

INFORME FINAL

FIP N° 2009-15

**EVALUACION DIRECTA DE LANGOSTINO
COLORADO Y LANGOSTINO AMARILLO ENTRE LA II
Y VIII REGIONES, AÑO 2009**

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

**DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA
UNIVERSIDAD DE CONCEPCION.**

COQUIMBO, enero de 2010

COMPOSICIÓN Y ORGANIZACIÓN DEL EQUIPO PROFESIONAL Y TÉCNICO

ID	NOMBRE	TÍTULO/GRADO	FUNCIÓN EN EL PROYECTO
UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE			
1	Enzo Acuña	M.Sc. Oceanógrafo	Coordinación. Jefe de Proyecto. Análisis y elaboración de informes.
2	Alex Cortés	Biólogo Marino	Análisis Información Netmind (APA), Plano de redes, Análisis y cartografía SIG, Estructura de tallas.
3	Viviana López	Biólogo Marino	Coordinadora muestreos a bordo II-III Región, laboratorio, planificación. Digitación datos.
4	Ximena Bennett	Biólogo	Coordinadora muestreos a bordo IV-VIII Región, laboratorio, planificación. Digitación datos.
5	Juan Carlos Villarroel	MSc Ciencias del Mar	Manejo a bordo de equipo Netmind, Proporción sexual.
9	Cristian Véliz	Biólogo Marino	Muestreo a bordo II-VIII Regiones
10	Danny Rivera	Téc. Acuicultura	Muestreo a bordo II-VIII Regiones, Muestreo frecuencia y biológico-específico en laboratorio.
11	Daniel Céspedes	Téc. Pesquero	Muestreo frecuencia y biológico-específico en laboratorio.
12	Claudia Valenzuela	Téc. Pesquero	Muestreo frecuencia y biológico-específico en laboratorio.
13	Gino Pallotti	Téc. Pesquero	Muestreo frecuencia y biológico-específico en laboratorio.
UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN			
14	Hugo Arancibia	Dr.Sc. Naturales	Coordinación muestreos zona Sur. Fauna acompañante.
15	Luis Cubillos	Biólogo Pesquero	Distribución CPUE, cálculo de abundancia y biomasa.
16	Sergio Neira	Ph.D. Ecología Marina	Modelos multi-específicos modelo EwE, estimaciones M2 y consumo
17	Mónica Barros	MSc Pesquerías	Coordinación general, Análisis geoestadísticos objetivo 6.
18	Ma. José Zúñiga	Biólogo Marino	Asistente técnica objetivos específicos 1 y 2. Confección informes.
19	Juan Pineda	Biólogo Marino	Asistente objetivo específico 4 (by-catch), análisis comunitarios.
CONSULTORES INDEPENDIENTES			
20	Luis Cid	Ph.D. Estadística	Análisis estadísticos, diseño de muestreo. Biomasa método Thompson (1992).
21	Rubén Alarcón	M.Sc. Pesquerías	Biomasa, distribución, composición e importancia relativa. Potencial Reproductivo.

Este documento debe citarse:

Acuña, E., R. Alarcón, H. Arancibia, L. Cid, A. Cortés y L. Cubillos. 2010. "Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2009". Informes Técnicos FIP. FIP/IT N° 2009-15, 366 pp.

RESUMEN EJECUTIVO

Desde el 16/07/2009 hasta el 9/11/2009 se efectuaron 566 lances de pesca a bordo del PAM “FOCHE” y de la L/M “DON JOSÉ MIGUEL” para langostino amarillo y langostino colorado con motivo de la ejecución el proyecto FIP N° 2009-15. La distribución de los lances abarcó desde los 25° 35,7’S hasta los 36° 57,1’S. En este documento se analiza la distribución espacial de esos lances de pesca (negativos y positivos), considerando el valor de la captura por unidad de área barrida (cpua, ton/km²) por latitud y especie, revelándose 31 focos de abundancia de langostino amarillo y 27 focos de langostino colorado. Los límites de los focos fueron determinados aplicando el “Enfoque Geoestadístico Transitivo”.

En el caso del langostino amarillo el área de estudio se dividió previamente en tres grandes zonas, denominadas arbitrariamente Zonas de Análisis Geoestadístico (ZAGs). La ZAG-1 consideró los 107 lances de pesca realizados entre los 25°33’S y los 28° 58’S; la ZAG-2 incluyó 169 lances de pesca (de investigación y comerciales) entre los 29° 03’S y los 32° 13’S, y la ZAG-3 incluyó 295 lances de pesca de investigación y comerciales entre los 32°20’S y los 36° 58’S. En el análisis de la distribución espacial del recurso se utilizó el 100% de los lances de pesca ejecutados en esta parte del estudio (n = 571 lances).

Para el langostino colorado, de la misma manera que para el langostino amarillo, el área de estudio se dividió en cuatro ZAGs, utilizándose un 77,2% de los lances totales ejecutados. La ZAG-1 consideró los 83 lances de pesca realizados entre los 25°33’ y los 28°12’S, la ZAG-2 incluyó los 105 lances de pesca (de investigación y comerciales) entre los 29°03’S y los 30°16’S, la ZAG-3 consideró 111 lances de pesca entre los 33°06’S y los 34°50’S, y la ZAG-4 consideró 142 lances realizados entre los 35°24’S y los 36°58’S. En el caso del langostino colorado, se descartó de las zonas de análisis geoestadístico todos aquellos lances “nulos” entre los 28°02’28,0”S y 28°55’47,2”S, entre los 30°15’25,5”S y 33°03’01,5”S y entre 34°51’00,3” y 35°23’16,2”S

El análisis de variogramas unidireccionales, no reveló la presencia de efecto anisotrópico de la distribución espacial de la densidad poblacional de langostino amarillo en la ZAG 1, en cambio

en la ZAG 2 se observó anisotropía geométrica en la dirección NW-SE, mientras que en la ZAG 3, la anisotropía ocurrió en la dirección N-S. El modelo de variograma teórico que mostró el mejor ajuste, mediante el procedimiento de mínimos cuadrados ponderados fue el modelo exponencial en el caso de la ZAG-1 y el modelo esférico en las ZAGs 2 y 3). En tanto, en el caso del langostino colorado, se observó efecto anisotrópico de la distribución espacial de la densidad poblacional en la dirección N-S en la ZAG-1 y en la dirección NE-SW en la ZAG-2. En las ZAGs 3 y 4, no se observó anisotropía. El modelo de variograma teórico que mostró el mejor ajuste, fue el modelo exponencial en las ZAGs 1 a 3, y el modelo gaussiano en la ZAG-4.

