teniendo en cuenta que, de acuerdo con lo establecido en las Bases Especiales del proyecto, debe realizarse una intensificación de los muestreos al interior de cada foco de abundancia.

El enfoque muestral propuesto para esta evaluación directa de la biomasa del langostino colorado considera la información existente generada por investigaciones anteriores (Acuña *et al.*, 1995; Acuña *et al.*, 2000; Acuña *et al.*, 2001 y Acuña *et al.*, 2002), las que confirmaron la distribución latitudinalmente discontinua del langostino colorado y permiten determinar con precisión los límites latitudinales y longitudinales de las zonas de abundancia.

Dado el conocimiento relativamente exacto que se posee de la ubicación y dimensiones de los caladeros, el estudio se realiza separadamente para éstos y para las zonas intercaladeros.

Al interior de los caladeros descritos, y que para los efectos de este estudio serán considerados como aquellos que representan mejor las abundancias detectadas de la especie, ***se realizará un muestreo estratificado por celdas***. Esta estrategia permite, evaluar integralmente la abundancia y la densidad de los focos de mayor densidad al interior de los caladeros. La principal ventaja de este esquema de muestreo *es permitir la intensificación del esfuerzo de muestreo en las áreas en que la pesca ha sido históricamente exitosa*. Con ello se consiguen tres objetivos, a saber:

- precisar los contornos de los caladeros en relación a la distribución longitudinal de los parches del recurso en estudio;

- se reduce la varianza del estimador al aumentar el número de observaciones al interior del caladero, particularmente en los focos, y,
- se reduce el porcentaje de lances sin pesca. En este caso, la densidad se presenta en un gradiente creciente desde los contornos hacia el centro del parche, como fuera demostrado en el langostino amarillo de la III y IV Región por Acuña *et al.* (1995).

Esta estrategia de muestreo permite estimar con relativa facilidad las abundancias promedio \bar{y}_{ST} y sus respectivas varianzas $\text{Var}(\bar{y}_{ST})$, mediante las expresiones

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

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

cuyo estimador muestral es de la forma

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

donde \bar{y}_h es el promedio de cada estrato h , con $h = 1, 2, \dots, L$ y W_h corresponde a un coeficiente de ponderación por estrato y que puede estar determinado, por ejemplo, por el tamaño de cada estrato. N_h y n_h corresponden al tamaño del estrato y de la muestra seleccionada desde ese estrato h respectivamente.

De esta misma forma pueden obtenerse los estimadores para los totales poblacionales

$$\hat{Y}_{ST} = N \bar{y}_{ST}, \text{ con varianza estimada por } S^2(\hat{Y}_{ST}) = \sum_{h=1}^L N_h (N_h - n_h) \frac{S_h^2}{n_h}.$$

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

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

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

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

PLAN DE MUESTREO y NÚMERO DE LANCES.

4.2.1. MUESTREO EN LOS CALADEROS.

Para este diseño se considera que la red es arrastrada por una distancia fija a lo largo del fondo del océano y que la densidad es estimada como función de la cantidad del recurso capturado y el área cubierta por la red, tomando en consideración la abertura de punta de alas de la misma. Para estos efectos, se supone que todos los ejemplares son capturados al paso de la red.

Al interior de cada caladero, en la plataforma continental y talud de las Regiones II, III y IV, *el muestreo fue probabilístico (estocástico)*. El carácter probabilístico del muestreo *al interior de cada caladero* corresponde al de un muestreo estratificado, de modo que dentro de cada uno de los estratos se realizó un muestreo aleatorio simple de tamaño $n_h = 4$ de acuerdo a las siguientes consideraciones:

Para la definición de los estratos, se consideró la posición conocida de los caladeros, definiéndose sobre ellos, celdas de 2 x 2 minutos de dimensión, de modo que éstas cubran íntegramente los caladeros, tanto en su orientación latitudinal como longitudinal.

Sin embargo, como las áreas de los caladeros no coinciden exactamente con la forma de los caladeros, un estudio preliminar permitió determinar que el número de celdas necesarias para cubrir satisfactoriamente el área de los caladeros debe aumentarse en un 50%, obteniéndose un total de 60 celdas de igual tamaño. Dentro de cada una de estas celdas, se realizará un muestreo aleatorio simple mediante cuatro lances por celda. Esto proporciona un total de 240 lances. El número de lances fue determinado considerando el número mínimo necesario para obtener un estimador insesgado de la varianza del estrato (celda), número que coincide además con un equivalente a un lance por cuadrícula de 1 mn^2 , criterio utilizado en estudios anteriores, que definen que la unidad básica de muestreo es una cuadrícula de 1 mn^2 .

En la determinación de los tamaños muestrales influyen no sólo las disponibilidades presupuestarias, sino también los niveles de precisión y confianza deseados. Sin embargo, todo lo anterior está condicionado a los valores de la varianza poblacional, la que debe ser estimada a partir de la información muestral. En efecto, dado un nivel de confianza estándar de un 95%, la fórmula básica para estimar la precisión de la estimación corresponde a

$$E = \frac{Z_{1-\alpha/2} S}{\sqrt{n}}$$

en el caso de la estimación del error para muestras estratificadas, esta se obtiene por la expresión

$$E = Z_{1-\alpha/2} \sqrt{\sum_{h=1}^L N_h (N_h - n_h) \frac{S_h^2}{n_h}}$$

De esta última expresión sólo se conocía los tamaños poblacionales y eventualmente los tamaños de los estratos, no se disponía por tanto aún, de información sobre las varianzas de cada uno de los estratos, por lo que resultaba difícil obtener un valor aproximado del error global. Se podría, no obstante, haber obtenido valores estimados de la varianza considerando los antecedentes de cruceros anteriores. Sin embargo, dado que este proyecto presenta modificaciones innovativas respecto de evaluaciones anteriores, en particular la definición de estratos de muestreo, resultaba imposible obtener estimaciones de las varianzas por estrato. Por lo tanto, en desconocimiento de

la varianza poblacional, cualquier estimación del error de estimación asociado al número de lances, sería aventurada e irresponsable.

Cada celda se consideró como un estrato independiente. La selección aleatoria de la posición del lance se determinó mediante la división de la celda en 16 subceldas de igual tamaño (0,5 x 0,5 m por lado), de entre las cuales se seleccionaron aleatoriamente 4 para iniciar en ellas el lance.

De acuerdo con este criterio, y dado que las celdas son de igual tamaño, los tamaños de los estratos considerados no influyen en los procesos de estimación de los promedios ni las varianzas por estrato, al ser todos de igual peso W_h .

Dado que la distribución conocida de los caladeros no coincide exactamente con la forma cuadrada de las celdas, es posible que algunos de los lances caigan, por azar, fuera de las áreas definidas como de caladeros, en tales casos, estos lances permitirán evaluar desplazamientos menores de los caladeros, en dirección latitudinal y longitudinal, definiendo así nuevos contornos de los mismos.

Se realizaron lances de 15 minutos como es la tendencia a nivel mundial para visualizar mejor la estructura espacial, tener capturas pequeñas para contar y medir todos los individuos capturados pues el muestrear dentro de un copo introduce más variabilidad, tanto sesgo como falta de precisión, que la dispersión espacial natural en el fondo (Gerard Conan, com. pers.). Además, las características de captura de la red se modifican a medida que se llena el copo. El agua no entra ni filtra bien en la red cuando está llena, las especies en parte se escapan en vez de ser retenidas por las mallas y resultan capturas que no son proporcionales al largo del lance. Los lances cortos limitan la importancia de este efecto. Eso si que la distancia recorrida por un lance corto tiene que ser medida con alta precisión, es preciso determinar exactamente cuando la red llega al fondo y cuando se levanta del fondo.

En forma adicional se realizaron lances de “investigación complementarios” llamados también comerciales, de distinta duración al interior del principal caladero de la IV Región.

4.2.2. MUESTREO EN ZONAS INTERCALADEROS

Para evaluar las zonas intercaladeros, se realizó un muestreo exploratorio, para determinar posibles desplazamientos de los caladeros en sentido latitudinal. Para esos efectos se generó un polígono cuyos límites fueron los 50 y 450 m, de acuerdo a lo establecido en las Bases Especiales, como área para el estudio. Posteriormente, este polígono fue subdividido en cuadrículas de 4 mn², de entre las cuales se obtuvo por sorteo al azar aquellas donde se deberían efectuar lances. De esta manera se definió una cantidad correspondiente a 121 lances a realizar en toda el área delimitada.

La estimación de la densidad media del recurso en estudio, y su varianza respectiva, así como de los respectivos intervalos de confianza se obtuvieron de los estimadores clásicos de Cochran (1977) y con el estimador de la Distribución Delta (Pennington, 1983; Pennington, 1986), entre otros métodos clásicos, sin descartarse otros aplicables a la información de captura por unidad de esfuerzo (CPUE).

4.3. NAVES

Las naves utilizadas en la evaluación corresponden al PAM industrial FOCHE arrendado a la Empresa Pesquera ISLA DAMAS de Coquimbo y 2 naves artesanales de arrastre langostineras, ISABEL S arrendado a la Empresa Pesquera ELABORADORA ARCTIC S.A. y MARIA I del armador Sr. Atilio Reyes, cuyas características técnicas y planos de las redes de pesca utilizadas se presentan en el Anexo 1. A pesar que la idea original era utilizar sólo dos naves, la embarcación ISABEL S tuvo que ser incorporada ante la imposibilidad de contar con la nave MARIA I por problemas operativos de programación y por haberse negado la autorización para que la nave FOCHE operara en todo el litoral de la II Región, como estaba previsto.

El muestreo se realizó entre el 4 de junio y 1 de agosto de 2003, correspondiendo el período entre el 4 y 19 de junio a la IV Región, entre el 24 junio y el 12 de julio a la III Región y entre el 27 de julio y 1 de agosto en la II Región.

Con respecto al método específico de delimitación de la zona artesanal, se utilizó la información generada por este Consultor durante el Proyecto N° 2001-05, sobre las cartas náuticas del SHOA los. Por lo tanto, la información se entregará en un mapa a escala 1: 250.000, considerando las cartas náuticas 1000, 2000, 3000 y 4000, del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada, de acuerdo a lo establecido en las Bases Especiales de este proyecto.

4.4. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

La densidad de langostino colorado (por región y/o foco de abundancia, según corresponda) se estimó como la captura en peso y en número del recurso por kilómetro cuadrado barrido con la red, esto es,

$$Z_{w(x,y)} = \frac{C_{w(x,y)}}{S_{(x,y)}}$$

$$Z_{n(x,y)} = \frac{C_{n(x,y)}}{S_{(x,y)}}$$

donde $Z_w(x,y)$ y $Z_n(x,y)$ son la densidad en peso (w) y número (n) en la localidad x (latitud) y (longitud), C es la captura, S es el área barrida en cada lance. En esta propuesta, la densidad es expresada también como CPUE (captura por unidad de esfuerzo, donde el esfuerzo tiene unidades de área barrida).

4.5. DETERMINACIÓN DE LA CAPTURA

La captura en peso (C_w) se determinará como sigue:

$$C_w = Q\bar{P} \quad (8)$$

donde Q es el número de cajas estándar, \bar{P} es el peso promedio de las cajas (en ésta y en las siguientes expresiones se ha dejado implícito el subíndice de localidad (x, y) para simplificar). Nótese que no se estimará la captura sino que se medirá directamente, así que no es necesario aquí ningún diseño de muestreo ya que se supone que la captura se determinará sin error.

4.6. ESTIMACIÓN DEL ÁREA BARRIDA

El método de área barrida se utiliza para estimar la biomasa de recursos bentónicos y/o demersales en una determinada zona geográfica. Como parte del procedimiento de cálculo, se requiere estimar el área de fondo que barre la red de arrastre durante el lance de pesca. Para ello se utiliza la siguiente expresión:

$$\text{AREA BARRIDA} = \text{Distancia rastreada} \times \text{Abertura de la red}$$

La distancia rastreada se determina considerando la posición inicial y final del lance de pesca, de acuerdo a la expresión señalada por Sparre & Venema (1995; Ec. 13.5.2; pág. 351) **con la información de posición geográfica de la nave recogida por un GPS (Global Positioning System).**

4.7. ESTIMACIÓN DIRECTA DE LA ABERTURA ENTRE PUNTA DE ALAS (APA)

La estimación de área barrida por la red se realizó con la información de posición geográfica de la nave recogida por GPS y de apertura de punta de alas (APA) recogida por un sistema NETMIND de North Star Technical de ondas acústicas, que la UCN adquirió para el Área de Pesquerías del Departamento de Biología Marina (ver descripción detallada en 2). Este sistema mide posición y apertura en forma casi continua con intervalos de unos 10 a 20 segundos. También se utilizó un sensor electrónico especial de medición de ángulo para determinar el momento en el cual la red de arrastre llega al fondo y luego termina de pescar, para iniciar el virado, y con un GPS, el tiempo y las posiciones geográficas de esos dos momentos.

Se midió la APA *directamente mediante sensores electrónicos instalados en las alas de la red*. Como se mencionara anteriormente, al utilizar sólo una embarcación por Región *se proponía registrar el APA electrónicamente en todos los lances*. Sin embargo, hubo lances en los que hubo problemas de calidad del fondo y operativos para utilizar el equipo electrónico para los cuales se usa un APA promedio de los lances efectuados con medición en la misma embarcación.

4.8. INFORMACION A BORDO Y MUESTREO BIOLÓGICO

Para registrar la información generada a bordo durante el crucero se utilizó los formularios ya estandarizados durante diversos proyectos FIP anteriormente ejecutados por el Consultor.

Estos recogen datos sobre el lance como:

- hora de inicio del lance, llegada de la red al fondo, virado y llegada de la red a cubierta,
- posición geográfica al inicio del lance, llegada de la red al fondo y comienzo del virado,
- las profundidades al inicio del lance, llegada de la red al fondo y comienzo del virado.
- captura de la especie objetivo, en este caso el langostino colorado, medida en cajas, utilizando los envases plásticos que normalmente se usan en esta pesquería. Para obtener el dato cuantitativo, se obtuvo al principio de la operación el peso promedio de las cajas con y sin pesca. Finalmente se registró el número de cajas por lance.

Con respecto al muestreo biológico, y teniendo en consideración que se llevaron a cabo lances cortos de 15 minutos, en el caso de obtenerse una captura inferior a una caja, se almacenó el total de lo logrado. En el caso en que la captura superó ese mínimo se obtuvo aleatoriamente una submuestra de la captura de la especie objetivo, equivalente a aproximadamente 5 kg como se ha realizado en otros proyectos, cantidad que ha demostrado ser suficiente para efecto de lograr la información biológica necesaria.

Las muestras fueron almacenadas en hielo a bordo y analizadas en el laboratorio del Area de Pesquerías del Departamento de Biología Marina, en Coquimbo y en Caldera. Allí los ejemplares fueron medidos en su Longitud Cefalotorácica (LC, mm), pesados en una balanza digital de 0,01g y sexados.

4.8.1. RELACION LONGITUD - PESO

Con la información biológica recogida anteriormente se obtuvo la relación longitud – peso de la especie, separada por sexo y para sexos combinados. Para establecer esta relación se registró la

longitud cefalotorácica (mm) y el peso total (g), considerando sólo los individuos que presentaban todos sus apéndices.

La relación entre las variables se describe mediante la siguiente función::

$$PT = a * LC^b$$

donde: PT = Peso total (g), LC = Longitud cefalotorácica (mm) y a y b = Parámetro de condición y alometría respectivamente.

Los parámetros de esta relación fueron determinados para machos y hembras sin huevos en forma independiente, aplicando logaritmos naturales y linealizando la función, cuya expresión es:

$$\ln PT = \ln a + b \ln LC$$

El parámetro “b” se obtiene directamente como la pendiente de la función, y el parámetro “a” se obtiene aplicando el antilogaritmo de “a”. Este simple procedimiento genera prácticamente los mismos resultados que si el ajuste se efectuara mediante funciones no lineales.

4.9. OBJETIVO ESPECÍFICO 1

Determinar la distribución del recurso langostino colorado en el área de estudio.

4.9.1. ENFOQUE GEOESTADÍSTICO

Las técnicas de análisis geoestadístico son ideales para describir la distribución espacial de cualquier variable regionalizada, y entre ellas, por cierto, los recursos naturales. Estas son, a la vez, conceptualmente sólidas, estadísticamente rigurosas y visualmente informativas. Este tipo de análisis ha sido aplicado tanto en estimaciones de biomasa de langostino colorado (Roa *et al.*, 1997) como de langostino amarillo (Roa *et al.*, 1998) y camarón nailon (Roa *et al.*, 1999; Acuña *et al.*,

2002), así como en el análisis de la dinámica espacial de la población de langostino colorado en Chile centro-sur (Roa y Tapia *en prensa*, Tapia, 1999).

La estimación geoestadística se basa en la correlación espacial entre los datos en lugar de evitarla, como en el caso de un muestreo aleatorio, y permite obtener resultados insesgados prácticamente desde cualquier tipo de diseño muestral (Conan, 1985; Petitgas, 1996). No obstante, se obtiene una mayor precisión al aplicar este tipo de análisis bajo estrategias de muestreo de tipo regular (Conan, 1985), como es el caso de este estudio. Las estimaciones locales de densidad obtenidas durante la prospección son consideradas como una representación muestral del proceso aleatorio subyacente (*i.e.* distribución de la biomasa de cada recurso).

En primer lugar se realizó un análisis estructural que permite caracterizar el proceso sobre la base de las propiedades de los datos, modelando el cambio en su disimilitud en función de la distancia entre ellos. Posteriormente, este modelo de correlación espacial se utiliza durante una interpolación por *kriging puntual ordinario* para asignar ponderadores óptimos a las estimaciones de densidad local obtenidas en cada lance. El procedimiento básico del *kriging* consiste en la interpolación sobre el área no muestreada mediante combinaciones lineales de las observaciones provenientes del área muestreada en la grilla de celdas. Los coeficientes de las combinaciones lineales son óptimos desde el punto de vista de las desviaciones cuadráticas esperadas entre las observaciones y las interpolaciones (Isaaks y Srivastava, 1989).

4.9.2. ESTIMACIÓN DE LA SUPERFICIE DE LOS CALADEROS

La abundancia total de un stock es la integral de la distribución (y asociación) espacial de sus integrantes, la que también se puede visualizar como la **densidad media** en el área de distribución de la especie, **multiplicada por la superficie del área**. La posibilidad de estimar la precisión de la densidad media depende de las características de la distribución espacial del stock. Por otro lado, la distribución espacial de los organismos se puede considerar como el resultado de dos grandes efectos (Petitgas, 1993):

- i).- la manera específica en que los individuos ocupan el espacio y,

ii).- el efecto de la geometría del hábitat.

Cuando estos efectos no se pueden separar sólo es posible estimar la abundancia total y su precisión. En cambio, cuando son separables es posible estimar la densidad media poblacional y su precisión específica separadamente. Dependiendo de como son tratados estos efectos, se puede identificar dos categorías de métodos geoestadísticos: (a) el método transitivo y (b) el método intrínseco (Petitgas, 1993).

En el caso de este estudio, dado que se asume conocida la distribución espacial de la abundancia de langostino colorado en el área de estudio, el objetivo primero fue estimar la cantidad total del stock, materia de trabajo bajo el esquema del método transitivo, que en este caso se utilizó para definir los bordes de los polígonos de distribución del stock de langostino colorado. La densidad promedio al interior de los polígonos de distribución se estimó mediante el método intrínseco.

- **Método transitivo**

Fue desarrollado para estimar la cantidad total de organismos en un área dada sobre la cual se ha aplicado una grilla regular de muestreo, **la que no está determinada por los valores de la variable en estudio, sino por la disposición de éstas en el espacio de muestreo**. En consecuencia, el origen de la grilla de muestreo se puede considerar aleatoria y uniformemente distribuida en el área de estudio, en forma equivalente al diseño de muestreo sistemático (Cochran, 1977; Petitgas, 1993).

El origen aleatorio de la grilla de muestreo en sus celdas elementales asegura el insesgamiento, permite considerar el estimador como una variable aleatoria para así derivar las ecuaciones de estimación de varianza (Matheron, 1971; Journel & Huijbregts, 1978; Armstrong *et al.*, 1992; Petitgas, 1993). Este método es aplicable en aquellos casos en que la variable estudiada, la densidad poblacional, disminuye sistemáticamente hacia los límites de distribución de la especie.

El enfoque transitivo requiere de menos hipótesis que el método intrínseco (tratado más adelante), demostrando ser apropiado para el tratamiento de datos espacialmente explícitos con numerosos valores cero, ya que en este caso, todos los valores muestrales son

considerados (Bez & Rivoirard, 2001, *fide* Bez, 2003). Los valores cero no influyen los resultados debido a que el método considera integrales en el espacio, por lo tanto, las sumatorias derivadas del método de integración no son intervenidas por la presencia de los valores cero. La presencia de los valores cero en el muestreo, sólo informa que en dicha posición la población ha sido muestreada o no. Luego, en términos prácticos, la presencia de valores cero indica ausencia de la especie objetivo en el punto de muestreo espacialmente explícito (Bez, 2003).

Si $f(x,y)$ es la densidad poblacional en las coordenadas (x, y) dentro del área de distribución (V) y fuera de ella es cero. Además, sea (x_0, y_0) el origen de la grilla de muestreo y a_1 y a_2 denoten las dimensiones de las celdas de la grilla, la cantidad total a estimar (Q) es la integral de la variable medida, de la forma:

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

El estimador muestral de Q en una grilla regular es la sumatoria discreta de los valores de densidad medidos en los nodos de la grilla, esto es:

$$Q^*(x_0, y_0) = a_1 a_2 \sum_{k_1=-\infty}^{+\infty} \sum_{k_2=-\infty}^{+\infty} f(x_0 + k_1 a_1, y_0 + k_2 a_2)$$

donde Q^* es el estimador de Q ; (x_0, y_0) es el origen aleatorio de la grilla de muestreo sobre el área de distribución de la especie $(a_1 a_2)$.

La varianza del estimador Q^* es igual a la varianza de la estimación o error $Q-Q^*$ debido a que la cantidad Q es un valor fijo y definido. La varianza del estimador es el promedio del cuadrado del error $(Q-Q^*)^2$, para todos los posibles orígenes de la grilla:

$$\sigma_Q^2 = \frac{1}{a_1 a_2} \int_0^{a_1} \int_0^{a_2} (Q - Q^*(x_0, y_0))^2 dy_0$$

Expresando la cantidad Q y su estimador Q^* en términos de la densidad, $f(x, y)$, y desarrollando la función de diferencia cuadrática se obtiene la función estructural, denominada covariograma transitivo por Matheron (1965 *fide* Petitgas, 1993), $g(h)$, definida como:

$$g(h) = \int dx \int f(x, y) f(x+u, y+v) dy$$

El covariograma transitivo $g(h)$, es un tipo de covarianza no centrada. La disminución de $g(h)$ a distancias h crecientes es función de los valores de densidad de los organismos $f(x, y)$ así como del número de productos $f(x, y) f(x+u, y+v)$ no nulo. De esta forma, el efecto sobre el covariograma de la geometría del área no está separado del efecto de la autocorrelación específica en la distribución de los organismos. En la práctica, el covariograma transitivo se calcula trasladando la grilla regular sobre sí misma un vector h en la dirección α , sumando todos los productos $f(x, y) f(x+u, y+v)$ no-cero, a través de la siguiente expresión (Petitgas, 1993):

$$g^*(\alpha, h) = a_1 a_2 \sum_{k_1=-\infty}^{+\infty} \sum_{k_2=-\infty}^{+\infty} f(x_0 + k_1 a_1, y_0 + k_2 a_2) \times f(x_0 + k_1 a_1 + p_1 a_1, y_0 + k_2 a_2 + q_2 a_2)$$

donde $h^2 = p^2 a_1^2 + q^2 a_2^2$ y $\text{tg } \alpha = \frac{q a_2}{p a_1}$.

La varianza de la estimación es la diferencia entre la integral del covariograma transitivo y su aproximación discreta sobre la grilla de muestreo está dada por:

$$\sigma_Q^2 = a_1 a_2 \sum_{k_1=-\infty}^{+\infty} \sum_{k_2=-\infty}^{+\infty} g(k_1 a_1, k_2 a_2) - \int g(h) dh$$

donde h es una distancia vectorial bidimensional.

La varianza de estimación depende de la distancia entre nodos de la grilla y de la regularidad de la distribución espacial tal como es descrito por la conducta analítica del modelo estructural $g(h)$. Considerado la estructura espacial consistente en el tiempo (al menos en el período que se realiza

el estudio), la ecuación de la varianza de estimación aplicada sobre los indicadores estrictamente positivos permite estimar el área de presencia y su varianza de estimación.

4.9.3. ESTIMACIÓN DE LA DENSIDAD PROMEDIO

- **Método intrínseco**

En este caso, ya que es conocido el polígono de distribución de la densidad poblacional, el efecto de la distribución de los organismos y el efecto de la geometría del hábitat (polígonos) son completamente separables e independientes. En este caso, los bordes de los polígonos de estimación parecen cortar un fenómeno espacial que podría extenderse infinitamente si tales límites físicos no se encontraran presentes. La cantidad a ser estimada es la densidad media, dado que ambos efectos son separables (geometría del hábitat y estructura espacial de la distribución poblacional). En comparación al método transitivo, ahora se hacen 3 suposiciones, a saber:

Primero: la distribución espacial de los organismos se interpreta como una realización de la función aleatoria $Z(z(x_1), \dots, z(x_n))$ dentro de un campo de geometría fija. Esto significa que cada valor de la muestra, $z(x)$, se interpreta como una variable aleatoria. Ahora, Z define la función aleatoria, $z(x)$ define la densidad de individuos en el punto x cuando se interpreta como una variable aleatoria y $f(x)$ define la densidad cuando se interpreta como un escalar.

Segundo: los límites de la distribución espacial se asume que no afectan la distribución espacial (no disminución de densidad cerca de los bordes). Esto a menudo es llamado “ausencia de efecto del borde” o independencia entre la variable y su dominio.

Tercero: La tercera suposición es la existencia de un cierto grado de estacionaridad. Esta es una suposición necesaria cuando el muestreo da sólo una realización de la función aleatoria donde se considera estacionaridad de los incrementos de orden 1 (caso clásico donde el variograma es la herramienta estructural).

La cantidad a ser estimada es la media de Z en un dominio especificado V , Z_V . Los límites del área en la que se realiza la estimación ya han sido definidos. La varianza de estimación es aquí conceptualmente diferente que para el método transitivo. Es el promedio del error $(Z_V - Z_V^*)$ para todas las posibles realizaciones de la función aleatoria, cuando la grilla de muestreo permanece fija en espacio. En el método transitivo y en la teoría de muestreo, la superficie de densidad está hecha de valores no aleatorios y las estaciones de muestreo tienen posiciones aleatorias.

4.9.4. ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Para el presente análisis se supone que existe *estacionaridad de segundo orden*, es decir, que la media del proceso aleatorio bajo estudio es constante en toda el área de prospección y la covarianza entre dos puntos de muestreo depende sólo de sus distancias relativas (Isaaks y Srivastava, 1989). La herramienta estructural a ser utilizada es el variograma, definido (Journel y Huijbregts, 1978) como la esperanza de la variable aleatoria $(Z(x) - Z(x+h))^2$, ó

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

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

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

donde $N(\mathbf{h})$ es el número de pares de datos experimentales separados por el vector \mathbf{h} . Se realizará este cálculo en varias direcciones para investigar así la existencia de diferencias direccionales en la estructura del proceso (*i.e.* anisotropía).

Una vez calculado el variograma experimental, se ajusta un modelo estadístico que permita relacionar la estructura observada con el supuesto proceso generador. Los dos modelos a ser investigados serán el esférico y el exponencial, que han sido apropiados para las estimaciones de

biomasa de los recursos pesqueros camarón nailon y langostinos por nuestro grupo. Estos modelos están dados en términos del variograma por Cressie (1993), como

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

para el modelo esférico, y

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

para el modelo exponencial, donde c_0 es el efecto *nugget*, que caracteriza la variabilidad de microescala, c es el valor asintótico o *sill* del variograma menos el *nugget*, y β es el rango del variograma, más allá del cual los datos ya no presentan correlación (para el modelo exponencial, el rango práctico es tres veces el rango teórico $\beta=3\beta$).

4.9.5. AJUSTE MÍNIMO CUADRÁTICO DE CRESSIE

Los parámetros de cada modelo son estimados a partir del variograma experimental mediante el método de mínimos cuadrados descrito por Cressie (1993), y aplicado por Pelletier y Parma (1994) y por nuestro grupo en la evaluación de camarón nailon (Roa *et al.* 1999; Acuña *et al.* 2002) y en el análisis de la dispersión de las cohortes de langostino colorado (Roa y Tapia *en prensa*), minimizando la sumatoria

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

donde H es el número de intervalos en que se divide la distancia entre puntos de muestreo. Con esta función de minimización cada residuo al cuadrado se pondera según $N(h_i)$, que es el número de pares utilizado para calcular $\hat{\gamma}(h_i)$, y según el inverso de $\gamma(h_i)^2$. Este procedimiento tiene la ventaja de disminuir la ponderación de pares menos representados en la muestra y aumentar la de puntos cercanos al origen del variograma, zona crucial en la estimación de los parámetros del modelo (Pelletier y Parma 1994).

4.9.6. VALIDACIÓN CRUZADA

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

Dado que el principal objetivo de esta validación es seleccionar un modelo que entregue estimaciones insesgadas, con una distribución lo más semejante posible a la del conjunto de observaciones, se utilizará como primer criterio de decisión el Índice de Validación Cruzada (IVC)

$$IVC = \left| \sum_{i=1}^n \frac{(C_i - C_i')}{n} \right| \times \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(C_i - \bar{C})^2}{n-1}}}{\sum_{i=1}^n \frac{|C_i - \bar{C}|}{n}} \times \frac{\max(\text{med}_r - \text{min}_r, \text{max}_r - \text{med}_r)}{\min(\text{med}_r - \text{min}_r, \text{max}_r - \text{med}_r)}$$

$$IVC = |\text{sesgo}| \times \text{dispersión} \times \text{simetría}$$

modificado del cuadrado medio del error propuesto por Isaaks y Srivastava (1989), y calculado a partir de la distribución de frecuencias de los residuos ($C_i - C_i'$), cuyo máximo, mediana y mínimo valor corresponden a max_r , med_r y min_r . Este índice proporciona una medida conjunta del sesgo de las estimaciones, y de la dispersión y simetría en la distribución de residuos (Tapia 1999).

Un buen modelo de continuidad espacial debería entregar estimaciones cuyo sesgo y dispersión de residuos se aproximen a cero, y con una simetría cercana a uno. Por lo tanto, la combinación

seleccionada de modelo y parámetros de *kriging* será aquella con el menor *IVC*. Sin embargo, el hecho que la distribución univariada de los residuos cumpla con estas condiciones no es suficiente para garantizar que las predicciones del modelo espacial en localidades no visitadas serán de buena calidad.

Por ello, y como ha sido sugerido por Isaaks y Srivastava (1989), se inspeccionó además el grado de sesgo condicional (*i.e.* correlación entre las magnitudes de las estimaciones y sus residuos) y de correlación existente entre los estimados y las observaciones. La selección del conjunto de parámetros con mínimo *IVC* estará restringida a aquellas combinaciones que cumplan con estos dos requisitos. Como un criterio de selección adicional se incorporará la distribución latitudinal de los residuos, con el objeto de asegurar que las estimaciones no sólo sean condicionalmente insesgadas respecto de cualquier rango de valores, sino también respecto de su posición espacial.

4.9.7. MAPEO POR KRIGING

Los parámetros del variograma teórico y del *kriging* seleccionados después de la validación cruzada son utilizados para calcular las ponderaciones óptimas a ser asignadas a cada estimación local de densidad, para así estimar la densidad $Z(x_0, y_0)$ en cada uno de los nodos de la grilla de interpolación (x_0, y_0) utilizando

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

donde w_i representa las ponderaciones asignadas a cada localidad muestreada. La suma de estas ponderaciones es igual a 1 (*i.e.* constituyen una combinación lineal convexa), y por lo tanto la estimación es insesgada ($E[Z^*(x_0) - Z(x_0)] = 0$). Cada ponderación es estimada de tal forma que el error de estimación ($\sigma_k^{*2}(x_0)$), llamado *varianza de kriging*, sea minimizado (Simard *et al.* 1992).

Una vez realizada la interpolación, sólo aquellos nodos de la grilla que se encuentren dentro de los polígonos de estimación, definidos sobre la base de los lances con y sin captura e información batimétrica, fueron considerados en el mapeo de la densidad y posterior estimación de la densidad media y biomasa total. La interpolación y posterior mapeo de la densidad de cada

recurso sobre el área de estudio se llevó a cabo utilizando el programa SURFER 6.04 (Keckler 1994).

4.10. OBJETIVO ESPECÍFICO 2

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

Acá se utiliza la información de densidad y su distribución espacial recolectada mediante el despliegue del diseño de muestreo y de la que surge de la identificación y cuantificación de los focos de abundancia. Esta información permite al menos dos enfoques estadísticamente rigurosos, que se utilizaron en este estudio. Un enfoque entrega estimadores de biomasa y abundancia que son insesgados respecto del diseño de muestreo y otro entrega estimadores que son insesgados respecto de un modelo de la distribución espacial de la densidad (Smith 1990). En este estudio se incluye un estimador de cada clase debido a que más se considera redundante. Se seleccionó el método geoestadístico, el método de la Distribución Delta debido que han sido particularmente útiles en situaciones análogas (Alarcón, 2001; Acuña *et al.*, 2002).

4.10.1. PROPIEDADES ESTADÍSTICAS DE LOS ESTIMADORES

Los estimadores que se utilicen en una evaluación directa deben estar ligados a la teoría estadística para tener validez científica. Esto no significa que otros métodos de cálculo no puedan dar resultados acertados, pero sí significa que si no están ligados a una teoría mayor, simplemente son colecciones de fórmulas sin sustento teórico. Una gran división en los métodos científicos de estimación de valores poblacionales es la que se da entre los estimadores que darán un mismo resultado respecto de todas las posibles muestras dado un diseño de muestreo con algún elemento de aleatoriedad, y los estimadores que darán un único resultado que es óptimo dada una muestra bien tomada y un modelo matemático que explique los valores obtenidos en la muestra.

El primer caso es el de los estimadores diseño-insesgados o diseño-basados, y el segundo caso es el de los estimadores modelo-insesgados o modelo-basados (Thompson 1992). Ambas clases de

estimadores pueden ser usados con una misma muestra, si esta muestra cumple con los requisitos establecidos por ambas clases de estimadores. Por ejemplo, una muestra que es tomada sobre la base de un diseño espacialmente regular de muestreo pero que contiene algún elemento de aleatoriedad, es útil tanto para estimadores derivados de la teoría diseño-basada de poblaciones finitas como para estimadores derivados de la teoría modelo-basada de los modelo aditivos generales o de la geoestadística.

4.10.2. ESTIMADOR MODELO-BASADO

Los estimadores modelo-basados siguen la tradición pesquera del método del área barrida (Alverson y Pereyra, 1969; Roa y Bahamonde, 1993), donde se evalúa la densidad media y el área, y el producto de ambas, habida cuenta del coeficiente de capturabilidad local corresponde al estimador de la biomasa del stock. El método del área barrida supone que la abundancia relativa media o densidad, medida apropiadamente, es una función estrictamente lineal de la abundancia global, a través de la relación (Ricker 1975):

$$Z = q \frac{B}{A}$$

donde Z es la densidad (o CPUE, captura por unidad de esfuerzo, este último en unidades de área), q es la fracción del stock que es capturada dentro del área que barre la red, B es la abundancia global, y A es el área global que ocupa la fracción retenida. A falta de información específica, en los estimadores se supone que $q=1$. Esto puede justificarse sobre la base que el recurso a ser evaluado no tiene gran capacidad natatoria, y que no se ha descrito un efecto de acarreo en crustáceos. Sin duda, el problema del valor de q es importante, pero es mucho más serio en el caso de los peces. A partir del supuesto de linealidad se tiene que

$$B = Z \frac{A}{q}$$

El razonamiento precitado se fundamenta en suponer que la distribución espacial de la abundancia relativa representa un volumen sobre un área geográfica. Este es irregular en el sentido que existen

zonas de alta densidad y zonas de baja densidad del recurso, tal como si se tratara de cumbres y valles en un paisaje tridimensional, que se puede representar por (Foote y Stefansson, 1993)

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

donde la biomasa es un volumen que se obtiene al integrar una función espacial de la densidad o abundancia relativa sobre un área determinada. El enfoque descrito por las ecuaciones anteriores pretende aplanar el contorno tridimensional descrito por la función $Z(x,y)$, de tal manera que esa función sea aproximada por una constante independiente de la posición espacial (*i.e.* una altitud promedio del paisaje). Es en el concepto básico del modelo para la densidad media en que se diferencian las dos aproximaciones modelo-basadas que se presentan a continuación: sea la densidad en un punto del área de estudio la suma de un elemento determinista (ζ) y un elemento aleatorio (ε)

$$Z(x,y) = (\zeta + \varepsilon)_{x,y}$$

si se supone que el elemento aleatorio es espacialmente variable mientras que el elemento determinista es espacialmente fijo

$$Z(x,y) = \zeta + \varepsilon(x,y)$$

entonces se puede derivar un estimador geoestadístico. En cambio, se supone que el elemento determinista es espacialmente variable, mientras que el elemento aleatorio es espacialmente fijo, se tiene que

$$Z(x,y) = \zeta(x,y) + \varepsilon$$

y se puede derivar un estimador aditivo generalizado. Por último, si se asume simplemente que

$$Z = \zeta + \varepsilon$$

es decir, que la densidad no depende de la localidad, entonces se puede derivar un estimador basado en la distribución de frecuencia de ε . Estas tres opciones de conceptualización básica de la densidad están representadas en los estimadores modelo-basados de las siguientes secciones.

4.10.2.1. ESTIMADOR GEOESTADÍSTICO

El estimador geoestadístico proviene de un modelo de la correlación espacial entre los errores de las observaciones de densidad local. Este modelo permite obtener un conjunto de ponderadores óptimos a ser asignados a las observaciones durante el cálculo de la densidad en cada nodo de la grilla de interpolación, como también durante la obtención de un estimador global de la densidad media (\bar{z}^*).

La interpolación y mapeo de la densidad del recurso pesquero en estudio se realizó al interior de polígonos de estimación, cuyos límites definen el área de distribución y, por lo tanto, la superficie sobre la cual se estimó la biomasa. El trazado de los límites de cada polígono se basa en el procedimiento descrito anteriormente, es decir, por medio de los resultados de la simulación secuencial, debido a fuerte fundamento estadístico.

La estimación global de la densidad promedio (\bar{z}_j^*) del recurso en estudio en cada polígono j se obtuvo para cada nodo de la grilla. En este caso, sin embargo, se estimó un único “nodo” a través de la media ponderada de las n_j observaciones en cada polígono

$$\bar{z}_j^* = \sum_{i=1}^{n_j} \lambda_{ij} Z(x_{ij}, y_{ij})$$

De esta forma, el estimador de la biomasa total del recurso en estudio corresponde al producto entre la densidad promedio \bar{z}_j^* y el área A_j de cada polígono j ,

$$\hat{B}_j = A_j \times \bar{z}_j^*$$

y la biomasa total es la suma de las biomásas a través de los polígonos

$$B = \sum_j B_j$$

La biomasa por cada foco de abundancia es estimó a través de la definición de un polígono que circunda los focos identificados de mayor abundancia. En el cálculo de la varianza del producto se asume que el área de cada polígono se determinó sin error y, por lo tanto, que su varianza está dada por el producto entre el cuadrado del área del polígono j y la varianza del estimador de densidad media, que expresada en términos del variograma corresponde a (Petitgas, 1996; Petitgas y Lafont, 1997)

$$\sigma^2(\bar{C}_j) = 2\bar{\gamma}_{n_j A_j} - \bar{\gamma}_{A_j A_j} - \bar{\gamma}_{n_j n_j}$$

donde

$$\bar{\gamma}_{n_j A_j} = \frac{1}{A_j} \sum_i \lambda_i \int_{A_j} \gamma(|x_{ij} - y|) dy$$

es el promedio ponderado del variograma para todas las distancias entre una observación x_j y todos los puntos en el dominio A_j (*i.e.* superficie del polígono j),

$$\bar{\gamma}_{A_j A_j} = \frac{1}{A_j^2} \int_{A_j} dx \int_{A_j} \gamma(|x - y|) dy$$

es el valor promedio del variograma para todas las distancias en el dominio A_j , y

$$\bar{\gamma}_{n_j n_j} = \frac{1}{n_j^2} \sum_i \sum_k \lambda_i \lambda_k \gamma(|x_i - x_k|)$$

es el promedio ponderado del variograma para las distancias entre todos los pares de observaciones en el dominio A_j . Por lo tanto, la varianza del estimador de biomasa en cada polígono j se calculó como

$$\sigma^2(\hat{Z}_j) = 2A_j \sum_i \lambda_i \int_{A_j} \gamma(|x_i - y|) dy - \bar{\gamma}_{A_j A_j} - \sum_i \sum_k \lambda_i \lambda_k \gamma(|x_i - x_k|)$$

La integración numérica necesaria para resolver esta ecuación se realizó para cada polígono de estimación utilizando el programa de cálculo de varianza geoestadística EVA2 (Petitgas y Lafont, 1997). Por último, la varianza de la suma de las biomásas de cada polígono es simplemente la suma de las varianzas, puesto que las estimaciones en cada polígono son independientes unas de otras.