El centro de gravedad de la densidad poblacional de langostino amarillo para la unidad norte de la pesquería se localizó en $29^{\circ}47'35''\text{S}$, mientras que en la unidad de pesquería sur, el centro de gravedad de la densidad se encontró en $34^{\circ}05'44''\text{S}$. El análisis espacio-temporal de la densidad poblacional de langostino amarillo indica que en la macrozona norte (II-IV Regiones), la localización del centro de gravedad de la densidad poblacional mostró un desplazamiento hacia el sur del área desde 1999 hasta 2006 para luego retornar hacia el norte en 2007 y 2008. Para la misma especie, en el caso de la macrozona sur, entre 1999 y 2008, el centro de gravedad de la densidad se encontró alrededor de $33^{\circ}24'\text{S}$, exceptuando el año 2000 y 2003, para mostrar un desplazamiento hacia el sur en el año más reciente.

En el caso del langostino colorado, el análisis temporal de la distribución espacial de la densidad poblacional indica que en la macrozona norte, entre 1999 y 2009, se observó un desplazamiento hacia el sur del centro de gravedad, encontrándose alrededor de $28^{\circ}35'25''\text{S}$, mientras que en la macrozona sur, se mantuvo alrededor de los $36^{\circ}24'\text{S}$.

El índice de Gini indica que tanto en el caso del langostino amarillo como del langostino colorado, en ambas unidades de pesquería (II – IV, V- V III Regiones) densidad poblacional de las dos especies de langostino se encontró altamente agregada, con un mayor grado de concentración en la unidad de pesquería norte, tanto en el caso de langostino amarillo como de langostino colorado.

La estimación de biomasa vulnerable del stock de langostino amarillo (*C. johni*) en la plataforma y talud continental de las Regiones II a VIII, estimada mediante el enfoque geoestadístico, alcanzó a 57.124,9 toneladas (D.E. = 18.274,7 tons). El intervalo de confianza de la biomasa es entre 55.465,5 tons (límite inferior) y 58.784,3 tons (límite superior). La biomasa vulnerable del stock de langostino amarillo estimada mediante el estimador de la Distribución Delta lognormal alcanzó a 49.140,0 ton (intervalo de confianza, IC: 32.637,9 – 68.579,4 ton). Mediante el empleo del estimador de razón, la estimación de biomasa presentó valores inferiores a los métodos anteriores alcanzando a 33.949,3 ton con intervalos de confianza de 26.951,4 ton, como límite inferior y 42.972,9 como límite superior. Con el método de las microceldas de estimación geoestadística se estimó una biomasa de langostino amarillo de 55.144,9 ton (IC: 54.427,0 - 55.862,8). Por otra parte, el método del enfoque estratificado alcanzó a 69.002,8 ton (IC: 65.945,9 – 72.059,6).

En el caso del langostino colorado (*P. monodon*) la biomasa vulnerable del stock en la plataforma y talud continental de las Regiones II a VIII, estimada mediante el enfoque geoestadístico, alcanzó a 65.494,4 toneladas (D.E. = 23.300,1 tons; IC: 64.918,3 - 66.070,5). La biomasa vulnerable del stock de langostino colorado estimada mediante la Distribución Delta lognormal alcanzó a 72.443,7 ton (IC: 54.189,3 – 93.732,4 ton). En el caso del estimador de razón, la biomasa estimada alcanzó a 41.905,8 tons, e intervalos de confianza de la estimación con límite inferior de 32.695,5 ton y límite superior de 53.782,1 ton. Mediante el método de microceldas geoestadísticas, la biomasa fue estimada en 64.208,9 ton (IC: 63.304,0 - 65.113,9). Finalmente, el método del enfoque estratificado permitió estimar la biomasa de langostino colorado en 96.413,5 tons (IC: 93.368,2 – 99.458,9 ton).

Se analizó las especies de la fauna acompañante disponibles al arte de pesca arrastrero langostinero para identificar su composición específica, importancia relativa e identificar asociaciones faunísticas entre la II y VIII Regiones. La variable utilizada fue la captura por unidad de esfuerzo estandarizada (CPUE, $\text{ton} \cdot \text{km}^{-2}$). Para las principales especies de la fauna acompañante se cuantificó la frecuencia de ocurrencia en los lances (porcentaje), captura (ton) e importancia relativa (porcentaje en peso), tanto respecto de la captura total como de aquel de los recursos objetivo langostinos colorado y amarillo, por Región y por estratos batimétricos cada

100 m de profundidad. Se utilizó los análisis multivariados de Análisis de Dendrograma (Cluster Analysis) y Escalamiento Multidimensional (MDS, Multi-Dimensional Scaling) para la identificación y caracterización de las asociaciones.

La fauna acompañante estuvo compuesta por 38 taxa, aunque el 97% de la CPUE total de la fauna acompañante estuvo compuesta sólo por 6 especies, destacando el camarón nailon (*Heterocarpus reedi*), la merluza común (*Merluccius gayi*), los pejerratas (*Coelorinchus aconcagua*, *Coelorinchus chilensis* y *Nezumia pulchella*) y el lenguado de ojos grandes (*Hippoglossina macrops*), que fueron las especies más relevantes, tanto latitudinal como batimétricamente.

Se identificó dos asociaciones o ensambles de fauna acompañante, siendo el gradiente batimétrico el más importante por sobre el latitudinal. Estas asociaciones ocurren de 100 a 300 y de 250 a 400 m de profundidad. En la primera asociación, las especies más relevantes en cuanto a la CPUE, siempre fueron *M. gayi* y *H. macrops*. En el segundo, las especies más relevantes son *H. reedi* y *M. gayi*.

Se analizó el estado de situación de los stocks de langostino colorado y langostino amarillo de las zonas centro-norte (II-IV Regiones) y centro-sur (V-VIII Regiones) sobre la base de un modelo de evaluación estructurado por edad, y que considera la siguiente información: capturas anuales, biomasa evaluada por área barrida, y composición por talla en los cruceros de evaluación por área barrida. En el caso del langostino colorado de la zona centro-norte se observa que la biomasa total exhibe una marcada tendencia decreciente desde el año 2006 (20 mil ton) al 2009 (14 mil ton), a pesar que la tasa de explotación ha sido inferior al 10% en el periodo 2007-2009. Esta disminución estaría asociada con el ingreso de clase anuales de baja abundancia en el periodo 2006-2009. En este contexto es factible que la biomasa del recurso langostino colorado II-IV Regiones continúe disminuyendo en el año 2010.

El langostino colorado de la V a VIII Regiones presenta fluctuaciones interanuales importantes en el reclutamiento anual. En el periodo 2005 - 2007 se observó el ingreso de reclutamientos abundantes que permitieron una recuperación importante de la biomasa total y explotable desde

el 2006 al 2009. La biomasa total es del orden de 90 mil t, de las cuales cerca de 63 mil t corresponden a la fracción explotable. Sin embargo, dada la disminución del reclutamiento en los dos últimos años (2008 y 2009) es factible que la biomasa de langostino colorado V - VIII Regiones disminuya en el 2010.

El recurso langostino amarillo de la zona centro-norte (II a IV Regiones) fue sometido a altas tasas de explotación antes del 2001. No obstante, desde ese año se observa un crecimiento de la biomasa como consecuencia del ingreso de una clase anual fuerte en el 2003 y a las bajas tasas de explotación a las que ha estado sometido el recurso en el periodo 2004-2009 (< 15%).

En la zona centro-sur (V-VIII Regiones), el recurso langostino amarillo presenta una biomasa total de 34 mil t, de las cuales cerca de 23 mil t son la fracción explotable en el 2009. En esta población se observa el ingreso de una serie de clases anuales débiles del 2006 al 2009, lo que podría causar que la biomasa de este recurso disminuya en los próximos años por causas naturales, ya que la tasa de explotación de los últimos dos años ha sido inferior a 9%.

Se analizó el efecto de cambios en el stock de merluza común y la aplicación de cuotas de pesca en la posible recuperación de los stocks de langostino colorado y langostino amarillo, en sus Unidades de Pesca V a VIII Regiones. A partir de un modelo Ecopath ajustado a abundancias de langostino colorado y langostino amarillo (presas) y merluza común (predador), se simuló cambios en la mortalidad por pesca en las especies de langostinos bajo los escenarios de $F=0$ y $F=F$ constante, esta última correspondiente a la cuota fijada para 2009 de 2.500 toneladas), y cambios en la presión de predación del stock de merluza común bajo dos criterios, a saber, biomasa constante y biomasa en recuperación.

Los cambios en la mortalidad por pesca y en la predación sobre langostino colorado y langostino amarillo producen resultados como el colapso en el stock de langostino colorado y disminución más conservadora en la biomasa de langostino amarillo. Se concluye que el stock de langostino colorado se encontraría en una situación más vulnerable a la pesca debido a un potencialmente alto efecto de la mortalidad por predación por merluza común (incluso si la biomasa del predador se mantiene en los niveles actuales). El stock de langostino amarillo parece más resiliente a la pesca debido a que no está bajo fuerte presión de predación, al menos por merluza común.

EXECUTIVE SUMMARY

Five hundred and sixty six tows for yellow and red squat lobsters were performed onboard the Fishing Vessels “FOCHE” and “DON JOSÉ MIGUEL” from July 16, 2009 to November 9, 2009 during FIP N° 2009-15 Research Project. Latitudinally, the tows covered the area between 25° 35.7'S to 36° 57.1'S. The positive and negative tows, considering the capture per unit of area (cpua, ton/km²) by latitude and species, were used to determine the spatial distribution of the two resources. This analysis revealed the existence of 31 and 27 yellow and red squat lobster abundance areas, respectively, which limits were determined applying the “Geostatistical Transitive” method.

In the case of the yellow squat lobster, the study area was previously divided into three large zones, arbitrarily called Geostatistics Analysis Zones (GAZ). GAZ -1 included the 107 tows performed between 25°33'S and 28° 58'S; GAZ - 2 included 169 tows (research and commercial) between 29° 03'S and 32° 13'S, and GAZ - 3 included 295 tows (research and commercial) between 32°20'S and 36° 58'S. For the analysis of the spatial distribution of this resource 100% of the tows performed in the study area (n = 571 tows) were used.

For the red squat lobster, similarly than for the yellow squat lobster, the study area was divided into four GAZs, using a 77.2% of the tows casted. GAZ - 1 considered 83 tows performed between 25°33' and 28°12'S, GAZ - 2 included the 105 tows (research and commercial) between 29°03'S and 30°16'S, GAZ - 3 considered 111 tows between 33°06'S and 34°50'S, and GAZ - 4 included 142 tows casted between 35°24'S and 36°58'S. In the case of the red squat lobster, all the “null” tows between 28°02'28,0”S and 28°55'47,2”S, between 30°15'25,5”S and 33°03'01,5”S and between 34°51'00,3” and 35°23'16,2”S, were discarded.