4.10.2.2. ESTIMADOR DE LA DISTRIBUCIÓN DELTA

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

$$B_0 = A_{ln}(f) * Area(f)$$

donde $B_0(f)$ es la biomasa (ton) en el foco (f), $A_{ln}(f)$ es el estimador Finney-Sichel de la media log-normal (ton/km²) en el foco (f), $Area(f)$ es el área total (km²) de distribución en el foco (f).

De acuerdo a McConnaughey y Conquest (1993), el estimador Finney-Sichel (FS), equivale al estimador de máxima verosimilitud de los datos log-normales (Aitchison y Brown, 1969), y está dado por la siguiente expresión:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4.10.3. ABUNDANCIA Y BIOMASA VULNERABLE A LA TALLA

- **Biomásas vulnerables a la talla**

De cada lance positivo se obtuvo una muestra biológica del recurso objetivo mediante muestreo aleatorio simple cuando la captura se despliega en la cubierta de popa, información que se utilizó

para determinar la estructura de tallas y la proporción sexual. El procedimiento consistió en extraer al azar un número entre 300 y 500 individuos desde la captura total.

Los individuos obtenidos fueron guardados en bolsas plásticas y preservados en frío para ser desembarcados al término de la marea y medidos en laboratorio por el personal logístico en tierra en los laboratorios de la Universidad Católica del Norte-Campus Guayacán (Coquimbo).

Dadas las anteriores muestras biológicas, la biomasa vulnerable por sexo se define como la biomasa total por la proporción en peso de cada sexo, esto es:

$$\hat{B}_s = \hat{B} \hat{P}_s$$

Por su parte, la proporción sexual en peso se define como

$$P_s = \frac{B_s}{B}$$

En base a la información recolectada del muestreo biológico de la captura, la proporción sexual en peso puede ser estimada por

$$\hat{P}_s = \frac{\hat{F}(s) \hat{w}(s)}{\sum_s \hat{F}(s) \hat{w}(s)}$$

donde $\hat{F}(s)$ es la frecuencia numérica del sexo s y $\hat{w}(s)$ es el peso medio del sexo s . Por lo tanto, la biomasa vulnerable por sexo es estimada por

$$\hat{B}_s = \hat{B} \frac{\hat{F}(s) \hat{w}(s)}{\sum_s \hat{F}(s) \hat{w}(s)}$$

donde para \hat{B} se utilizó tanto los estimadores diseño-basados como los modelo-basados. El error en la estimación de la proporción \hat{P} se considera casi nulo, debido a los muy altos tamaños de muestra para \hat{F} y \hat{w} . Entonces la varianza de \hat{B}_s es

$$\text{var}(\hat{B}_s) = \hat{P}_s^2 \text{var}(\hat{B})$$

Un procedimiento similar se aplicó para la parcialización de la biomasa vulnerable por categorías de talla (longitud cefalotorácica, LC), es decir que la biomasa para la categoría de talla LC es

$$\hat{B}_{lc} = \hat{B} \frac{\hat{F}(lc)\hat{w}(lc)}{\sum_{lc} \hat{F}(lc)\hat{w}(lc)}$$

El tamaño de muestra para $F(lc)$ y $w(lc)$ no es tan grande como en la parcialización por sexo, debido a que hay muchas más categorías de tallas, pero aún así es lo bastante grande en cada categoría de talla (sobre todo en $F(lc)$) como para ignorar esta fuente de varianza. De tal manera que la varianza de $\hat{B}(lc)$ también se evaluó a través de

$$\text{var}(\hat{B}_{lc}) = \hat{P}_{lc}^2 \text{var}(\hat{B})$$

- **Abundancia vulnerable global y a la talla**

Para cada uno de los estimadores globales de biomasa vulnerable se estimó la abundancia vulnerable en número global como

$$\hat{K} = \frac{\hat{B}}{\bar{w}}$$

donde \bar{w} es el peso medio proveniente de todos los individuos de la muestra biológica. Por ser la muestra muy grande (>2000) se ignora esta fuente de error de tal manera que la varianza de la abundancia en número es

$$\text{var}(\hat{K}) = \left(\frac{1}{\bar{w}}\right)^2 \text{var}(\hat{B})$$

4.11. OBJETIVO ESPECÍFICO 3

Determinar la proporción sexual y de hembras ovadas de langostino colorado en el área de estudio y en los principales focos de abundancia.

La misma muestra que se analizó en laboratorio en tierra para el peso medio a la talla, pero conservando la indexación por lance de pesca, se utilizó para el análisis de la proporción sexual y la determinación de la fracción de hembras ovadas del recurso langostino colorado en el área de

estudio. Las hembras ovadas fueron identificadas mediante la observación de la masa de huevos que portan entre sus pleópodos.

Esta información se utilizó para obtener la biomasa vulnerable total por la proporción en peso de cada sexo, de acuerdo a la metodología desarrollada previamente en el capítulo anterior.

La proporción sexual se estimó mediante la ecuación:

$$P(i) = \frac{n_i}{n}$$

donde: i = sexo del individuo, $i=1$ (machos), $i=2$ (hembras), $i=3$ (hembras ovíferas), n = número total de individuos (machos y hembras).

La varianza de $P(i)$ será estimada mediante la ecuación:

$$V(P_{(i)}) = \frac{1}{n} \cdot P(i) \cdot (1 - P_{(i)})$$

Luego, las proporciones sexuales serán comparadas mediante el test de chi-cuadrado.

4.12. OBJETIVO ESPECÍFICO 4

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

4.12.1. Análisis de situación del stock

4.12.1.1. Evaluación del stock y análisis de la situación

La evaluación del stock de langostino colorado considera que la abundancia que se distribuye entre la II y IV Regiones constituye una unidad de stock, razón por la cual se aplicará un modelo

de biomasa agregada que supone homogeneidad en la dinámica espacio-temporal. Por el momento no ha sido posible precisar la heterogeneidad espacial de la población de langostino colorado entre la I y IV Regiones.

4.12.1.2. Datos disponibles

Se utiliza las capturas anuales del período 1998 – 2002, y se ha impuesto la cuota global para el año 2003. La composición por talla y sexo de las capturas de la flota están disponibles para igual período de tiempo, excepto 2003. Las observaciones para la población se basa en los cruceros de área barrida del 2000 al 2003, y su respectiva estructura de tamaños por sexo (ponderada por región). La información ha sido facilitada por la Universidad Católica del Norte, de los informes finales de los proyectos FIP y datos del Seguimiento IFOP 2002 (Montenegro *et al.*, 2003).

4.12.1.3. Modelo de producción edad-estructurado

Se propone un modelo básico de evaluación para el stock sobre la base de los modelos de evaluación contemplados por Simpfendorfer *et al.* (2000), Maunder y Starr (2001), cuyas modificaciones dependen esencialmente de los datos disponibles (*e.g.* estructura de tallas derivada del crucero de evaluación, captura por unidad de esfuerzo, estructura de tallas de los desembarques, capturas anuales en peso, otros). El modelo de dinámica poblacional es fácilmente adaptable para tomar en cuenta una evaluación por sexos.

La dinámica poblacional en número puede ser descrita por:

$$N_{a,t,s} = \begin{cases} 0,5R_t & a = t_r \\ (N_{a-1,t-1,s} - \hat{C}_{a-1,t-1,s}) \exp(-M) & t_r \geq a > m \\ (N_{a-1,t-1,s} - \hat{C}_{a-1,t-1,s} + N_{a-1,t,s} - \hat{C}_{a-1,t,s}) \exp(-M) & a = m \end{cases}$$

donde el subíndice s representa sexo, R_t es el reclutamiento, $N_{a,t}$ es la abundancia a la edad a y año t , t_r es la edad de reclutamiento y m es la edad más vieja, M es la tasa de mortalidad natural, y $\hat{C}_{a,t}$ es la captura en número estimada a la edad a y año t .

La captura en número por edad se estima por:

$$\hat{C}_{a,t,s} = v_{a,s} \mu_t N_{a,t,s} \exp(-0,5M)$$

donde $v_{a,s}$ es el patrón de explotación edad-específico, y μ_t es la tasa de explotación anual que se estima por:

$$\mu_t = \frac{Y_t}{B_t^e}$$

donde Y_t es la captura en peso en el año t , y B_t^e es la biomasa explotable definida por

$$B_t^e = \sum_s \sum_{a=t_r}^m v_{a,s} w_{a,s} N_{a,t,s} \exp(-0,5M)$$

Para estimar estas cantidades, se estimó libremente la selectividad ($v_{a,s}$) ya que el modelo del tipo logístico no representó bien el patrón de explotación. Para ello, se siguió la metodología descrita por Ianelli y Zimmerman (1998).

El reclutamiento a la pesquería se asume que sigue una relación stock-recluta del tipo Beverton y Holt debido a que la competencia entre juveniles por espacio es importante en estos recursos. La relación stock-recluta se expresa por:

$$R_t = \frac{S_{t-t_r}}{\alpha + \beta S_{t-t_r}} \exp(\varepsilon_t)$$

donde R_t es el reclutamiento a la edad t_r en el año t , S es la biomasa desovante (hembras), α y β son parámetros de la función, y ε_t son las desviaciones anuales del reclutamiento (anomalías). La biomasa desovante se define por

$$S_t = \sum_{a=t_r}^m \pi_a w_a N_{a,t}$$

donde π_a es la proporción de hembras maduras, w_a es el peso promedio a la edad de las hembras.

Los parámetros α y β serán estimados en función de R_0 que representa el nivel de reclutamiento que podría ocurrir en ausencia de explotación y variabilidad, y un factor denominado el “escarpamiento” (“steepness”) de la relación stock-recluta (h). El escarpamiento se define como la fracción esperada de R_0 (en la ausencia de variabilidad) cuando la biomasa desovante no explotada (S_0) es reducida a 20% de su tamaño original (Francis, 1992), tal que:

$$\alpha = \frac{(1-h)S_0}{4hR_0}$$

y

$$\beta = (5h - 1) / 4hR_0$$

Se consideró que B_0 , la biomasa total no explotada, es un parámetro desconocido a ser estimado. La estimación de R_0 , se realizó según:

$$N_{a,0} = \begin{cases} N_{a,0} = 0,5 & a = t_r \\ N_{a-1,0} \exp(-M) & t_r \geq a > m \\ N_{a-1,0} \exp(-M) / (1 - \exp(-M)) & a = m \end{cases}$$

a partir del cual se calcula la biomasa desovante por recluta hembra no explotada por:

$$SPR_0 = \sum_{a=t_r}^m \pi_a w_a N_{a,0}$$

y la biomasa total por recluta no explotada,

$$BPR_0 = \sum_s \sum_{a=t_r}^m w_{a,s} N_{a,0,s}$$

el reclutamiento (R_0), por

$$R_0 = \frac{B_0}{BPR_0}$$

y la biomasa desovante no explotada de hembras por:

$$S_0 = R_0 \times SPR_0$$

4.12.1.4. Otros aspectos

Se asume que la longitud media a la edad para el sexo s ($L_{a,s}$) de los ejemplares en el stock es descrita por el modelo de von Bertalanffy, *i.e.*

$$L_{a,s} = L_{\infty,s} [1 - \exp(-K_s(a - t_{0,s}))]$$

donde L_{∞} es la longitud asintótica, K un coeficiente de crecimiento que mide la rapidez con que la longitud asintótica es alcanzada, y t_0 es una edad hipotética cuando la longitud es igual a cero. La desviación estándar de la longitud a la edad a se estima mediante la siguiente relación:

$$\sigma_a = CV_a \cdot L_a$$

donde CV es el coeficiente de variación. Los parámetros de crecimiento y la variación a la edad fueron obtenidos de Roa y Tapia (1998). Los individuos de edad a se asume tienen una distribución de tallas que sigue una distribución normal. Así, un individuo de longitud L que cae en el intervalo de longitud l tiene la siguiente probabilidad

$$\varphi_{l,a,s} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{a,s}} \exp\left[-\frac{1}{2\sigma_{a,s}^2}(L_{l,s} - L_{a,s})^2\right]$$

donde $L_{l,s}$ representa la marca de clase del intervalo de longitud l . Esta función define una matriz de transición que permite transformar edad a longitud y longitudes a edades. El número total de grupos de edad fue definido analizando la función de log-verosimilitud. Tal como lo plantean Quinn y Deriso (1999), los parámetros de crecimiento y la variabilidad de la longitud a la edad pertenecen al stock y no a los ejemplares que han sido capturados, ya que en éstas tanto las longitudes promedio como la variabilidad de la longitud a la edad está afectada por la vulnerabilidad de los artes de pesca y el patrón de reclutamiento a la zona de pesca.

Para el peso promedio a la edad se utiliza una relación longitud-peso, *i.e.*

$$w = q \cdot L^b$$

donde w es el peso promedio (kg) a la longitud L (cm), q y b son los parámetros somatométricos. Como en la población la longitud corresponde a un promedio de un grupo de peces de una misma edad, entonces se considera el siguiente modelo para estimar el peso promedio a la edad

$$w_a = q \cdot L_j^b [1 + 0,5 \cdot b(b-1) \cdot CV_a^b]$$

donde CV es el coeficiente de variación de la longitud a la edad (Beyer, 1991).

La proporción de individuos maduros por edad (π_a) se modela considerando la siguiente función logística de madurez, cuyos parámetros fueron obtenidos de Roa y Tapia (1998):

$$\pi_a = [1 + \exp(\theta_1 - \theta_2 \cdot L_a)]^{-1}$$

donde L_a es la longitud media a la edad a , definida por la función de crecimiento en longitud.

La biomasa del crucero (B_t^c) se considera proporcional a la biomasa explotable mediante la siguiente expresión:

$$B_t^c = \psi B_t^e = \psi \sum_s \sum_{a=t_r}^m v_{a,s} w_{a,s} N_{a,t,s} \exp(-M/2)$$

donde el factor ψ representa una constante de calibración o de proporcionalidad que debería fluctuar en el rango $[0,1]$. En el modelo, y ante la ausencia de información adicional, se asume $\psi = 1$.

La composición por tallas en las capturas se estima a partir de la composición por edades, según:

$$P_{a,t,s} = \frac{C_{a,t,s}}{\sum_{a=t_r}^m C_{a,t,c}}$$

y mediante la multiplicación de las siguientes matrices:

$$P_{l,t,s} = \varphi_{l,a,s} P_{a,t,s}$$

En tanto, la composición por edad en los cruceros de evaluación se estimó por:

$$P_{a,t,s}^c = \frac{\psi \nu_{a,s} N_{a,t,s} \exp(-M/2)}{\sum_{a=t_r}^m \psi \nu_{a,s} N_{a,t,s} \exp(-M/2)}$$

y la composición por tallas por:

$$P_{l,t,s}^c = \varphi_{l,a,s} P_{a,t,s}^c$$

4.12.1.5. Función objetivo

Los parámetros desconocidos del modelo pueden ser estimados suponiendo funciones conocidas para la estructura del error de los datos observados (composición por tallas en el crucero y la pesquería, biomasa del crucero) y utilizar métodos de estimación de máxima verosimilitud. Para ello es necesario describir cada componente de verosimilitud, suponiendo independencia en las observaciones.

Existe información de estructura de tallas y debido a que la composición por tallas consiste en una clasificar un tamaño de muestra en categorías de tallas, la distribución del error tiene una función de densidad de probabilidad multinomial (Kimura, 1990), *i.e.*

$$\prod_{i,l} (p_{i,l})^{n_{i,l}}$$

donde $n_{i,l}$ representa, por definición, al número de individuos muestreados en el año i que fueron de la clase de talla l . Para encontrar un estimador máximo verosímil para los parámetros del modelo, la cantidad a ser minimizada es la parte negativa de la función de log-verosimilitud, esto es:

$$-n \sum_{i=1}^n \sum_{l=1}^L p'_{i,l} \ln(p_{i,l} / p'_{i,l})$$

donde $p'_{i,j}$ representa la composición por talla observada. En la expresión, $n_{i,j}$ se reemplaza por n . Fournier y Archibald (1982) y Methot (1986) sugieren un límite máximo *ad hoc* de $n = 400$ debido a que en la práctica el tamaño de muestra para determinar la estructura de tallas puede ser mucho más alto. Estos autores argumentan que existe variabilidad adicional distinta de la multinomial en las muestras de distribución de tallas. En la evaluación se utilizó $n = 300$ para los datos de la pesquería y $n = 200$ para los datos del crucero.

Los datos observados de biomasa del crucero (B^o_t) se asume siguen una función de densidad de probabilidad normal, entonces la contribución de esta información a la log-verosimilitud viene dada por:

$$\frac{1}{2\sigma_c^2} \sum_i (B_i^o - \psi B_i^e)^2 + \text{constante}$$

En el caso del reclutamiento, las desviaciones anuales del reclutamiento de la relación stock-recluta son modeladas como un proceso estocástico (geométrico), i.e.

$$\varepsilon_j \approx N(0, \sigma_R^2)$$

La contribución de este error de proceso a la función de log-verosimilitud negativa viene dada por:

$$\lambda_R \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2$$

4.12.1.6. Optimización no-lineal

Los algoritmos de estimación de los modelos aquí descritos se pueden implementar fácilmente utilizando AD Model Builder[©], el nuevo programa para analizar modelos complejos de minimización no-lineal y estadística de la Otter Research Ltd. (otter@island.net). AD Model Builder[©] permite una estimación eficiente y rápida, otorgando gran flexibilidad al usuario para modificar el modelo y analizar variantes. AD Model Builder[©] utiliza derivadas exactas respecto

de los parámetros del modelo (diferenciación automática). Además, es muy útil para modelos con una gran cantidad de parámetros, provee estimaciones rápidas y precisas de la matriz Hessiana en el máximo (o mínimo), lo que permite contar con la matriz de covarianza y, por lo tanto, con límites de confianza para todos los parámetros de interés.

4.12.1.7. Análisis de riesgo

En este informe, la evaluación de riesgo consistió en estimar la probabilidad que un evento particular podría ocurrir dentro de un instante específico dada una estrategia de explotación. Se pretende evaluar tres diferentes eventos no deseados:

- i) que la biomasa total al final de un período de 5 años sea inferior al 40% de la biomasa total no explotada;
- ii) que la biomasa total al final de un período de 5 años sea inferior a la biomasa actual; y
- iii) que la biomasa desovante al final de un período de 5 años sea inferior al 40% de la biomasa desovante no explotada;.

4.12.2. Estrategias de explotación y puntos biológicos de referencia

4.12.2.1. Análisis de las estrategias de explotación

En la literatura existe una gran variedad de estrategias de explotación que pueden desarrollarse para el manejo de una pesquería (Hilborn & Walters, 1992; Caddy & Mahon, 1995), las cuales usualmente pretenden minimizar dos tipos de riesgo asociado a la explotación de un recurso, a saber:

- a) Tipo I, es el riesgo para la pesquería y ocurre cuando la captura cae por debajo de un nivel deseable y posible de alcanzar, y

b) Tipo II, es el riesgo para el stock y está asociado a la disminución de la biomasa desovante por debajo de un tamaño mínimo necesario para que los niveles de reclutamiento aseguren la mantención del stock, en promedio.

En este contexto y de acuerdo con Hilborn & Walters (1992), las estrategias de explotación constituyen planes de captura de mediano o largo plazo que señalan en forma explícita cuánto se debe capturar cada año y bajo qué circunstancias. Siguiendo a Caddy & Mahon (1995), para implementar el manejo de pesquerías debe ser posible convertir un punto de referencia conceptual en un punto de referencia técnico, el cual puede ser calculado o cuantificado a partir de las características biológicas o económicas de la pesquería.

En otras palabras, para un manejo adecuado desde el punto de vista biológico, se debe evitar que el stock sea llevado más allá de los umbrales de sobreexplotación, tratando de llevar la explotación dentro de niveles controlados. Para ello, es necesario definir umbrales de sobreexplotación y niveles de explotación adecuada, los cuales pueden servir de base como criterios de fracaso y éxito de las estrategias de explotación a considerar. Se destaca que dichos umbrales y niveles de explotación adecuada han sido denominados puntos biológicos de referencia (PBR). Caddy & Mahon (1995) se refiere a puntos de referencia umbral o límites (Limit Reference Points) y puntos de referencia objetivo (Target Reference Points) para los aquí denominados umbrales de sobreexplotación (biológica) y niveles de explotación objetivos, respectivamente.

4.12.2.2. Puntos biológicos de referencia (PBR)

Algunos puntos biológicos de referencia pueden ser adoptados como estrategias de explotación y otros pueden ser considerados como límites asociados con la sobreexplotación (Mace, 1994). Para los fines de este informe, se evaluará la eficacia de una estrategia de explotación con tasas de explotación constante. Los puntos biológicos de referencia que son evaluados como tasas de explotación constantes son:

$F_{\text{máx}}$	Tasa de mortalidad por pesca a la cual se obtienen el máximo rendimiento por recluta.
$F_{0,1}$	Tasa de mortalidad por pesca al nivel del 10% de la pendiente en el origen de la curva de rendimiento por recluta.
$F_{2/3}$	Tasa de mortalidad por pesca a la cual la biomasa del stock desovante por recluta se reduce a 2/3 de la biomasa desovante virginal.
$F_{40\%}$	Tasa de mortalidad por pesca a la cual la biomasa del stock desovante por recluta se reduce al nivel del 40%.
$F_{F=M}$	Tasa de mortalidad por pesca igual a la tasa instantánea de mortalidad natural.
$F_{20\%}$	Tasa de mortalidad por pesca a la cual la biomasa del stock desovante por recluta se reduce al nivel del 20%.

La estrategia de explotación $F_{\text{máx}}$ y $F_{0,1}$, aunque recomendables desde el punto de vista de un objetivo de manejo orientado a la maximización de los rendimientos a través del aprovechamiento eficiente del crecimiento somático, pueden no ser adecuadas desde el punto de vista de minimizar los riesgos para el stock. En efecto, $F_{\text{máx}}$ y $F_{0,1}$ se basan en la teoría de maximización del rendimiento por recluta y no toman en cuenta los efectos que la pesca podría generar sobre la sustentabilidad de la biomasa.

De acuerdo a lo expuesto, y para los fines de este estudio, se consideró más apropiado considerar los puntos biológicos de referencia $F_{2/3}$ y $F_{40\%}$ como niveles posibles de explotación, y $F_{20\%}$ como umbral de sobreexplotación. Estos niveles de referencia son recomendables cuando se desconoce la relación stock-recluta subyacente, así como la variabilidad del reclutamiento en bajos niveles de stock desovante.

4.12.2.3. Estimación de los PBR

En el caso del langostino colorado, se considera la estimación de los PBR sólo para las hembras, ya que son las que dominan el proceso reproductivo del stock. Para estimar puntos biológicos de referencia, se realizará un análisis de rendimiento por recluta (YPR) y de biomasa desovante por recluta (SPR), utilizando el siguiente modelo:

Abundancia por recluta

$$\begin{aligned} N_a &= R = 0,5 && ; a = t_r \\ N_a &= N_{a-1} \exp(-(v_{a-1}F + M)) && ; a = t_r + 1, \dots, m-1 \\ N_a &= N_{a-1} \exp(-(v_{a-1}F + M)) / (1 - \exp(-(v_a F + M))) && ; a = m \end{aligned}$$

donde N es la abundancia en número a la edad a de las hembras, donde " a " está definida entre la edad de reclutamiento (t_r) y la edad más vieja (m), donde se acumula la supervivencia (grupo "plus"); s_a es la selectividad edad-específica; F es la tasa de mortalidad por pesca y M es la tasa de mortalidad natural.

Biomasa desovante por recluta (SPR)

$$SPR = \sum_{a=t_r}^m w_a \pi_a N_a$$

donde π_a es la fracción de hembras maduros a la edad a (ojiva de madurez).

De acuerdo con los modelos y las definiciones de los PBR, $F_{2/3}$, $F_{40\%}$ y $F_{20\%}$ se estiman resolviendo las siguientes ecuaciones, respectivamente:

$$SPR(F_{2/3}) - \frac{2}{3} SPR(F = 0) = 0$$

$$SPR(F_{40\%}) - 0,4 \cdot SPR(F = 0) = 0$$

$$SPR(F_{20\%}) - 0,2 \cdot SPR(F = 0) = 0$$

5. RESULTADOS

5.1. ASPECTOS OPERACIONALES DE LOS CRUCEROS

En la Tabla 2 se resumen las actividades de muestreo que se ejecutaron con los barcos arrastreros participantes en el estudio, mientras en la Tabla 3 se entregan los detalles de los lances propuestos y efectivamente efectuados.

Tabla 2. Variables operativas del estudio de langostino colorado entre la II y IV Región.

Variable Operativa	Valor	Total
Período	04/06/03 – 01/08/03	-
Rango de Latitud	25° 28,5' S - 30° 09' S	-
Rango de Profundidad	102 - 580	-
Número de lances propuestos	365	-
Número de lances ejecutados	271	365
Número de lances no ejecutados por problemas operativos	94	
Número de lances sin pesca	83	271
Número de lances con pesca	188	
Número de lances sin captura de langostino colorado	156	271
Número de lances con captura de langostino colorado	115	
Número de lances “complementarios” o “comerciales”	14	-
Número de lances con medición de APA (Instrumento Netmind)	203	271
Número de lances sin medición de APA	68	
Tiempo total de Arrastre (horas)	69,28	-
Tiempo de arrastre con captura de langostino colorado (horas)	32,73	-

Se realizó un total de 14 lances de investigación complementaria o “comerciales”. Estos lances se pueden apreciar en el anexo 3.2 del actual informe, bajo la categoría de Tipo de Lance 2, mientras que el Tipo de Lance 1 se refiere a los lances de investigación. Es decir, estos lances se utilizaron el análisis geostadístico donde la totalidad perteneció a la ZAG (Zona de Análisis Geostadístico) 2. En término de kilos del recurso objetivo, aportó aproximadamente un 32% del total. En término de lances efectuados, los lances de investigación complementaria corresponden a un 4% del total de lances efectuados. Respecto a la validez de la utilización de éstos en la evaluación de la abundancia de la especie, los que tienen intencionalidad de pesca, cabe hacer notar que su utilización carecería de validez si ellos se localizaran fuera de los focos de

abundancia definidos objetivamente en base al enfoque geoestadístico transitivo. En el mismo sentido, asumiendo que existe aleatoriedad en la distribución de la biomasa y que sólo está restringida por las características del hábitat, los lances sujetos a discusión, para ser estrictamente descartados, deberían encontrarse fuera de los límites de los focos de abundancia.

Tabla 3. Número de lances propuestos y efectuados en los caladeros y en las zonas intercaladeros para la captura de langostino colorado, por Región.

REGION	Propuestos		Efectuados			
	En los Caladeros	Inter Caladeros	En los Caladeros	%	Inter Caladeros	%
II	49	14	37	18,4	12	17,1
III	127	76	95	47,3	31	44,3
IV	68	31	69	34,3	27	38,6
SubTotal	244	121	201	100	70	100
Total	365		271			

En la Tabla 4, se detallan los lances donde se capturó efectivamente la especie objetivo, el langostino colorado, y se observa que los mayores porcentajes de lances positivos correspondieron a la IV Región, donde la información sobre los caladeros de la especie era más detallada. En la Tabla 5 se ha dividido la información del número de lances propuestos y efectuados para la captura de langostino colorado, fuera y dentro de las 5 millas del Área de Reserva de la Pesca Artesanal (ARPA), por Región.

Tabla 4. Lances totales y con captura de langostino colorado, por Región.

Región	Con LC	Total	%
II	19	49	18,1
III	45	126	46,5
IV	51	96	35,4
Total general	115	271	100 %

Tabla 5. Número de lances propuestos y efectuados para la captura de langostino colorado, fuera y dentro de las 5 millas del ARPA, por Región

REGION	Propuestos		Efectuados	
	Dentro 5 mn	Fuera 5 mn	Dentro 5 mn	Fuera 5 mn
II	24	39	27	22
III	121	82	48	78
IV	60	39	45	51
SubTotal	205	160	120	151
Total	365		271	

Los registros de los lances efectuados por nave, con fecha, hora, geoposición, distancia barrida, batimetría, pesca de la especie objetivo y otros datos crudos y estandarizados a km-lineal, son presentados en el Anexo 3.

5.1.1. CAPTURAS Y MUESTREO BIOLÓGICO

En la Tabla 6 se entregan los antecedentes de las capturas obtenidas durante el período de estudio por las tres embarcaciones participantes en sus respectivas áreas de trabajo.

Tabla 6. Capturas obtenidas en el área y período de estudio, por Región y embarcación. LC= langostino colorado, LA= langostino amarillo y CA= camarón nailon.

Datos	EMBARCACIÓN			Total general
	FOCHE	ISABEL S	MARIA I	
Kg de LC	17.049,1	1.728,0	15.380,9	34.158,0
Kg de LA	5.247,5	0	197,0	5.444,5
Kg de CA	1.504,5	436,5	2.268,0	4.209,0

Durante el estudio se midió (mm LC) un total de 13.718 ejemplares de langostino colorado para construir las distribuciones de frecuencia de tallas, de los cuales además fueron pesados aproximadamente un tercio, 4.546 ejemplares, para estimar la relación longitud - peso. En la Tabla 7 se entrega el esfuerzo total de muestreo de frecuencia (ejemplares medidos) y biológicos-específicos (ejemplares pesados) provenientes de cada una de las tres regiones consideradas.

Tabla 7. Esfuerzo total de muestreo de frecuencia (medidos) y biológicos-específicos (pesados) de la captura de langostino colorado, entre la II y IV regiones. s/h= hembras sin huevos; c/h= hembras con huevos.

SEXO	DATOS	REGIONES			TOTAL
		II	III	IV	
Machos	Medidos	1.854	2.346	3.118	7.318
	Pesados	487	679	1.326	2.492
Hembras s/h	Medidos	838	1.693	144	2.675
	Pesados	192	376	40	608
Hembras c/h	Medidos	929	611	2.185	3.725
	Pesados	238	199	1.009	1.446
Total Medidos		3.621	4.650	5.447	13.718
Total Pesados		917	1.254	2.375	4.546

5.2. OBJETIVO ESPECIFICO 1

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

5.2.1. IDENTIFICACIÓN DE CALADEROS

El análisis de la distribución espacial de los lances de pesca (tanto negativos como positivos) para langostino colorado y el valor de la captura por unidad de área barrida (cpua, ton/km²) por latitud reveló la presencia de 14 focos de abundancia o caladeros (Tabla 8).

Tabla 8. Límites latitudinales de los focos de abundancia de langostino colorado y área (mn² y km²) correspondiente.

Caladero	Límites latitudinales (°S)		Area	
	Norte	Sur	mn ²	km ²
1	25° 35,62'	25° 39,19'	6,628	22,732
2	25° 42,97'	25° 51,40'	9,147	31,374
3	25° 53,02'	26° 01,13'	9,194	31,535
4	26° 02,10'	26° 06,64'	9,065	31,093
5	26° 14,32'	26° 21,99'	14,369	49,283
6	26° 24,48'	26° 41,77'	33,607	115,268
7	26° 41,88'	26° 48,27'	14,738	50,549
8	26° 56,91'	27° 08,80'	19,426	66,628
9	27° 16,04'	27° 32,79'	28,942	99,269
10	27° 33,76'	27° 37,87'	6,446	22,109
11	29° 26,02'	29° 40,61'	43,518	149,262
12	29° 42,12'	29° 45,96'	3,128	10,728
13	29° 46,77'	29° 51,15'	5,218	17,897
14	30° 02,50'	30° 04,98'	2,878	9,871
Total			206,303	707,598

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

Para este efecto, el área de estudio se dividió primero en dos grandes zonas, las que fueron denominadas arbitrariamente como ZAGs (**Z**onas de **A**nálisis **G**eoestadístico). La ZAG-1 consideró todos aquellos lances de pesca entre 25°20’S y 27°50’S, y la ZAG-2 incluyó los lances de pesca (de investigación y comerciales) entre 29°20’S y 30°20’S, respectivamente. No se incluyó en ninguno de los análisis los lances de pesca nulos (n = 7) realizados entre 28°10’S y 29°20’S y aquellos abortados por caer en fondos no rastreables o por fallas operacionales en los equipos de medición (Tabla 9, Fig. 1). Por lo tanto, en el análisis geoestadístico se incluyó el 95,4% de los lances de pesca realizados (n = 284).

Tabla 9. Límites latitudinales de las Zonas de Análisis Geoestadístico (ZAGs) y número de lances de pesca involucrados en cada caso.

ZAG	Límites latitudinales (°S)		Número Lances
	Norte	Sur	
1	25° 20'	27° 50'	170
2	29° 20'	30° 20'	101
Total			271

En segundo lugar, para cada uno de los ZAGs se estableció una grilla de estimación aleatoriamente distribuida en el área. El tamaño de malla de la grilla de estimación, para definir los bordes de los focos de abundancia, correspondió a 200 m en el caso de ZAG-1 y 100 m para ZAG-2.

Dado que en muchos casos, parte de los focos se encontró dentro de las 5 millas náuticas de exclusión artesanal, y acorde a los Términos Técnicos de Referencia, en la Tabla 10 se muestra el área de los caladeros dentro y fuera de las 5 mn. Las Figuras 2 y 3 muestran la distribución espacial de los focos de abundancia detectados en este estudio.

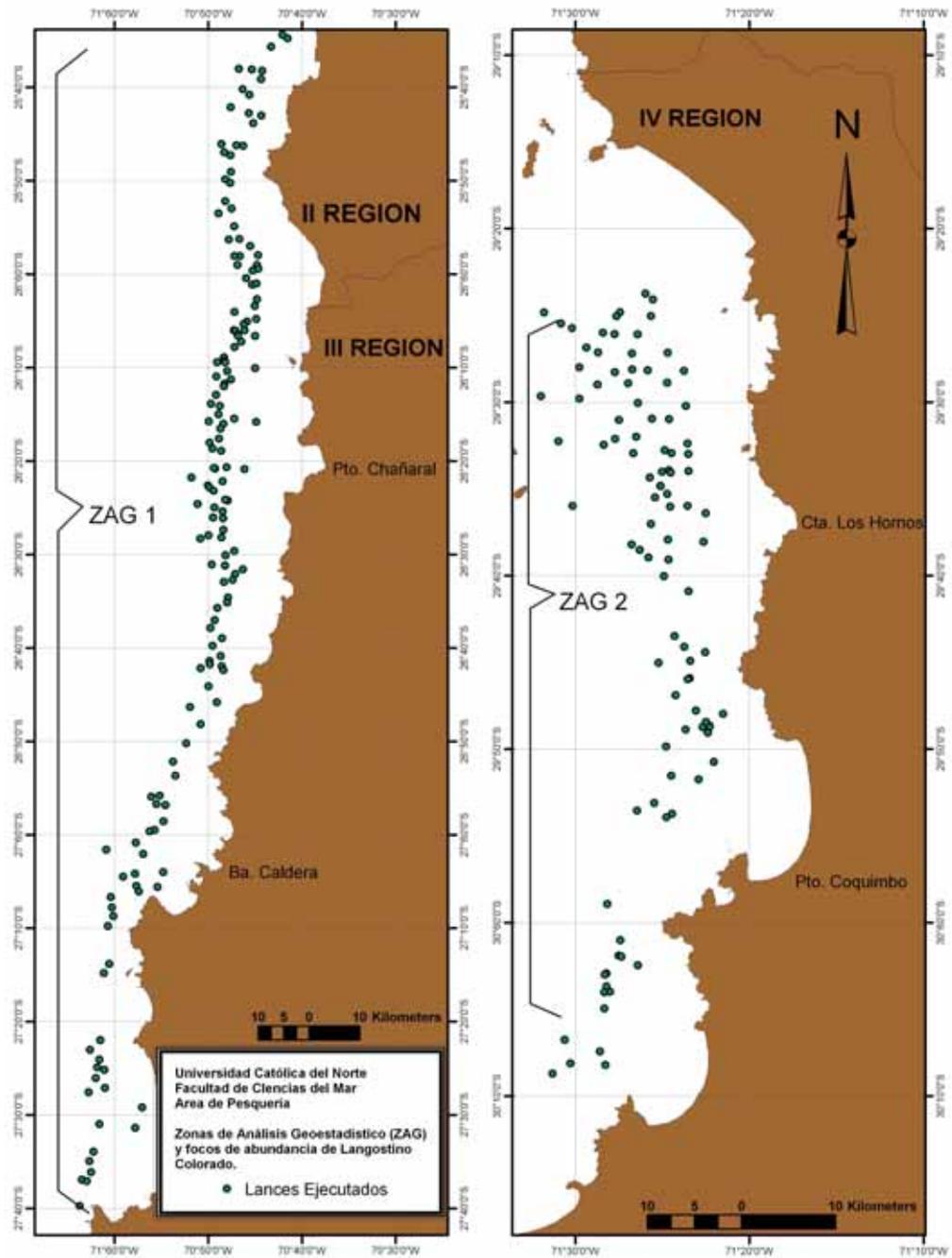


Fig. 1. Disposición espacial de los lances de pesca (puntos verdes) y delimitación de las Zonas de Análisis Geoestadístico (ZAGs). Para detalles ver texto.

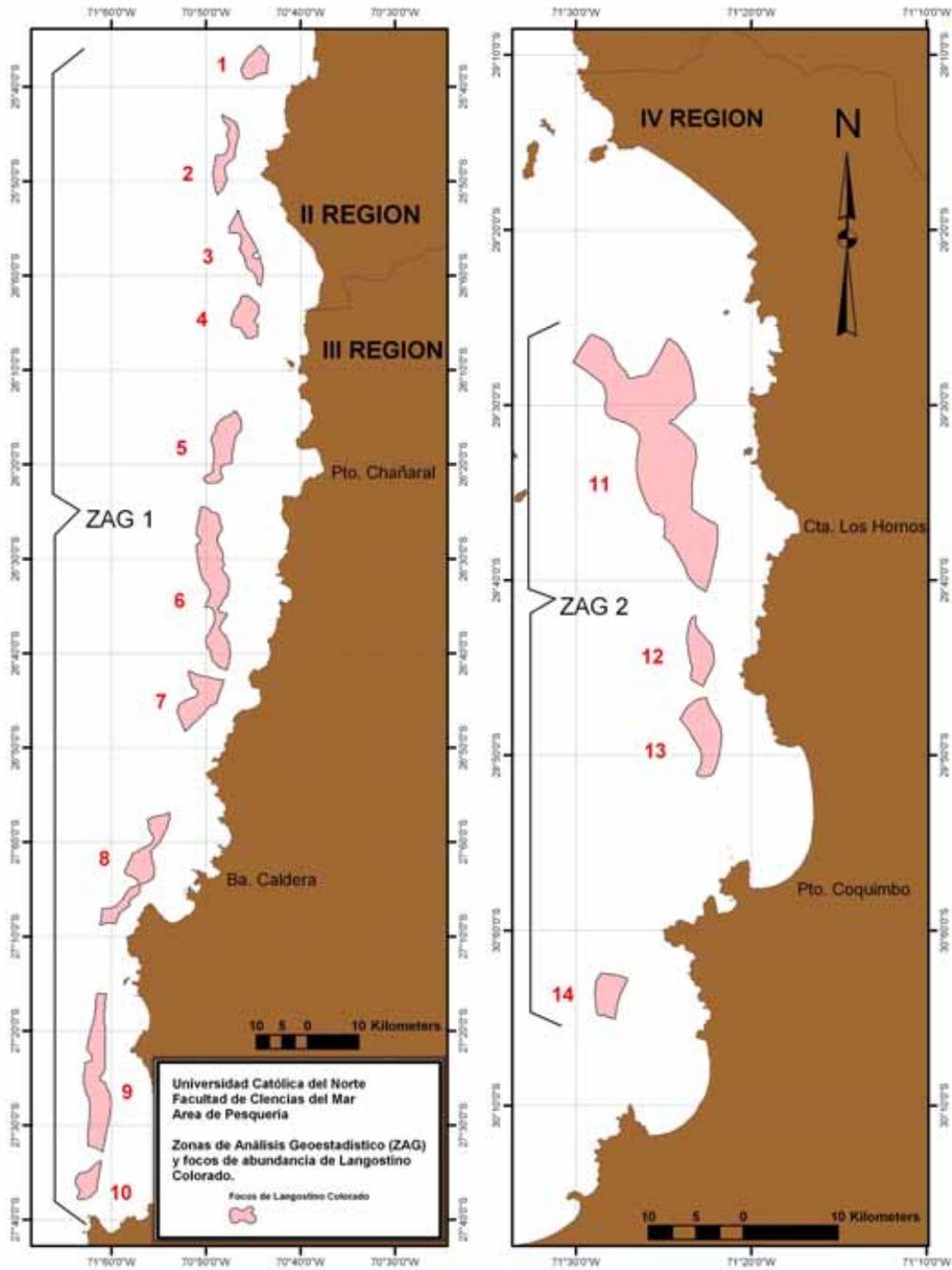


Fig. 2. Disposición espacial de los focos de abundancia de langostino colorado en las dos Zonas de Análisis Geoestadístico (ZAGs). Para detalles ver texto.

Tabla 10. Fracción de área (km²) de los caladeros dentro y fuera de las 5 mn de exclusión artesanal.

Caladero	Dentro		Fuera		Total (km ²)
	(km ²)	%	(km ²)	%	
1	15,197	67,0	7,485	33,0	22,682
2	27,162	86,6	4,211	13,4	31,373
3	7,608	24,1	23,926	75,9	31,534
4	18,669	60,0	12,434	40,0	31,103
5	0,000	0,0	49,283	100,0	49,283
6	19,682	17,1	95,584	82,9	115,265
7	39,073	77,6	11,269	22,4	50,342
8	45,054	67,8	21,394	32,2	66,448
9	41,372	41,6	57,983	58,4	99,355
10	21,078	95,3	1,032	4,7	22,110
11	69,896	46,8	79,366	53,2	149,262
12	10,728	100,0	0,000	0,0	10,728
13	17,897	100,0	0,000	0,0	17,897
14	6,738	68,3	3,134	31,7	9,871
Total	340,154	48,1	367,099	51,9	707,253

5.2.2. ANÁLISIS ESTRUCTURAL

El análisis de variogramas unidireccionales reveló la presencia de efecto anisotrópico de la distribución espacial de la densidad poblacional de langostino colorado en ambos ZAGs. En el caso del ZAG-1, la distribución espacial de la densidad poblacional presentó efecto anisotrópico en dirección NE-SO. En cambio, en el ZAG-2, el efecto anisotrópico se verificó en dirección NW-SE. En ambos casos, el efecto direccional de la distribución espacial de la densidad se atribuye a la orientación de la plataforma continental y la línea de la costa.

Así también, en ambos casos el modelo de variograma teórico que mostró el mejor ajuste, mediante el procedimiento de mínimos cuadrados ponderados (Cressie, 1993) fue el modelo esférico con rango r , igual a:

$$\gamma(h) = \begin{cases} 0, & h = 0 \\ C_0 + C \left(\frac{3}{2} \left(\frac{h}{r} \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{r} \right)^3 \right), & 0 < \|h\| \leq r \\ C_0 + C, & \|h\| \geq r \end{cases}$$

donde C_0 es el efecto *nugget* que caracteriza la variabilidad de microescala, C es el valor asintótico o *sill* del variograma menos el *nugget*, y r es el rango del variograma, más allá del cual los datos ya no presentan correlación. En el caso de ZAG-1, el variograma teórico mostró una muy baja proporción de la estructura de varianza no resuelta por el diseño de muestreo alcanzando sólo 1,2% (Fig. 3). En cambio, en el caso de ZAG-2, la proporción de la varianza no explicada alcanzó a 22,5% (Fig. 4, Tabla 11).

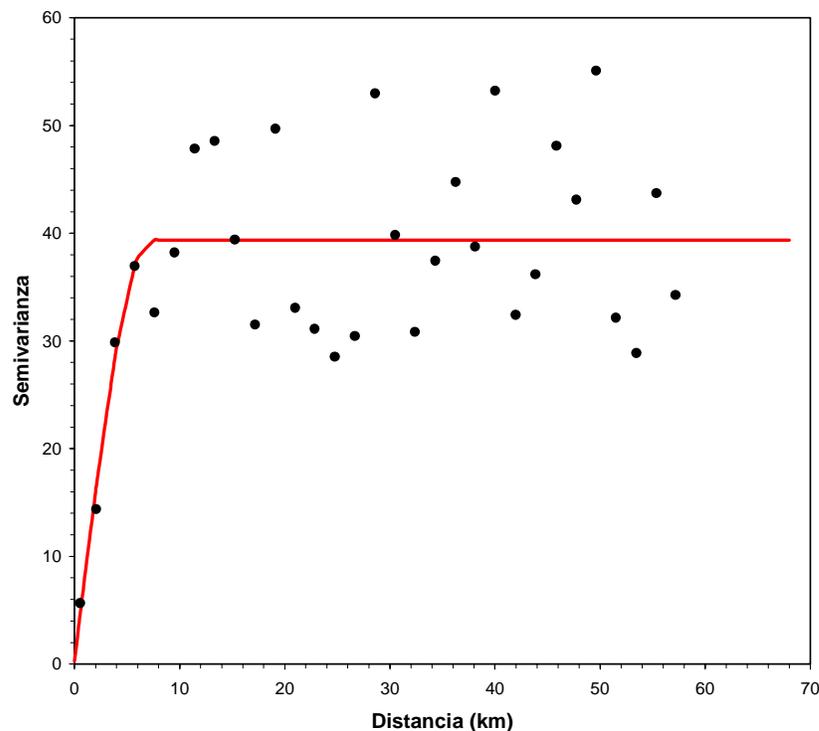


Fig. 3. Variograma experimental (puntos) y variograma teórico (modelo esférico, línea continua) ajustado mediante mínimos cuadrados ponderados. La información considerada corresponde a ZAG-1.

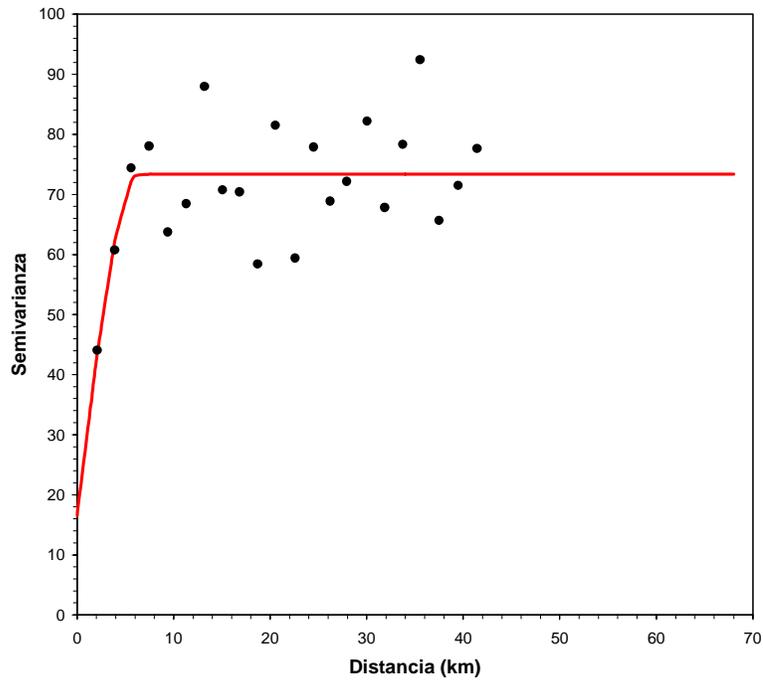


Fig. 4. Variograma experimental (puntos negros) y variograma teórico (modelo esférico, línea continua roja) ajustado mediante mínimos cuadrados ponderados. La información considerada corresponde a ZAG-2.

Tabla 11. Parámetros del variograma teórico según el modelo esférico para ZAG-1 y ZAG-2. SCR: suma de cuadrados de los residuos, VNE: Varianza no explicada.

Parámetro	ZAG-1	ZAG-2
Rango (Km)	7,237	6,381
Sill	39,091	56,856
Nugget	0,272	16,525
SCR	7,951	8,828
VNE (%)	0,692	22,250

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

5.3. OBJETIVO ESPECIFICO 2

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

5.3.1. DENSIDAD POBLACIONAL PROMEDIO

La densidad poblacional promedio se estimó como el promedio aritmético de los estimadores de densidad al interior de los focos de abundancia identificados mediante el método geoestadístico transitivo. Los valores de los estimadores puntuales de densidad (cpue) fueron generados mediante el método intrínseco aplicando kriging ordinario.

Al respecto, es bien conocido que la media aritmética es fuertemente afectada por valores extremos muy frecuentes en los estudios de abundancia de recursos marinos agregados, en los que frecuentemente se encuentra unos pocos valores extremadamente altos de densidad o cpue (cpua). **Estos altos valores de cpue, si ocurren, pueden conducir a “sobrestimar” seriamente el valor de la cpue promedio, cuando es utilizada como estimador de la densidad poblacional promedio para toda el área de estudio.**

Al respecto, Kappenman (1999) propone un estimador no paramétrico de la cpue promedio global. Este estimador es una modificación de la media aritmética sobre todos los valores muestrales y **fue desarrollado para ser usado SOLO en aquellos casos donde uno o más valores de cpue en un set de datos son considerados excesivamente altos y de ejercer demasiada influencia sobre la media aritmética de los valores de cpue cuando ésta es usada para estimar la cpue promedio.**

La modificación propuesta por Kappenman (1999) consiste en reemplazar aquellos valores “excesivamente altos” en la estimación de la media aritmética derivados de una función de distribución de probabilidad no paramétrica simétrica con un “núcleo” construido por una función logística. Luego, el estimador propuesto por Kappenman (1999) es equivalente a un

estimador lognormal de los valores no cero de cpue, cuando la distribución de probabilidad es simétrica.

En este estudio, se consideró el procedimiento propuesto por Kappenman (1999) para estimar los valores de cpue en dos lances de pesca considerados excesivamente altos (lances ID 87 y ID 89), los que fueron reemplazados en la matriz utilizada para la estimación geoestadística bajo un enfoque intrínseco. En el Anexo 3.2. se muestra los lances de pesca utilizados en la estimación de biomasa del langostino colorado entre la II y IV Región. Los valores de cpue obtenidos para los lances ID 87 y 89 de acuerdo a la metodología propuesta por Kappenman (1999) alcanzaron a ID-87 = 377,2 ton/km² y ID-89 = 236,3 ton/km², respectivamente.

La Tabla 12 muestra los valores de densidad promedio obtenidos por foco de abundancia (caladeros) y su dispersión estadística. Cabe hacer notar que, en la estimación de la densidad promedio por caladero, están incorporados los valores muestrales, siendo una de las propiedades del enfoque geoestadístico por el método intrínseco. El tamaño de muestra generado por kriging alcanza a 31.823 observaciones. En la Figura 5 se muestra la distribución espacial de densidad (ton /km²) de langostino colorado dentro de los focos detectados durante el crucero, en la zona de estudio.

Tabla 12. Densidad poblacional (cpua, ton/km²) promedio, desviación estándar, tamaño de muestra (n) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) por foco de abundancia entre la II y IV Región.

Foco	cpua (ton/km ²)				
	Prom.	D.E.	LI	LS	n
1	10,016	2,976	9,778	10,255	605
2	7,496	2,594	7,322	7,670	855
3	9,517	3,785	9,265	9,769	868
4	39,511	35,334	37,094	41,928	821
5	9,775	3,133	9,605	9,945	1300
6	79,771	78,650	76,764	82,579	3025
7	14,849	5,723	14,540	15,158	1318
8	10,449	4,487	10,240	10,658	1764
9	14,259	5,987	14,030	14,488	2625
10	27,650	15,432	26,408	28,893	593
11	13,564	6,623	13,458	13,669	15114
12	11,968	5,322	11,659	12,278	1136
13	25,606	15,518	24,894	26,318	1825
14	9,650	2,981	9,467	9,833	1022

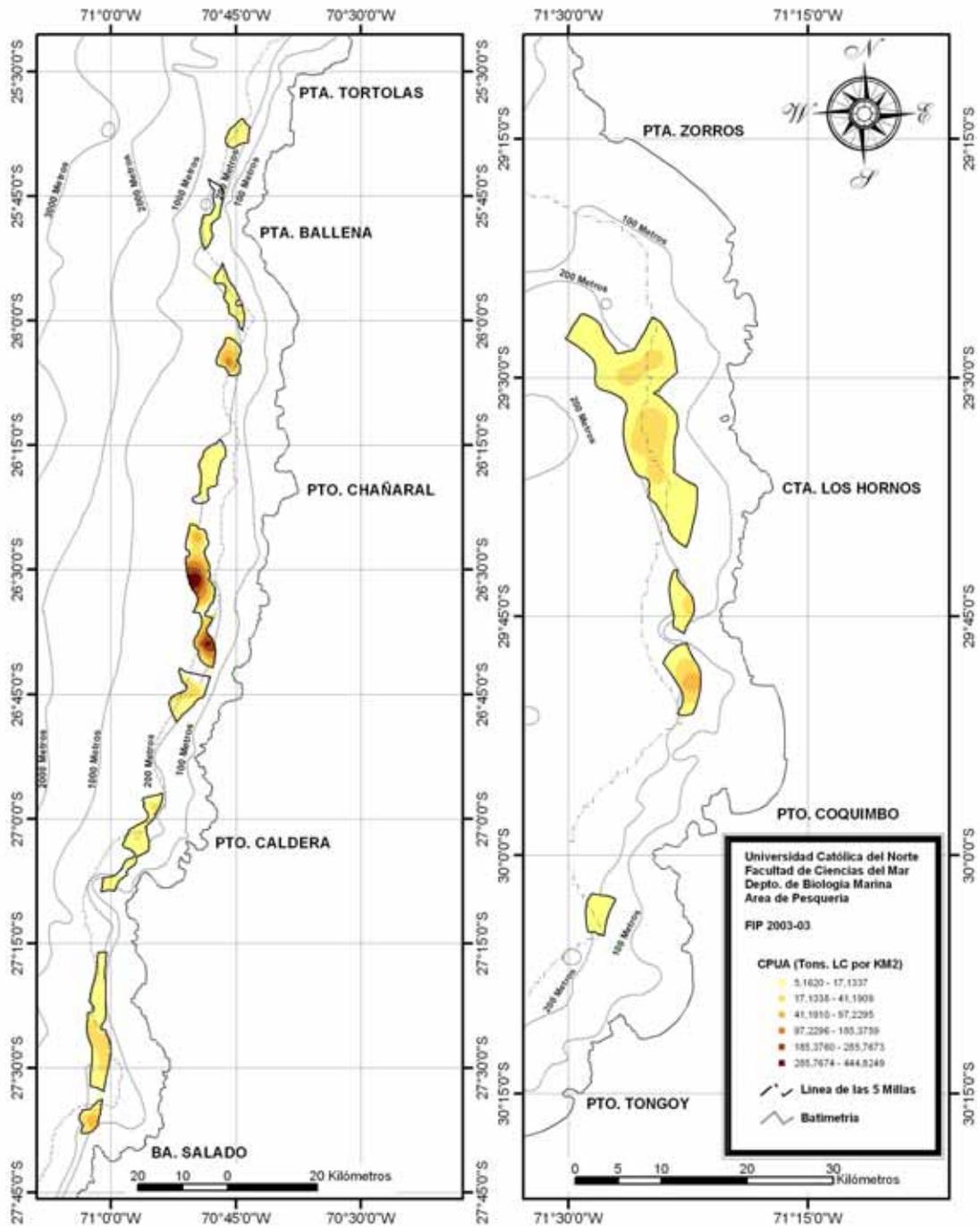


Fig. 5. Distribución espacial de la densidad de langostino colorado (ton /km²) en la zona de estudio.

5.3.2. ESTIMADOR GEOESTADÍSTICO

La biomasa total del stock de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) en la plataforma y talud continental de las Regiones II a IV estimada según el enfoque geoestadístico alcanzó a 17.834,9 toneladas (D.E. = 1.194,5 tons). El intervalo de confianza de la biomasa es entre 17.784,4 ton (límite inferior) y 17.885,5 (límite superior). En la Tabla 13 se presenta la biomasa del stock de langostino colorado, por caladero, destacando el Foco 6 con cerca de 51,5% de la biomasa total en el área de estudio.

Tabla 13. Biomasa (toneladas) promedio, desviación estándar e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) por foco de abundancia entre la II y IV Región.

Foco	Biomasa (tons)			
	Estimada	D.E.	LI	LS
1	227,3	35,6	224,0	229,7
2	235,2	49,3	231,9	238,5
3	300,1	49,6	296,8	303,4
4	1.228,5	48,9	1.225,2	1.231,9
5	481,7	77,4	477,5	485,9
6	9.181,9	180,8	9.175,3	9.188,6
7	750,6	79,4	746,3	754,9
8	696,2	104,7	691,3	701,1
9	1.415,5	156,0	1.409,5	1.421,5
10	611,3	34,7	608,5	614,1
11	2.024,6	300,8	2.019,8	2.029,4
12	128,4	21,6	127,1	129,7
13	458,3	36,1	456,6	459,9
14	95,3	19,9	94,0	96,5
Total	17.834,9	1.194,5	17.784,4	17.885,5

5.3.3. ESTIMADOR DE LA DISTRIBUCIÓN DELTA

La distribución de frecuencias de la captura por unidad de área (cpua), en el caso de ZAG-1, se mostró aproximadamente log-normal, luego la distribución de la cpua log-transformada ($\ln(\text{cpua})$), es aproximadamente normal (Fig. 6), con lo que se valida el uso de la Distribución Delta como un estimador de la densidad media (Penington, 1983, 1986). Sin embargo, en el caso de la ZAG-2, la distribución de probabilidad de $\ln(\text{cpua})$ es altamente sesgada, por lo que no se puede aplicar los criterios que sustentan el uso de la distribución Delta (Fig. 7) (Syrjala, 2000). No obstante, lo anterior, en la Tabla 14 se muestra los resultados de la estimación de la densidad poblacional media para ambas zonas de estudio.

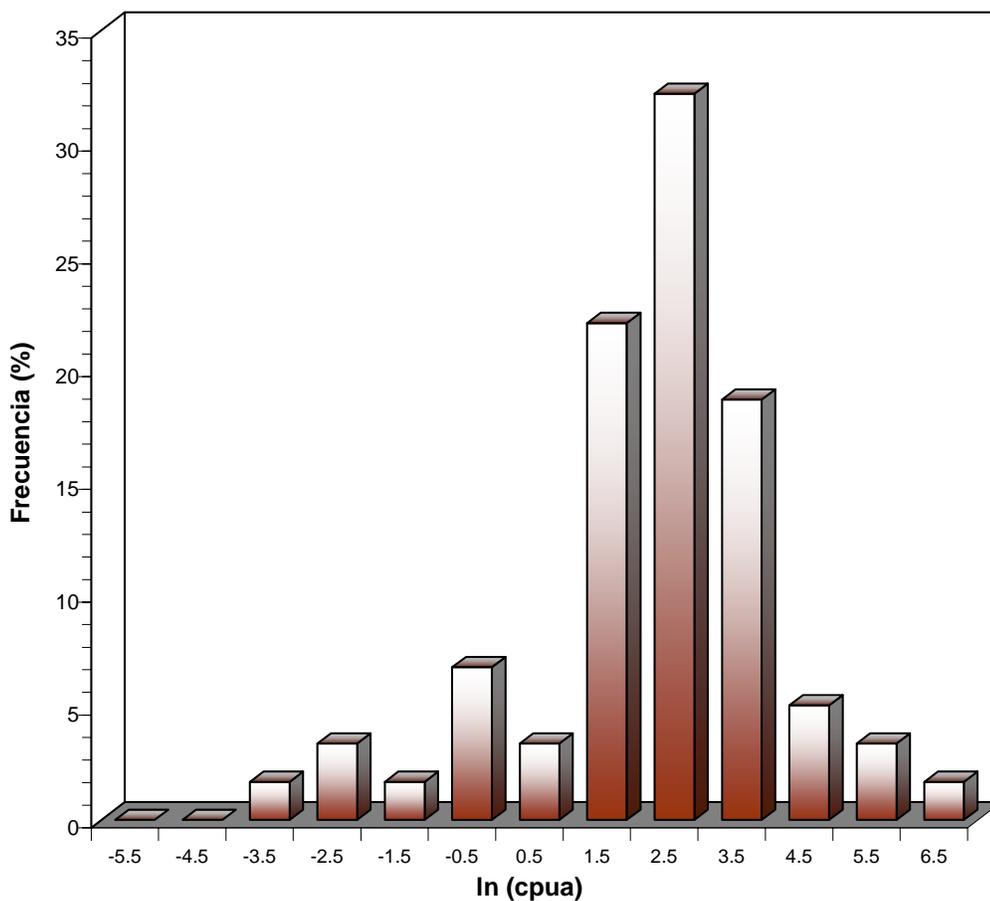


Fig. 6. Distribución de frecuencias del logaritmo de la captura por unidad de área ($\ln(\text{cpua})$) de langostino colorado en la ZAG-1.

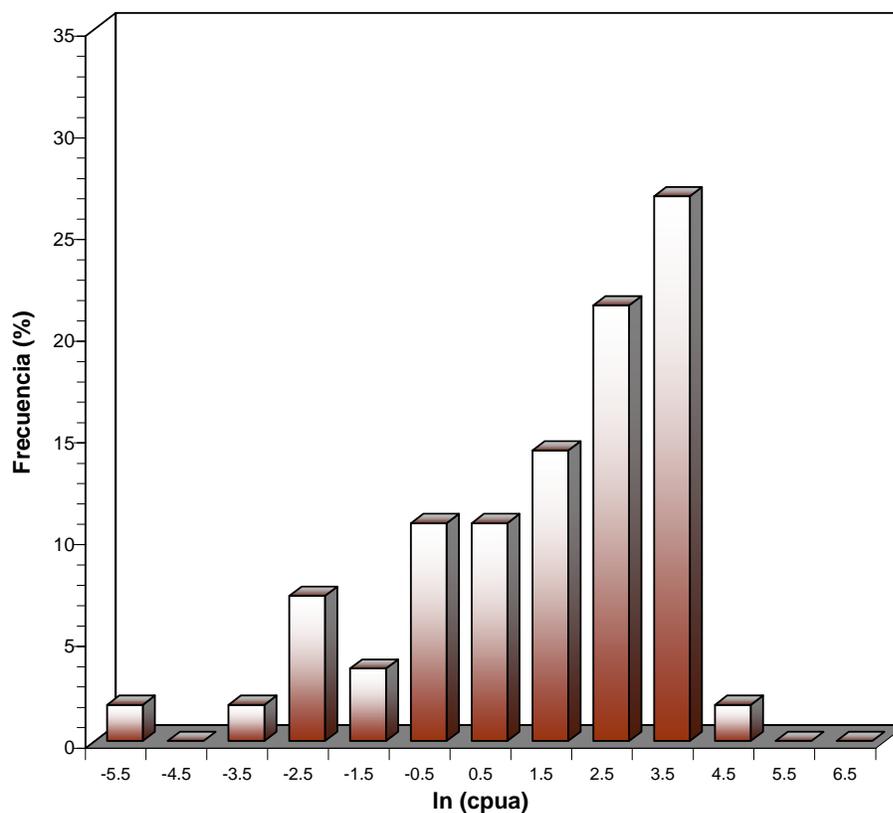


Fig. 7. Distribución de frecuencias del logaritmo de la captura por unidad de área (ln(cpua)) de langostino colorado en la ZAG-2.

Tabla 14. Estimador de la densidad poblacional (ton/mn²) la Distribución Delta.

Zona	ln(cpua)		Densidad (ton/km ²)	
	Prom.	D.E.	Media	Var(D)
ZAG-1	2,079	1,840	14,053	25,728
ZAG-2	1,383	2,214	22,389	106,467
Total	1,740	2,052	18,334	35,106

Tomando en consideración los antecedentes anteriores, en este estudio no se ha utilizado el estimador de la distribución Delta para calcular la biomasa de langostino colorado por caladero, en la zona de estudio.

5.3.4. ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA TOTAL EN ESTRATEGIA DE MUESTREO ESTRATIFICADO

La biomasa se estimó separadamente para cada uno de los estratos definidos en el plan de muestreo inicial, considerando sólo aquellos estratos en los que al menos uno de los cuatro lances realizados resultó positivo. Hubo dos estimaciones independientes, aquella para todos los estratos en los que hubo resultados positivos de captura y otro para aquellos estratos en los que la captura superó los 50 kg por lance. Dado que esta estrategia de muestreo estuvo dirigida esencialmente a la zona de los caladeros, la estimación sólo considera como área de abundancia la correspondiente a los caladeros previamente definidos.

Para la estimación de la biomasa, se determinó el área barrida en función del APA, la velocidad y el tiempo de arrastre, con este valor se extrapola la captura para obtener una estimación de la biomasa promedio por km². Para la determinación del área de abundancia; es decir del área de cada estrato, se consideró que en promedio sólo un tercio de los lances realizados al interior de cada estrato resultó positivo, por lo que no correspondía asumir que la muestra extraída en un punto de grilla específico era representativo de todos los puntos de la grilla pertenecientes al estrato. Se asumió por tanto que sólo un tercio de la superficie del estrato poseía la abundancia detectada en la muestra, lo que constituye una estimación conservadora de la biomasa.

La estimación de la biomasa se realizó separadamente por región, y dentro de cada región, independientemente para las zonas fuera y dentro de las 5 millas, esta última correspondiente al área de reserva de la pesca artesanal (ARPA) (Tabla 15).

Tabla 15. Estimación total de la biomasa según estrategia de muestreo estratificado por región y zona dentro y fuera del ARPA.

REGION	BIOMASA (ton)	Dentro 5 mn	Fuera 5 mn
II	2.518,3923	429,218	2.089,1743
III	11.254,1075	2.057,539	9.196,5685
IV	3.664,5577	2.477,651	1.186,9067
TOTAL	17.437,058	4.964,408	12.472,650

5.3.4.1. LÍMITES DE CONFIANZA DE LA ESTIMACIÓN.

Esta estimación se realizó separadamente considerando todos los lances, independientemente de la captura y los lances con pesca superior a 50 kg por lance, según se muestra en la Tabla 16.

La estimación de la varianza se realizó separadamente de la estimación total, pues dado el alto porcentaje de estratos en los que sólo una de las muestras resultó con captura positiva, resultó imposible estimar la varianza por estratos. Por lo tanto, la varianza de la estimación total de la biomasa se realizó a partir de la varianza de la media de la captura por estrato, lo que en general proporciona un estimador menos conservador de la varianza, dado que el objetivo de la estratificación es precisamente reducir la varianza del estimador global de la biomasa. Para este efecto se utilizaron las siguientes expresiones:

La biomasa total \hat{Y} se obtiene a partir de la expresión

$$\hat{Y} = N \bar{y},$$

En que N representa un tercio (por las razones antes explicadas) del área total de los estratos planificados originalmente y en los que al menos uno de los lances resultó positivo e \bar{y} representa la captura promedio por km² y estrato.

El estimador de la varianza del total es entonces de la forma

$$S^2(\hat{Y}) = N(N-n) \frac{S^2}{n}.$$

Con n el área de los estratos efectivamente muestreados y con resultados positivos en la captura.

De acuerdo con las expresiones anteriores, se obtuvieron intervalos confianza del (1-2 α)100% mediante la expresión

$$N \bar{y} \pm t_{1-\alpha/2} \sqrt{N(N-n) \frac{S^2}{n}}$$

el error de estimación es por tanto de la forma

$$t_{1-\alpha/2} \sqrt{N(N-n) \frac{S^2}{n}}$$

Tabla 16. Estimación total de la biomasa (ton), incluyendo límites de confianza.

	Todas las muestras	Sup. a 50 kg/Lance
Area (km²)	1.275,92	228,00
Varianza del Total	7.297.819,69	3.915.331,84
Desv. Std. Total	2.701,45	1.978,72
Biomasa Total (tons)	17.437,02	16.204,43
Límite Inferior (95% conf.)	12.326,14	12.326,14
Límite Superior (95% conf.)	22.731,85	20.082,72

5.3.5. ABUNDANCIA Y BIOMASA A LA TALLA

5.3.5.1. BIOMASAS A LA TALLA

5.3.5.1.1. COMPOSICIÓN DE TAMAÑOS

La composición de tamaños de los machos de langostino colorado por caladero se muestra en las Figuras 8 a 11. Al respecto, en los caladeros ubicados al norte de los 28° S, la estructura de tallas muestra un predominio de ejemplares menores a 30 mm LC (Caladeros 1 a 10). En cambio, en los caladeros al sur de la referencia antes dada (Caladeros 11 a 14), la composición de tamaños se encuentra centrada alrededor de 30 mm LC comportándose aproximadamente normal en esa clase de tamaño. En el caso de las hembras, la situación anterior se acentúa, encontrándose que prácticamente en todos los caladeros al norte de 28° S, la composición de tamaño presenta predominio de ejemplares menores a 30 mm LC (Figs. 12 a 15).

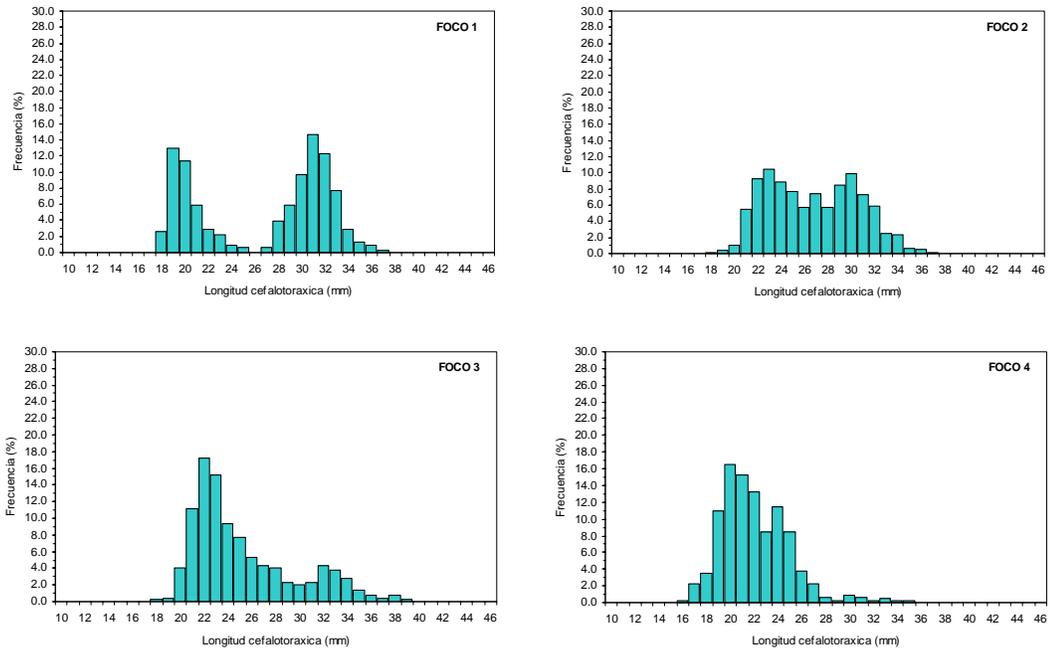


Fig. 8. Distribución de frecuencias de tamaño de machos de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*). Caladeros 1 a 4.

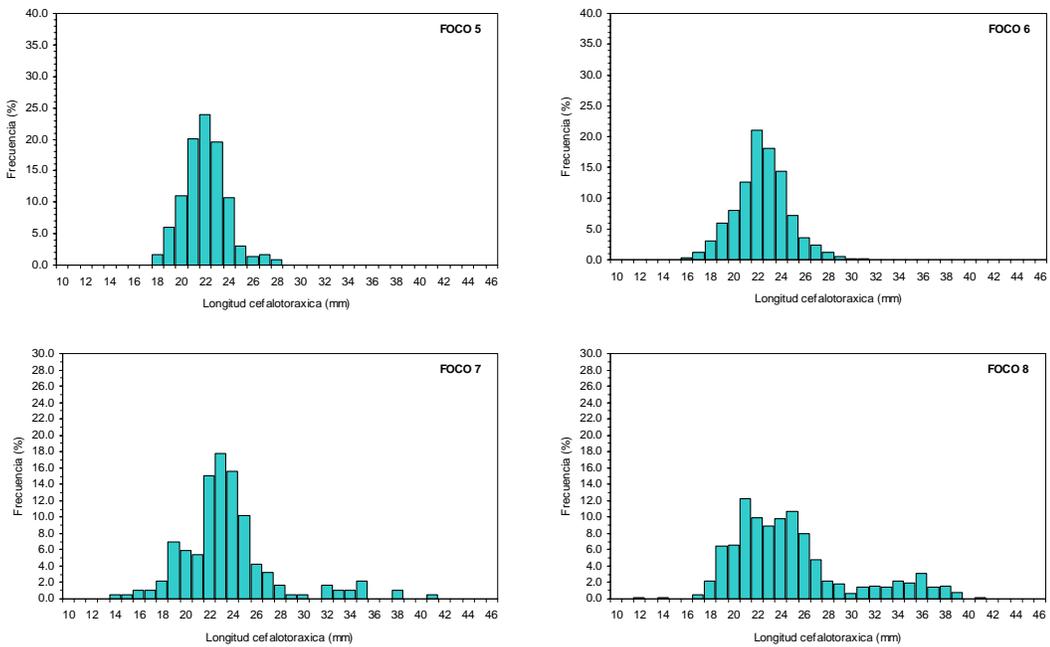


Fig. 9. Distribución de frecuencias de tamaño de machos de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*). Caladeros 5 a 8.

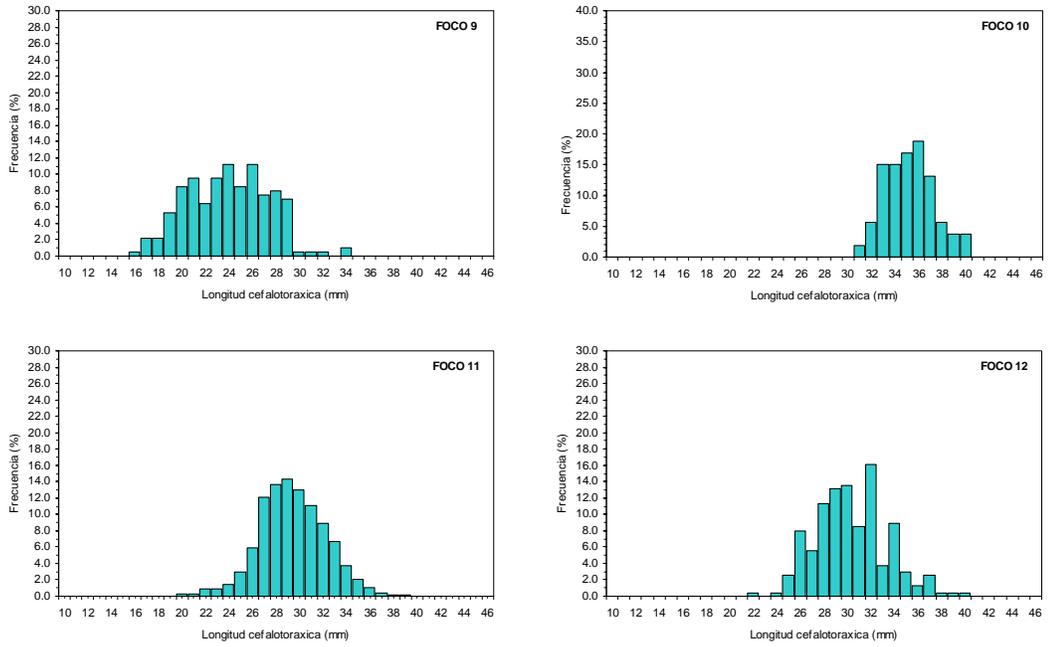


Fig. 10. Distribución de frecuencias de tamaño de machos de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*). Caladeros 9 a 12.

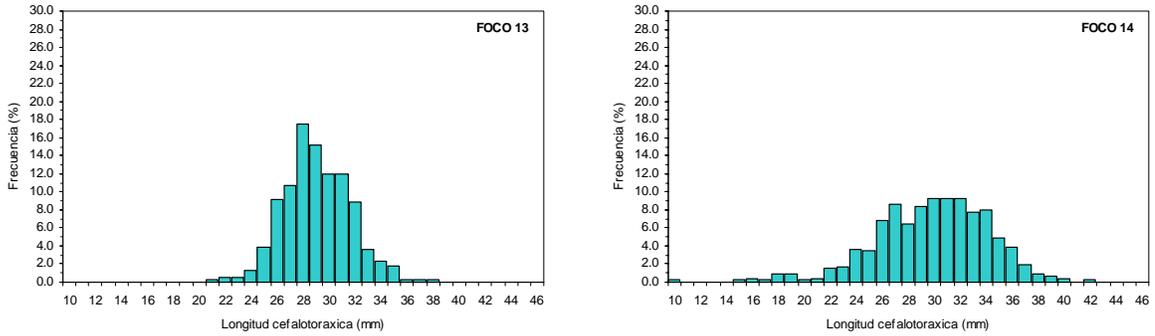


Fig. 11. Distribución de frecuencias de tamaño de machos de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*). Caladeros 13 y 14.

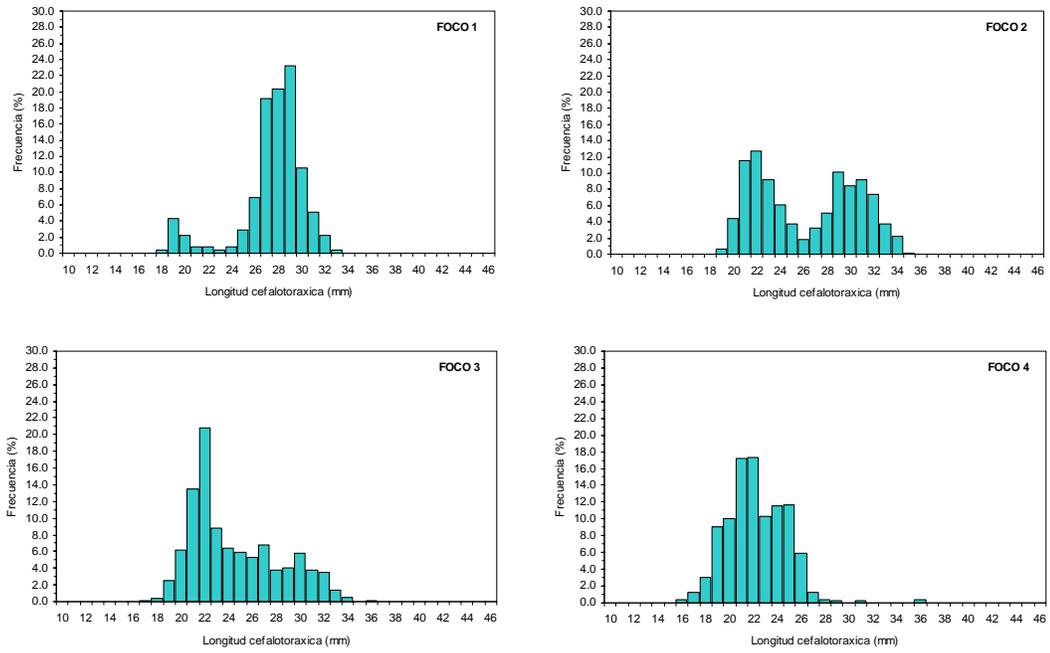


Fig. 12. Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*). Caladeros 1 a 4.