The analysis of unidirectional variograms did not reveal the presence of anisotropic effect in the spatial distribution of the yellow squat lobster population density in GAZ 1, in GAZ 2 a geometric anisotropy in the NW-SE direction was observed, while in the GAZ 3, the anisotropy occurred in the N-S direction. The exponential model was the theoretical variogram model that through the weighted squared minimums showed the best fit in the case of the GAZ 1 and the

spheric model for GAZ 2 and 3. In the case of the red squat lobster, an N-S anisotropic effect in the spatial distribution of population density was observed in GAZ 1, in the NE-SW direction in GAZ 2. No anisotropic effect was observed in GAZs 3 and 4. The exponential model was the theoretical variogram model that showed the best fit in the case of the GAZ 1 and 3, while in GAZ 4 the gaussian model showed the best fit.

The gravity center of the yellow squat lobster population density for the northern part of the fishery was found at 29°47'35"S, while in the southern part of the fishery, it was found at 34°05'44"S. The spatial-temporal analysis of the yellow squat lobster population density showed a southern displacement in the northern fishery area (Regions II-IV) from 1999 to 2006, to return northerly in 2007 and 2008. In the southern part of the yellow squat lobster fishery, the gravity center of population density was found around 33°24'S, except for years 2000 and 2003, showing a recent shift to the south.

In the case of the red squat lobster, the temporal analysis of the spatial distribution of its population density in the northern part of the fishery showed that between 1999 and 2009 there was a southerly shift of its gravity center to around 28°35'25"S, while in the southern part of the fishery it maintained itself around 36°24'S.

The Gini index showed that in both squat lobster species and in both fishing areas (Regions II – IV, and V – VIII), their population densities were highly aggregated, with a higher concentration in the northern fishing area.

The vulnerable biomass of the yellow squat lobster (*C. johni*) stock in the continental shelf and slope of Regions II to VIII, obtained through geostatistics, was 57,124.9 tonnes (S.D. = 18,274.7 tonnes). The biomass confidence interval was between 55,465.5 tonnes (lower limit) and 58,784.3 tons (upper limit). The vulnerable biomass of the yellow squat lobster estimated through the Delta lognormal distribution was 49,140.0 tonnes (confidence interval, CI: 32,637.9 – 68,579.4 tonnes). The estimated vulnerable biomass using the ratio estimator showed values lower than those estimated with the other methods was 33,949.3 tonnes with confidence interval with 26,951.4 tonnes, as lower limit and 42,972.9 tonnes upper limit. With the geostatistical

microcells method the vulnerable biomass of the yellow squat lobster was estimated to be 55,144.9 tonnes (CI: 54,427.0 – 55,862.8). Finally, the stratified approach method produced an estimated vulnerable biomass of 69,002.8 tonnes (CI: 65,945.9 – 72,059.6).

In the case of the red squat lobster (*P. monodon*) stock in the continental shelf and slope of Regions II to VIII, the vulnerable biomass obtained through geostatistics, was 65,494.4 tonnes (S.D. = 23,300.1 tonnes; CI: 64,918.3 – 66,070.5). The vulnerable biomass of the red squat lobster estimated through the Delta lognormal distribution was 72,443.7 ton (CI: 54,189.3 – 93,732.4 tonnes). With the ratio estimator, the vulnerable biomass was estimated to be 41,905.8 tonnes, with a confidence interval of 32,695.5 tonnes as lower limit of and an upper limit of 53,782.1 tonnes. With the geostatistical microcells method the vulnerable biomass of the red squat lobster was estimated to be 64,208.9 tonnes (CI: 63,304.0 – 65,113.9). Finally, the stratified approach method produced an estimated vulnerable biomass of 96,413.5 tons (CI: 93,368.2 – 99,458.9 tonnes).

The by-catched species in the bottom tows for squat lobsters were analyzed to identify its species composition, relative importance and determine faunal assemblages between Regions II and VIII. The variable used for the analysis was the standardized capture by unit of effort (CPUE, tonnes*km⁻²). For the main by-catched species the frequency of occurrence in the tows (percentage), capture (tonnes) and relative importance (percentage by weight) were determined, with respect to total capture as well as the capture of the target species, the red and yellow squat lobsters, by Region and depth strata by 100 m depth. The multivariate Cluster Analysis and Multidimensional Scaling (MDS) were used to identify and characterize the assemblages.

The by-catch comprised 38 taxa, although 97% of total CPUE was determined by only 6 species, the deepsea shrimp (*Heterocarpus reedi*), the common hake (*Merluccius gayi*), the macrurids (*Coelorinchus aconcagua*, *Coelorinchus chilensis* y *Nezumia pulchella*) and the bigeye flounder (*Hippoglossina macrops*), which were the most important species latitudinally and bathymetrically.

Two faunal assemblages were identified in the by-catch, being the bathymetric gradient more important than the latitudinal. These assemblages occurred between 100 - 300 and from 250 - 400 m depths. In the first assemblage, the most relevant species in terms of CPUE, always were *M. gayi* and *H. macrops*. In the second one, the most relevant species were *H. reedi* and *M. gayi*.

The status of the yellow and red squat lobsters stocks in the northern-central (II-IV Regions) and central-southern (V-VIII Regions) zones, was analyzed with an age structured assessment model, which considers the following information: annual captures, vulnerable biomass assessed through swept area method, and size composition in the survey cruises. In the case of the red squat lobster, in the northern-central zone, a sharp decrease in total biomass since 2006 (20 thousand tonnes) to 2009 (14 thousand tonnes) was observed, even though the exploitation rate has been lower than 10% in the 2007-2009 period. Esta disminución estaría asociada con el ingreso de clase anuales de baja abundancia en el periodo 2006-2009. In this context it is possible that the biomass of this resource in the II-IV Regions will continue its decrease during 2010.

The red squat lobster stock of Regions V to VIII show important interannual fluctuations in annual recruitment. During the 2005 - 2007 period, the entrance of abundant recruitments that allowed an important recovery of total and harvestable biomasses since 2006 al 2009 was observed. The total biomass is in the order of 90 thousand tonnes, of which around 63 thousand tones are harvestable. However, due to the decrease in 2008 and 2009 recruitments it is possible that the red squat lobster biomass in Regions V - VIII will decrease during 2010.

The yellow squat lobster stock was subject to high exploitation rates in the northern-central zone (Regions II - IV) before 2001. However, since that year biomass increased due to the entrance of a very strong year class in 2003 and to the low exploitation rates (< 15%), to which this resource has been exposed to in the 2004 - 2009 period.

In the central-southern zone (Regions V - VIII), the yellow squat lobster stock shows a total biomass of 34 thousand tonnes, with 23 thousand tonnes being the harvestable fraction in 2009. In this population the entrance of several weak year classes (2006 to 2009) has been observed,

which could cause a decrease in the biomass of this resource due to natural causes, since the exploitation rates of the last two years has been less than 9%.

The effect of changes in the common hake stock and the granting of fishing quotas in the recovery of red and yellow squat lobster, in the fishery of regions V to VIII. Using an Ecopath model adjusted to red and yellow squat lobster abundances (preys) and common hake (predator), changes in fishing mortalities in the squat lobster species were simulated under $F=0$ y $F=F$ constant scenarios, a 2.500 tonnes quota for 2009 in this last case, and changes in the predation pressure of the common hake under two assumptions, constant biomass and recovering biomass.

The changes in fishing mortality and predation over red and yellow squat lobsters produce results as collapse in the red squat lobster stock and decrease but more conservative in the yellow squat lobster biomass. It is concluded that the red squat lobster stock would be in a more vulnerable position to fishing because of the potentially high effect of predation mortality by common hake (even if the predator biomass maintains its actual level). The yellow squat lobster seems to be more resilient to fishing due to the fact that it is not under a high predation pressure, at least by the common hake.

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
RESUMEN EJECUTIVO	ii
EXECUTIVE SUMMARY	vii
TABLA DE CONTENIDOS	xii
INDICE DE TABLAS	xix
INDICE DE FIGURAS	xxiv
INDICE DE ANEXOS	xxviii
1. Objetivos	1
1.1. Objetivo General.....	1
1.2. Objetivos específicos	1
2. Introducción.	2
2.1. Langostino colorado	3
2.2. Langostino amarillo.....	6
3. Aspectos Metodológicos	10
3.1. Generalidades	10
3.2. Estandarización de las naves	10
3.3. Análisis de las redes de arrastre y levantamiento de planos.....	11
3.4. Medición directa de la abertura de punta de alas.....	12
3.5. Modelo funcional de la APA	15
3.6. Métodos de muestreo.....	15
3.6.1. Antecedentes	15
3.6.2. Muestreo estratificado	16
3.6.3. Criterios de estratificación.....	17
3.6.4. Plan de muestreo y número de lances.	18
3.6.4.1. Muestreo en los caladeros	18
3.6.4.2. Determinación del área de abundancia.....	21
3.6.4.3. Determinación de la grilla para lances de monitoreo	21
3.6.4.4. Análisis del gradiente latitudinal de abundancia.....	22

3.6.5.	Proceso de aleatorización	24
3.6.6.	Validación del soporte muestral	24
3.6.7.	Metodología.....	25
3.6.8.	Estimación de las componentes de varianza	27
3.6.9.	Muestreo en zonas intercaladeros.....	27
3.7.	Determinación de estrategias de muestreo para distribución de longitud cefalotorácica y muestreos biológico-específicos	28
3.7.1.	Selección de las muestras	30
3.8.	Registros de información (datos) del lance y capturas	31
3.8.1.	Datos del lance	31
3.8.2.	Datos de capturas.....	31
3.8.2.1.	Captura por lance	31
3.8.2.2.	Captura estandarizada por lance.....	32
3.9.	Determinación de la densidad en cada lance	32
3.10.	Aplicaciones SIG para el manejo y tratamiento de la información	36
3.10.1.	Presentación.....	36
3.10.2.	Georreferenciación de los lances de pesca.	37
3.10.3.	Metodología de implementación de bases de datos	38
3.10.4.	Procesamiento y tratamiento de la información	38
3.10.5.	Estimación del Área Barrida Mediante Análisis SIG.....	38
3.11.	Objetivo Específico 1	41
3.11.1.	Distribución espacial de la densidad poblacional.....	41
3.11.2.	Análisis espacio-temporal de la distribución espacial de la densidad.....	46
3.11.3.	Comparación de la cpue de lances comerciales en pescas de investigación ..	48
3.11.3.1.	Antecedentes	48
3.11.3.2.	Superposición espacial entre caladeros y focos de abundancia	49
3.12.	Objetivo Específico 2	50
3.12.1.	Antecedentes	50
3.12.2.	Método geoestadístico intrínseco	56
3.12.3.	Estimador de razón.....	58
3.12.4.	Microceldas de estimación geoestadística.....	59

3.12.5. Muestreo estratificado	61
3.12.6. Varianza total de estimación de biomasa.	62
3.12.7. Estimación del área de los focos de abundancia. Geoestadística transitiva. ...	66
3.12.8. Método alternativo de estimación del área de los focos de abundancia.....	68
3.12.9. Relación longitud-peso.....	75
3.12.10. Pesos medios por intervalo de talla	77
3.13. Objetivo Específico 3	78
3.13.1. Muestreo biológico a bordo de la nave	78
3.13.2. Proporción sexual	78
3.13.3. Talla promedio de madurez.....	79
3.14. Objetivo Específico 4	81
3.14.1. Descripción de la abundancia de la fauna acompañante	81
3.14.2. Identificación de asociaciones.....	82
3.14.3. Determinación de diferencias entre asociaciones.....	83
3.14.4. Contribución de cada especie en la (dis)similitud.....	84
3.14.5. Análisis espacial y temporal de la fauna acompañante asociada a la pesca de los recursos objetivo langostino colorado y langostino amarillo	85
3.15. Objetivo Específico 5	87
3.15.1. Modelo de evaluación	87
3.15.1.1. Dinámica de la abundancia	88
3.15.1.1.1. Condiciones iniciales.....	90
3.15.1.2. Selectividad	90
3.15.1.3. Crecimiento	90
3.15.1.4. Predicción de datos observados.....	92
3.15.1.5. Funciones de log-verosimilitud.....	92
3.15.1.6. Implementación y proceso de estimación	94
3.16. Objetivo Específico 6 (Adicional).....	95
3.16.1. Introducción.....	95
3.16.2. Métodos	98
3.16.2.1. Modelo Chile central ajustado a series de tiempo.....	98
3.16.2.2.1. ECOPATH el modelo con balance de masa	99