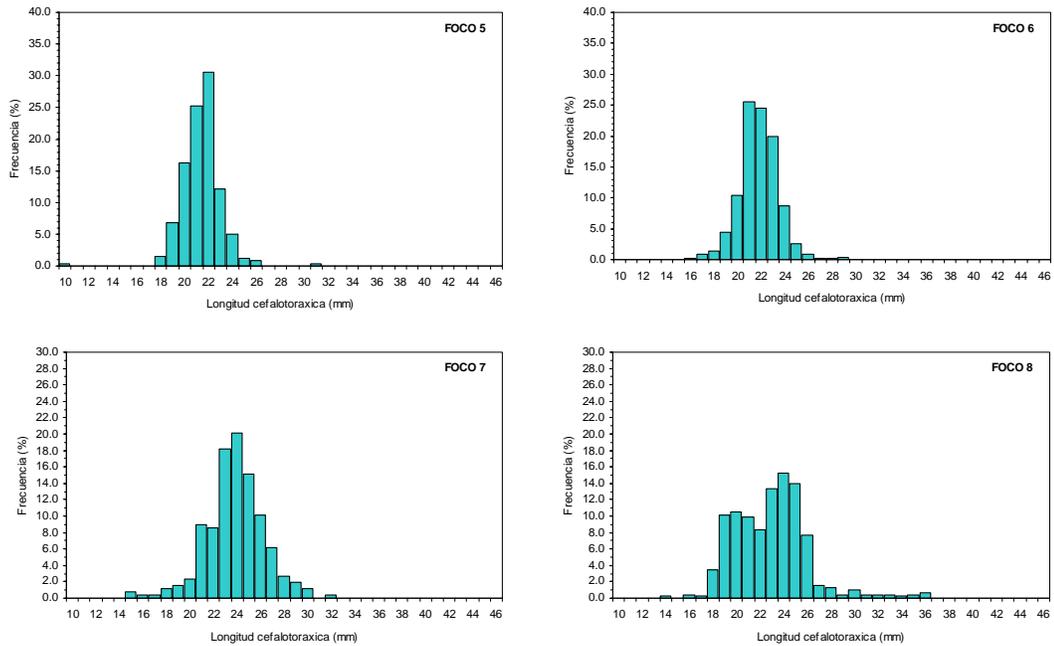


Fig. 13. Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*). Caladeros 5 a 8.

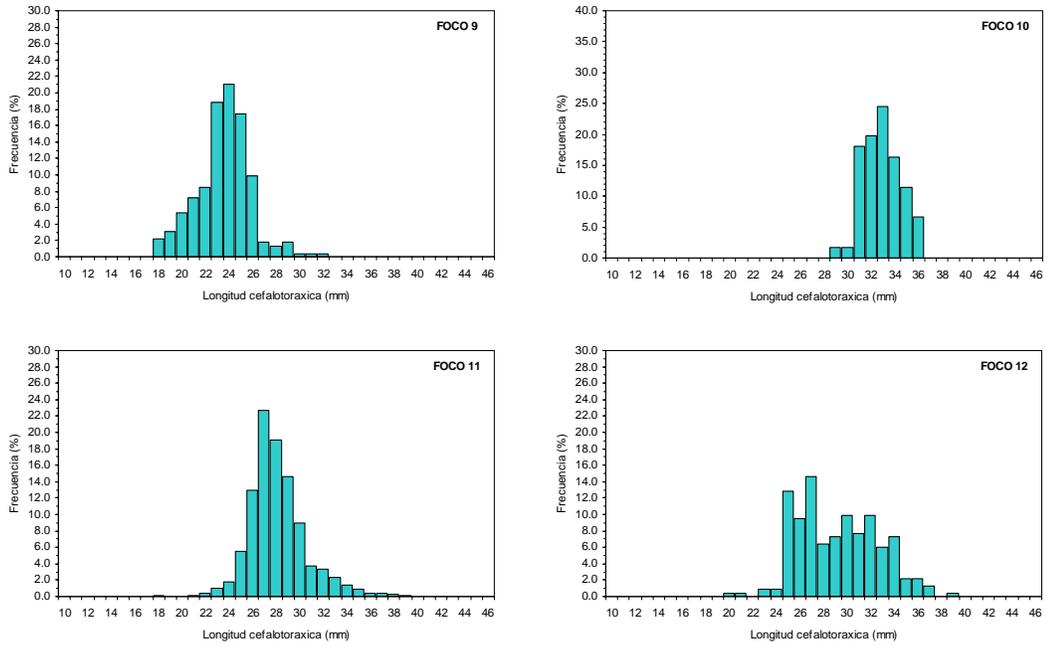


Fig. 14. Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*). Caladeros 9 a 12.

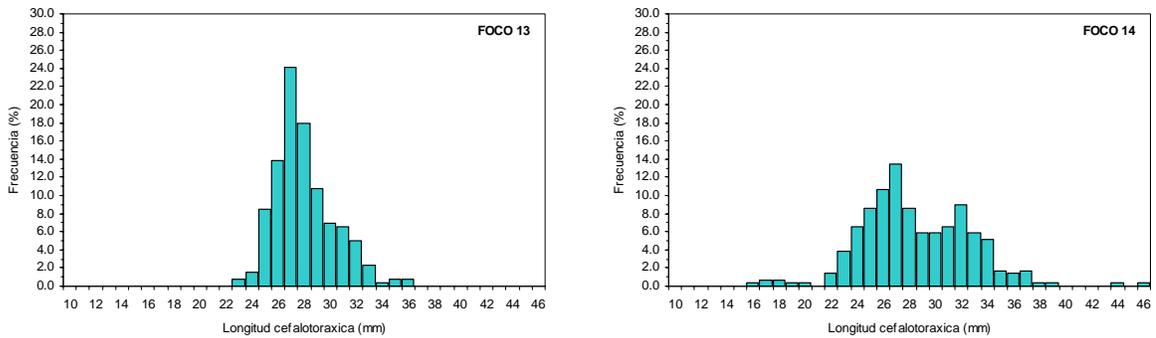


Fig. 15. Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*). Caladeros 13 y 14.

En la Figura 16 se resume el porcentaje de ejemplares que supera la talla de 27 mm LC en los 14 caladeros detectados entre la II y IV Región.

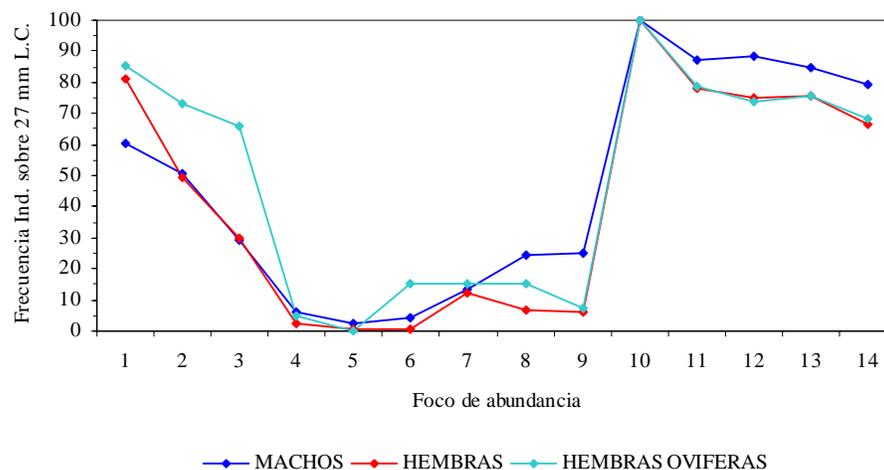


Fig. 16. Proporción de individuos sobre la talla comercial (27 mm L.C.) analizados por sexo, condición reproductiva y foco de abundancia.

El porcentaje de ejemplares capturados sobre la talla comercial (27 mm), se resumen en la Tabla 17. Los focos 1-3, ubicados en la II Región, presentan proporciones de individuos “comerciales” sobre el 29 % de la captura; luego, en los focos 4-9 (III Región) se observa una brusca caída de las proporciones, no superando el 24% de la captura total. En los focos ubicados en el límite de la III Región y en la IV Región (10-14) se observa un aumento considerable de la proporción, encontrándose valores entre un 66,5-100 % de la captura total (Fig. 17-24).

Tabla 17. Proporción de individuos sobre la talla comercial (27 mm L.C.) analizados por foco de abundancia.

FOCO	MACHOS	HEMBRAS	HEMBRAS OVIFERAS
1	60,39	80,80	85,29
2	50,81	49,69	73,37
3	29,41	29,86	65,65
4	5,82	2,42	4,62
5	2,56	0,38	0,00
6	4,13	0,75	15,00
7	13,44	12,40	15,31
8	24,62	6,85	15,52
9	25,00	6,28	7,33
10	100,00	100,00	100,00
11	87,38	78,18	78,61
12	88,61	75,11	73,49
13	84,52	75,48	75,77
14	79,44	66,55	68,23

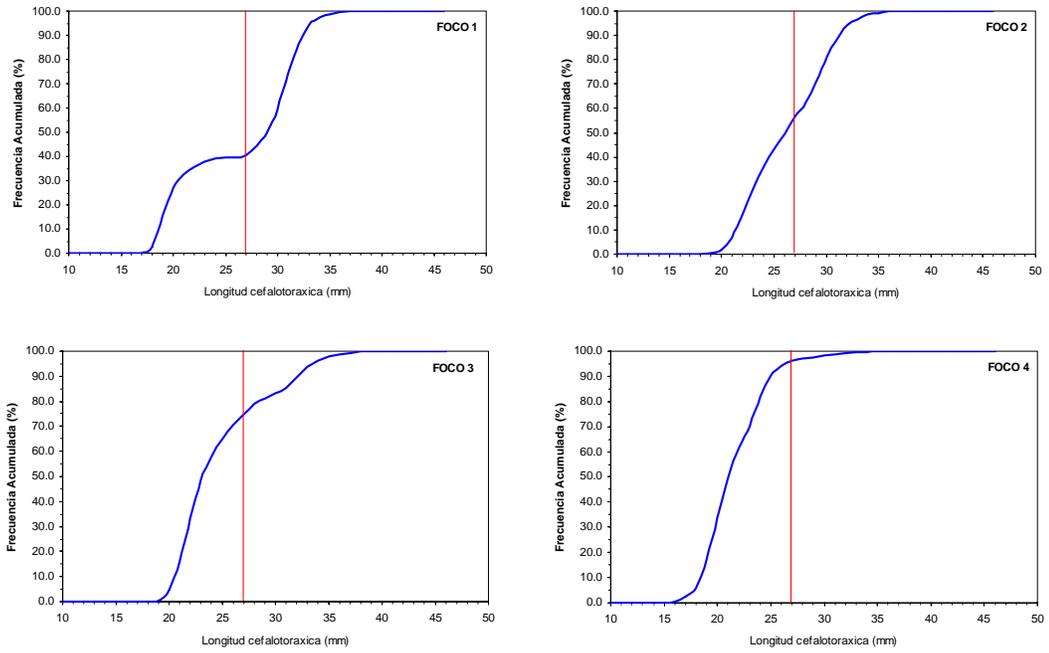


Fig. 17. Distribución de frecuencias de tamaño acumulada de machos de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*). Caladeros 1 a 4.

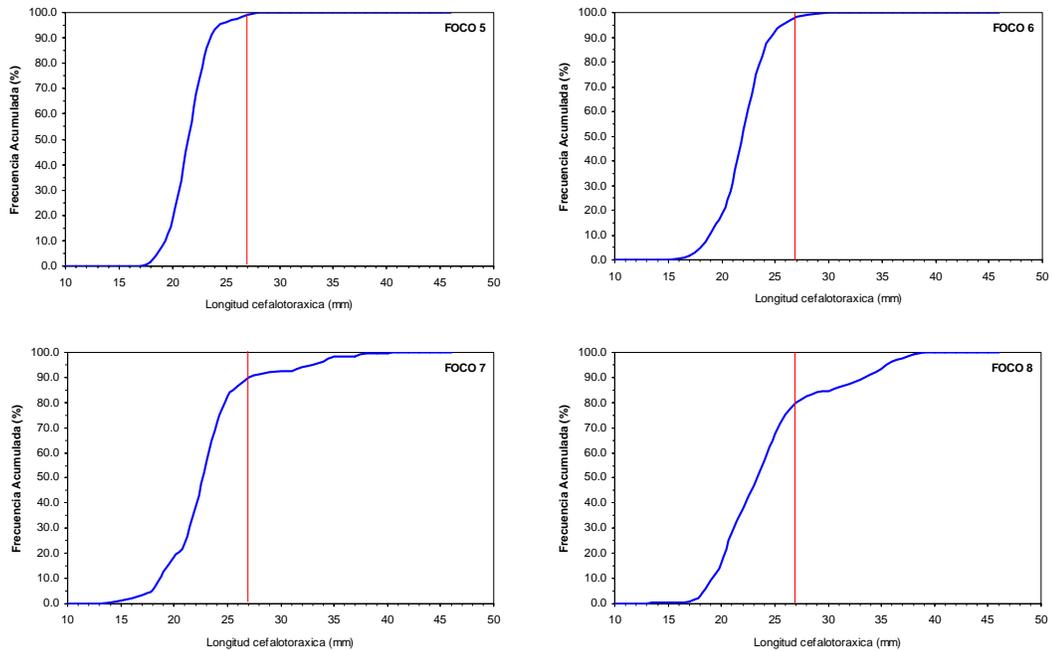


Fig. 18. Distribución de frecuencias de tamaño acumulada de machos de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*). Caladeros 5 a 8.

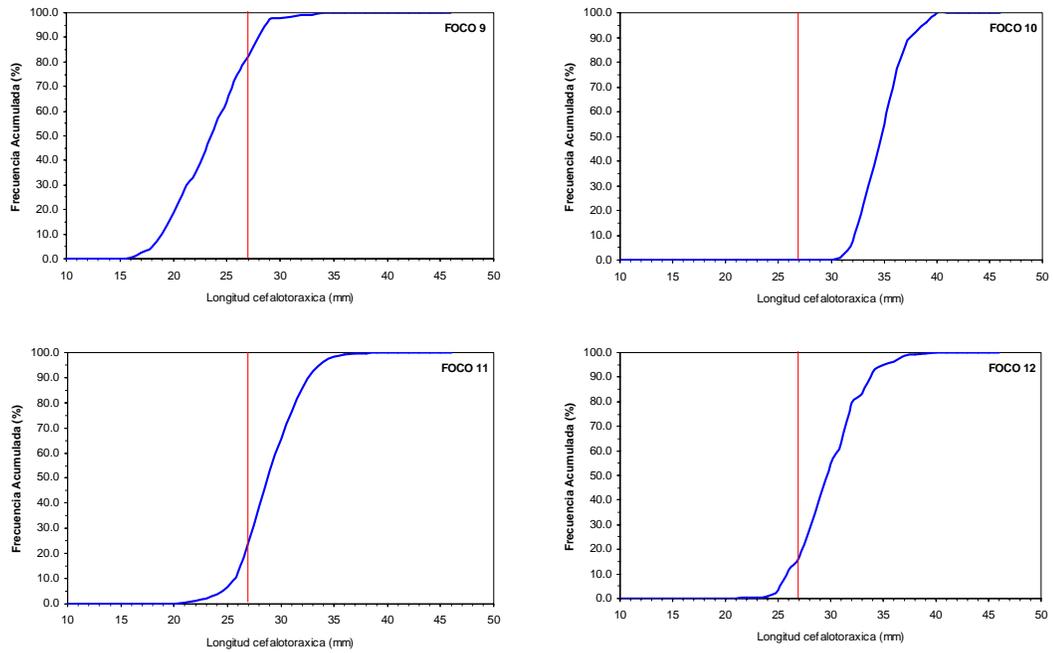


Fig. 19. Distribución de frecuencias de tamaño acumulada de machos de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*). Caladeros 9 a 12.

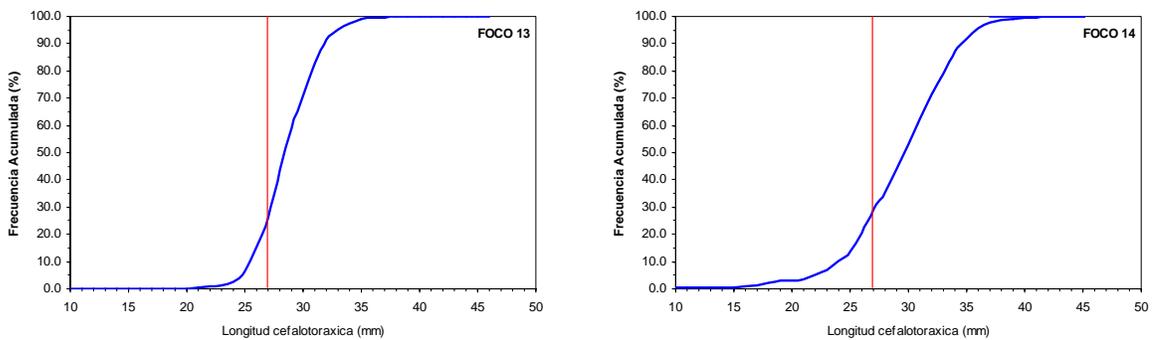


Fig. 20. Distribución de frecuencias de tamaño acumulada de machos de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*). Caladeros 13 y 14.

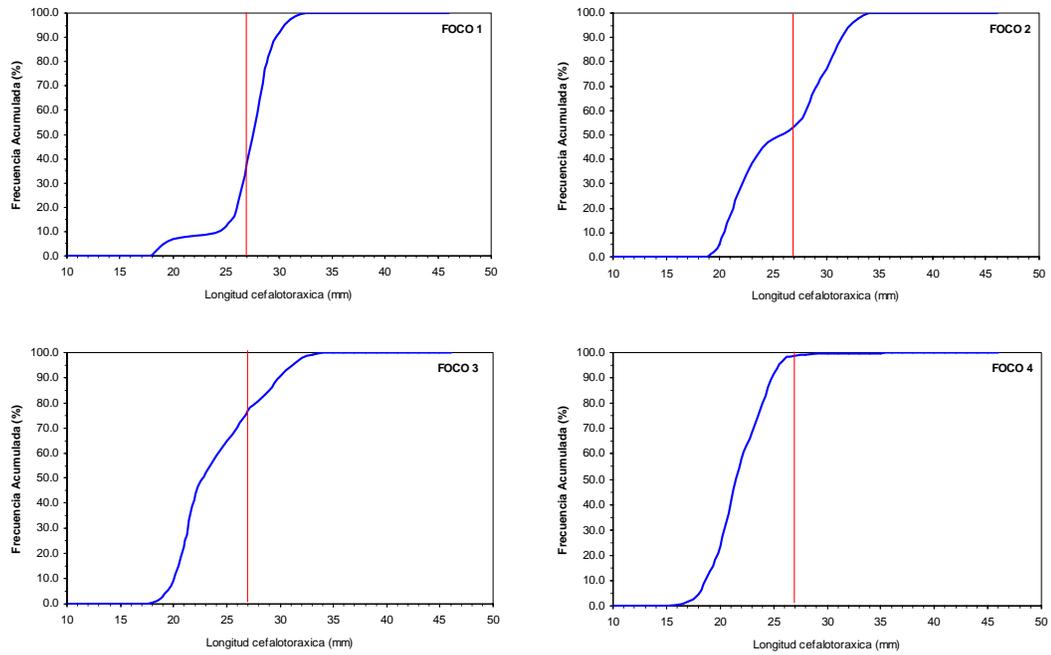


Fig. 21. Distribución de frecuencias de tamaño acumulada de hembras de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*). Caladeros 1 a 4.

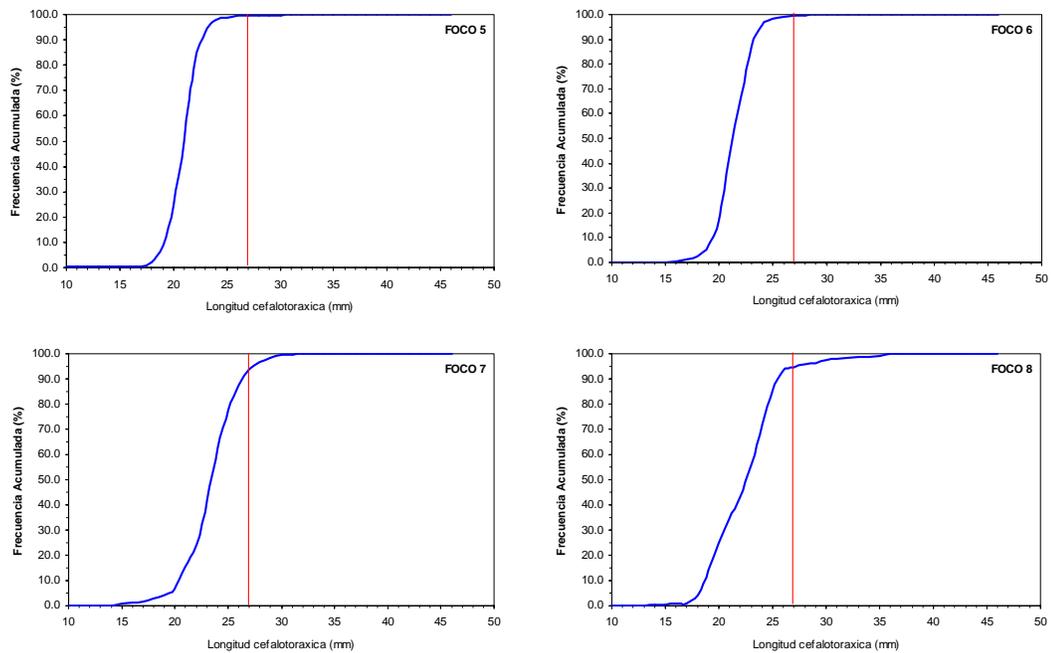


Fig. 22. Distribución de frecuencias de tamaño acumulada de hembras de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*). Caladeros 5 a 8.

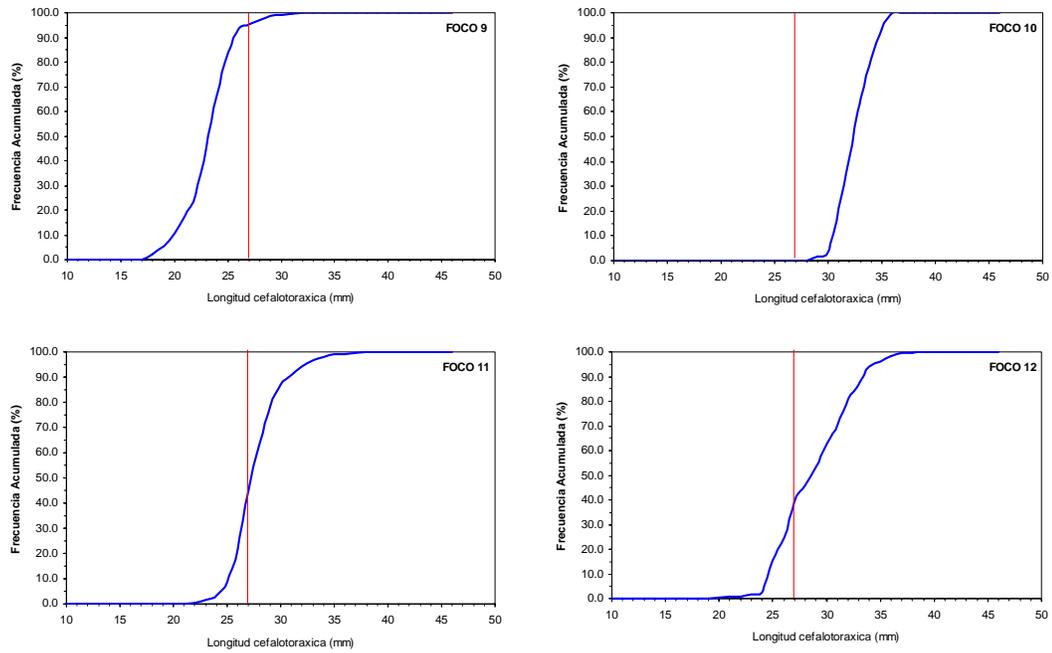


Fig. 23. Distribución de frecuencias de tamaño acumulada de hembras de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*). Caladeros 9 a 12.

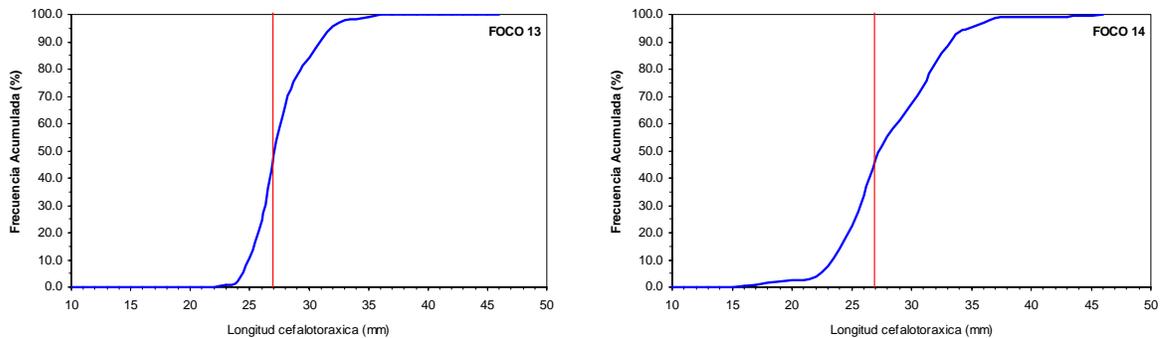


Fig. 24. Distribución de frecuencias de tamaño acumulada de hembras de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*). Caladeros 13 y 14.

El rango de tallas de langostino colorado detectado en toda el área de estudio correspondió a 10 - 49 mm LC, mientras los rangos observados en las tres regiones muestreadas corresponden a 16 - 39 mm LC en la II Región, 10 - 42 mm LC en la III Región y 10 - 49 mm LC en la IV Región. Las frecuencias de tallas de las tres regiones, muestran que la mayor talla al 50% de la distribución se encuentra en la IV región y la menor en la III Región.

Por sexo, en la Segunda y Tercera Región, la composición de tamaños de los machos se presentó bimodal, con moda principal alrededor de 22,5 mm LC en ambos casos, y moda secundaria alrededor de 31,5 mm LCT en la Región II y 35,5 mm LC en la Región III, respectivamente (Figs. 25 y 26). En la Cuarta Región, la composición de tamaños de los machos se presentó unimodal, con moda alrededor de 29,5 mm LC (Fig. 27).

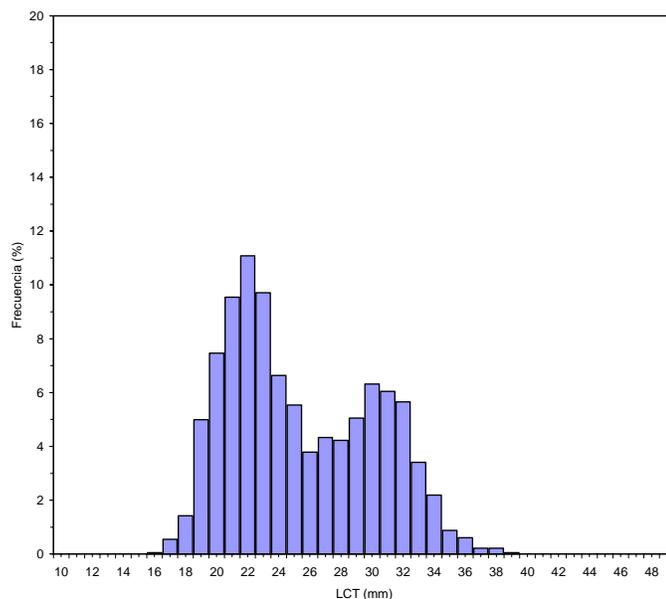


Fig. 25. Distribución de frecuencias de tamaño de machos de langostino colorado (*P. monodon*) en la segunda Región.

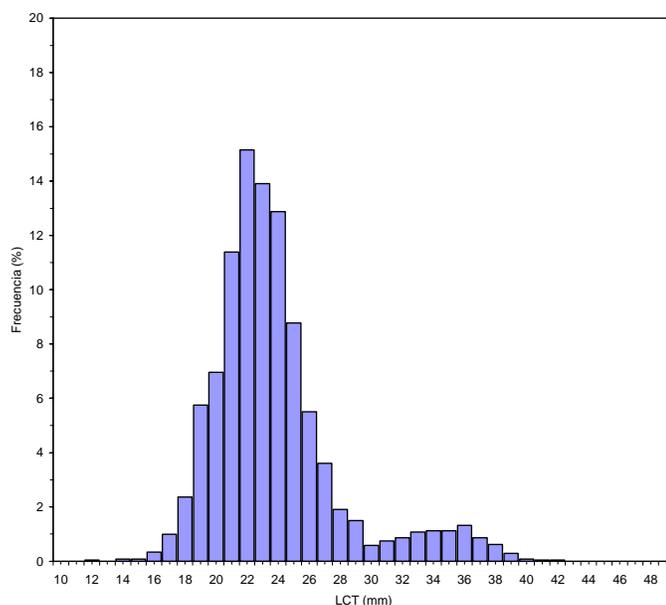


Fig. 26. Distribución de frecuencias de tamaño de machos de langostino colorado (*P. monodon*) en la Tercera Región.

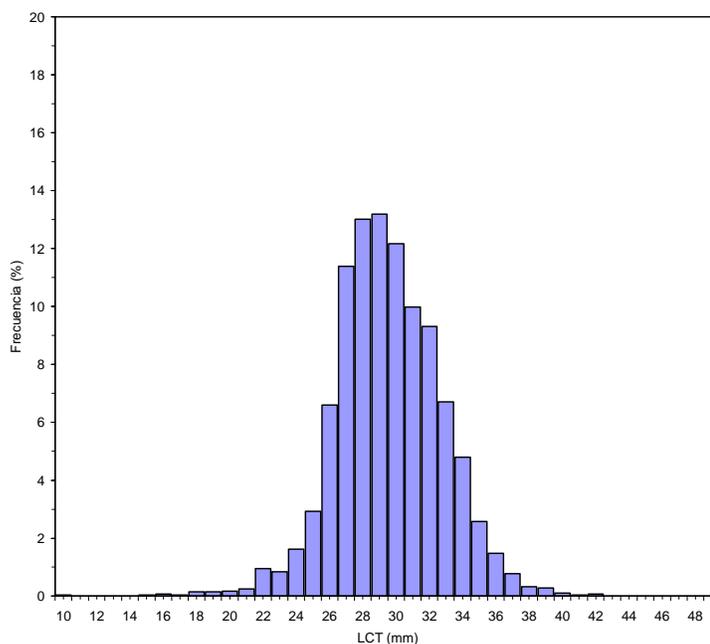


Fig. 27. Distribución de frecuencias de tamaño de machos de langostino colorado (*P. monodon*) en la Cuarta Región.

En las hembras, de la Segunda Región, la composición de tamaños fue bimodal, con moda principal en 22,5 mm LC y moda secundaria alrededor de 29,5 mm LC, respectivamente (Fig. 28). En cambio, en la Tercera y Cuarta Región, la composición de tamaños se presentó unimodal, con moda alrededor de 22,5 mm LCT y 27,5 mm LCT, respectivamente (Figs. 29 y 30).

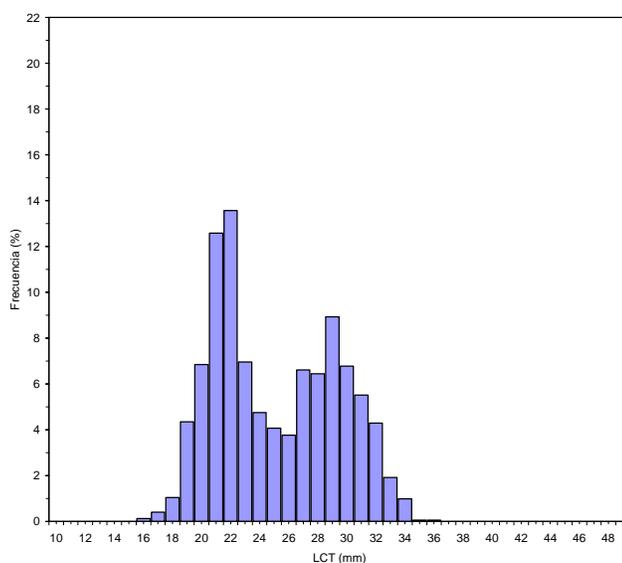


Fig. 28. Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de langostino colorado (*P. monodon*) en la Segunda Región.

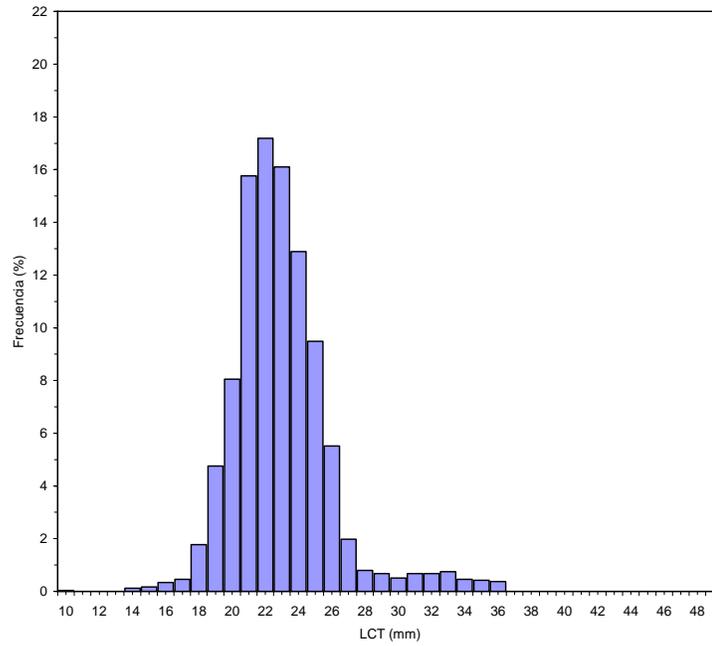


Fig. 29. Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de langostino colorado (*P. monodon*) en la Tercera Región.

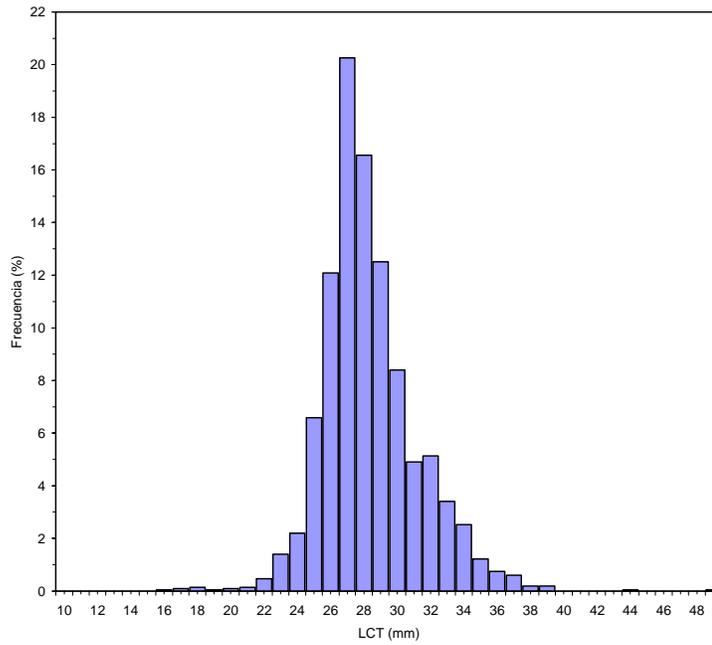


Fig. 30. Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de langostino colorado (*P. monodon*) en la Cuarta Región.

5.3.5.1.2. RELACIÓN TALLA-PESO

La relación talla-peso de langostino colorado se estimó, para cada caladero, mediante Mínimos Cuadrados No Lineales, por lo tanto, la medida de bondad de ajuste se expresa como la suma de cuadrados residuales (SCR). Los parámetros de la relación talla-peso para ambos sexos en conjunto por caladero y total se entregan en la Tabla 18.

Con la composición de tamaños por sexo para cada caladero y por región, tomando en cuenta la estimación de los parámetros de la relación talla-peso para cada caso, se calculó la biomasa (toneladas) y abundancia (número de ejemplares) por estrato de longitud, los que se entregan en el Anexo 4.

Tabla 18. Parámetros de la relación talla-peso de langostino colorado (*P. monodon*, ambos sexos) por caladero y total. SCR = suma de cuadrados residuales.

Foco	Parámetro			
	a	b	SCR	n
1	$6,190 \times 10^{-4}$	2,906	386,9	255
2	$7,789 \times 10^{-4}$	2,839	328,0	255
3	$2,038 \times 10^{-4}$	3,210	491,1	254
4	$3,859 \times 10^{-4}$	3,035	341,5	253
5	$2,956 \times 10^{-5}$	3,785	83,8	199
6	$1,138 \times 10^{-3}$	2,679	46,5	151
7	$6,912 \times 10^{-5}$	3,589	229,4	151
8	$2,760 \times 10^{-4}$	3,138	730,3	265
9	$8,168 \times 10^{-5}$	3,537	8,9	51
10	$7,344 \times 10^{-4}$	2,876	639,2	288
11	$7,900 \times 10^{-4}$	2,873	5.572,2	1.306
12	$6,859 \times 10^{-4}$	2,933	666,4	194
13	$4,097 \times 10^{-4}$	3,043	446,0	102
14	$5,870 \times 10^{-4}$	3,001	2.739,7	569
Total	$2,809 \times 10^{-4}$	3,171	22.237,0	4.446

5.4. OBJETIVO ESPECIFICO 3

Determinar la proporción sexual y de hembras ovadas de langostino colorado en el área de estudio y en los principales focos de abundancia.

5.4.1. PROPORCIÓN SEXUAL POR REGIÓN

En la Tabla 19 se muestran los porcentajes de los ejemplares medidos por región y sexo, donde se observa que los machos predominan en todas las regiones, siendo mayor esto en la IV región donde el porcentaje de machos supera el 57,0 %.

Tabla 19. Proporción sexual (%) de los ejemplares de langostino colorado medidos en el muestreo de frecuencia de tallas por región.

SEXO	REGIONES			TOTAL
	II	III	IV	
MACHOS	51,20	50,45	57,24	53,35
HEMRAS	48,80	49,55	42,76	46,65
TOTAL	100	100	100	

5.4.2. PROPORCIÓN SEXUAL A LA TALLA

La proporción sexual a la talla del langostino colorado en la II Región muestra una alternancia entre machos y hembras siendo éstos más abundantes a tallas pequeñas y grandes, tanto dentro como fuera del ARPA (Tabla 20)

Tabla 20. Proporción sexual a la talla en langostino colorado, en la II Región.

RANGO	DENTRO DEL ARPA			FUERA DEL ARPA		
	MC	HE	TOTAL	MC	HE	TOTAL
16				33,33	66,67	100
17				58,82	41,18	100
18	90,00	10,00	100	50,00	50,00	100
19	72,88	27,12	100	44,86	55,14	100
20	55,84	44,16	100	52,54	47,46	100
21	43,70	56,30	100	44,92	55,08	100
22	48,45	51,55	100	45,09	54,91	100
23	58,62	41,38	100	60,53	39,47	100
24	61,82	38,18	100	55,79	44,21	100
25	61,46	38,54	100	51,81	48,19	100
26	50,60	49,40	100	41,54	58,46	100
27	41,22	58,78	100	34,67	65,33	100
28	43,24	56,76	100	37,50	62,50	100
29	45,03	54,97	100	28,43	71,57	100
30	56,29	43,71	100	39,08	60,92	100
31	48,65	51,35	100	60,82	39,18	100
32	47,13	52,87	100	69,89	30,11	100
33	51,02	48,98	100	81,13	18,87	100
34	57,58	42,42	100	87,50	12,50	100
35	88,89	11,11	100	100,00	0,00	100
36	100,00	0,00	100	85,71	14,29	100
37	100,00	0,00	100	100,00	0,00	100
38				100,00	0,00	100
39				100,00	0,00	100

La proporción sexual a la talla del langostino colorado en la III Región muestra una alternancia entre machos y hembras al igual que en la II Región, siendo éstos más abundantes a tallas pequeñas y grandes, tanto dentro como fuera del ARPA (Tabla 21)

Tabla 21. Proporción sexual a la talla en langostino colorado, en la III Región.

RANGO	DENTRO DEL ARPA			FUERA DEL ARPA		
	MC	HE	TOTAL	MC	HE	TOTAL
10				0,00	100,00	100
11						
12	100,00	0,00	100			
13						
14	33,33	66,67	100	50,00	50,00	100
15	33,33	66,67	100			
16	45,45	54,55	100	60,00	40,00	100
17	65,22	34,78	100	75,00	25,00	100
18	51,85	48,15	100	63,04	36,96	100
19	55,74	44,26	100	54,62	45,38	100
20	53,57	46,43	100	40,91	59,09	100
21	47,33	52,67	100	38,36	61,64	100
22	54,74	45,26	100	42,80	57,20	100
23	48,15	51,85	100	45,83	54,17	100
24	46,58	53,42	100	52,85	47,15	100
25	36,54	63,46	100	55,60	44,40	100
26	34,69	65,31	100	64,29	35,71	100
27	48,98	51,02	100	86,11	13,89	100
28	40,00	60,00	100	86,05	13,95	100
29	58,82	41,18	100	75,00	25,00	100
30	46,15	53,85	100	66,67	33,33	100
31	84,62	15,38	100	50,00	50,00	100
32	87,50	12,50	100	33,33	66,67	100
33	91,67	8,33	100	50,00	50,00	100
34	100,00	0,00	100	75,00	25,00	100
35	90,00	10,00	100			
36	86,36	13,64	100	33,33	66,67	100
37	100,00	0,00	100			
38	100,00	0,00	100	100,00	0,00	100
39	100,00	0,00	100	100,00	0,00	100
40						
41	100,00	0,00	100			
42	100,00	0,00	100			

La proporción sexual a la talla del langostino colorado en la III Región muestra una alternancia entre machos y hembras al igual que en la II y III Región, siendo éstos más abundantes a tallas pequeñas y grandes, tanto dentro como fuera del ARPA (Tabla 22)

Tabla 22. Proporción sexual a la talla en langostino colorado, en la IV Región.

RANGO	DENTRO DEL ARPA			FUERA DEL ARPA		
	MC	HE	TOTAL	MC	HE	TOTAL
10	100,00	0,00	100			
11						
12						
13						
14						
15	100,00	0,00	100			
16	66,67	33,33	100			
17	33,33	66,67	100			
18	57,14	42,86	100			
19	75,00	25,00	100	100,00	0,00	100
20	60,00	40,00	100	100,00	0,00	100
21	57,14	42,86	100	100,00	0,00	100
22	78,13	21,88	100	50,00	50,00	100
23	49,09	50,91	100	0,00	100,00	100
24	51,95	48,05	100	42,31	57,69	100
25	37,25	62,75	100	40,38	59,62	100
26	42,60	57,40	100	42,86	57,14	100
27	44,62	55,38	100	32,73	67,27	100
28	60,42	39,58	100	31,78	68,22	100
29	69,04	30,96	100	41,67	58,33	100
30	74,78	25,22	100	53,57	46,43	100
31	75,00	25,00	100	69,18	30,82	100
32	71,80	28,20	100	67,33	32,67	100
33	68,42	31,58	100	70,69	29,31	100
34	66,42	33,58	100	76,25	23,75	100
35	75,32	24,68	100	68,18	31,82	100
36	69,39	30,61	100	79,17	20,83	100
37	74,07	25,93	100	62,50	37,50	100
38	90,91	9,09	100	25,00	75,00	100
39	66,67	33,33	100	75,00	25,00	100
40	100,00	0,00	100			
41				100,00	0,00	100
42	100,00	0,00	100	100,00	0,00	100
43						
44	0,00	100,00	100			
45						
46						
47						
48						
49	0,00	100,00	100			
50						

5.4.3. PROPORCIÓN SEXUAL POR FOCO DE ABUNDANCIA.

En la Tabla 23 se muestra la proporción sexual de langostino colorado estimada por foco de abundancia. Se aprecia una leve tendencia latitudinal en el aumento del porcentaje de machos, observándose en términos globales un predominio de machos (Fig. 31). En relación a las hembras, se observa una menor abundancia en los focos ubicados en la III región, a diferencia de los ubicados en la II y IV Regiones.

Tabla 23. Proporción sexual en langostino colorado, por foco de abundancia.

FOCO	MACHOS			HEMBRAS		
	N	P(i)	Var.	N	P(i)	Var.
Foco 1	308	0,527	0,00081	276	0,473	0,00090
Foco 2	744	0,538	0,00033	638	0,462	0,00039
Foco 3	493	0,457	0,00050	586	0,543	0,00042
Foco 4	447	0,474	0,00056	496	0,526	0,00050
Foco 5	234	0,469	0,00106	265	0,531	0,00094
Foco 6	896	0,527	0,00028	805	0,473	0,00031
Foco 7	186	0,419	0,00131	258	0,581	0,00094
Foco 8	654	0,583	0,00037	467	0,417	0,00052
Foco 9	188	0,457	0,00132	223	0,543	0,00111
Foco 10	53	0,465	0,00469	61	0,535	0,00408
Foco 11	1941	0,567	0,00013	1480	0,433	0,00017
Foco 12	237	0,504	0,00105	233	0,496	0,00107
Foco 13	394	0,602	0,00061	261	0,398	0,00092
Foco 14	467	0,617	0,00051	290	0,383	0,00081

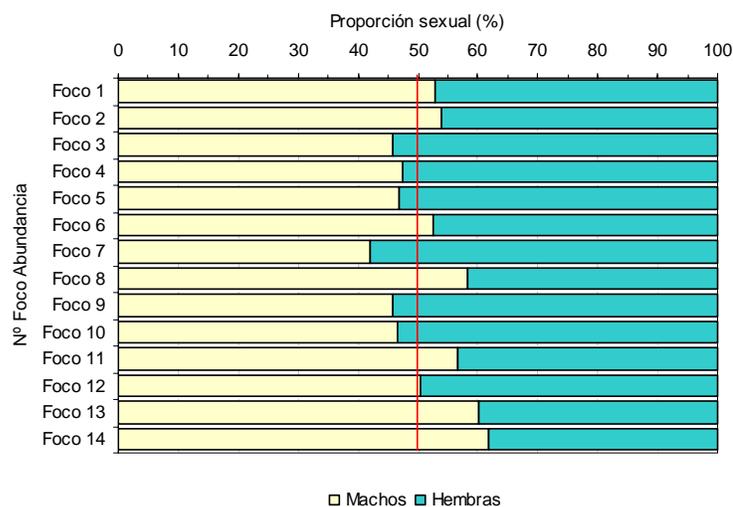


Fig. 31 Proporción sexual en langostino colorado, por foco de abundancia.

5.4.4. HEMBRAS OVADAS

En la Tabla 24 se muestran las proporciones de hembras ovíferas de langostino colorado por región. Se aprecia que en la II y IV regiones existe un mayor porcentaje de hembras ovíferas, superando en esta última el 93 %, lo que implica que no se observa un gradiente latitudinal en esta característica, como normalmente se ha observado, lo que puede estar dando cuenta de una actividad diferente en la III Región.

Tabla 24. Porcentaje de los ejemplares hembras de langostino colorado medidos en el muestreo de frecuencia de tallas por región. S/h: hembras sin huevos; c/h: hembras con huevos.

SEXO		REGIONES			TOTAL
		II	III	IV	
HEMBRAS S/H	N	838	1.693	144	2.675
	%	47,43	73,48	6,18	
HEMBRAS C/H	N	929	611	2.185	3.725
	%	52,57	26,52	93,82	
TOTAL	N	1767	2.304	2.329	6.400
	%	100	100	100	

Lo anterior puede observarse más claramente al realizar el análisis en relación a la condición reproductiva de las hembras por foco de abundancia. Los valores obtenidos de las muestras analizadas son entregados en la Tabla 25. Los focos 4, 5, 6 y 8 muestran una proporción de hembras ovíferas menor al 30%, a diferencia de los focos 9-14 en los cuales ocurre el caso inverso, alcanzando valores sobre el 80% (Fig. 32).

Tabla 25. Proporción sexual en langostino colorado, por foco de abundancia.

FOCO	OVÍFERAS			NO OVÍFERAS		
	N	P(i)	Var.	N	P(i)	Var.
Foco 1	204	0.739	0.00095	72	0.261	0.00268
Foco 2	413	0.647	0.00055	225	0.353	0.00101
Foco 3	262	0.447	0.00094	324	0.553	0.00076
Foco 4	130	0.262	0.00149	366	0.738	0.00053
Foco 5				265	1.000	0.00000
Foco 6	20	0.025	0.00121	785	0.975	0.00003
Foco 7	209	0.810	0.00074	49	0.190	0.00314
Foco 8	58	0.124	0.00188	409	0.876	0.00027
Foco 9	191	0.857	0.00064	32	0.143	0.00384
Foco 10	51	0.836	0.00269	10	0.164	0.01371
Foco 11	1379	0.932	0.00005	101	0.068	0.00063
Foco 12	215	0.923	0.00033	18	0.077	0.00396
Foco 13	260	0.996	0.00001	1	0.004	0.00382
Foco 14	277	0.955	0.00015	13	0.045	0.00329

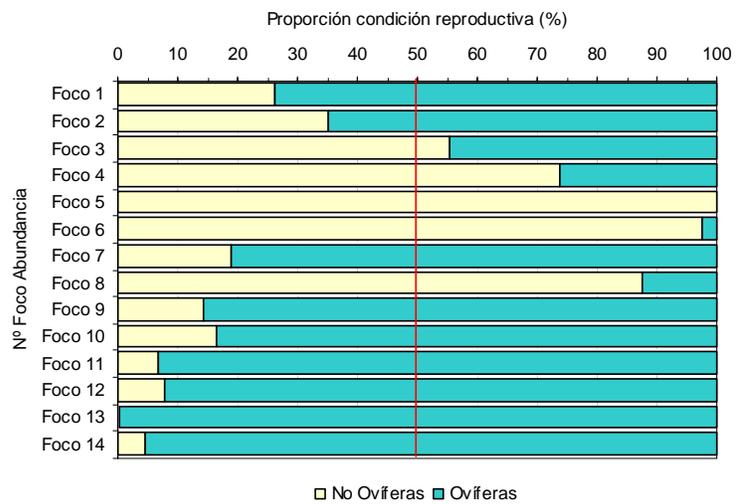


Fig. 32 Proporción de la condición reproductiva de las hembras en langostino colorado, por foco de abundancia.

5.5. OBJETIVO ESPECIFICO 4

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

5.5.1. Modelo de producción edad-estructurado

Se evaluó tres modelos que se diferencian entre sí solamente en los parámetros de crecimiento (Tabla 26), observándose que, según el criterio de información de Akaike (AIC), el modelo con la más alta verosimilitud corresponde al modelo de crecimiento de Roa y Tapia (1998).

Tabla 26. Evaluación del modelo utilizando tres funciones de crecimiento en longitud diferentes. Se muestra la función de log-verosimilitud negativa total, el número de parámetros, y el criterio de información de Akaike ($AIC = -2\ln(\text{Log-L}) + 2 \cdot p$).

		Modelos		
		A	B	C
Fuente		Roa (1993)	Roa y Tapia (1998)	Arana et al.
Machos	L_{∞}	50.04	40.78	59.95
	K	0.200	0.371	0.245
	t_0	-0.51	-0.24	-0.056
Hembras	L_{∞}	41.29	36.36	59.92
	K	0.199	0.375	0.244
	t_0	-0.51	-0.328	-0.066
Log-verosimilitud Total		-1210.71	-1090.56	-2104.10
parámetros		46	46	46
AIC		2513.42	2273.12	4300.20

Por otra parte, la evaluación del análisis de grupos de edad presentes en la dinámica del langostino colorado, reveló que un modelo con cinco grupos de edad (edad real 2 a la 6) describían bien la dinámica poblacional, con los parámetros de crecimiento y madurez de Roa y Tapia (1998). Las estimaciones del coeficiente de variación de la longitud a la edad, pesos promedio y ojiva de madurez se resumen en la Tabla 27.

Tabla 27. Longitud cefalotorácica (LC_i), coeficiente de variación (CV), peso promedio (W_i) y madurez de langostino colorado por grupos de edad. El CV es un parámetro estimado por el modelo de evaluación.

Grupo de Edad	Machos LC (mm)	hembras LC (mm)	machos CV	hembras CV	machos Wt (g)	hembras Wt (g)	hembras madurez
2	21,6	21,1	0,120	0,120	5,1	4,2	0,34
3	27,5	26,5	0,064	0,073	10,1	8,1	0,82
4	31,6	30,2	0,060	0,063	15,3	12,0	0,95
5	34,4	32,8	0,068	0,050	19,9	15,2	0,98
6	36,4	34,5	0,086	0,105	23,6	18,3	0,99

La distribución de probabilidad de la longitud a la edad se ilustra en la Figura 33, observándose la distribución normal de longitudes asumida para cada grupo de edad. En general, se observa una mayor contribución de longitudes del grupo de edad de reclutas (edad 2), y del grupo de edad 6. Esta contribución, sin embargo, cambiará en función del reclutamiento, la selectividad y la mortalidad de cada grupo de edad durante el periodo de evaluación.

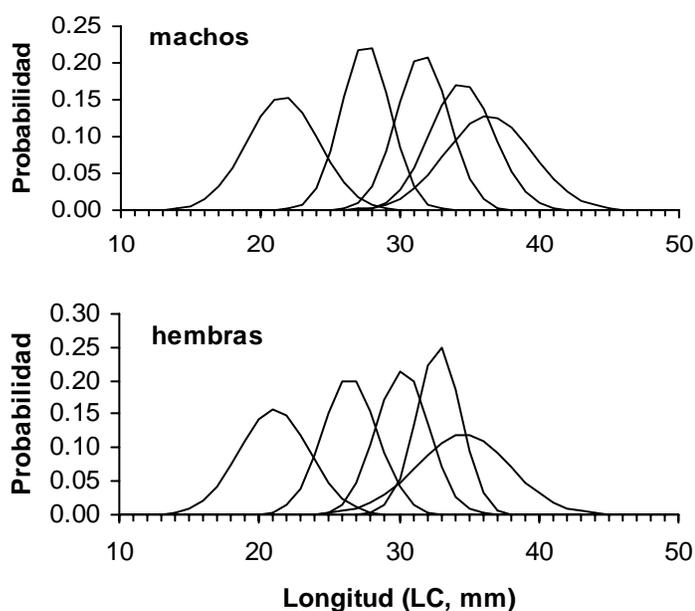


Fig. 33. Matriz talla-edad resultante en la evaluación de langostino colorado.

En efecto, desde el punto de vista del ajuste a los datos de composición por tamaños a los datos de la pesquerías (Fig. 34), se observa que la dinámica de la estructura de tallas en las capturas es bien recogida por el modelo, excepto en algunos años como el 2000 y 2001 en que aunque en la

pesquería no se registró una longitud modal en el rango comprendido 34 – 38 mm LC, este grupo sí estuvo representado en la composición por tamaño de los cruceros de evaluación (Fig. 35).

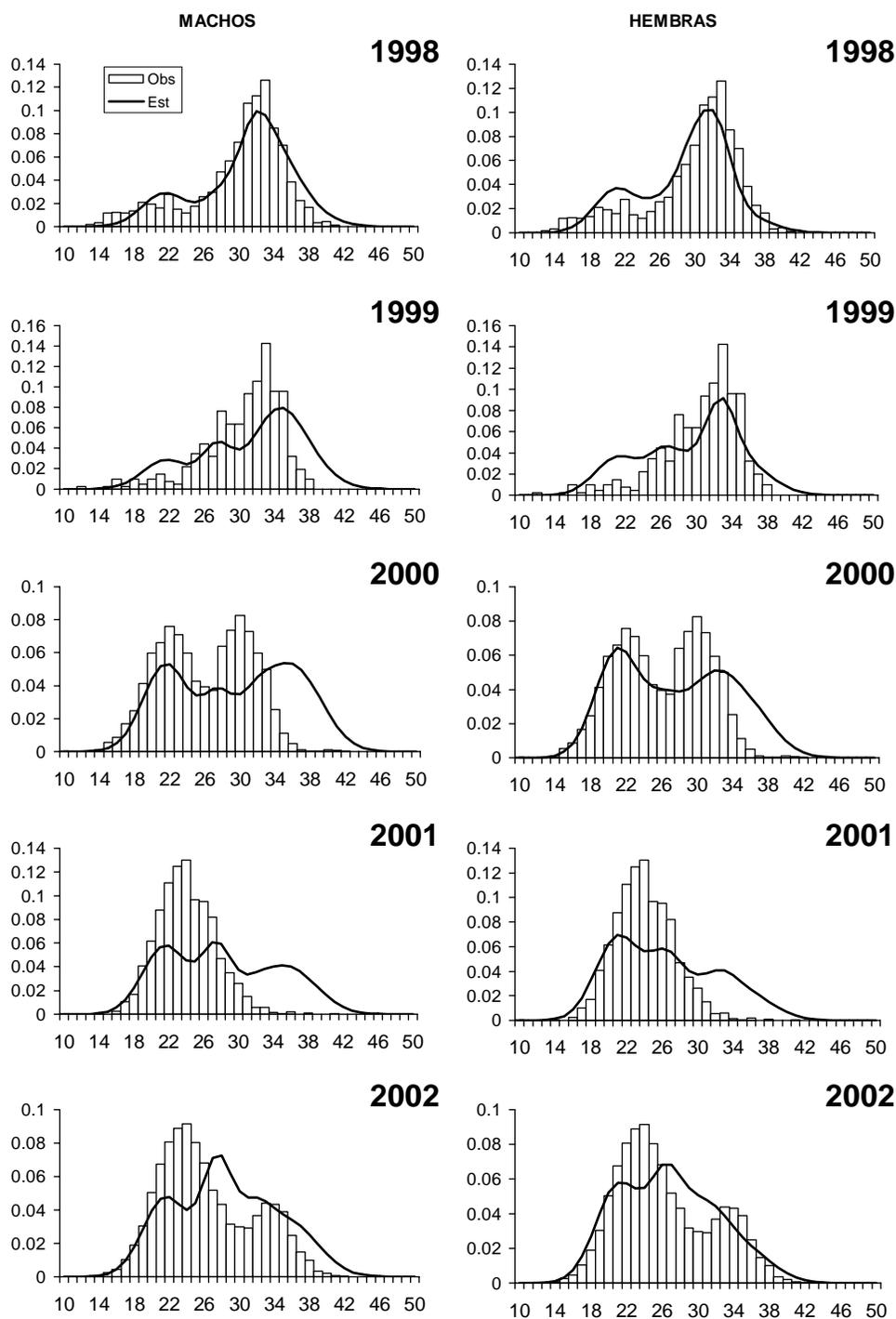


Fig. 34. Composición de tamaños de machos y hembras de langostino colorado en las capturas de la flota. Barras = datos observados, línea = estimada por el modelo.

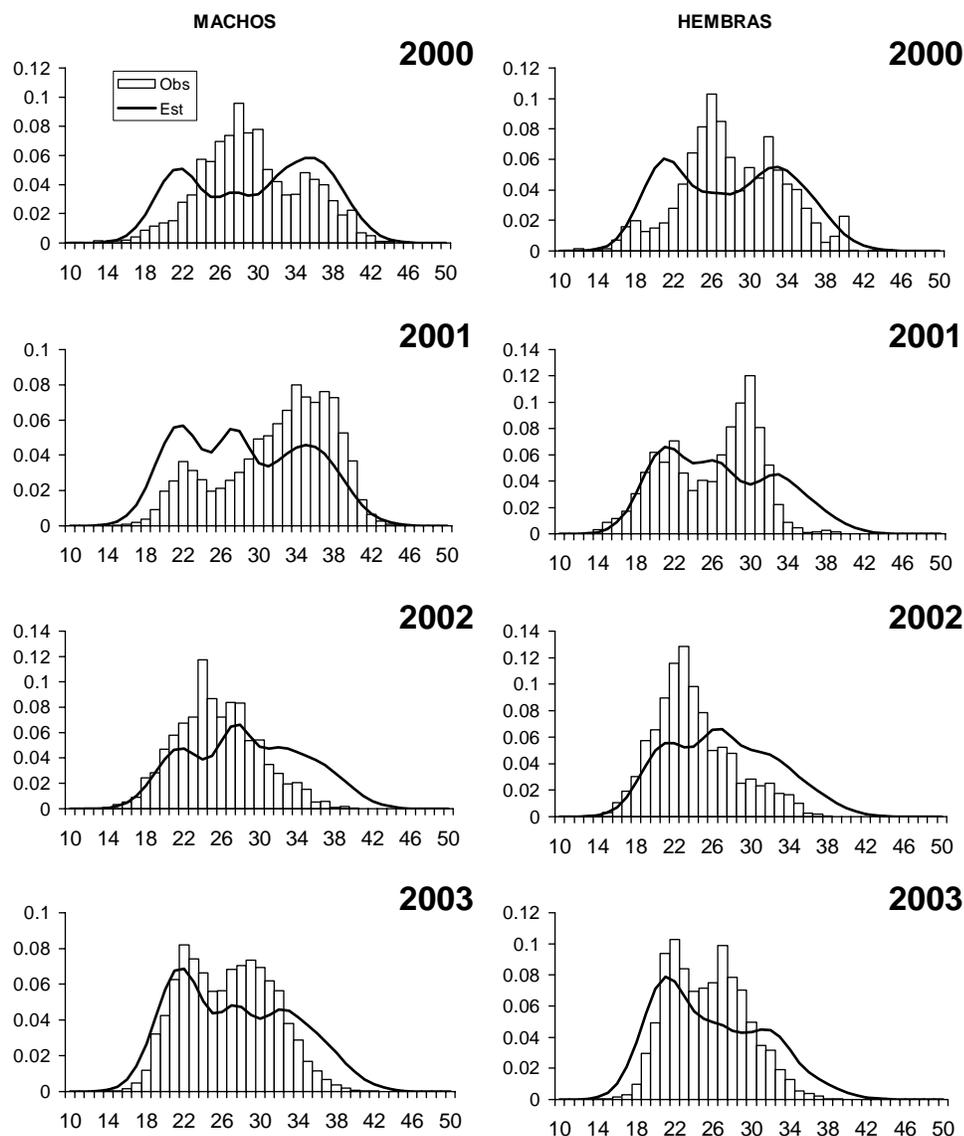


Fig. 35. Composición de tamaños de machos y hembras de langostino colorado en los cruceros de evaluación directa. Barras = datos observados, línea = estimada por el modelo.

La estructura de tamaños en las capturas y cruceros de evaluación ha sido bastante fluctuante, lo que en el caso de los cruceros se debe esencialmente a la importancia relativa de la ponderación por la biomasa evaluada en cada región. Esto genera algunos inconvenientes desde el punto de vista de la estimación del patrón de explotación edad-específico, observándose que el modelo logístico no resultó adecuado para representar dicha dinámica. En efecto, los patrones de explotación sugieren que los grupos de edad mayores tienen una baja vulnerabilidad a la pesca, lo

que se traduce en problemas de disponibilidad o accesibilidad con la edad generandose algún escape de individuos de tallas mayores (Tabla 28).

Tabla 28. Patrón de explotación edad-específico resultante de la evaluación de langostino colorado.

Grupo de Edad	Pesquería		Crucero	
	machos	hembras	Machos	hembras
2	0,866	1,000	1,000	1,000
3	1,000	0,925	1,000	0,933
4	0,900	0,811	1,000	0,841
5	0,772	0,721	1,000	0,841
6	0,772	0,721	1,000	0,841

Las estimaciones de biomasa total, explotable, desovante, y el ajuste a los datos observados de biomasa de los cruceros de evaluación se presentan en la Tabla 29. En el período 2000-2003, se observa una tendencia decreciente en las evaluaciones de biomasa directa (Fig. 36), lo que en conjunto con capturas crecientes, están determinando que en el periodo de la evaluación la biomasa total exhiba una tendencia decreciente de un nivel cercano a las 30 mil t en 1998 a cerca de 22 mil t en el 2003.

Tabla 29. Resumen de la evaluación de la biomasa total, explotable y desovante (hembras) de langostino colorado, tasa de explotación anual, y comparación entre la biomasa evaluada en los cruceros con la salida del modelo.

Años	Capturas (t)	Biomasa			Tasa de Explotación Anual	Biomasa cruceros	
		Total (t)	Explotable (t)	Desovante (t)		Observada (t)	Estimada (t)
1998	630	30.447	20.725	12.307	0,030		
1999	633	27.869	18.450	11.339	0,034		
2000	2.571	25.698	17.274	10.103	0,149	20.238	20.297
2001	1.749	22.988	15.846	8.702	0,110	25.175	18.259
2002	2.267	21.472	15.023	8.255	0,151	14.670	17.044
2003	2.530	22.165	15.624	7.964	0,162	17.784	17.679

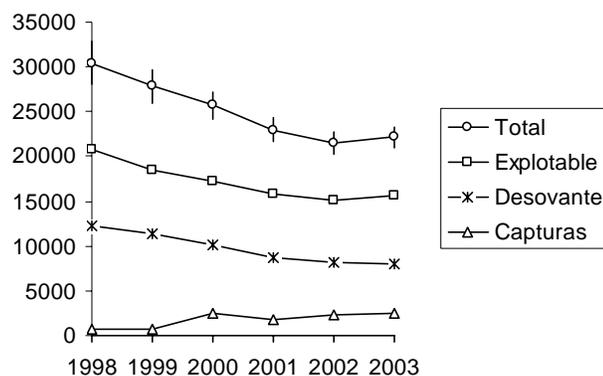


Fig. 36. Tendencias de la biomasa total, explotable, desovante (hembras) y capturas de langostino colorado entre 1998 y 2003.

Aunque en la biomasa total se observa una tendencia decreciente, sin fluctuaciones interanuales de importancia, en el reclutamiento anual se observa una tendencia creciente durante el periodo analizado (Fig. 37). En el 2003, se estima un reclutamiento de 1.062 millones de individuos lo que implica cerca de 4.920 t.

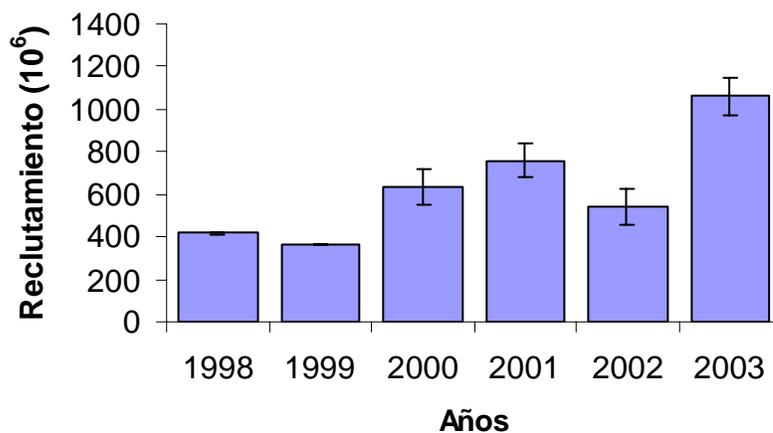


Fig. 37. Reclutamiento en número de individuos (edad 2) de machos y hembras de langostino colorado.

Es factible que dicho reclutamiento determine un incremento en la biomasa del stock en el 2004, sin embargo dicha producción dependerá exclusivamente de las capturas actuales. Sin embargo, las tasas de explotación sobre la biomasa explotable han superado levemente el 15% en el 2002 y 2003, lo que en un escenario de mediano plazo podría determinar que la biomasa del stock siga disminuyendo.

Las proyecciones con capturas constantes, con un 50% de riesgo, indican que efectivamente la biomasa total podría reducirse a cerca de un 13% al final del periodo de proyección de 5 años con una captura anual de 4.000 t; mientras que esta reducción sólo sería a un 49,3% con una captura anual de 1.500 t (Tabla 30). Sin explotación pesquera, se espera que la biomasa experimente una reducción a un 69%, lo que básicamente se debe a que las biomazas actuales son mayores producto de reclutamientos altos.

En el caso de la biomasa desovante, las disminuciones al término del periodo de proyección son de una magnitud similar a la descrita para la biomasa total, pero no son tan fuertes cuando se compara con la biomasa desovante no explotada (Tabla 30). La biomasa desovante actual podría reducirse a niveles de 40% al final del periodo de proyección si las capturas anuales se mantienen en 3.000 t anuales. La biomasa desovante no explotada (B_0) fue estimada en 5.015 t de hembras. La evaluación de stock, sugiere que la biomasa desovante fue de 7.964 t en el 2003, implicando una reducción de 83,8% con capturas anuales de 4.000 t mientras que con una captura anual de 1.500 t la reducción sería sólo de 16,7 % de la biomasa desovante no explotada.

Tabla 30. Razón entre la biomasa total y la biomasa total en el 2003, entre la biomasa desovante y la biomasa desovante en el 2003, y entre la biomasa desovante y la biomasa desovante no explotada de langostino colorado, según un periodo de proyección de 5 años con capturas constantes (proyecciones con 50% de riesgo).

Años	Cuotas de captura fijas				
	4.000	3.000	2.300	1.500	0
Razón Biomasa total/Biomasa total 2003					
2004	0,913	0,913	0,913	0,913	0,913
2005	0,727	0,769	0,798	0,832	0,894
2006	0,544	0,619	0,672	0,733	0,846
2007	0,384	0,488	0,560	0,642	0,793
2008	0,245	0,373	0,460	0,557	0,733
2009	0,131	0,281	0,383	0,493	0,690
Razón Biomasa desovante/Biomasa desovante 2003					
2004	0,993	0,993	0,993	0,993	0,993
2005	0,807	0,854	0,887	0,925	0,995
2006	0,595	0,682	0,743	0,812	0,941
2007	0,406	0,527	0,611	0,705	0,880
2008	0,240	0,390	0,491	0,603	0,808
2009	0,105	0,280	0,399	0,528	0,757
Razón Biomasa desovante/Biomasa desovante no explotada					
2004	1,577	1,577	1,577	1,577	1,577
2005	1,282	1,357	1,409	1,469	1,581
2006	0,945	1,083	1,179	1,289	1,494
2007	0,645	0,837	0,970	1,120	1,398
2008	0,382	0,619	0,779	0,958	1,283
2009	0,167	0,445	0,633	0,838	1,202

Los puntos biológicos de referencia estimados sobre la base de la biomasa desovante por recluta (hembras), indican que la tasa de mortalidad por pesca $F_{2/3}$ es igual a 0,13 (CV = 17%), el $F_{40\%} = 0,34$ (CV =14,1 %) y el $F_{qa} = 0,72$ (CV = 19,4%). Las tasa de mortalidad por pesca actual es del orden del 0,16 (CV=3,4%). La capturas esperadas con estas tasas de explotación fijas se resumen en la Tabla 31, y la función de desempeño de la proyección con estos puntos biológicos de referencia se muestran en la Tabla 32.

Tabla 31. Capturas esperadas con tasas de explotación constante.

Años	Tasas de explotación fijas				
	$F_{2/3}$	$F_{40\%}$	$F_{20\%}$	F_{actual}	$F=0$
	Capturas				
2004	1.786	4.279	7.942	2.184	0
2005	1.539	3.141	4.365	1.837	0
2006	1.051	1.881	2.159	1.229	0
2007	1.022	1.665	1.740	1.176	0
2008	710	1.213	1.401	822	0
2009	708	1.203	1.366	819	0

Tabla 32. Razón entre la biomasa total y la biomasa total en el 2003, entre la biomasa desovante y la biomasa desovante en el 2003, y entre la biomasa desovante y la biomasa desovante no explotada de langostino colorado, según un periodo de proyección de 5 años con tasas de explotación constantes (proyecciones con 50% de riesgo).

Años	Tasas de explotación fijas				
	F _{2/3}	F _{40%}	F _{20%}	F _{actual}	F=0
Razón Biomasa total/Biomasa total 2003					
2004	0,913	0,913	0,913	0,913	0,913
2005	0,806	0,685	0,510	0,787	0,894
2006	0,552	0,407	0,247	0,527	0,675
2007	0,536	0,356	0,194	0,503	0,710
2008	0,358	0,250	0,152	0,338	0,466
2009	0,357	0,248	0,149	0,337	0,465
Razón Biomasa desovante/Biomasa desovante 2003					
2004	0,993	0,993	0,993	0,993	0,993
2005	0,896	0,758	0,558	0,874	0,995
2006	0,592	0,426	0,240	0,564	0,732
2007	0,576	0,367	0,175	0,537	0,776
2008	0,361	0,235	0,123	0,338	0,488
2009	0,360	0,233	0,120	0,337	0,487
Razón Biomasa desovante/Biomasa desovante no explotada					
2004	1,577	1,577	1,577	1,577	1,577
2005	1,423	1,204	0,887	1,388	1,581
2006	0,941	0,677	0,380	0,895	1,162
2007	0,914	0,582	0,279	0,853	1,232
2008	0,574	0,373	0,195	0,536	0,774
2009	0,572	0,371	0,191	0,534	0,773

Cabe señalar que estas proyecciones contienen un 50% de riesgo sobre la base de los resultados modales de la evaluación. Sobre la base de los resultados de la proyección con tasas de explotación constantes, se observa que las capturas con F_{2/3} producen una disminución de 36% en la biomasa desovante al término del período de proyección, similar al efecto de la tasa de explotación actual. También se observa que la biomasa total disminuye aún sin capturas, lo que

se debería a que la biomasa actual es mayor producto del ingreso de reclutamientos altos, como el del 2003.

6. DISCUSION

Al comparar los resultados obtenidos en este estudio con aquellos informados por Bahamonde *et al.* (2003), a pesar que ambos proyectos no cubren necesariamente la misma área geográfica, coinciden en que la principal área de agregación del langostino colorado se ubica en el sector al norte de Huasco (28°00' S). Sin embargo, se observan diferencias en la presencia de este recurso más al sur, donde Bahamonde *et al.* (2003) detectan un foco de manera puntual al norte de Coquimbo (29°10' S – 30°10' S), mientras en este estudio se observaron cuatro de ellos, uno coincidente aunque bastante más extenso que el señalado por esos autores.

Bahamonde *et al.* (2003) determinaron estimados de biomasa para el total del área de estudio (II-VIII Regiones) en torno a las 23 mil toneladas; de las cuales el 62% (14,6 mil toneladas) se concentraron entre la II y IV Regiones. Al comparar con el actual estudio, los órdenes de magnitud son coincidentes, en torno a las decenas de miles de toneladas, con alrededor de 17.000 ton, aunque el área cubierta en esta oportunidad entre Taltal y Punta Lengua de Vaca, es menor que aquella del estudio citado previamente. Estas magnitudes significan un aumento cercano al 16% de la biomasa vulnerable total de las Regiones II-IV, detectado en este estudio con respecto a Bahamonde *et al.* (2003).

En términos de biomasa, la proporción sexual fue de un 55% de machos y de un 45% de hembras, lo que comparado al año 2002 (Bahamonde *et al.*, 2003) significa una disminución del 8% de los machos y el consiguiente aumento de las hembras en igual porcentaje. La proporción de machos en las biomásas parciales fue aumentando de norte a sur, desde 53% a 57% dentro de las 5 millas del ARPA y desde 49,4 a 60% por fuera de la misma zona.

En el sector norte del área de estudio, las capturas de langostino colorado analizadas en la presente investigación evidenciaron un aumento en la talla media de los ejemplares en comparación con lo obtenido por Bahamonde *et al.* (2003) el año 2001, con valores promedio de 26 mm LC para los machos (II Región, donde incluso se observan dos modas una en los 23 y otra

en los 30 mm LC), mientras se mantiene en 23,8 mm LC en la III Región. En el caso de las hembras sin huevos la talla se mantiene en los 22,4 mm de LC en las dos regiones señaladas. Sin embargo, las diferencias entre ambos estudios son mucho más notorias en la IV Región donde los machos presentan una talla promedio de 30,05 mm LC, las hembras sin huevos una de 28,04 mm LC y las hembras ovíferas de 28,87 mm LC en comparación con tallas promedio de 25,5 mm LC en machos, 23,5 mm LC en las hembras sin huevos y 23,1 mm LC en las hembras ovíferas, que encontraron Bahamonde *et al.* (2003) durante su evaluación del 2002.

Las estructuras de tallas por Región de los machos muestran la presencia de dos modas ubicadas en los 22 y 30 mm LC en la II Región, 22 y 34 mm LC en la III Región, valores similares a los encontrados por Bahamonde *et al.* (2003) aunque la bimodalidad es mucho más marcada en este estudio. En la IV Región se detectó una sola moda en los 30 mm LC, mayor a la encontrada por Bahamonde *et al.* (2003), que fue de sólo 27 mm LC. Las estructuras de tallas por Región de las hembras muestran la presencia de dos modas ubicadas en los 22 y 29 mm LC en la II Región, en tanto que Bahamonde *et al.* (2003) sólo detectaron una moda en torno a los 23 mm LC. En la III y IV región la distribución es prácticamente unimodal con modas en 22 y 28 mm LC, respectivamente, mientras que Bahamonde *et al.* (2003) habían encontrado una bimodalidad en la III Región, con de 23 y 34 mm LC y una sola moda de 24 mm LC en la IV Región, la que por lo tanto es menor a la observada en este estudio.

Del análisis de aspectos reproductivos, para toda la zona de estudio y para el período de junio - julio, se detectaron hembras ovíferas de langostino colorado con huevos en distintos estados de madurez entre sus pleópodos. Con respecto al porcentaje de hembras ovíferas, este disminuyó desde el caladero 1 en la II región hasta casi el 0% en el caladero 5 y 6 en la III Región, para luego aumentar hasta prácticamente el 100% en el caladero 13 - 14. Lo más probable es que esta alteración en el gradiente latitudinal de aumento se deba a la influencia de una gran proporción de ejemplares pequeños que no alcanzaron la madurez sexual en las capturas de la III Región.

Estimación de la biomasa

Para llevar a cabo la estimación geoestadística de la biomasa, se complementó la metodología propuesta originalmente por el consultor incorporando la propuesta metodológica descrita por

Kappenman (1999) para el tratamiento de los dos lances de capturas elevadas obtenidos en la III Región, lo que ha sido extensamente explicado y discutido en los propios resultados.

Con respecto a la estimación de la biomasa utilizando muestreo estratificado, ello implica el uso de las áreas de muestreo y de las capturas por lance integralmente, lo que significa que no se ha dejado fuera ningún estrato que presente algún tipo de abundancia.

En la práctica, sin embargo, esto ha significado, como se ha hecho en otras oportunidades, dos estimaciones, una considerando aquellos lances en los que la captura fue igual o superior a x Kg, y otra estimación, en la que se utilizó toda la información sobre captura, independientemente de los valores de la captura (es decir se incluyeron aquellos lances en los que la captura fue menor de x Kg).

Lo anterior significa, que efectivamente se incluyeron tanto aquellos lances en los que la captura fue inusualmente alta, como aquellos en los que la captura fue inusualmente baja (para lo esperado, considerando que se estaba pescando “dentro” de los caladeros históricos). Si bien efectivamente, alguien pudiera cuestionar el uso de resultados inusualmente altos, de la misma forma debiera cuestionarse el uso de lances con capturas significativamente menores de las esperadas, dados los antecedentes históricos. Esta discusión es en realidad bastante semántica, pues nadie puede cuestionar **los valores reales** obtenidos mediante muestreos aleatorios planificados en función de un objetivo de estimación bastante más amplio.

Más aún, un análisis global rápido, indica que de las muestras válidas, el 15% (12 lances) tuvo valores de captura neta superiores a 400 kg y el 5% superiores a 1.000 kg. En particular cuatro de los seis valores de captura más altos, a saber 640, 640, 4.000 y 4.000 kg, corresponden a lances “científicos” realizados en los estratos 6, 8, 9 y 10 respectivamente; es decir en la misma zona de muestreo, y en estratos contiguos ubicados todos al interior del mismo caladero, lo que es una clara indicación de un comportamiento sistemático. Lo anterior es coincidente con uno de los criterios más usados para decidir sobre la eliminación de valores atípicos, que se refiere a la sistematicidad de su ocurrencia, argumentándose que valores atípicos independientes pueden ser considerados para su eliminación, en tanto que valores atípicos que presentan algún tipo de asociación deben ser cuidadosamente examinados, y en general no se recomienda su eliminación.

Este sería, obviamente el caso de las muestras en cuestión, por lo que queda demostrado que los valores atípicos en discusión corresponden, con muy alta probabilidad a valores provenientes de un foco de abundancia efectivamente detectado por los procedimientos de muestreo utilizados no correspondiendo por tanto su eliminación, siendo aún cuestionable su tratamiento en forma diferencial pues no se trataría de outliers en *strictu senso*.

Situación del stock

En este estudio se intenta establecer la situación del stock de langostino colorado que se distribuye entre la II y IV Regiones mediante un modelo edad-estructurado, alimentado con las piezas de información disponibles para el periodo 1998 – 2003. Se encuentra que la dinámica del langostino colorado está siendo explicada por al menos 5 grupos de edad (edades 2 a la 6), y si se considera que el periodo de evaluación cubre apenas 6 años, sin duda surge una limitación importante que condiciona la evaluación. Esta limitación implica que en la evaluación edad-estructurada solamente se está analizando la dinámica de una clase anual completa, siendo las clases anuales incompletas las que podrían determinar fuentes de incertidumbre importantes.