3.16.2.2.2.	Ecosim: el Modelo con Dinámica Temporal	101
3.16.3.	Escenarios de simulación	104
3.16.3.1.	Escenarios de pesca	104
3.16.3.2.	Escenarios de mortalidad por predación	105
4.	RESULTADOS.....	106
4.1.	Aspectos operacionales de los cruceros.....	106
4.2.	Estandarización de las naves y estimación directa de la APA.	108
4.2.1.	Estandarización de las naves	108
4.2.2.	Modelo funcional de la APA.....	109
4.3.	Capturas y densidad local (CPUA) por lance de pesca	110
4.4.	Aspectos biológicos.....	110
4.4.1.	Capturas y muestreo biológico.....	110
4.4.2.	Composición de tamaños.....	111
4.4.2.1.	Langostino amarillo.....	111
4.4.2.1.1.	Machos por foco	111
4.4.2.1.2.	Hembras por foco	113
4.4.2.1.3.	Sexos combinados por Región.....	115
4.4.2.1.4.	Machos por Región.....	116
4.4.2.1.5.	Hembras por Región.....	118
4.4.2.2.	Langostino colorado.....	119
4.4.2.2.1.	Machos por foco.....	119
4.4.2.2.2.	Hembras por foco	120
4.4.2.2.3.	Sexos combinados por Región.....	122
4.4.2.2.4.	Machos por Región.....	123
4.4.2.2.5.	Hembras por Región.....	125
4.4.3.	Relación longitud-peso.....	126
4.5.	Objetivo Específico 1	128
4.5.1.	Identificación de focos de abundancia	128
4.5.1.1.	Langostino amarillo.....	128
4.5.1.2.	Langostino colorado.....	135
4.5.2.	Análisis estructural.....	142

4.5.2.1.	Langostino amarillo.....	142
4.5.2.2.	Langostino colorado.....	143
4.5.3.	Análisis espacio-temporal de la distribución espacial de los langostinos....	145
4.5.3.1.	Centro de gravedad e inercia.....	145
4.5.3.1.1.	Langostino amarillo.....	145
4.5.3.1.2.	Langostino colorado.....	148
4.5.3.2.	Índice de Gini.....	150
4.5.3.2.1.	Langostino amarillo.....	150
4.5.3.2.1.	Langostino colorado.....	151
4.6.	Objetivo Específico 2.....	153
4.6.1.	Enfoque geoestadístico.....	153
4.6.1.1.	Langostino amarillo.....	153
4.6.1.2.	Langostino colorado.....	157
4.6.1.	Método de la Distribución Delta-lognormal.....	161
4.6.1.1.	Langostino amarillo.....	161
4.6.1.2.	Langostino colorado.....	163
4.6.2.	Estimador de razón.....	167
4.6.3.	Microceldas de estimación geoestadística.....	169
4.6.4.	Estrategia de muestreo estratificado.....	171
4.7.	Objetivo Específico 3.....	174
4.7.1.	Condición reproductiva del langostino amarillo.....	174
4.7.1.1.	Estados de madurez embrionaria de las hembras ovíferas.....	174
4.7.1.2.	Distribución de hembras ovíferas por Región.....	174
4.7.1.3.	Distribución de la talla corporal de hembras ovíferas por estado de madurez embrionaria.....	175
4.7.1.4.	Distribución geográfica global de las hembras ovíferas por estado de madurez embrionaria.....	178
4.7.1.5.	Distribución batimétrica de las hembras ovíferas según su estado de madurez embrionaria.....	180
4.7.2.	Condición reproductiva del langostino colorado.....	181
4.7.2.1.	Estados de madurez embrionaria de las hembras ovíferas.....	181

4.7.2.2.	Distribución de hembras ovíferas por Región.....	181
4.7.2.3.	Distribución de la talla corporal de las hembras ovíferas por estado de madurez embrionaria	182
4.7.3.	Proporción sexual.....	185
4.7.3.1.	Langostino amarillo.....	185
4.7.3.1.1.	Proporción sexual por Región	185
4.7.3.1.2.	Proporción sexual a la talla por Región.....	185
4.7.3.1.3.	Proporción sexual por foco de abundancia.....	187
4.7.3.2.	Langostino colorado.....	188
4.7.3.2.1.	Proporción sexual por Región	188
4.7.3.2.2.	Proporción sexual a la talla.....	189
4.7.3.2.3.	Proporción sexual a la talla por foco de abundancia	191
4.8.	Objetivo Específico 5.....	192
4.8.1.	Descripción de la abundancia de la fauna acompañante	192
4.8.1.1.	Composición específica general de la fauna acompañante	192
4.8.1.2.	Distribución de la fauna acompañante en sentido latitudinal.....	193
4.8.1.3.	Distribución de la fauna acompañante en sentido batimétrico.....	196
4.8.2.	Identificación y caracterización espacial de las asociaciones específicas...	199
4.8.2.1.	Identificación de asociaciones específicas	200
4.8.2.2.	Detección de diferencias entre asociaciones	202
4.8.2.2.1.	Análisis de similitud (ANOSIM).....	202
4.8.2.2.2.	Contribución de cada especie en la similitud en los ensambles identificados mediante análisis de clasificación por medio de análisis de Porcentaje de Similitud (SIMPER).....	203
4.8.2.2.3.	Contribución de cada especie en la disimilitud entre los ensambles identificados mediante análisis de clasificación utilizando SIMPER	204
4.9.	Objetivo Específico 5	205
4.9.1.	Langostino colorado	205
4.9.1.1.	Unidad de Pesquería XV-IV	205
4.9.1.2.	Unidad de Pesquería V-VIII Regiones.....	206