El modelo de evaluación edad-estructurado presenta algunas limitaciones que deberían ser consideradas en futuras evaluaciones. En primer lugar, el número de grupos de edad presentes en el stock constituye una cantidad incierta como también la edad de reclutamiento. Aún cuando pueda evaluarse estadísticamente modelos alternativos que se diferencien estructuralmente sólo en el número de grupos de edades (test de razón de verosimilitud), la selección de la edad de reclutamiento como la primera edad real podría generar algunos inconvenientes en la dinámica pues el reclutamiento debe relacionarse con el stock desovante observado en el pasado. Por otra parte, el patrón de explotación en la presente evaluación del tipo logístico no fue bien descrito en función de la edad. Por lo general, la selectividad es tamaño-específica más bien que edad-específica. En consecuencia, la evaluación de stock aquí expuesta es función de la aproximación metodológica y de la estructura de edades asumidas y, por ende, debe ser considerada como referencial. Es altamente recomendable que futuras evaluaciones del stock de langostino colorado, y de otros crustáceos, deba realizarse sobre la base de modelos talla-estructurados. Varias aproximaciones metodológicas son posibles, y particularmente en términos de la matriz de

transición del crecimiento (e.g. Sullivan *et al.*, 1990; Punt y Kennedy, 1997; Punt *et al.*, 1997; Punt, 2003; Breen *et al.*, 2003; Fu y Quinn, 2000)

Considerando lo previamente expuesto, los niveles de biomasa total al 2003 se estiman del orden de 22 mil toneladas, de las cuales cerca de 16 mil toneladas corresponderían a la fracción explotable por la pesquería. Las capturas anuales entre el 2002 y 2003 están determinando, entonces, niveles de tasas de explotación de alrededor del 16% de la fracción explotable.

Se estimó que la biomasa total no explotada es del orden de 13 mil toneladas, y la biomasa total al 2003 se ubicó cercana a las 22 mil toneladas. Esto implica que la actual biomasa es mayor debido a que los reclutamientos durante el periodo de evaluación han sido mayores. Sin embargo, las proyecciones indican que la biomasa total disminuirá incluso sin explotación. Asimismo, en el 2003 se detectó un nivel de reclutamiento del orden de 4,9 mil toneladas, cuya magnitud es importante para sustentar las capturas en el corto plazo en niveles similares a las registradas en el 2002 y 2003.

Sin embargo, en un horizonte de mediano plazo se observa que la biomasa de langostino colorado seguirá disminuyendo incluso sin explotación pesquera. En este contexto, los niveles de captura actuales no son adecuados, poniendo en riesgo la situación del stock. Se debe considerar que dichas proyecciones, ya sea con tasas de explotación constantes como con capturas constantes, se basan en una relación stock-recluta del tipo Beverton y Holt. Poco se sabe acerca de la verdadera relación stock-recluta del langostino colorado, pero los resultados se deben sensibilizar utilizando una relación stock-recluta del tipo Ricker, que predice reclutamientos más altos en niveles cercanos a la mitad de la biomasa no explotada. Esta incertidumbre estructural del modelo, sólo será resuelta cuando se pueda contar con mayor información de la dinámica del stock. Al 2003, el langostino colorado se encontraría en una situación de riesgo que debe ser revertida minimizando el impacto de la presión de pesca sobre el stock.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acuña, E., H. Arancibia, A. Mujica, K. Brokordt & C. Gaymer (1995) Estudio biológico-pesquero del langostino amarillo (*Cervimunida johni*) en la III y IV Región, mediante el uso de la flota arrastrera con base en Coquimbo. Informe Final Proyecto U. C. del Norte-Sede Coquimbo/Instituto de Investigación Pesquera VIII Región/Empresas Pesqueras de Coquimbo, 107 págs. + 2 anexos.
- Acuña, E. & H. Arancibia (1996). Evaluación directa del stock de camarón nailon (*Heterocarpus reedi*) por el método de área barrida, en la zona de operación de la flota arrastrera de la Regiones II y IV. Informe final Proyecto UCN, INPESCA, Empresas Pesqueras Coquimbo y Caldera. 75 p.
- Acuña, E., H. Arancibia, A. Mujica, L. Cid & R. Roa. (1997a) Análisis de la pesquería y Evaluación indirecta del stock de langostino amarillo en la III y IV Regiones. Informes FIP. FIP/IT N° 96-08, 153 p.
- Acuña, E., H. Arancibia, A. Mujica, L. Cid, R. Roa & F. Winkler (1997b). Análisis de la pesquería y evaluación indirecta del stock de camarón nailon (III y VIII Regiones). Informes FIP, FIP/IT N° 95-06, 211 p.
- Acuña, E., M. Berríos, L. Cid, C. Díaz, J. Moraga, A. Mujica, J. Olivares & R. Roa. (1998a) Evaluación directa del stock de langostino amarillo en la III y IV Regiones. Informes FIP. FIP/IT N° 97-25, 140 p.
- Acuña, E., E.P. Pérez & M.T. González. (1998b). Monitoreo de la pesquería de crustáceos realizada por la flota de la IV Región. Informe final, 104 pp.
- Acuña, E., E.P. Pérez & M.T. González. 1999. Monitoreo de la pesquería de crustáceos realizada por la flota de la IV Región. Informe final, 80 pp.
- Acuña, E., M. Berríos, L. Cid, J. Moraga, A. Mujica, E. Pérez & R. Alarcón. (2000a) Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, 1999. Informes FIP. FIP/IT N° 99-08, 208 p.
- Acuña, E., E. Pérez & M.T. González. (2000b). Monitoreo de la Pesquería de Crustáceos realizada por la flota de la IV región, 1999. Informe final, 76 pp.
- Acuña, E., M. Andrade, A. Bodini y X. Bennett. 2002. Monitoreo de la pesca de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) en la IV Región. Informe Final Pesca de Investigación resoluciones N° 850, 1.022 y 1.795. Depto. Biología Marina. Universidad Católica del Norte – Sede Coquimbo, 32 p.

- Aebersold, P.B., G.A. Winans, D.J. Teel, G.B. Milner & F.M. Utter. 1987. Manual for starch gel electrophoresis: A method for the detection of genetic variation. NOAA Tech. Rep. NMFS 61. 1-19.
- Akaike, H. (1974) A new look at statistical model identification. IEEE Transactions on Automatic Control AU-19: 716-722.
- Alarcón, R. (2001). Evaluación geostadística del stock de merluza común (*Merluccius gayi*) utilizando datos de la flota industrial. Tesis para optar al Grado de Magister en Ciencias mención Pesquerías, Universidad de Concepción, 72 p.
- Alverson, D.L. & W.T. Pereyra (1969) Demersal fish explorations in the northeastern Pacific Ocean. An evaluation of exploratory fishing methods and analytical approaches to stock size and yield forecasts. J. Fish. Res. Bd. Canada, 26: 1985-2001.
- Arana, P., M. Arredondo, N. Silva & V. Venturini (1994) Evaluación directa del stock de langostino colorado en la zona centro-sur. Informes Técnicos FIP. FIP/IT N° 93-05, 140 p.
- Arana, P., M. Ahumada y A. Guerrero. (2002). Evaluación directa de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) en la IV Región. Estad. Doc., Univ. Católica de Valparaíso, 5/2002: 59 p.
- Arancibia, H. (1993) Evaluación directa del stock de merluza común en la zona centro-sur. Sección Fauna Acompañante, 27 p. + 60 figs.
- Arreguín-Sánchez, F. (1996). Catchability: a key parameter for fish stock assessment. Reviews in Fish Biology and Fisheries. 6:221-242.
- Bahamonde, R., H. Bustos & G. Henríquez. 1984. Monitoreos del recurso langostino colorado-1984. Informe a Subsecretaría de Pesca. Instituto de Fomento Pesquero.
- Bahamonde, R. & R. Roa. 1992. Evaluación del grado de recuperación del langostino colorado: Foco de abundancia de Achira. Informe a Subsecretaría de Pesca. Instituto de Fomento Pesquero.
- Bahamonde, R., C. Canales, B. Leiva & M.A. Barbieri. (2002). Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2002. Informe de Avance Proyecto FIP N° 2002-06: 53 p. + Anexos.
- Baranov, T. Y. (1918). On the question of the biological basis of fisheries. Proc. Inst. Ichth. Invest. 1:81-128.
- Barbieri, M.A., C. Canales, B. Leiva, R. Bahamonde, T. Peñailillo, H. Pool, C. Montenegro & B. Leiva (2001). Evaluación directa de langostino colorado de la I a la IV Regiones, 1999. Informes FIP. FIP/IT N° 99-30, 162 p.
- Barbieri, M.A., C. Canales, R. Bahamonde, T. Peñailillo, P. Gálvez, C. Montenegro, H. Pool, M. Gálvez, S. Nuñez, H. Rebolledo, L. Cubillos A. Hernández & N. Silva (2000). Evaluación directa de langostino colorado de la V a la VIII Región, 1999. Informes Técnicos FIP. FIP/IT N° 99-07, 212 p.

- Beddington, J.R. & J.G. Cooke. 1983. The potential yield of fish stocks. FAO Fish. Tech. Pap. (242): 50 p.
- Bez, N. 2003. Global fish abundance estimation from regular sampling: the geostatistical transitive method. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 59: 1921-1931.
- Bigelow, K.A., C.H. Boggs & X. He (1999) Environmental effects on swordfish and blue shark catch rates in the US North Pacific longline fishery. Fish. Oceanogr. (8): 178-198.
- Breen, P.A., Kim, S.W., y Andrew, N.L. 2003. A length-based Bayesian stock assessment model for the New Zealand abalone *Haliotis iris*. Marine and Freshwater Research 54:619-634.
- Caddy, J. F. 1975. Spatial models for an exploited shellfish population, and its application to Georges Bank scallop fishery. J. Fish. Res. Board Can. 32: 1305-1328.
- Caddy, J.F. & R. Mahon. 1995. Reference points for fisheries management. FAO Fisheries Technical Paper, N° 347, 83 p
- Canales, C., C. Montenegro, H. Pool, T. Peñailillo & C. Díaz (1997) Análisis y evaluación indirecta de la Pesquería de langostino colorado en la zona centro-sur. Informes FIP. FIP/IT N° 97-20, 49 p.
- Canales, C., C. Montenegro, T. Peñailillo, H. Pool, & C. Vicencio (1998) Evaluación indirecta del stock de langostino colorado de la zona centro-sur. Informes FIP. FIP/IT N° 97-22, 165 p.
- Canales, C., C. Montenegro, T. Peñailillo, H. Pool, C. Vicencio, A. Zuleta, S. Palma & R. Ulloa (1999) Evaluación indirecta del stock de camarón nailon en el litoral de la II a VIII Regiones. Informes FIP. FIP/IT N° 97-24, 210 p.
- Canales, C., M.A. Barbieri, R. Bahamonde, B. Leiva, P. Arana, S. Palma y T. Melo. (2002). Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, Año 2001. Informes Técnicos FIP. FIP/IT 2001-06: 202 p. + Figs. y Anexos.
- Carrasco, F. D., V. A. Gallardo & M. Baltazar (1999). The structure of the benthic macrofauna collected across a transect at the central Chile shelf and relationships with giant sulfur bacteria *Thioploca spp.* mats. Cah. Biol. Mar., 40: 195-202.
- Cid L., A. Mora & M. Valenzuela (1990). Inferencia Estadística. Ed. U. de C.
- Clark, C.W., A.T. Charles, J.R. Beddington & M. Mangel. 1985. Optimal capacity decisions in a developing fishery. Mar. Res. Econ. 2:25-53.
- Clark, W.G. 1991. Groundfish exploitation rates based on life history parameters. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 48:734-750.
- Clarke K. R. & R.H. Green (1988). Statistical design and analysis for a biological effects study. Mar Ecol. Prog. Ser., 92: 205-219.
- Clarke, K. R. (1993). Non-parametric multivariate analyses of change in community structure. Aust. J. Ecol., 18: 117-143.

- Cochran, W.G. (1977) Sampling Techniques. 3rd. Ed. John Wiley and Sons, New York.
- Comeau, M., G.Y. Conan, F. Maynou, G. Robichaud, J.C. Therriault & M. Starr (1998) Growth, spatial distribution, and abundance of benthic stages of the snow crab (*Chionoecetes opilio*) in Bonne Bay, Newfoundland, Canada. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 55: 262–279.
- Conan, G.Y. (1985) Assessment of shellfish stocks by geostatistical techniques. ICES C.M., 30 (mimeo).
- Conquest, L., R. Burr, R. Donnelly, J. Chavarría & V. Galucci. (1996). Sampling methods for stock assessment for small-scale fisheries in developing countries. In: Stock assessment. Quantitative methods and applications for small-scale fisheries. V. F. Galucci, S.B. Saila, D.J. Gustafson y B.L. Rothschild (Eds.). pp 179 – 225.
- Cressie, N.A.C. (1993) Statistics for spatial data. Wiley, New York.
- Deutsch, C.V. & A.G. Journel (1998) GSLIB: Geostatistical Software Library and User's Guide. 2nd Ed. Oxford University Press, New York. 369 p.
- Dobson, A.J (1996) An Introduction to Generalized Linear Models. Chapman & Hall, London, 174 p.
- Englund, E. & A. Sparks (1988) Geo-EAS (geostatistical environmental assessment software) user's guide. U.S. Environmental Protection Agency, Las Vegas, Nev.
- Escuela de Ciencias del Mar. (2000). Evaluación directa de camarón nailon, langostino amarillo y langostino colorado, Año 2000. Informes FIP. FIP/IT N° 2000-05: 315 p.
- Fennessy, S. T., C. Villacastin & J. G. Field (1994). Distribution and seasonality of ichthyofauna associated with commercial prawn trawl catches on the Tugela Bank of Natal, South Africa. Fish. Res. 20:263-282.
- Foote, K. & G. Stefansson (1993) Definition of the problem of estimating fish abundance over an area from acoustic line-transect measurements of density. ICES J. mar. Sci., 50: 369–381.
- Fournier, D. and C.P. Archibald. 1982. A general theory for analyzing catch at age data. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 39:1195-1207.
- Fournier, D.A., J.R. Sibert, J. Majkowski & J. Hampton (1990). MULTIFAN a likelihood-based method for estimating growth parameters and age composition from multiple length frequency data sets illustrated using data for southern bluefin tuna (*Thunnus maccoyii*). Can J. Fish. Aquat. Sci. 47:301-317.
- Francis, R.I.C.C., 1992. Use of risk analysis to assess fishery management strategies: a case of study using orange roughly (*Hoplostethus atlanticus*) on the Chatham Rise, New Zealand. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 49: 922-30.
- Freire, J., E. González-Gurriarán & I. Olaso (1992) Spatial distribution of *Munida intermedia* and *M. sarsi* (Crustacea: Anomura) on the Galician continental shelf (NW Spain): application of geostatistical analysis. Estuarine Coastal and Shelf Science, 35: 637-648.

- Fu, C., Quinn II, T.J. 2000. Estimability of natural mortality and other population parameter in a length-based model: *Pandalus borealis* in Kachemak Bay, Alaska. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 57:2420-2432.
- Gelman, A., J.B. Carlin, H.S. Stern & D.B. Rubin (1995) Bayesian data analysis. Chapman & Hall, New York.
- González-Gurriarán, E., J. Freire & L. Fernández (1993) Geostatistical analysis of the spatial distribution of *Liocarcinus depuratus*, *Macropipus tuberculatus* and *Polybius henslowii* (Crustacea: Brachyura) over the Galician continental shelf (NW Spain). *Marine Biology*, 115: 453-461.
- Goodyear, C.P. 1980. Compensation in fish populations. In: C.H. Hocutt & J.R. Stauffer, Jr. (Eds.) Biological monitoring of fish. Lexington Books, D.C. Heath & Co, Lexington, MA, p. 253-280.
- Gulland, J.A. & L.K. Boerema. 1973. Scientific advice on catch levels. *Fish. Bull. (U.S.)* 71:325-335.
- Gulland, J. A. (1983). Fish Stock Assessment. A manual for basic Methods. New York: John Wiley and Sons. 223 p.
- Gutiérrez J. & O. Zúñiga. 1977. *Pleuroncodes monodon* H. Milne Edwards en la bahía de Mejillones del Sur, Chile (Crustacea, Decapoda, Anomura). *Rev. Biol. Mar. Dept. Oceanol. Univ de Chile* 16:161-169.
- Hastie, T.J & D. Pregibon (1993) Generalized Linear Models. In: Chambers, J.M. & T.J. Hastie (eds). *Statistical Models in S*. Chapman & Hall, New York, pp. 195-247.
- Henríquez, G. & R. Bahamonde (1982) Estudio biológico pesquero del recurso langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*). 35°47'S- 37°05'S. Informe a Subsecretaría de Pesca. Instituto de Fomento Pesquero, 67 p.
- Henríquez, G., R. Bahamonde & R. Bustos (1983) Monitoreo del recurso langostino colorado. Instituto de Fomento Pesquero, 26 p.
- Hilborn, R. F. & C. J. Walters, (1992). Quantitative fisheries stock assessment. Choice, dynamics and uncertainty. Routledge, Chapman and Hall Inc., New York. 570 p.
- Isaaks, E.H. & R.M. Srivastava (1989) An Introduction to Applied Geostatistics. Oxford University Press, New York. 561 p.
- Jaksic, F. & R. Medel. 1987. El acuchillamiento de datos como método de obtención de intervalos de confianza y prueba de hipótesis para índices ecológicos. *Med. Amb.*8: 95-103.
- Journel, A.G. & C.J. Huijbregts. 1978. Mining geostatistics. Academic Press, London.
- Kappenman, R.F. 1999. Trawl survey based abundance estimation using data sets with unusually large catches. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 56: 28-35.
- Keckler, D. 1994. SURFER for Windows user's guide. Golden Software Inc., Golden, CO.

- Kimura, D.K. 1989. Variability, tuning, and simulation for the Doubleday-Deriso catch-at-age model, 46(6): 941-949.
- Kimura, D.K. 1990. Approaches to age-structured separable sequential population analysis. Can. J. Fish. Aquat. Sci, 47(12): 2364-2374
- Koyama, T. 1974. Study of stern trawl. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab., 77: 171-247.
- Leslie, P.H. & D.H.S. Davis. 1939. An attempt to determine the absolute number of rats on a given area. J. Anim. Ecol. 8:94-113.
- MacCall, A.D. 1990. Dynamic geography of marine fish populations. (Books in recruitment fishery oceanography). Seattle: Washington Sea Grant Program. 153 p.
- MacCullagh, P & J.A. Nelder. 1989. Generalized Linear Models. Chapman & Hall, London, 509 p.
- Mace, P.M. 1994. Relationships between common biological reference points used as thresholds and targets of fisheries management strategies. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 51: 110-122.
- Mace, P.M. & M.P. Sissenwine. 1993. How much spawning per recruit is enough? In: Risk evaluation and biological reference points for fisheries management. S.J. Smith, J.J. Hunt and D. Rivard (Ed.s). Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 120:101-118.
- Maravelias, C.D., D.G. Reid, E.J. Simmonds & 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. Fish. Aquat. Sci., 53: 1.497-1.505.
- Maynou, F.X., F. Sardá & G.Y. Conan. 1998. Assessment of the spatial structure and biomass evaluation of *Nephrops norvegicus* (L.) populations in the northwestern Mediterranean by geostatistics. ICES Journal of Marine Science, 55: 102-120.
- Mendenhall, W. & T. Sincich. 1997. Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias. Prentice-Hall Hispanoamericana, 4ª ed., 1.182 p.
- Methot, R.D. 1986. Synthetic estimates of historical abundance and mortality for northern anchovy, *Engraulis mordax*. U.S. Natl. Mar. Fish. Serv., Southwest Fish. Cent., Admin. Rep. LJ 86-29, La Jolla, California.
- Montenegro, C. y otros. 2003. Programa de seguimiento del estado de situación de las principales pesquerías nacionales. Proyecto: Investigación Situación Pesquerías Crustáceos, 2002. 188 p. + Anexos.
- Morrow, C.C., J.P. Thorpe & B.E. Picton. 1992. Genetic divergence and cryptic speciation in two morphs of the common subtidal nudibranch *Doto coronata* (Opisthobranchia : Dendronotacea : Dotoidae) from the northern Irish Sea. Marine Ecology Progress Series 84: 53-61.
- Murawski, S.A. & J.T. Finn. 1988. Biological bases for mixed-species fisheries: species co-distribution in relation to environmental and biotic variables. Can. J. Fish. Aquat. Sci.(45): 1.720-1.745.
- Myers, R.A. & P. Pepin. 1986. The estimation of population size from research surveys using regression models. ICES CM 1986/D 9, 21 p.

- Neter J., M. Kutner, C. Nachtsheim & W. Wasserman (1996). *Applied Linear Statistical Models*. McGraw Hill. Boston.
- Noakes, D. 1986. Quantifying changes in British Columbia Dungeness crab (*Cancer magister*) landings using intervention analysis. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* (43): 634-639.
- Paloheimo, J.E. & M. Dickie. 1964. Abundance and fishing success. *Rapp. P.-v. Réun. Cons. Explor. Mer*, 155: 152-163.
- Pannatier, Y. 1996. *VARIOWIN: Software for Spatial Data Analysis in 2D*. Springer-Verlag, NY. 91 pp.
- Pauly, D. 1980. A selection of simple methods for the assessment of tropical fish stocks. *FAO Fish. Circ.* 729: 1.54.
- Pavez, P., T. Peñailillo, S. Palma, N. Silva, H. Miranda & I. Giakoni. 1994. Evaluación directa del stock de langostino amarillo en la zona centro-norte. *Informes FIP. FIP/IT N° 93-06*, 132 p. + Anexos.
- Pelletier, D. & 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.
- Pennington, M. 1983. Efficient estimators of abundance, for fish and plankton surveys. *Biometrics* 39:281-286.
- Pennington, M. 1986. Some statistical techniques for estimating abundance indices from trawl surveys. *Fish. Bull.* 84:519-525.
- Perry, R.I. & S.J. Smith. 1994. Identifying habitat associations of marine fishes using survey data: an application to the northwest Atlantic. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* (51): 589-602.
- Perry, R.I., J.A. Boutillier & M.G.G. Foreman. 2000. Environmental influences on the availability of smooth pink shrimp, *Pandalus jordani*, to commercial fishing gear off Vancouver Island, Canada. *Fish. Oceanogr.* (9): 50-61.
- Perry, R.I., M. Stocker & J. Fargo. 1994. Environmental effects on the distribution of groundfish in Hecate Strait, British Columbia. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* (51): 1401-1409.
- Peterman, R. M. & G. J. Steer. 1981. Relation between sportfishing catchability coefficients and salmon abundance. *Trans. Am. Fish. Soc.* 114: 436-440.
- Petitgas, P. 1996. Geostatistics and their applications to fisheries survey data. In: Megrey, A., and E. Moskness (Eds.) *Computers in Fisheries Research*. Chapman & Hall, London. pp. 113-142
- Petitgas, P. & T. Lafont. 1997. EVA2: Estimation variance. Version 2. A geostatistical software on Windows 95 for the precision of fish stock assessment surveys. *ICES CM 97/Y:22*. 22 pp.
- Pool, H., C. Canales & C. Montenegro. 1996. Evaluación del recurso langostino amarillo en la zona centro-norte. *Informes FIP. FIP/IT N° 94-25*, 82 p.

- Punt, A. 2003. The performance of a size-structured stock assessment method in the face of spatial heterogeneity in growth. *Fisheries Research* 65:391-409.
- Punt, A.E., y R.B. Kennedy. 1997. Population modelling of Tasmanian rock lobster, *Jasus edwardsii*, resources. *Marine and Freshwater Research* 48:967-980.
- Punt, A.E., R.B. Kennedy, y S. Frusher. 1997. Estimating the size-transition matrix for Tasmanian rock lobster, *Jasus edwardsii*. *Marine and Freshwater Research* 48:981-992.
- Quinn, T.J. II, R. Fagen & J. Zheng. 1990. Threshold management policies for exploited populations. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47:2016-2029.
- Quinn II, T.J & R.B. Deriso. 1999. *Quantitative Fish Dynamics*. Oxford University Press, New York, 542 pp.
- Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board. Can.* 191, 382pp.
- Rivard, D. & J.J. Maguire. 1993. Reference points for fisheries management file eastern Canadian experience. In: *Risk evaluation and biological reference points for fisheries management*. S.J. Smith, J.J. Hunt & D. Rivard (Eds). *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.* 120:31-57.
- Roa, R. 1993. Annual growth and maturity function of the squat lobster *Pleuroncodes monodon* in central Chile. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 97: 157-166
- Roa, R. & R. Bahamonde. 1993. Growth and expansion of an exploited population of the squat lobster (*Pleuroncodes monodon*) after 3 years without harvesting. *Fish. Res.*, 18: 305-319.
- Roa, R., R. Ugarte & A. Rivera (1995a) Evaluación de la pesquería y del stock de langostino colorado en la zona centro-sur. *Informes FIP. FIP/IT N° 94-08*, 60 p.
- Roa, R., V.A. Gallardo, B. Ernst, M. Baltazar, J.I. Cañete & S. Enríquez-Briones. (1995b). Nursery ground, age structure and abundance of juvenile squat lobster *Pleuroncodes monodon* on the continental shelf off central Chile. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 116:47-54
- Roa, R., F. Tapia, L. Cid, R. Quiñones, B. Ernst, D. Figueroa, H. Arancibia, R. Galleguillos & M. Retamal. 1997a. Evaluación directa del stock de langostino colorado en la zona centro-sur. *Informes FIP, FIP/IT N° 96-23*, 139 p.
- Roa, R., R. Quiñones, V.A. Gallardo, B. Ernst, I. Payá, I. Campodónico & V. Alegría. 1997b. Distribución espacial de la estructura poblacional del langostino colorado *Pleuroncodes monodon* en la zona del cañón del Bio-Bío. *Informe Final Proyecto FONDECYT-1950090*.
- Roa, R. & R. Quiñones. 1998. Theoretical analysis of the relationship between production per unit biomass and animal body size. *Oikos*, 81: 161-167.
- Roa, R. & F. Tapia. 1998. Spatial differences between branches of a large population of the squat lobster *Pleuroncodes monodon*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 167: 186-195

- Roa, R., L. Cid, F. Tapia, R. Quiñones, H. Arancibia, D. Figueroa & I. López. 1998. Evaluación directa del stock de langostino amarillo en el litoral de la V a VIII Regiones. Informes FIP, FIP/IT N  97-23, 123 pp.
- Roa, R., F. Tapia, L. Cid, M.I. Lepez, C. Diaz & H. Arancibia. 1999a. Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones. Informes FIP, FIP/IT N  98-03, 128 p.
- Roa, R., B. Ernst & F. Tapia. 1999b. Estimation of size at sexual maturity: evaluation of analytical and resampling procedures. Fishery Bulletin, U.S., 97: 570-580.
- Roa, R. & F. Tapia (en prensa) Cohorts in space: geostatistical mapping of the age structure of the squat lobster (*Pleuroncodes monodon*) population off central Chile. Marine Ecology Progress Series.
- Rose, G.A. & W.C. Leggett. 1989. Interactive effects of geophysically-forced sea temperatures and prey abundance on mesoscale coastal distributions of a marine predator, Atlantic cod (*Gadus morhua*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. (46): 1904-1913.
- Rose, G.A. & W.C. Leggett. 1991. Effects of biomass-range interactions on catchability of migratory demersal fish by mobile fisheries: an example of Atlantic cod (*Gadus morhua*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 48:843-848.
- SAS Institute Inc. SAS/STAT. 1996. User's Guide, V. 6, 4th ed.
- Seijo, J. C., J. F. Caddy & J. Eu n. 1994. SPATIAL: space-time dynamics in marine fisheries. A software package for sedentary species. FAO. Comp. Inf. Ser. Fish. (6): 116 pp.
- Seijo, J.C., O.Defeo & S. Salas. 1997. Bioeconom a pesquera: teoría, modelaci n y manejo. FAO, Documento Técnico de Pesca 368. 176 pp.
- Sernapesca. 1997. Antecedentes biológicos del recurso camarón nailon. Doc. Interno Mimeografiado. 10 pp.
- Sernapesca. 1998. Anuario estadístico de pesca 1997. Servicio Nacional de Pesca. Valparaíso, Chile. 306 pp.
- Sernapesca. 1999. Anuario estadístico de pesca 1998. Servicio Nacional de Pesca. Valparaíso, Chile. 282 pp.
- Sernapesca. 2000. Anuario estadístico de pesca 1999. Servicio Nacional de Pesca. Valparaíso, Chile. 291 pp.
- Shepherd, J.G. 1982. A versatile new stock-recruitment relationships of fisheries and the construction of sustainable yield curves. J. Cons. Int. Explor. Mer 40:67-75.
- Shindo, S. 1973. General review of the trawl fishery and the demersal fish stocks of the South China Sea. FAO Fish. Tech. Pap. 120: 1-49.
- Simard, Y., P. Legendre, G. Lavoie & 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.

- Simpfendorfer, C.A., K. Donohue, N. G. Hall. 2000. Stock assessment and risk analysis for the whiskery shark (*Furgaleus macki* (Whitley)) in south-western Australia. *Fisheries Research* 47: 1-17.
- Simpson, J.H., J. Brown, J. Matthews & G. Allen. 1990. Tidal straining, density currents and stirring in the control of estuarine stratification. *Estuaries* (13): 125-132.
- Smith, S.J. 1988. Evaluating the efficiency of the delta-distribution mean estimator. *Biometrics* 44:485-493.
- Smith, S.J. 1990. Use of statistical models for the estimation of abundance from groundfish trawl survey data. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47:894-903.
- Sokal, R. R. & F. J. Rohlf. 1981. *Biometry*. W. H. Freeman and Co., San Francisco, California, 859 pp.
- Sparre, P. & S.C. Venema. 1995. Introducción a la evaluación de recursos pesqueros tropicales. Parte 1. Manual. FAO Documento Técnico de Pesca. N° 306.1 Rev.1., 440 pp.
- Stefansson, G. 1996. Analysis of groundfish survey abundance data: combining the GLM and delta approaches. *ICES J. mar. Sci.* (53): 577-588.
- Subsecretaría de Pesca. 2002. Cuota Global Anual de Captura 2003 para la pesquería del langostino colorado de la I a la IV Región. Informe Técnico (R. Pesq.) N° 99, 14 p. + Anexo.
- Sullivan, P. J., H. L. Lai, and V. F. Gallucci. 1990. A catch-at-length analysis that incorporates a stochastic model of growth. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47:184-198.
- Tapia, F. 1999. Distribución espacial del potencial reproductivo de la población de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) de Chile centro-sur. Tesis Magister en Ciencias mención Oceanografía. Universidad de Concepción.
- Taylor, C. C. 1954. Nature of variability in trawl catches. Fish and Wildlife Service. *Fishery Bulletin* 83:143-154.
- Thompson, W.F. & F.H. Bell. 1934. Biological statistics of the Pacific Halibut fishery. 2. Effect of changes in intensity upon total yield and yield per unit of gear. *Rep. Int. Fish. Pacific Halibut. Comm.* 8: 49 pp.
- Thompson, S.K. 1992. *Sampling*. John Wiley and Sons, New York. 343 pp.
- Troade, J.P. 1983. Introducción a la ordenación pesquera: su importancia, dificultades y métodos principales. FAO, Doc. Téc. Pesca, (224):60 p.

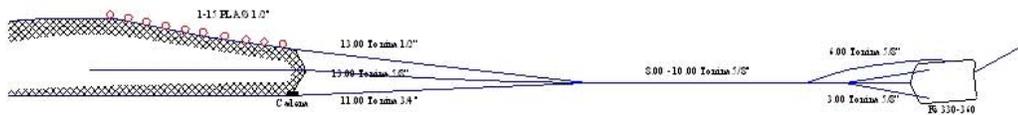
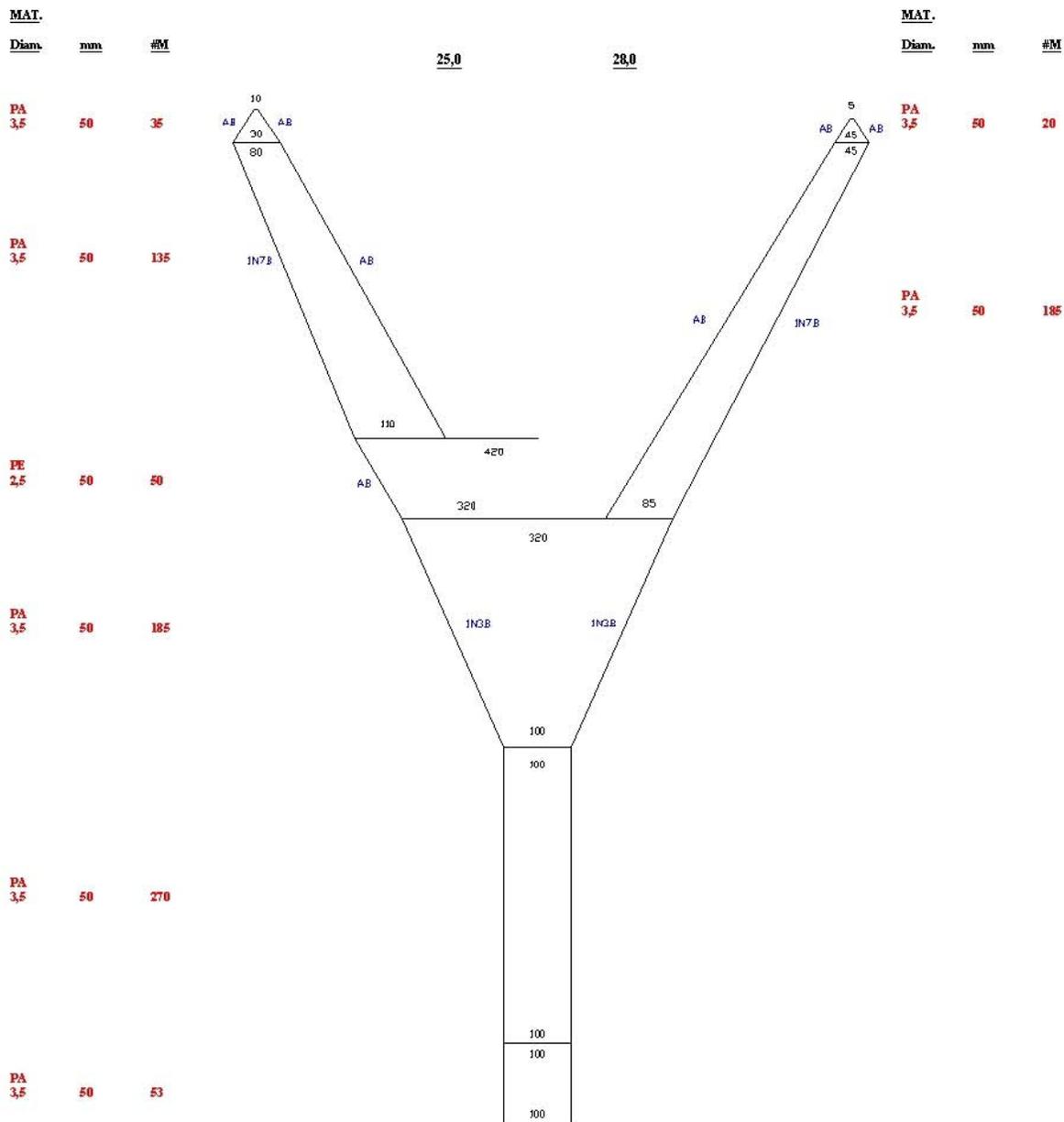
- Venables, W.N. & B.D. Ripley. 1997. Modern applied statistics with S-Plus. Springer-Verlag, New York, 520 pp.
- Walsh, S.J. & B.R. McCallum. 1997. Performance of the Campelen 1800 shrimp trawl during the 1995 Northwest Atlantic Fisheries Centre Autumn GroundFish Survey. NAFO Sci. Coun. Studies, 29: 105-116.
- Zar, J. 1995. Biostatistical analysis. 3rd edition. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.

ANEXO 1. Características técnicas y planos de las redes utilizadas.

RED DE ARRASTRE
Camarón-langostino
Chile

BARCO
PAM "Foche"
Eslora 21,95 m

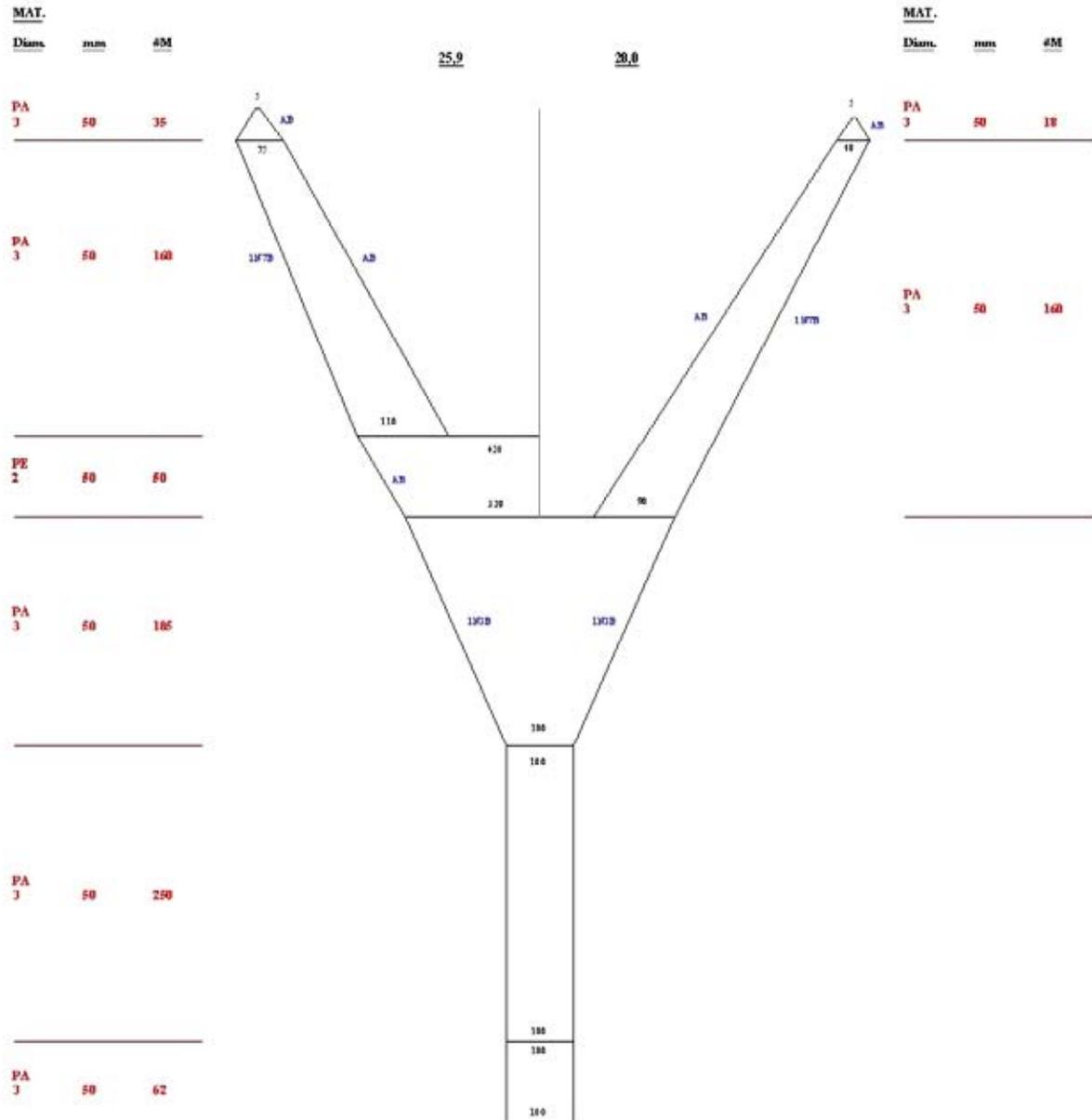
Universidad Católica del Norte
Facultad de Ciencias del Mar
Sede Coquimbo



RED DE ARRASTRE
Camarón-langostino
Chile

BARCO
PAM "Isabel S"
Eslora 17,9 m

Universidad Católica del Norte
Facultad de Ciencias del Mar
Sede Coquimbo



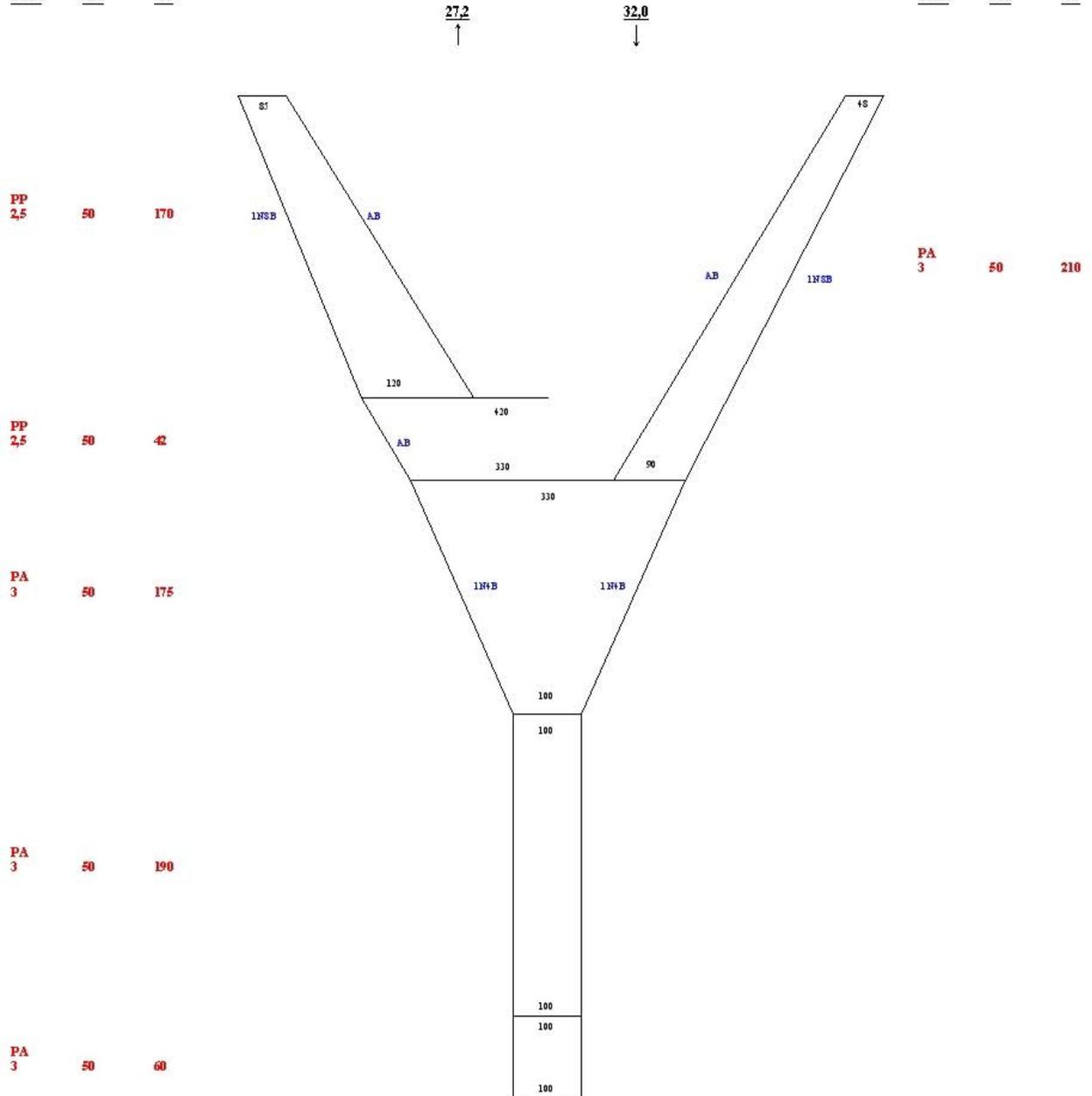
RED DE ARRASTRE
Camarón-langostino
Chile

BARCO
PAM "Maria I"
Eslora 21,95 m

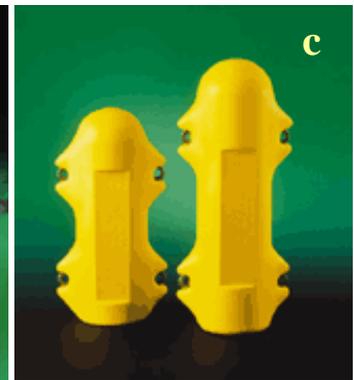
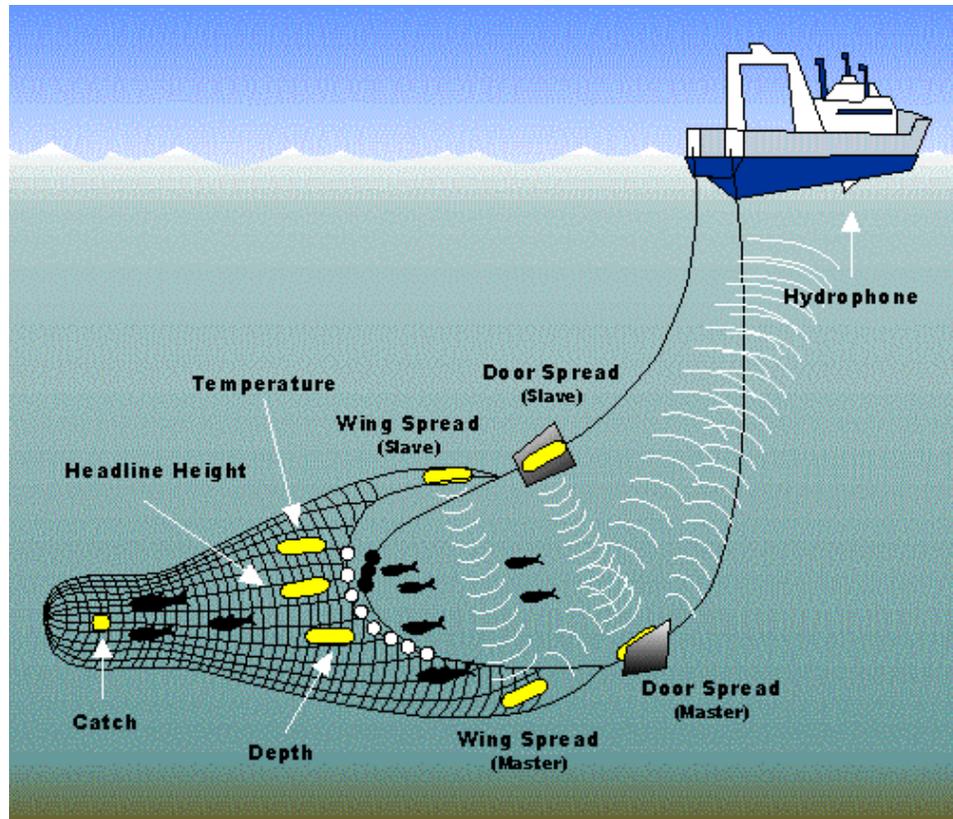
Universidad Católica del Norte
Facultad de Ciencias del Mar
Sede Coquimbo

MAT.
Diam. mm #M

MAT.
Diam. mm #M



ANEXO 2. Sistema NETMIND para medir APA.



Equipo Wing Spread Netmind de North Star Technical. (a) Deck Unit de conexión entre el hidrófono y el PC; (b) hidrófono de remolque; (c) Sensores de abertura de alas.

ANEXO 3. Registros de posición, fecha, hora, distancia lineal recorrida, captura de especie objetivo, abertura de punta de alas, área barrida y CPUE.

Anexo 3.1. Registros de posición, fecha, hora, distancia lineal recorrida, captura de especie objetivo, abertura de punta de alas, área barrida y CPUE.

LAT. (°)	MIN-LAT.	LONG. (°)	MIN-LONG.	DIST. LINEAL (m)	CAPTURA (Kg)	APA (m)	AREA BARRIDA (KM2)	CPUE (Ton/Km2)
29	53,489	71	24,265	902,850	0,00	13,150	0,011872	
29	52,833	71	25,506	949,150	0,00	12,498	0,011863	
29	51,566	71	22,756	949,150	0,00	11,842	0,011240	
29	51,437	71	24,199	926,000	0,00	10,657	0,009869	
29	49,697	71	24,561	926,000	0,00	14,232	0,013179	
29	49,338	71	22,450	972,300	1054,00	10,331	0,010044	104,93353
29	48,271	71	21,482	740,800	0,00	10,985	0,008138	
29	48,686	71	23,651	926,000	0,00	10,336	0,009571	
29	47,552	71	23,277	926,000	187,00	10,268	0,009508	19,66666
29	46,264	71	23,445	879,700	51,00	10,352	0,009107	5,60005
29	45,180	71	23,427	926,000	0,00	11,280	0,010445	
29	44,280	71	23,634	902,850	0,00	10,175	0,009187	
29	44,606	71	22,486	902,850	357,00	11,830	0,010681	33,42372
29	46,677	71	24,424	949,150	0,00	12,009	0,011398	
30	8,760	71	28,338	926,000	0,00		0,010545	
30	8,335	71	30,436	972,300	0,00	10,299	0,010013	
30	6,446	71	30,481	972,300	0,00	12,717	0,012365	
30	5,292	71	28,418	972,300	0,05	11,506	0,011187	0,00447
30	4,272	71	28,431	1018,600	340,00	11,844	0,012065	28,18170
30	3,217	71	28,384	1194,540	34,00	10,860	0,012973	2,62089
30	2,248	71	27,408	995,450	34,00	12,076	0,012021	2,82836
30	2,639	71	26,492	1061,813	0,00	12,343	0,013106	
30	4,260	71	28,095	1101,940	25,50	11,722	0,012917	1,97408
30	9,007	71	31,322	972,300	8,50	12,281	0,011941	0,71185
30	7,657	71	28,791	1018,600	0,00	11,754	0,011973	
29	58,764	71	28,064	987,733	0,00	13,172	0,013011	
29	53,963	71	26,459	1605,067	0,00	13,150	0,021107	
29	53,644	71	24,702	926,000	0,00	12,567	0,011637	
29	41,182	71	23,463	1049,467	32,00	10,912	0,011452	2,79431
29	40,257	71	24,667	1049,467	1,00	12,052	0,012649	0,07906
29	39,151	71	25,559	1111,200	0,00	12,016	0,013352	
29	39,311	71	24,546	1049,467	8,00	9,817	0,010303	0,77648
29	38,312	71	24,507	1481,600	16,00	10,782	0,015974	1,00162
29	38,330	71	22,521	926,000	224,00	11,381	0,010539	21,25521
29	36,480	71	22,515	246,933	8,00	11,662	0,002880	2,77805
29	36,227	71	23,542	926,000	0,00	10,391	0,009622	
29	36,287	71	24,485	777,840	400,00	10,774	0,008380	47,73154
29	37,283	71	25,634	926,000	0,00	12,443	0,011522	
29	35,265	71	25,511	987,733	24,00	11,185	0,011048	2,17241
29	34,345	71	24,462	987,733	496,00	10,276	0,010150	48,86552
29	33,232	71	24,452	972,300	528,00	11,069	0,010763	49,05777
29	34,278	71	23,509	987,733	32,00	11,444	0,011304	2,83095
29	33,294	71	23,526	1111,200	64,00	11,982	0,013315	4,80668
29	33,154	71	26,548	879,700	0,00	11,717	0,010307	
29	32,241	71	26,446	938,347	1,30	10,453	0,009809	0,13253
29	32,319	71	27,580	926,000	0,00	11,167	0,010340	
29	31,264	71	27,451	987,733	0,00	11,344	0,011205	
29	30,313	71	26,492	987,733	464,00	11,695	0,011551	40,16870
29	31,206	71	25,467	926,000	80,00	10,474	0,009699	8,24811
29	31,252	71	24,552	926,000	0,00	11,280	0,010445	
29	30,511	71	23,536	926,000	32,00	11,357	0,010516	3,04294
29	29,263	71	24,598	1419,867	496,00	10,841	0,015392	32,22403
29	28,685	71	23,679	879,700	128,00	10,938	0,009622	13,30324
29	28,399	71	25,651	938,347	0,00	11,225	0,010533	
29	28,377	71	26,567	996,993	0,00	11,269	0,011235	
29	28,734	71	27,236	1605,067	8,00	11,018	0,017685	0,45236
29	30,051	71	29,599	926,000	0,00	11,989	0,011102	
29	29,229	71	28,551	1049,467	0,00	11,659	0,012236	
29	28,260	71	29,648	879,700	4,00	11,882	0,010452	0,38269
29	27,379	71	28,580	787,100	104,00	11,647	0,009168	11,34425
29	27,411	71	26,515	926,000	0,70	10,962	0,010151	0,06896

29	27,420	71	24,560	987,733	112,00	11,474	0,011333	9,88250
29	26,310	71	26,683	1666,800	4,00	10,775	0,017960	0,22272
29	26,355	71	27,599	987,733	0,00	10,727	0,010596	
29	25,300	71	25,540	926,000	0,00	11,192	0,010364	
29	24,370	71	25,510	926,000	0,00	10,893	0,010087	
29	25,500	71	31,110	879,700	0,00	10,668	0,009384	
29	25,500	71	30,400	926,000	0,00	10,355	0,009589	
29	26,600	71	29,430	987,733	192,00	10,447	0,010319	18,60642
29	25,750	71	28,500	926,000	4,00	11,516	0,010664	0,37509
29	25,340	71	27,540	987,733	0,00	13,020	0,012860	
29	24,550	71	27,510	987,733	0,00	10,981	0,010847	
29	23,870	71	25,930	493,867	0,00	11,706	0,005781	
29	24,800	71	31,500	926,000	0,00	11,083	0,010263	
29	10,880	71	35,070	987,733	0,00	11,149	0,011012	
29	28,330	71	27,970	879,700	192,00	12,079	0,010626	18,06956
29	29,430	71	31,900	926,000	0,40	11,744	0,010875	0,03678
29	32,080	71	31,150	926,000	0,00	10,408	0,009638	
29	32,300	71	28,590	879,700	0,00	12,010	0,010565	
29	32,130	71	23,690	926,000	96,00	11,500	0,010649	9,01493
29	35,064	71	24,850	879,700	256,00	11,385	0,010015	25,56154
29	38,080	71	26,990	926,000	0,00	12,941	0,011983	
29	50,620	71	21,752	926,000	0,00	11,850	0,010973	
29	46,190	71	23,382	926,000	8,00		0,010545	0,75864
29	45,255	71	25,293	879,700	0,60	8,766	0,007711	0,07781
29	43,700	71	24,290	879,700	0,00	11,566	0,010174	
29	38,806	71	26,320	902,850	0,00	12,096	0,010921	
29	35,830	71	30,370	1111,200	0,00	9,422	0,010470	
29	32,218	71	25,125	1852,000	848,00	11,655	0,021585	39,28568
29	35,940	71	25,222	4574,440	1024,00		0,052093	19,65705
29	33,214	71	25,131	3704,000	806,00		0,042181	19,10823
29	35,983	71	25,893	6296,800	2080,00		0,071707	29,00680
29	33,147	71	25,158	6790,667	912,00		0,077331	11,79340
30	1,816	71	27,827	4136,133	80,00		0,047102	1,69845
30	4,650	71	28,610	4074,400	1120,00		0,046399	24,13853
30	2,060	71	27,782	4074,400	16,00		0,046399	0,34484
30	0,680	71	27,180	4515,793	192,00		0,051425	3,73356
26	55,510	70	55,021				0,000000	
26	55,650	70	55,760	926,000	4,00		0,009038	0,44256
26	34,421	70	47,800	987,733	0,00		0,009641	
26	35,000	70	47,800	1049,467	0,00		0,010243	
26	35,550	70	48,950	926,000	96,00		0,009038	10,62150
26	36,870	70	49,450	938,347	0,00		0,009159	
26	37,720	70	44,630	410,527	0,00		0,004007	
26	38,720	70	48,540	1172,933	4000,00		0,011448	349,39145
26	39,580	70	49,500	879,700	4,00		0,008586	0,46586
26	40,660	70	48,600	987,733	160,00		0,009641	16,59609
26	53,523	70	53,523	902,850	0,00		0,008812	
26	52,344	70	53,635	902,850	0,00		0,008812	
26	50,405	70	52,330	902,850	0,00	10,467	0,009450	
26	48,355	70	50,820	902,850	0,00	11,333	0,010232	
26	46,457	70	52,080	902,850	144,00	10,698	0,009658	14,90947
26	44,314	70	49,995	902,850	240,00	9,500	0,008577	27,98157
26	45,627	70	49,056	601,900	0,00	9,206	0,005541	
26	42,330	70	50,820	902,850	8,00	10,817	0,009766	0,81918
26	42,433	70	48,397	180,570	0,00	4,220	0,000762	
26	56,593	70	54,513	902,850	0,30	10,220	0,009227	0,03251
26	56,770	70	55,483	421,330	0,00	8,583	0,003616	
26	58,399	70	54,639	902,850	240,00	10,440	0,009426	25,46215
26	59,531	70	56,039	902,850	0,00	9,767	0,008818	
26	59,313	70	55,486	902,850	24,00	9,400	0,008487	2,82792
27	0,713	70	57,701	481,520	0,00	7,793	0,003753	
27	1,843	70	56,795	902,850	208,00	10,433	0,009420	22,08130
27	4,333	70	57,680	902,850	8,00	12,560	0,011340	0,70548
26	33,154	70	48,405	1083,420	640,00	9,900	0,010726	59,66889
26	32,904	70	47,472	963,040	0,00	9,840	0,009476	
26	32,230	70	47,200	879,700	0,00	10,950	0,009633	
26	31,274	70	49,569	902,850	4000,00	9,733	0,008788	455,17960
26	31,407	70	48,327	902,850	0,00	9,865	0,008906	

26	31,516	70	46,301	361,140	0,00	8,483	0,003064	
26	30,749	70	47,501	0,000	0,00		0,000000	
26	30,260	70	48,300	926,000	0,00	9,066	0,008395	
26	29,736	70	47,310	500,040	0,00	6,683	0,003342	
26	30,500	70	43,600	0,000	0,00		0,000000	
26	27,784	70	46,977	0,000	0,00		0,000000	
26	25,948	70	45,300	0,000	0,00		0,000000	
26	28,380	70	48,566	926,000	0,00	16,033	0,014847	
26	28,166	70	49,914	787,100	240,00	9,759	0,007681	31,24589
26	28,061	70	50,946	879,700	0,00	9,346	0,008222	
26	27,588	70	48,392	691,413	0,00	9,600	0,006638	
26	26,292	70	48,409	722,280	0,00	8,731	0,006306	
26	26,233	70	49,489	787,100	640,00	9,107	0,007168	89,28282
26	25,566	70	48,498	679,067	0,00	9,817	0,006666	
26	25,182	70	49,257	833,400	0,00	10,625	0,008855	
26	24,680	70	50,880	1018,600	0,00	10,300	0,010492	
26	24,241	70	48,244	469,173	0,00	8,413	0,003947	
26	24,205	70	47,920	180,570	0,00	8,556	0,001545	
26	23,375	70	49,288	1086,507	0,00	10,125	0,011001	
26	23,044	70	49,721	987,733	0,00	9,567	0,009449	
26	22,399	70	48,453	938,347	0,00	7,511	0,007048	
26	22,520	70	49,713	1111,200	0,00	9,133	0,010149	
26	21,958	70	51,875	833,400	0,00		0,008134	
26	20,896	70	49,244	611,160	0,00	13,800	0,008434	
26	20,888	70	48,140	1037,120	0,00	10,047	0,010420	
26	20,892	70	46,226	453,740	0,00	9,385	0,004258	
26	4,574	70	44,747	987,733	0,00	9,629	0,009510	
26	4,947	70	45,709	926,000	1600,00	8,140	0,007538	212,26803
26	5,155	70	46,207	926,000	80,00	8,000	0,007408	10,79914
26	6,343	70	46,940	987,733	2,50	9,583	0,009466	0,26411
26	6,282	70	46,355	987,733	0,00	8,500	0,008396	
26	7,110	70	46,313	926,000	0,00	8,950	0,008288	
26	5,809	70	47,227	1172,933	0,00	7,938	0,009311	
26	6,457	70	45,010	926,000	16,00	6,625	0,006135	2,60809
26	6,450	70	46,709	987,733	1,25		0,009641	0,12966
26	6,231	70	47,027	987,733	0,00		0,009641	
26	7,647	70	47,030	926,000	0,00		0,009038	
26	8,695	70	48,393	1049,467	0,00	11,250	0,011807	
26	9,472	70	47,931	987,733	0,00	8,800	0,008692	
26	9,410	70	49,046	123,467	0,00	12,800	0,001580	
26	9,422	70	48,411	926,000	0,00	13,300	0,012316	
26	10,758	70	49,036	926,000	0,00	10,833	0,010032	
26	10,480	70	48,111	987,733	0,00	12,367	0,012215	
26	11,550	70	48,201	926,000	0,00	5,567	0,005155	
26	11,449	70	47,785	926,000	0,00		0,009038	
26	10,176	70	45,146	926,000	0,00	11,925	0,011043	
26	11,751	70	48,293	926,000	0,00	10,164	0,009412	
26	12,750	70	49,108	926,000	0,00	11,292	0,010456	
26	13,705	70	49,790	987,733	0,00	9,656	0,009538	
26	13,979	70	48,748	555,600	0,00	10,926	0,006070	
26	14,838	70	48,798	987,733	0,00	8,774	0,008667	
26	15,633	70	49,750	926,000	0,00	9,896	0,009164	
26	15,850	70	48,343	802,533	96,00	9,458	0,007591	12,64718
26	15,636	70	47,370	926,000	64,00	9,892	0,009160	6,98669
26	15,689	70	44,945	555,600	0,00	9,120	0,005067	
26	16,517	70	48,597	1605,067	112,00	11,138	0,017877	6,26495
26	17,416	70	48,679	926,000	128,00	10,807	0,010007	12,79067
26	17,875	70	49,738	926,000	0,00		0,009038	
26	18,529	70	49,568	617,333	0,00	8,002	0,004940	
26	18,728	70	48,624	926,000	112,00	8,755	0,008107	13,81444
26	20,646	70	49,190	926,000	192,00	10,236	0,009478	20,25717
26	41,190	70	49,819	987,733	0,00	8,845	0,008736	
26	41,586	70	49,782	926,000	0,75	11,555	0,010700	0,07009
26	41,789	70	48,512	926,000	0,00	9,745	0,009024	
27	39,858	71	3,790	3812,033	0,00		0,037208	
27	37,077	71	3,144	926,000	0,00		0,009038	
27	37,237	71	2,975	839,573	288,00		0,008195	35,14467
27	36,357	71	2,527	1049,467	608,00		0,010243	59,35544

27	35,082	71	2,693	879,700	0,00		0,008586	
27	33,966	71	2,402	926,000	0,00		0,009038	
27	30,998	71	1,854	833,400	128,00		0,008134	15,73556
27	31,441	70	57,757	500,040	0,00		0,004881	
27	29,400	70	57,500	926,000	0,00		0,009038	
27	27,717	71	2,014	833,400	0,00		0,008134	
27	27,193	71	1,185	926,000	304,00		0,009038	33,63475
27	26,213	71	2,017	926,000	240,00		0,009038	26,55375
27	25,050	71	1,857	833,400	224,00		0,008134	27,53722
27	6,447	71	0,305	879,700	0,00		0,008586	
27	7,596	71	0,137	1049,467	128,00		0,010243	12,49588
27	8,497	71	0,079	821,053	32,00		0,008014	3,99305
27	9,500	71	0,995	987,733	0,00		0,009641	
27	1,470	71	1,017	879,700	0,00		0,008586	
27	13,598	71	0,439	1234,667	0,00		0,012051	
27	14,721	71	1,109	617,333	0,00		0,006026	
27	6,207	70	57,554	926,000	0,00		0,009038	
27	5,725	70	55,530	926,000	0,00		0,009038	
27	4,191	70	54,966	1111,200	0,00		0,010846	
27	25,340	71	1,030	879,700	0,00		0,008586	
27	24,279	71	1,575	926,000	128,00		0,009038	14,16200
27	23,189	71	2,630	987,733	0,00		0,009641	
27	23,133	71	1,352	0,000	0,00		0,000000	
27	22,209	71	1,496	987,733	128,00		0,009641	13,27688
27	21,390	71	2,444	0,000	0,00		0,000000	
27	5,500	70	57,396	926,000	112,00		0,009038	12,39175
27	4,407	70	59,053	308,667	0,00		0,003013	
28	10,151	71	16,370	833,400	0,00		0,009491	
28	30,086	71	19,437	833,400	0,00		0,009491	
28	35,190	71	22,001	833,400	0,00		0,009491	
28	43,101	71	25,704	833,400	0,00		0,009491	
28	47,623	71	29,170	1049,467	0,00		0,011951	
28	51,029	71	32,698	926,000	0,00		0,010545	
29	33,177	71	24,678	2778,000	800,00		0,031636	25,28798
29	48,110	71	22,914	2277,960	1152,00		0,025941	44,40816
29	49,344	71	22,362	3225,567	1328,00		0,036732	36,15334
29	47,675	71	22,532	3889,200	480,00		0,044290	10,83771
29	47,541	71	22,510	4667,040	104,00		0,053148	1,95681
26	1,140	70	45,020	1111,200	32,00	8,200	0,009112	3,51191
25	59,580	70	44,380	1852,000	240,00	9,600	0,017779	13,49892
25	59,280	70	44,690	1234,667	320,00	9,450	0,011668	27,42638
25	58,210	70	44,510	864,267	0,00	10,433	0,009017	
25	57,220	70	45,340	1049,467	192,00	10,533	0,011054	17,36868
25	56,420	70	46,450	926,000	0,00	11,000	0,010186	
25	55,180	70	47,030	1111,200	80,00	10,720	0,011912	6,71588
25	53,250	70	47,580	926,000	32,00	12,260	0,011353	2,81870
25	50,110	70	47,990	1049,467	128,00	8,400	0,008816	14,51985
25	50,020	70	47,680	987,733	0,00	11,186	0,011049	
25	49,370	70	47,460	1172,933	0,00	10,781	0,012646	
25	46,490	70	46,530	987,733	0,00		0,009787	
25	44,020	70	45,210	493,867	16,00	9,811	0,004845	3,30211
25	43,350	70	44,390	926,000	0,00	11,716	0,010849	
25	42,600	70	45,700	1049,467	32,00	10,348	0,010859	2,94673
25	29,170	70	40,410	617,333	0,00	8,256	0,005097	
25	30,530	70	40,700	926,000	0,00	9,900	0,009167	
25	32,550	70	40,540	864,267	0,00	9,107	0,007871	
25	34,570	70	41,460	987,733	0,00	11,200	0,011063	
25	34,200	70	41,980	926,000	0,00	11,217	0,010387	
25	35,550	70	43,400	926,000	0,00	9,211	0,008529	
25	37,990	70	44,270	926,000	80,00	10,800	0,010001	7,99936
25	28,500	70	41,650	987,733	0,00		0,009787	
25	30,840	70	41,960	926,000	36,00	10,300	0,009538	3,77446
25	31,850	70	42,440	926,000	0,00	11,000	0,010186	
25	32,600	70	41,437	185,200	0,00	8,967	0,001661	
25	33,421	70	42,150	864,267	0,00	9,100	0,007865	
25	37,862	70	46,691	926,000	0,00	11,733	0,010865	
25	38,324	70	45,465	926,000	180,00	10,733	0,009939	18,11035
25	38,939	70	44,257	926,000	0,00	10,883	0,010078	

25	40,055	70	46,439	926,000	0,00	10,833	0,010032	
25	40,623	70	45,520	926,000	0,00	9,671	0,008956	
25	42,024	70	47,790	926,000	18,00		0,009175	1,96183
25	45,987	70	46,897	926,000	72,00		0,009175	7,84732
25	47,098	70	47,541	926,000	72,00		0,009175	7,84732
25	45,987	70	48,544	493,867	0,00		0,004893	
25	46,787	70	48,402	926,000	36,00	10,600	0,009816	3,66763
25	51,987	70	48,138	926,000	0,00	8,733	0,008087	
25	53,616	70	48,896	246,933	0,00	12,567	0,003103	
25	56,087	70	47,917	926,000	36,00		0,009175	3,92366
25	57,952	70	47,401	926,000	0,00		0,009175	
25	57,930	70	46,817	926,000	0,00		0,009175	
25	58,835	70	46,798	926,000	0,00	9,300	0,008612	
25	59,528	70	45,493	987,733	0,00	8,825	0,008717	
26	0,457	70	46,178	987,733	0,00	8,200	0,008099	
26	0,932	70	45,427	740,800	0,00	8,200	0,006075	
26	2,499	70	44,602	987,733	36,00	8,467	0,008363	4,30477
26	3,132	70	45,025	926,000	90,00	4,000	0,003704	24,29806
26	3,913	70	47,355	926,000	0,00		0,009175	

Anexo 3.2. Lances de pesca utilizados (Usado = Si) en la estimación de abundancia de langostino colorado entre la II y IV Región. ID = identificador, ZAG = Zona de Análisis Geoestadístico, Reg. = Región, Tipo lance: 1 = investigación, 2 = comercial.

Nº	ID	ZAG	Reg.	Tipo lance	Captura (Kg)	Usado	Nº	ID	ZAG	Reg.	Tipo lance	Captura (Kg)	Usado
1	0	1	3	1	0,0	Si	49	57	1	3	1	32,0	Si
2	1	1	3	1	0,0	Si	50	60	1	3	1	128,0	Si
3	2	1	3	1	0,0	Si	51	61	1	3	1	0,0	Si
4	3	1	3	1	112,0	Si	52	62	1	3	1	608,0	Si
5	7	1	3	1	0,0	Si	53	63	2	4	1	0,0	Si
6	8	1	3	1	0,0	Si	54	64	2	4	1	0,0	Si
7	9	1	3	1	0,0	Si	55	65	2	4	1	4,0	Si
8	10	1	3	1	160,0	Si	56	66	2	4	1	4,0	Si
9	11	1	3	1	240,0	Si	57	67	2	4	1	0,0	Si
10	13	1	3	1	0,0	Si	58	68	2	4	1	496,0	Si
11	15	1	3	1	0,0	Si	59	69	2	4	1	32,0	Si
12	16	1	3	1	8,0	Si	60	70	2	4	1	1,3	Si
13	17	1	3	1	128,0	Si	61	71	2	4	1	24,0	Si
14	18	1	3	1	0,0	Si	62	72	2	4	1	8,0	Si
15	20		3	1	0,0	No	63	73	2	4	1	0,0	Si
16	21	1	3	1	224,0	Si	64	74	2	4	1	357,0	Si
17	22	1	3	1	0,0	Si	65	75	2	4	1	51,0	Si
18	23	2	4	1	0,0	Si	66	76	2	4	1	0,0	Si
19	24	2	4	1	0,0	Si	67	77	2	4	1	0,0	Si
20	25	2	4	1	0,0	Si	68	78	2	4	1	0,0	Si
21	26	2	4	1	104,0	Si	69	79	2	4	1	0,0	Si
22	27	2	4	1	8,0	Si	70	80	1	3	1	0,0	Si
23	28	2	4	1	0,0	Si	71	81	1	3	1	0,0	Si
24	29	2	4	1	128,0	Si	72	83	1	3	1	0,0	Si
25	30	2	4	1	0,0	Si	73	84	1	3	1	0,0	Si
26	31	2	4	1	496,0	Si	74	85	1	3	1	640,0	Si
27	32	2	4	1	0,0	Si	75	87	1	3	1	4000,0	Si
28	33	2	4	1	16,0	Si	76	88	1	3	1	0,0	Si
29	34	2	4	1	0,0	Si	77	89	1	3	1	4000,0	Si
30	35	2	4	1	0,0	Si	78	90	1	3	1	0,0	Si
31	36	2	4	1	0,0	Si	79	93	1	3	1	0,0	Si
32	37	2	4	1	0,0	Si	80	94	1	3	1	0,3	Si
33	38	2	4	1	34,0	Si	81	96	1	3	1	112,0	Si
34	39	2	4	1	0,1	Si	82	98	1	3	1	0,0	Si
35	40	1	3	1	0,0	Si	83	100	1	3	1	0,0	Si
36	41	1	3	1	0,0	Si	84	101	1	3	1	240,0	Si
37	42	1	3	1	0,0	Si	85	102	1	3	1	0,0	Si
38	43	1	3	1	0,0	Si	86	103	2	4	1	192,0	Si
39	44	1	3	1	0,0	Si	87	104	2	4	1		Si
40	45	1	3	1	0,0	Si	88	105	2	4	1	0,7	Si
41	46	1	3	1	0,0	Si	89	106	2	4	1	0,0	Si
42	48	1	3	1	640,0	Si	90	107	2	4	1	464,0	Si
43	49	1	3	1	0,0	Si	91	108	2	4	1	80,0	Si
44	50	1	3	1	0,8	Si	92	109	2	4	1	64,0	Si
45	51	1	3	1	0,0	Si	93	110	2	4	1	0,0	Si
46	54	1	3	1	0,0	Si	94	111	2	4	1	400,0	Si
47	55	1	3	1	0,0	Si	95	112	2	4	1	224,0	Si
48	56	1	3	1	0,0	Si	96	113	2	4	1	8,0	Si

Anexo 3. Continuación.

N°	ID	ZAG	Reg.	Tipo lance	Captura (Kg)	Usado	N°	ID	ZAG	Reg.	Tipo lance	Captura (Kg)	Usado
97	114	2	4	1	0,6	Si	147	171	1	2	1	0,0	Si
98	115	2	4	1	187,0	Si	148	172	1	2	1	36,0	Si
99	116	2	4	1	1054,0	Si	149	173	1	3	1	0,0	Si
100	117	2	4	1	0,0	Si	150	175	1	3	1	0,0	Si
101	118	2	4	1	34,0	Si	151	177	1	3	1	192,0	Si
102	119	2	4	1	0,0	Si	152	178	1	3	1	0,0	Si
103	120	1	3	1	0,0	Si	153	179	1	3	1	0,0	Si
104	121	1	3	1	0,0	Si	154	181	1	2	1	0,0	Si
105	122	1	3	1	0,0	Si	155	182	1	2	1	0,0	Si
106	124	1	3	1	0,0	Si	156	184	1	2	1	180,0	Si
107	126	1	3	1	0,0	Si	157	185	1	2	1	0,0	Si
108	127	1	3	1	0,0	Si	158	186	1	2	1	32,0	Si
109	128	1	3	1	96,0	Si	159	187	1	2	1	16,0	Si
110	129	1	3	1	4,0	Si	160	188	1	2	1	72,0	Si
111	130	1	3	1	0,0	Si	161	189	1	2	1	0,0	Si
112	134	1	3	1	240,0	Si	162	190	1	2	1	80,0	Si
113	135	1	3	1	208,0	Si	163	191	1	2	1	192,0	Si
114	136	1	3	1	0,0	Si	164	192	1	2	1	320,0	Si
115	137	1	3	1	0,0	Si	165	193	1	2	1	90,0	Si
116	138	1	3	1	0,0	Si	166	194	1	3	1	0,0	Si
117	140	1	3	1	128,0	Si	167	197	1	3	1	96,0	Si
118	141	1	3	1	304,0	Si	168	198	1	3	1	0,0	Si
119	142	1	3	1	288,0	Si	169	199	1	3	1	0,0	Si
120	143	2	4	1	4,0	Si	170	200	1	3	1	240,0	Si
121	144	2	4	1	0,0	Si	171	201		3	1	0,0	No
122	145	2	4	1	112,0	Si	172	202	1	2	1	36,0	Si
123	146	2	4	1	0,0	Si	173	203	1	2	1	0,0	Si
124	147	2	4	1	0,0	Si	174	204	1	2	1	0,0	Si
125	148	2	4	1	0,0	Si	175	208	1	2	1	0,0	Si
126	149	2	4	1	32,0	Si	176	210	1	2	1	0,0	Si
127	150	2	4	1	528,0	Si	177	211	1	2	1	0,0	Si
128	151	2	4	1	0,0	Si	178	212	1	2	1	0,0	Si
129	152	2	4	1	32,0	Si	179	213	1	2	1	0,0	Si
130	153	2	4	1	1,0	Si	180	214	1	3	1	1600,0	Si
131	154	2	4	1	0,0	Si	181	215	1	3	1	2,5	Si
132	155	2	4	1	0,0	Si	182	216	1	3	1	0,0	Si
133	156	2	4	1	0,0	Si	183	217	1	3	1	0,0	Si
134	157	2	4	1	0,0	Si	184	218	1	3	1	128,0	Si
135	158	2	4	1	340,0	Si	185	219	1	3	1	0,0	Si
136	159	2	4	1	0,0	Si	186	220	1	3	1	0,0	Si
137	160	1	2	1	0,0	Si	187	222	1	3	1	0,0	Si
138	161	1	2	1	0,0	Si	188	223	1	2	1	0,0	Si
139	162	1	2	1	0,0	Si	189	228	1	2	1	0,0	Si
140	163	1	2	1	0,0	Si	190	229	1	2	1	0,0	Si
141	164	1	2	1	0,0	Si	191	230	1	2	1	0,0	Si
142	165	1	2	1	18,0	Si	192	231	1	2	1	32,0	Si
143	167	1	2	1	36,0	Si	193	232	1	2	1	0,0	Si
144	168	1	2	1	0,0	Si	194	233	1	2	1	0,0	Si
145	169	1	2	1	36,0	Si	195	234	1	2	1	0,0	Si
146	170	1	2	1	0,0	Si	196	235	1	3	1	0,0	Si

Anexo 3. Continuación.

N°	ID	ZAG	Reg.	Tipo lance	Captura (Kg)	Usado	N°	ID	ZAG	Reg.	Tipo lance	Captura (Kg)	Usado
197	236	1	3	1	1,3	Si	241	355	1	3	1	128,0	Si
198	237	1	3	1	0,0	Si	242	356	1	3	1	0,0	Si
199	238	1	3	1	0,0	Si	243	357	1	3	1	0,0	Si
200	239	1	3	1	112,0	Si	244	359	1	3	1	0,0	Si
201	240	1	3	1	0,0	Si	245	366	0	3	1	0,0	No
202	241	1	3	1	0,0	Si	246	373	0	3	1	0,0	No
203	300	1	2	1	0,0	Si	247	375	0	3	1	0,0	No
204	301	1	2	1	0,0	Si	248	380	0	3	1	0,0	No
205	302	1	2	1	80,0	Si	249	381	0	3	1	0,0	No
206	303	1	2	1	0,0	Si	250	383	0	3	1	0,0	No
207	305	1	2	1	72,0	Si	251	389	0	4	1	0,0	No
208	308	1	2	1	128,0	Si	252	394	2	4	1	0,0	Si
209	311	1	2	1	240,0	Si	253	395	2	4	1	0,0	Si
210	313	1	2	1	32,0	Si	254	398	2	4	1	192,0	Si
211	314	1	3	1	80,0	Si	255	399	2	4	1	0,4	Si
212	315	1	3	1	16,0	Si	256	400	2	4	1	0,0	Si
213	317	1	3	1	0,0	Si	257	401	2	4	1	96,0	Si
214	318	1	3	1	0,0	Si	258	402	2	4	1	0,0	Si
215	319	1	3	1	0,0	Si	259	403	2	4	1	256,0	Si
216	322	1	3	1	64,0	Si	260	404	2	4	1	0,0	Si
217	323	1	3	1	0,0	Si	261	407	2	4	1	0,0	Si
218	326	1	3	1	0,0	Si	262	410	2	4	1	0,0	Si
219	327	1	3	1	0,0	Si	263	411	2	4	1	0,0	Si
220	329	1	3	1	0,0	Si	264	412	2	4	1	8,0	Si
221	330		3	1	0,0	No	265	413	2	4	1	0,0	Si
222	331		3	1	0,0	No	266	414	2	4	1	0,0	Si
223	332	1	3	1	0,0	Si	267	416	2	4	1	0,0	Si
224	333		3	1	0,0	No	268	418	2	4	1	25,5	Si
225	334	1	3	1	0,0	Si	269	419	2	4	1	0,0	Si
226	335	1	3	1	0,0	Si	270	420	2	4	1	8,5	Si
227	336	1	3	1	0,0	Si	271	600	2	4	2	848,0	Si
228	337	1	3	1	8,0	Si	272	601	2	4	2	1024,0	Si
229	338	1	3	1	144,0	Si	273	602	2	4	2	806,0	Si
230	339	1	3	1	0,0	Si	274	603	2	4	2	2080,0	Si
231	341	1	3	1	0,0	Si	275	604	2	4	2	912,0	Si
232	342	1	3	1	0,0	Si	276	605	2	4	2	80,0	Si
233	343	1	3	1	4,0	Si	277	606	2	4	2	1120,0	Si
234	344	1	3	1	24,0	Si	278	607	2	4	2	16,0	Si
235	345	1	3	1	0,0	Si	279	608	2	4	2	192,0	Si
236	346	1	3	1	0,0	Si	280	609	2	4	2	800,0	Si
237	348	1	3	1	0,0	Si	281	610	2	4	2	1152,0	Si
238	351		3	1	0,0	No	282	611	2	4	2	1328,0	Si
239	353	1	3	1	0,0	Si	283	612	2	4	2	480,0	Si
240	354	1	3	1	0,0	Si	284	613	2	4	2	104,0	Si

ANEXO 4. Biomasa (tons) y abundancia (miles de ejemplares) de langostino colorado, por caladero, sexo, dentro y fuera del ARPA y Región.