4.9.2.	Langostino amarillo.....	208
4.9.2.1.	Unidad de Pesquería III-IV Regiones	208
4.9.2.2.	Unidad de Pesquería V-VIII Regiones.....	209
4.9.3.	Diagnóstico del estado de situación	211
4.10.	Objetivo Específico 6 (Adicional).....	213
4.10.1.	Ajuste del modelo.....	213
4.10.2.	Efecto de la pesca	213
4.10.3.	Efecto de la predación	215
5.	Discusión.....	217
5.1.	Langostino amarillo.....	217
5.2.	Langostino colorado	220
6.	Conclusiones.....	229
7.	Taller de difusión.....	233
8.	Referencias Bibliográficas	237
9.	Anexos	246

INDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.	Fraccionamiento de las Cuotas globales anuales de captura (ton) de langostino colorado asignadas en el período 2001 - 2009 y Decreto Exento correspondiente, en la Unidad de Pesquería XV a IV Región.	4
Tabla 2.	Evolución de las biomásas estimadas en las evaluaciones directas (ton) de langostino colorado entre la II y IV región, 2003-2008. Fuente: Proyectos FIP.	5
Tabla 3.	Fraccionamiento de las Cuotas globales anuales de captura (ton) de langostino amarillo asignadas en el período 2001 - 2009 y Decreto correspondiente, en la Unidad de Pesquería III - IV Región.	8
Tabla 4.	Tabla de ANOVA para un modelo de un factor de efectos aleatorios. FV = Fuente de variación, GL = Grados de libertad, SC = Suma de cuadrados, CM = cuadrados medios.	27
Tabla 5.	Componentes de varianzas para modelo de dos factores aleatorio balanceado.	27
Tabla 6.	Proyectos de evaluación directa de langostino amarillo y langostino colorado de los cuales se utiliza información en este proyecto, licitados por el Fondo de Investigación Pesquera (FIP) e instituciones ejecutoras principales.	86
Tabla 7.	Variables operativas del estudio de evaluación directa de langostino amarillo y langostino colorado entre la II y VIII Regiones.	106
Tabla 8.	Número de lances propuestos y efectuados totales en los caladeros históricos de langostino amarillo y langostino colorado, por Región.	107
Tabla 9.	Lances con captura de langostino amarillo y langostino colorado por Región y porcentaje con respecto a los lances efectuados en cada caso.	107
Tabla 10.	Resultados de la prueba estadística t-Student de comparación de medias con varianzas desiguales (Sokal & Rohlf, 1979) entre el esfuerzo de pesca = área barrido promedio (km ²) entre las embarcaciones PAM “FOCHE” y L/M “DON JOSÉ MIGUEL”	108
Tabla 11.	Parámetros de la relación funcional entre la APA (variable dependiente) y las variables independientes <i>LCC</i> , <i>Prof</i> y <i>Vel</i> en las embarcaciones PAM “FOCHE” y L/M “DON JOSÉ MIGUEL”, participantes del crucero de evaluación directa entre la II y VII regiones. <i>pdg</i> = parámetro de dispersión de la familia gaussiana.	109
Tabla 12.	Esfuerzo total de muestreo de frecuencia (medidos) y biológico específicos (pesados) de la captura de langostino amarillo entre la II y VIII Regiones.	110
Tabla 13.	Esfuerzo total de muestreo de frecuencia (medidos) y biológico específicos (pesados) de la captura de langostino colorado entre la II y VIII Regiones.	111
Tabla 14.	Parámetros de la relación talla-peso de langostino amarillo (<i>C. johni</i> , ambos sexos) por foco y total. SCR = suma de cuadrados residuales.	126

Tabla 15.	Parámetros de la relación talla-peso de langostino colorado (<i>P. monodon</i> , ambos sexos) por foco y total. SCR = suma de cuadrados residuales.	127
Tabla 16.	Límites latitudinales de las Zonas de Análisis Geoestadístico (ZAGs) para el langostino amarillo (<i>C. johni</i>) y número de lances de pesca involucrados en cada caso.	128
Tabla 17.	Límites latitudinales de los focos de abundancia de langostino amarillo (<i>C. johni</i>) y área (km ²) correspondiente.	131
Tabla 18.	Fracción de área (km ²) de los caladeros de langostino amarillo (<i>C. johni</i>) dentro y fuera de las 5 mn de exclusión artesanal.	134
Tabla 19.	Límites latitudinales de las Zonas de Análisis Geoestadístico (ZAGs) para el langostino colorado (<i>P. monodon</i>) y número de lances de pesca involucrados en cada caso.	135
Tabla 20.	Límites latitudinales de los focos de abundancia de langostino colorado (<i>P. monodon</i>) y área (km ²) correspondiente.	136
Tabla 21.	Fracción de área (km ²) de los caladeros de langostino colorado (<i>P. monodon</i>) dentro y fuera de las 5 mn de exclusión artesanal.	139
Tabla 22.	Parámetros del variograma teórico según el modelo esférico para las ZAGs de langostino amarillo (<i>C. johni</i>). SCR: suma de cuadrados de los residuos, VNE: Varianza no explicada.	142
Tabla 23.	Parámetros del variograma teórico según el modelo esférico para las ZAGs de langostino colorado (<i>P. monodon</i>). SCR: suma de cuadrados de los residuos, VNE: Varianza no explicada.	144
Tabla 24.	Densidad poblacional (cpua, ton/km ²) promedio, desviación estándar, tamaño de muestra (n) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) de langostino amarillo (<i>C. johni</i>) por fracción de área de los focos de abundancia entre la II y VIII Región. ARPA: 1 = IN, 2 = OUT	154
Tabla 25.	Biomasa estimada (toneladas) de langostino amarillo (<i>C. johni</i>), error estándar de la estimación (EEE, tons) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) por foco de abundancia entre la II y VIII Región.	156
Tabla 26.	Biomasa estimada (toneladas) de langostino amarillo (<i>C. johni</i>) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) por Región, fuera y dentro de la ARPA. ARPA: 1 = FUERA, 2 = DENTRO.	157
Tabla 27.	Biomasa estimada (toneladas) de langostino amarillo (<i>C. johni</i>) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) por Región.	157
Tabla 28.	Densidad poblacional (cpua, ton/km ²) promedio, desviación estándar, tamaño de muestra (n) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) de langostino colorado (<i>P. monodon</i>) por fracción de área de los focos de abundancia entre la II y VIII Región. ARPA: 1 = FUERA, 2 = DENTRO.	158