Anexo 4.1. Biomasa (tons) de machos de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) por caladero dentro de las 5 mm de reserva artesanal entre la II y IV Región. Enfoque geoestadístico. Caladeros 1 a 14.

MC	CALADERO													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
10,5														
11,5														
12,5								0,06						
13,5														
14,5							0,12	0,09						
15,5							0,15			0,63				0,01
16,5				0,24		1,19	0,38		0,18	1,50				0,02
17,5				2,91		5,13	0,46	0,49	0,88	3,55				0,01
18,5	0,60	0,05	0,02	5,51		14,60	1,13	2,75	1,07	4,16				0,06
19,5	3,51	0,17	0,05	19,80		33,63	4,44	9,73	3,23	3,63				0,07
20,5	3,55	0,51	0,62	34,79		49,13	4,50	11,65	6,18	2,80	0,40			0,02
21,5	2,10	2,98	1,98	36,94		89,79	7,76	23,29	8,23	1,60	0,46		0,69	0,05
22,5	1,20	5,70	3,55	36,80		169,04	18,28	22,14	6,44		2,36	0,12	0,79	0,19
23,5	1,06	7,29	3,60	27,04		164,26	32,05	17,89	11,27		2,38			0,24
24,5	0,51	6,94	2,52	41,19		145,78	41,88	18,49	15,23	2,34	4,36	0,15	2,06	0,58
25,5	0,38	6,72	2,37	35,56		83,06	35,81	26,34	13,37	10,48	10,15	1,34	3,49	0,70
26,5		5,65	1,83	17,42		45,33	35,97	15,16	20,10	17,56	23,30	4,70	3,92	2,09
27,5	0,48	8,03	1,67	12,61		32,85	19,96	13,62	15,28	9,77	53,48	5,87	11,70	2,82
28,5	3,17	6,95	1,78	5,11		17,21	12,01	6,10	18,58	21,64	63,66	11,86	14,68	3,41
29,5	5,26	11,23	1,09	8,51		7,55	9,06	5,94	18,19	27,88	75,43	8,75	32,60	3,48
30,5	9,66	14,50	1,11	12,56		2,06	1,70	3,77	1,57	43,84	75,78	7,66	40,09	3,78
31,5	15,91	11,59	1,35	10,39		2,25		9,39	3,53	43,29	67,96	4,06	44,22	3,87
32,5	14,72	10,32	2,85	7,61			6,41	11,51	7,88	31,58	63,40	9,57	34,05	4,33
33,5	10,15	4,60	2,84	16,70			4,77	11,39	17,55	22,97	53,52	4,11	18,67	3,69
34,5	4,15	4,73	2,30	2,28			5,30	19,43	24,34	62,49	31,81	6,11	14,58	4,32
35,5	2,00	1,51	1,26	4,98			11,74	19,73	21,55	20,35	18,48	0,89	15,91	2,93
36,5	1,63	1,30	0,79	5,41				33,12	29,71		10,53	0,96		2,27
37,5	0,59	0,35	0,43	14,69				16,22	22,89		3,98	2,08		1,36
38,5			0,94					7,85	19,58	10,77		1,84	4,07	0,67
39,5			0,25						10,61	7,86		2,64	0,61	0,43
40,5										8,58				0,47
41,5								2,48				0,76		
42,5								5,60				0,82		0,18
43,5														
44,5														
45,5														
46,5														
47,5														
48,5														
49,5														
TOTAL	80,63	111,12	35,20	359,05		862,86	267,33	330,97	294,46	332,06	567,50	68,84	241,52	42,05

Anexo 4.2. Biomasa (tons) de hembras de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) por caladero dentro de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y IV Región. Enfoque geoestadístico. Caladeros 1 a 14.

MC	CALADERO													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
10,5														
11,5														
12,5														
13,5														
14,5								0,09		1,03				
15,5							0,30			1,25				
16,5				0,49		0,80	0,19	0,27		2,25				0,01
17,5			0,02	1,75		3,26	0,23	0,16		1,77				0,03
18,5	0,08		0,04	5,17		5,41	0,85	3,14	1,34	4,16	0,07			0,03
19,5	1,05	0,22	0,40	18,18		21,80	1,71	10,66	2,26	1,21				0,02
20,5	0,61	1,78	1,11	23,51		56,25	2,45	13,28	4,63					0,04
21,5	0,23	5,37	2,85	46,18		160,17	12,62	13,53	7,31	1,60	0,23	0,10		
22,5	0,27	6,69	5,09	53,64		173,61	16,00	11,98	10,20		0,66			0,13
23,5	0,15	5,51	2,49	36,29		160,15	44,74	17,47	26,29	4,14	2,23	0,26	1,81	0,33
24,5	0,34	4,10	2,08	47,65		76,91	67,47	17,07	34,09	11,68	4,19	0,30		0,69
25,5	1,53	2,83	2,18	59,27		21,72	71,62	12,90	32,59	20,96	13,72	5,04	11,63	1,09
26,5	4,07	1,58	2,19	44,06		7,08	45,22	10,92	21,06	23,41	36,53	4,13	24,83	1,91
27,5	12,63	3,07	3,18	20,64		3,13	21,13	3,41	4,37	22,79	74,26	7,12	32,18	2,92
28,5	14,80	5,17	1,96	5,11			12,01	3,05	3,72	46,90	71,68	3,49	29,35	2,43
29,5	18,70	11,58	2,39	4,26		3,78	9,06	0,85	7,00	67,72	60,29	4,38	16,30	1,86
30,5	9,34	10,58	3,77	3,14			5,11	4,71	3,15	35,07	39,93	6,81	20,04	1,26
31,5	4,95	12,67	2,70	1,73				2,09	21,17	4,81	18,63	5,30	24,32	1,68
32,5	2,32	11,03	2,85				2,14	2,30	25,62		18,87	6,84	26,75	2,33
33,5	0,42	6,14	1,20	2,09				2,53	32,91		14,41	5,23	13,33	1,67
34,5		3,89	0,49					1,39	24,34		9,41	6,11	2,92	1,63
35,5		0,30						3,04	21,55		6,81	0,89	6,36	0,84
36,5			0,20	5,41				4,97	11,89		2,63	1,92	6,92	0,57
37,5											2,85	1,04		0,74
38,5											1,84			0,13
39,5											1,32	0,61		0,14
40,5														
41,5														
42,5														
43,5														
44,5														0,21
45,5														
46,5														
47,5														
48,5														
49,5														0,28
Total	71,49	92,51	37,19	378,57		694,07	312,85	139,81	295,49	250,75	380,56	59,57	216,74	22,97

Anexo 4.3. Biomasa (tons) de machos de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) por caladero fuera de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y IV Región. Enfoque geoestadístico. Caladeros 1 a 14.

MC	CALADERO													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
10,5														
11,5														
12,5								0,03						
13,5														
14,5							0,03	0,04						
15,5							0,04			0,03				
16,5				0,16		5,85	0,11		0,25	0,07				0,01
17,5				1,94		25,10	0,13	0,24	1,24	0,17				0,01
18,5	0,30	0,01	0,07	3,67	1,87	71,51	0,33	1,31	1,51	0,20				0,03
19,5	1,73	0,03	0,17	13,18	8,00	164,69	1,28	4,62	4,53	0,18				0,03
20,5	1,75	0,08	1,95	23,17	17,94	240,60	1,30	5,53	8,66	0,14	0,46			0,01
21,5	1,03	0,46	6,23	24,61	38,84	439,74	2,24	11,06	11,53	0,08	0,52			0,02
22,5	0,59	0,88	11,15	24,51	54,97	827,84	5,27	10,51	9,03					0,09
23,5	0,52	1,13	11,31	18,01	53,23	804,44	9,24	8,49	15,79					0,11
24,5	0,25	1,08	7,93	27,43	33,87	713,95	12,08	8,78	21,35	0,11	4,95			0,27
25,5	0,19	1,04	7,45	23,69	11,03	406,75	10,33	12,51	18,74	0,51	11,53			0,32
26,5		0,88	5,77	11,60	5,47	221,99	10,38	7,20	28,18	0,86	26,46			0,97
27,5	0,23	1,25	5,25	8,40	8,39	160,88	5,76	6,47	21,41	0,48	60,72			1,31
28,5	1,56	1,08	5,60	3,40	4,80	84,30	3,46	2,89	26,03	1,06	72,28			1,59
29,5	2,59	1,74	3,44	5,67		36,99	2,61	2,82	25,49	1,36	85,65			1,62
30,5	4,76	2,25	3,48	8,37		10,11	0,49	1,79	2,21	2,15	86,04			1,76
31,5	7,84	1,80	4,25	6,92		11,02		4,46	4,95	2,12	77,17			1,80
32,5	7,25	1,60	8,97	5,07			1,85	5,46	11,05	1,55	71,99			2,02
33,5	5,00	0,71	8,94	11,12			1,38	5,41	24,60	1,12	60,77			1,72
34,5	2,04	0,73	7,24	1,52			1,53	9,23	34,12	3,06	36,12			2,01
35,5	0,99	0,23	3,97	3,31			3,39	9,37	30,20	1,00	20,98			1,36
36,5	0,80	0,20	2,48	3,61				15,73	41,64		11,96			1,06
37,5	0,29	0,05	1,35	9,79				7,70	32,07		4,52			0,63
38,5			2,94				2,27	9,30	15,09		2,09			0,31
39,5			0,80					5,04	11,01		3,00			0,20
40,5									12,03					0,22
41,5								1,18			0,86			
42,5							1,62				0,93			0,08
43,5														
44,5														
45,5														
46,5														
47,5														
48,5														
49,5														
Total	39,71	17,23	110,74	239,15	238,41	4225,76	77,12	157,17	412,71	16,25	644,38	0,00	0,00	19,56

Anexo 4.4. Biomasa (tons) de hembras de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) por caladero fuera de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y IV Región. Enfoque geoestadístico. Caladeros 1 a 14.

MC	CALADERO													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
10,5					0,05									
11,5														
12,5														
13,5														
14,5								0,04		0,05				
15,5							0,09			0,06				
16,5				0,32		3,90	0,05	0,13		0,11				
17,5			0,06	1,16		15,98	0,07	0,08		0,09				0,01
18,5	0,04		0,14	3,44	1,87	26,49	0,24	1,49	1,88	0,20	0,08			0,01
19,5	0,52	0,03	1,24	12,11	10,28	106,74	0,49	5,06	3,17	0,06				0,01
20,5	0,30	0,28	3,50	15,66	29,68	275,47	0,71	6,31	6,49					0,02
21,5	0,11	0,83	8,96	30,76	55,37	784,41	3,64	6,43	10,25	0,08	0,26			
22,5	0,13	1,04	16,00	35,72	79,51	850,22	4,61	5,69	14,29		0,74			0,06
23,5	0,07	0,85	7,84	24,17	37,03	784,33	12,90	8,30	36,84	0,20	2,53			0,16
24,5	0,17	0,64	6,55	31,74	17,61	376,65	19,46	8,10	47,78	0,57	4,76			0,32
25,5	0,75	0,44	6,86	39,48	4,73	106,38	20,66	6,13	45,67	1,03	15,58			0,50
26,5	2,00	0,24	6,88	29,35	3,65	34,69	13,04	5,18	29,52	1,15	41,48			0,89
27,5	6,22	0,48	9,99	13,75		15,32	6,09	1,62	6,12	1,12	84,32			1,36
28,5	7,30	0,80	6,16	3,40			3,46	1,45	5,21	2,30	81,39			1,13
29,5	9,22	1,80	7,51	2,84		18,49	2,61	0,40	9,80	3,31	68,45			0,87
30,5	4,60	1,64	11,84	2,09			1,47	2,24	4,41	1,72	45,34			0,59
31,5	2,44	1,96	8,50	1,15	3,51			0,99	29,67	0,24	21,15			0,78
32,5	1,15	1,71	8,97				0,62	1,09	35,91		21,42			1,08
33,5	0,21	0,95	3,77	1,39				1,20	46,12		16,36			0,78
34,5		0,60	1,55					0,66	34,12		10,68			0,76
35,5		0,05						1,44	30,20		7,73			0,39
36,5			0,62	3,61				2,36	16,66		2,99			0,26
37,5											3,23			0,34
38,5											2,09			0,06
39,5											1,50			0,07
40,5														
41,5														
42,5														
43,5														
44,5														0,10
45,5														
46,5														
47,5														
48,5														
49,5														0,13
Total	35,23	14,34	116,94	252,14	243,29	3399,07	90,21	66,39	414,11	12,29	432,08	0,00	0,00	10,68

Anexo 4.5. Abundancia (miles de ejemplares) de machos de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) por caladero dentro de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y IV Región. Enfoque geoestadístico. Caladeros 1 a 14.

MC	CALADERO													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
10,5														4,0
11,5														
12,5								75,2						
13,5														
14,5							115,9	75,2						
15,5							115,9			321,9				4,0
16,5				127,4		574,0	231,8		108,3	643,8				7,9
17,5				1273,9		2104,8	231,8	225,7	433,0	1287,7				4,0
18,5	201,9	15,4	9,3	2038,3		5166,3	463,6	1053,1	433,0	1287,7				15,9
19,5	1009,6	46,1	18,7	6242,2		10332,7	1506,9	3159,2	1082,6	965,7				15,9
20,5	883,4	122,9	186,6	9427,0		13202,9	1275,0	3234,4	1732,1	643,8	86,6			4,0
21,5	454,3	630,0	513,2	8662,6		21239,4	1854,6	5566,1	1948,6	321,9	86,6		149,0	7,9
22,5	227,2	1060,3	793,2	7516,1		35399,0	3709,2	4588,3	1299,1		389,7	18,3	149,0	27,7
23,5	176,7	1198,6	699,9	4840,9		30615,3	5563,8	3234,4	1948,6		346,4			31,7
24,5	75,7	1014,2	429,2	6497,0		24300,9	6259,3	2933,5	2273,4	321,9	562,9	18,3	298,1	67,4
25,5	50,5	875,9	354,6	4968,3		12437,5	4636,5	3685,7	1732,1	1287,7	1169,1	146,7	447,1	71,4
26,5		660,8	242,6	2165,7		6123,1	4056,9	1880,5	2273,4	1931,5	2403,2	458,5	447,1	190,3
27,5	50,5	845,2	196,0	1401,3		4018,3	1970,5	1504,4	1515,6	965,7	4957,9	513,5	1192,2	229,9
28,5	302,9	660,8	186,6	509,6		1913,5	1043,2	601,7	1623,8	1931,5	5326,0	935,3	1341,2	249,7
29,5	454,3	968,1	102,6	764,3		765,4	695,5	526,5	1407,3	2253,4	5715,7	623,6	2682,5	229,9
30,5	757,2	1137,2	93,3	1019,1		191,3	115,9	300,9	108,3	3219,1	5217,7	495,2	2980,5	226,0
31,5	1135,8	829,8	102,6	764,3		191,3		677,0	216,5	2897,2	4265,1	238,4	2980,5	210,1
32,5	959,1	676,1	196,0	509,6			347,7	752,2	433,0	1931,5	3637,2	513,5	2086,4	214,1
33,5	605,7	276,6	177,3	1019,1			231,8	677,0	866,0	1287,7	2814,5	201,7	1043,2	166,5
34,5	227,2	261,2	130,6	127,4			231,8	1053,1	1082,6	3219,1	1537,2	275,1	745,1	178,4
35,5	101,0	76,8	65,3	254,8			463,6	977,8	866,0	965,7	822,7	36,7	745,1	111,0
36,5	75,7	61,5	37,3	254,8				1504,4	1082,6		433,0	36,7		79,3
37,5	25,2	15,4	18,7	637,0				677,0	757,8		151,6	73,4		43,6
38,5			37,3					231,8	752,2	324,8		65,0	149,0	19,8
39,5			9,3						376,1	216,5		86,6	18,3	11,9
40,5									216,5					11,9
41,5									75,2		21,7			
42,5								115,9			21,7			4,0
43,5														
44,5														
45,5														
46,5														
47,5														
48,5														
49,5														
Total	7773,9	11432,9	4600,2	61020,7	0,0	168575,7	35468,9	40166,8	25981,5	27684,5	40118,1	4603,2	17436,0	2438,2

Anexo 4.6. Abundancia (miles de ejemplares) de hembras de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) por caladero dentro de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y IV Región. Enfoque geoestadístico. Caladeros 1 a 14.

MC	CALADERO													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
10,5														
11,5														
12,5														
13,5														
14,5								75,2		643,8				
15,5							231,8			643,8				
16,5				254,8		382,7	115,9	150,4		965,7				4,0
17,5			9,3	764,3		1339,4	115,9	75,2		643,8				7,9
18,5	25,2		18,7	1910,9		1913,5	347,7	1203,5	541,3	1287,7	21,7			7,9
19,5	302,9	61,5	140,0	5732,6		6697,1	579,6	3460,0	757,8	321,9				4,0
20,5	151,4	430,3	335,9	6369,6		15116,3	695,5	3685,7	1299,1					7,9
21,5	50,5	1137,2	737,2	10828,3		37886,5	3013,7	3234,4	1732,1	321,9	43,3	18,3		
22,5	50,5	1244,7	1138,4	10955,7		36355,7	3245,5	2482,2	2056,9		108,3			19,8
23,5	25,2	906,7	485,2	6497,0		29849,9	7766,1	3159,2	4546,7	643,8	324,8	36,7	298,1	43,6
24,5	50,5	599,3	354,6	7516,1		12820,2	10084,4	2707,8	5088,0	1609,6	541,3	36,7		79,3
25,5	201,9	368,8	326,6	8280,5		3252,9	9273,0	1805,2	4222,0	2575,3	1580,5	550,2	1490,3	111,0
26,5	479,5	184,4	289,3	5477,8		956,7	5100,1	1353,9	2381,6	2575,3	3767,1	403,5	2831,5	174,4
27,5	1337,7	322,7	373,3	2293,0		382,7	2086,4	376,1	433,0	2253,4	6884,8	623,6	3278,6	237,9
28,5	1413,4	491,7	205,3	509,6			1043,2	300,9	324,8	4184,9	5997,1	275,1	2682,5	178,4
29,5	1615,3	998,9	224,0	382,2		382,7	695,5	75,2	541,3	5472,5	4568,2	311,8	1341,2	122,9
30,5	731,9	829,8	317,3	254,8			347,7	376,1	216,5	2575,3	2749,6	440,2	1490,3	75,3
31,5	353,4	906,7	205,3	127,4				150,4	1299,1	321,9	1169,1	311,8	1639,3	91,2
32,5	151,4	722,2	196,0				115,9	150,4	1407,3		1082,5	366,8	1639,3	115,0
33,5	25,2	368,8	74,7	127,4				150,4	1623,8		757,8	256,8	745,1	75,3
34,5		215,1	28,0					75,2	1082,6		454,7	275,1	149,0	67,4
35,5		15,4						150,4	866,0		303,1	36,7	298,1	31,7
36,5			9,3	254,8				225,7	433,0		108,3	73,4	298,1	19,8
37,5											108,3	36,7		23,8
38,5											65,0			4,0
39,5											43,3	18,3		4,0
40,5														
41,5														
42,5														
43,5														
44,5														4,0
45,5														
46,5														
47,5														
48,5														
49,5														4,0
Total	6965,9	9804,2	5468,4	68536,8	0,0	147336,3	44857,9	25423,5	30852,9	27040,6	30678,8	4071,7	18181,4	1514,5

Anexo 4.7. Abundancia (miles de ejemplares) de machos de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) por caladero fuera de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y IV Región. Enfoque geoestadístico. Caladeros 1 a 14.

MC	CALADERO													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
10,5														1,8
11,5														
12,5								35,7						
13,5														
14,5							33,4	35,7						
15,5							33,4			15,8				1,8
16,5				84,8		2811,3	66,9		151,7	31,5				3,7
17,5				848,5		10308,0	66,9	107,2	606,9	63,0				1,8
18,5	99,5	2,4	29,3	1357,6	1013,6	25301,5	133,7	500,0	606,9	63,0				7,4
19,5	497,6	7,1	58,7	4157,6	3547,5	50603,0	434,6	1500,1	1517,2	47,3				7,4
20,5	435,4	19,1	586,9	6278,8	6588,2	64659,4	367,7	1535,9	2427,5	31,5	98,3			1,8
21,5	223,9	97,7	1614,0	5769,7	11909,4	104017,3	534,9	2643,1	2730,9	15,8	98,3			3,7
22,5	112,0	164,4	2494,4	5006,1	14190,0	173362,2	1069,8	2178,8	1820,6		442,5			12,9
23,5	87,1	185,8	2201,0	3224,2	11656,1	149934,9	1604,7	1535,9	2730,9		393,3			14,7
24,5	37,3	157,2	1349,9	4327,3	6334,8	119010,8	1805,3	1393,0	3186,1	15,8	639,2			31,3
25,5	24,9	135,8	1115,2	3309,1	1773,7	60911,1	1337,3	1750,2	2427,5	63,0	1327,5			33,2
26,5		102,4	763,0	1442,4	760,2	29987,0	1170,1	892,9	3186,1	94,5	2728,7			88,5
27,5	24,9	131,0	616,3	933,3	1013,6	19679,0	568,3	714,4	2124,1	47,3	5629,6			106,9
28,5	149,3	102,4	586,9	339,4	506,8	9370,9	300,9	285,7	2275,8	94,5	6047,5			116,2
29,5	223,9	150,1	322,8	509,1		3748,4	200,6	250,0	1972,3	110,3	6490,0			106,9
30,5	373,2	176,3	293,5	678,8		937,1	33,4	142,9	151,7	157,6	5924,6			105,1
31,5	559,8	128,7	322,8	509,1		937,1		321,5	303,4	141,8	4842,9			97,7
32,5	472,7	104,8	616,3	339,4			100,3	357,2	606,9	94,5	4130,0			99,6
33,5	298,5	42,9	557,6	678,8			66,9	321,5	1213,8	63,0	3195,8			77,4
34,5	112,0	40,5	410,8	84,8			66,9	500,0	1517,2	157,6	1745,4			83,0
35,5	49,8	11,9	205,4	169,7			133,7	464,3	1213,8	47,3	934,2			51,6
36,5	37,3	9,5	117,4	169,7				714,4	1517,2		491,7			36,9
37,5	12,4	2,4	58,7	424,2				321,5	1062,0		172,1			20,3
38,5			117,4				66,9	357,2	455,2		73,7			9,2
39,5			29,3					178,6	303,4		98,3			5,5
40,5									303,4					5,5
41,5											24,6			
42,5								35,7			24,6			1,8
43,5														
44,5														
45,5														
46,5														
47,5														
48,5														
49,5														
Total	3831,5	1772,4	14467,6	40642,4	59293,9	825579,0	10230,0	19073,4	36412,5	1355,1	45552,8	0,0	0,0	1133,6

Anexo 4.8. Abundancia (miles de ejemplares) de hembras de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) por caladero fuera de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y IV Región. Enfoque geoestadístico. Caladeros 1 a 14.

MC	CALADERO													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
10,5					253,4									
11,5														
12,5														
13,5														
14,5								35,7		31,5				
15,5							66,9			31,5				
16,5				169,7		1874,2	33,4	71,4		47,3				1,8
17,5			29,3	509,1		6559,7	33,4	35,7		31,5				3,7
18,5	12,4		58,7	1272,7	1013,6	9370,9	100,3	571,5	758,6	63,0	24,6			3,7
19,5	149,3	9,5	440,2	3818,2	4561,1	32798,3	167,2	1643,0	1062,0	15,8				1,8
20,5	74,6	66,7	1056,5	4242,4	10895,9	74030,4	200,6	1750,2	1820,6					3,7
21,5	24,9	176,3	2318,3	7212,1	16977,3	185544,4	869,2	1535,9	2427,5	15,8	49,2			
22,5	24,9	193,0	3580,2	7297,0	20524,8	178047,7	936,1	1178,7	2882,7		122,9			9,2
23,5	12,4	140,6	1526,0	4327,3	8108,6	146186,5	2239,9	1500,1	6372,2	31,5	368,7			20,3
24,5	24,9	92,9	1115,2	5006,1	3294,1	62785,2	2908,5	1285,8	7130,8	78,8	614,6			36,9
25,5	99,5	57,2	1027,1	5515,1	760,2	15930,6	2674,5	857,2	5917,0	126,1	1794,6			51,6
26,5	236,3	28,6	909,7	3648,5	506,8	4685,5	1471,0	642,9	3337,8	126,1	4277,5			81,1
27,5	659,3	50,0	1173,8	1527,3		1874,2	601,8	178,6	606,9	110,3	7817,5			110,6
28,5	696,6	76,2	645,6	339,4			300,9	142,9	455,2	204,9	6809,6			83,0
29,5	796,1	154,9	704,3	254,5		1874,2	200,6	35,7	758,6	267,9	5187,1			57,2
30,5	360,7	128,7	997,8	169,7			100,3	178,6	303,4	126,1	3122,1			35,0
31,5	174,2	140,6	645,6	84,8	253,4			71,4	1820,6	15,8	1327,5			42,4
32,5	74,6	112,0	616,3				33,4	71,4	1972,3		1229,2			53,5
33,5	12,4	57,2	234,8	84,8				71,4	2275,8		860,4			35,0
34,5		33,4	88,0					35,7	1517,2		516,2			31,3
35,5		2,4						71,4	1213,8		344,2			14,7
36,5			29,3	169,7				107,2	606,9		122,9			9,2
37,5											122,9			11,1
38,5											73,7			1,8
39,5											49,2			1,8
40,5														
41,5														
42,5														
43,5														
44,5														1,8
45,5														
46,5														
47,5														
48,5														
49,5														1,8
Total	3433,1	1520,2	17196,7	45648,4	67149,2	721561,8	12938,0	12072,4	43239,9	1323,9	34834,6	0,0	0,0	704,0

Anexo 4.9. Biomasa (toneladas) de machos y hembras de langostino colorado (*Pleuoncodes monodon*) por región dentro de las 5 mm de reserva artesanal entre la II y IV Región. Enfoque geoestadístico.

MC	MACHOS			HEMBRAS		
	II	III	IV	II	III	IV
10,5			0,01		0,07	
11,5						
12,5		0,11				
13,5						
14,5		0,36			0,55	
15,5		0,45	0,04		0,90	
16,5	0,03	2,17	0,10	0,06	2,19	0,06
17,5	0,34	7,83	0,06	0,23	3,62	0,13
18,5	1,04	22,15	0,29	0,71	16,47	0,24
19,5	4,27	63,73	0,34	3,47	52,30	0,09
20,5	7,44	90,16	0,49	6,36	103,47	0,22
21,5	11,02	171,44	0,79	13,54	235,37	0,38
22,5	14,72	263,26	3,50	16,80	296,25	1,44
23,5	14,74	277,12	3,55	9,85	318,05	4,93
24,5	11,46	292,43	7,73	7,65	290,46	8,78
25,5	10,82	226,08	15,76	7,39	242,23	29,76
26,5	8,32	160,08	39,94	7,72	159,18	61,47
27,5	10,67	117,66	77,24	15,17	64,17	115,33
28,5	11,61	69,61	98,40	16,49	29,03	105,20
29,5	15,42	60,72	110,80	25,44	27,24	88,23
30,5	21,36	26,23	113,16	21,42	22,69	65,61
31,5	22,57	37,32	102,43	19,20	33,49	42,23
32,5	23,26	48,04	105,11	16,47	36,95	48,67
33,5	15,37	65,43	82,98	8,06	45,73	35,43
34,5	10,86	74,54	64,97	4,55	30,65	28,67
35,5	4,74	81,55	38,05	0,29	30,49	15,06
36,5	3,55	105,48	23,83	0,32	29,95	10,09
37,5	1,40	75,36	13,56			8,90
38,5	1,52	58,48	6,01			2,97
39,5	0,41	29,58	5,78			3,21
40,5		9,14	2,34			
41,5		4,94	0,84			
42,5		5,32	1,81			
43,5						
44,5						1,15
45,5						
46,5						
47,5						
48,5						
49,5						1,60
Total	226,94	2446,77	919,91	201,19	2071,50	679,85

Anexo 4.10. Biomasa (toneladas) de machos y hembras de langostino colorado (*Pleuoncodes monodon*) por región fuera de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y IV Región. Enfoque geoestadístico.

MC	MACHOS			HEMBRAS		
	II	III	IV	II	III	IV
10,5			0,01		0,14	
11,5						
12,5		0,24				
13,5						
14,5		0,77			1,13	
15,5		0,94	0,03		1,86	
16,5	0,04	4,60	0,07	0,10	4,53	0,04
17,5	0,51	16,60	0,04	0,41	7,50	0,09
18,5	1,59	46,95	0,21	1,25	34,10	0,15
19,5	6,53	135,11	0,24	6,13	108,28	0,06
20,5	11,38	191,13	0,35	11,25	214,20	0,14
21,5	16,86	363,45	0,57	23,95	487,25	0,24
22,5	22,51	558,10	2,53	29,70	613,29	0,94
23,5	22,55	587,48	2,56	17,41	658,40	3,21
24,5	17,53	619,95	5,58	13,53	601,30	5,72
25,5	16,55	479,29	11,38	13,06	501,44	19,38
26,5	12,72	339,38	28,82	13,65	329,51	40,04
27,5	16,33	249,44	55,75	26,83	132,84	75,12
28,5	17,76	147,58	71,02	29,16	60,09	68,52
29,5	23,60	128,73	79,97	44,99	56,40	57,47
30,5	32,68	55,60	81,67	37,87	46,98	42,73
31,5	34,52	79,12	73,93	33,96	69,33	27,51
32,5	35,59	101,85	75,87	29,12	76,49	31,70
33,5	23,52	138,71	59,89	14,26	94,66	23,08
34,5	16,61	158,01	46,90	8,04	63,46	18,67
35,5	7,25	172,88	27,47	0,52	63,12	9,81
36,5	5,43	223,61	17,20	0,56	61,99	6,57
37,5	2,15	159,77	9,78			5,80
38,5	2,33	123,97	4,34			1,93
39,5	0,63	62,72	4,17			2,09
40,5		19,39	1,69			
41,5		10,47	0,61			
42,5		11,28	1,30			
43,5						
44,5						0,75
45,5						
46,5						
47,5						
48,5						
49,5						1,04
Total	347,17	5187,12	663,95	355,75	4288,29	442,80

Anexo 4.11. Abundancia (miles de individuos) de machos y hembras de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) por región dentro de las 5 mm de reserva artesanal entre la II y IV Región. Enfoque geoestadístico.

MC	MACHOS			HEMBRAS		
	II	III	IV	II	III	IV
10,5			21,7		147,2	
11,5						
12,5		145,8				
13,5						
14,5		291,6			441,5	
15,5		291,6	21,7		588,7	
16,5	14,9	1166,4	43,4	29,4	1177,5	24,1
17,5	149,1	3499,1	21,7	102,8	1619,0	48,2
18,5	387,7	8310,5	86,8	264,4	6181,7	72,3
19,5	1356,8	20265,9	86,8	1101,9	16631,6	24,1
20,5	2027,8	24494,0	108,5	1733,6	28111,8	48,2
21,5	2594,3	40094,3	151,9	3188,1	55046,2	72,3
22,5	3011,8	53361,9	585,9	3437,8	60050,3	241,1
23,5	2639,1	48988,0	520,8	1763,0	56223,6	723,4
24,5	1804,1	45343,0	998,1	1204,7	45037,8	1133,3
25,5	1505,9	30909,1	1801,0	1028,4	33116,0	3399,9
26,5	1028,8	19391,1	4057,6	954,9	19280,9	6245,3
27,5	1177,9	12684,4	7008,6	1674,8	6917,6	10465,0
28,5	1148,1	6706,7	8006,7	1630,8	2796,5	8560,1
29,5	1371,7	5248,7	8115,2	2262,5	2354,9	6462,3
30,5	1714,6	2041,2	7486,0	1718,9	1766,2	4340,3
31,5	1640,1	2624,4	6140,6	1395,7	2354,9	2531,9
32,5	1535,7	3061,7	5728,4	1087,2	2354,9	2652,4
33,5	924,4	3790,7	4122,7	484,8	2649,3	1760,2
34,5	596,4	3936,5	2951,0	249,8	1619,0	1302,1
35,5	238,6	3936,5	1584,0	14,7	1471,8	626,9
36,5	164,0	4665,5	911,3	14,7	1324,6	385,8
37,5	59,6	3061,7	477,4			313,5
38,5	59,6	2187,0	195,3			96,5
39,5	14,9	1020,6	173,6			96,5
40,5		291,6	65,1			
41,5		145,8	21,7			
42,5		145,8	43,4			
43,5						
44,5						24,1
45,5						
46,5						
47,5						
48,5						
49,5						24,1
Total	27165,9	352101,1	61536,9	25342,9	349263,5	51673,9

Anexo 4.12. Abundancia (miles de individuos) de machos y hembras de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) por región fuera de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y IV Región. Enfoque geoestadístico.

MC	MACHOS			HEMBRAS		
	II	III	IV	II	III	IV
10,5			15,7		304,7	
11,5						
12,5		309,1				
13,5						
14,5		618,2			914,1	
15,5		618,2	15,7		1218,7	
16,5	22,8	2472,7	31,3	52,0	2437,5	15,7
17,5	228,1	7418,1	15,7	181,8	3351,6	31,4
18,5	593,1	17618,0	62,6	467,6	12796,8	47,1
19,5	2075,7	42963,2	62,6	1948,3	34429,6	15,7
20,5	3102,1	51926,7	78,3	3065,4	58195,2	31,4
21,5	3968,9	84999,1	109,6	5637,2	113952,8	47,1
22,5	4607,5	113126,1	422,8	6078,8	124312,2	157,1
23,5	4037,3	103853,5	375,9	3117,3	116390,3	471,2
24,5	2760,0	96126,3	720,4	2130,2	93234,1	738,1
25,5	2303,8	65526,6	1299,9	1818,4	68554,5	2214,4
26,5	1573,9	41108,7	2928,6	1688,6	39914,0	4067,6
27,5	1802,0	26890,6	5058,5	2961,5	14320,3	6816,0
28,5	1756,3	14218,0	5778,9	2883,5	5789,0	5575,3
29,5	2098,5	11127,2	5857,2	4000,6	4875,0	4208,9
30,5	2623,1	4327,2	5403,0	3039,4	3656,2	2826,9
31,5	2509,1	5563,6	4432,0	2467,9	4875,0	1649,0
32,5	2349,4	6490,8	4134,5	1922,4	4875,0	1727,6
33,5	1414,2	8036,3	2975,6	857,3	5484,4	1146,5
34,5	912,4	8345,4	2129,9	441,6	3351,6	848,1
35,5	365,0	8345,4	1143,2	26,0	3046,9	408,3
36,5	250,9	9890,8	657,8	26,0	2742,2	251,3
37,5	91,2	6490,8	344,5			204,2
38,5	91,2	4636,3	140,9			62,8
39,5	22,8	2163,6	125,3			62,8
40,5		618,2	47,0			
41,5		309,1	15,7			
42,5		309,1	31,3			
43,5						
44,5						15,7
45,5						
46,5						
47,5						
48,5						
49,5						15,7
Total	41559,3	746446,9	44414,4	44811,8	723021,7	33655,9

Anexo 5 Fechas y lugares geográficos de los muestreos.

FECHA	REGIÓN	LUGAR DE MUESTREO	EMBARCACIÓN
04/06/2003	IV	Coquimbo	FOCHE
05/06/2003	IV	Coquimbo	FOCHE
06/06/2003	IV	Coquimbo	FOCHE
07/06/2003	IV	Coquimbo	FOCHE
08/06/2003	IV	Coquimbo	FOCHE
09/06/2003	IV	Coquimbo	FOCHE
10/06/2003	IV	Coquimbo	FOCHE
11/06/2003	IV	Coquimbo	FOCHE
12/06/2003	IV	Coquimbo	FOCHE
13/06/2003	IV	Coquimbo	FOCHE
15/06/2003	IV	Coquimbo	FOCHE
16/06/2003	IV	Coquimbo	FOCHE
24/06/2003	III	Caldera	Maria I
25/06/2003	III	Caldera	Maria I
27/06/2003	III	Caldera	Maria I
28/06/2003	III	Caldera	Maria I
30/06/2003	III	Caldera	Maria I
01/07/2003	III	Caldera	Maria I
02/07/2003	III	Caldera	Maria I
03/07/2003	III	Caldera	Maria I
04/07/2003	III	Caldera	Maria I
05/07/2003	III	Caldera	Maria I
06/07/2003	III	Caldera	Maria I
07/07/2003	III	Caldera	Maria I
08/07/2003	III	Caldera	FOCHE
08/07/2003	III	Caldera	Maria I
09/07/2003	III	Caldera	FOCHE
09/07/2003	III	Caldera	Maria I
10/07/2003	III	Caldera	Maria I
11/07/2003	III	Caldera	Maria I
12/07/2003	III	Caldera	Maria I
27/07/2003	II	Taltal	Isabel S
28/07/2003	II	Taltal	Isabel S
29/07/2003	II	Taltal	Isabel S
30/07/2003	II	Taltal	Isabel S
31/07/2003	II	Taltal	Isabel S
01/08/2003	II	Taltal	Isabel S

8. PLAN DETALLADO DE ASIGNACIÓN DEL PERSONAL PROFESIONAL Y TÉCNICO.

8.1. OBJETIVO ESPECÍFICO 1: Determinar la distribución espacial del recurso langostino colorado en el área de estudio.

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TOTAL
Enzo Acuña			30	50	80
Gerard Y. Conan		20	30	30	80
Luis Cid		20	30	20	70
Rubén Alarcón		15	20	10	45
Luis Cubillos		10	20	15	45
Andrés Bodini Salas		30	30	30	90
Rodrigo Grau Concha		20	30		50
Manuel Andrade	20	10			30
Alex Cortés Hecherdorsf	20	10			30
Danny Rivera Vergara	20	10			30
Roberto Vásquez Elos	20	10			30
Total	80	155	190	155	580

8.2. OBJETIVO ESPECÍFICO 2 : Determinar la biomasa vulnerable total (en peso) y la abundancia vulnerable total (en número), por sexo y talla del recurso langostino colorado, en el área de estudio por región y en los principales focos de abundancia.

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TOTAL
Enzo Acuña			40	50	90
Gerard Y. Conan		10	40	30	80
Luis Cid		20	40	30	90
Rubén Alarcón		15	20	30	65
Luis Cubillos		10	10	15	35
Andrés Bodini Salas		20	20	20	60
Rodrigo Grau Concha		20	30		50
Manuel Andrade	20	10			30
Alex Cortés Hecherdorsf	20	10			30
Danny Rivera Vergara	20	10			30
Roberto Vásquez Elos	20	10			30
Total	80	135	200	175	590

8.3. OBJETIVO ESPECÍFICO 3: Determinar la proporción sexual y de hembras ovadas de langostino colorado en el área de estudio y en los principales focos de abundancia.

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TOTAL
Enzo Acuña			50	50	100
Gerard Y. Conan					0
Luis Cid					0
Rubén Alarcón			30	20	50
Luis Cubillos			10	10	20
Andrés Bodini Salas					0
Rodrigo Grau Concha					0
Manuel Andrade	20	10			30
Alex Cortés Hecherdorsf	20	10			30
Danny Rivera Vergara	20	10			30
Roberto Vásquez Elos	20	10			30
Total	80	40	90	80	290

8.4. OBJETIVO ESPECÍFICO 4: Analizar la situación actual del recurso en la zona de estudio, considerando los antecedentes actuales de la pesquería y los resultados del proyecto.

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TOTAL
Enzo Acuña			10	20	30
Gerard Y. Conan			10	20	30
Luis Cid					0
Rubén Alarcón					0
Luis Cubillos		10	30	40	80
Andrés Bodini Salas					0
Rodrigo Grau Concha					0
Manuel Andrade					0
Alex Cortés Hecherdorsf					0
Danny Rivera Vergara					0
Roberto Vásquez Elos					0
Total	0	10	50	80	140