Tabla 29.	Biomasa estimada (toneladas) de langostino colorado (<i>P. monodon</i>), error estándar de la estimación (EEE, tons) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) por foco de abundancia entre la II y VIII Región.	160
Tabla 30.	Biomasa estimada (toneladas) de langostino colorado (<i>P. monodon</i>) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) por Región, fuera y dentro de la ARPA. ARPA: 1 = FUERA, 2 = DENTRO.	161
Tabla 31.	Biomasa estimada (toneladas) de langostino colorado (<i>P. monodon</i>) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) por Región.	161
Tabla 32.	Estimador de la densidad poblacional (ton/km ²) de langostino amarillo (<i>C. johni</i>) mediante el estimador de la Distribución Delta.	163
Tabla 33.	Biomasa estimada (toneladas) de langostino amarillo (<i>C. johni</i>), error estándar de la estimación (EEE, tons) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) por foco de abundancia entre la II y VIII Región. Distribución Delta.	164
Tabla 34.	Estimador de la densidad poblacional (ton/km ²) de langostino colorado (<i>P. monodon</i>) mediante el estimador de la Distribución Delta.	166
Tabla 35.	Biomasa estimada (toneladas) de langostino colorado (<i>P. monodon</i>), error estándar de la estimación (EEE, tons) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) por foco de abundancia entre la II y VIII Región. Distribución Delta.	166
Tabla 36.	Estimador de la densidad poblacional (ton/km ²) de langostino amarillo (<i>C. johni</i>) y langostino colorado (<i>P. monodon</i>) mediante el estimador de razón.	167
Tabla 37.	Biomasa (tons) e intervalos de confianza inferior (LI, tons) y superior (LS, tons) de langostino amarillo (<i>C. johni</i>) por foco de abundancia entre la II y VIII Región. Estimador de razón.	168
Tabla 38.	Biomasa (tons) e intervalos de confianza inferior (LI, tons) y superior (LS, tons) de langostino colorado (<i>P. monodon</i>) por foco de abundancia entre la II y VIII Región. Estimador de razón.	169
Tabla 39.	Biomasa (tons) e intervalos de confianza inferior (LI, tons) y superior (LS, tons) de langostino amarillo (<i>C. johni</i>) por foco de abundancia entre la II y VIII Región. Microceldas geoestadísticas.	170
Tabla 40.	Biomasa (tons) e intervalos de confianza inferior (LI, tons) y superior (LS, tons) de langostino colorado (<i>P. monodon</i>) por foco de abundancia entre la II y VIII Región. Microceldas geoestadísticas.	171
Tabla 41.	Biomasa vulnerable de langostino amarillo y langostino colorado por región y total (ton), área de los estratos (km ²), cpua (ton/km ²) e intervalos de confianza para el estimador de biomasa por región.	173
Tabla 42.	Distribución por región de las hembras ovíferas de langostino amarillo, según estado de desarrollo.	175

Tabla 43.	Características morfométricas de las hembras de langostino amarillo, por estado de desarrollo de los huevos.	175
Tabla 44.	Distribución de frecuencia de tamaño (%) y estados de madurez del langostino amarillo.	177
Tabla 45.	Distribución del estado de madurez embrionario de hembras ovíferas de langostino amarillo por Región.	179
Tabla 46.	Distribución de frecuencia por rango de profundidad y estados de madurez del langostino amarillo.	180
Tabla 47.	Distribución por región de las hembras ovíferas de langostino colorado según su estado de desarrollo.	182
Tabla 48.	Características morfométricas de las hembras de langostino colorado por estado de desarrollo del huevo.	182
Tabla 49.	Distribución de frecuencia de tamaño y estados de madurez del langostino colorado.	184
Tabla 50.	Proporción sexual (%) de los ejemplares de langostino amarillo medidos en el muestreo de frecuencia de tallas por región.	185
Tabla 51.	Proporción sexual a la talla en langostino amarillo, entre la II y VIII Regiones.	187
Tabla 52.	Proporción sexual (%) de los ejemplares de langostino colorado medidos en el muestreo de frecuencia de tallas por región.	189
Tabla 53.	Proporción sexual a la talla en langostino colorado, entre la II y VIII Regiones.	190
Tabla 54.	Listado de especies que conforman la fauna acompañante en las capturas de langostino colorado y langostino amarillo en el proyecto. CPUE = captura por unidad de esfuerzo estandarizada; IRFA= índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante (excluidos langostinos colorado y amarillo); IRRO= índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso de los recursos objetivo (excluidos langostinos colorado y amarillo). Clave: 0,0 = <0,05	192
Tabla 55.	Listado de las especies que conforman la fauna acompañante en las capturas de langostino amarillo y langostino colorado, ordenados por región. Nomenclatura igual a Tabla 54. Clave: 0,0 = <0,05	194
Tabla 56.	Fauna acompañante en las capturas de langostino amarillo y langostino colorado, ordenados por estratos de profundidad. Nomenclatura igual a Tabla 54. Clave: 0,0 = <0,05	197
Tabla 57.	Especies con aportes mayores a 0,1% respecto a la captura total de la fauna acompañante utilizados en los análisis multivariados; $n_{\text{lances}} = 462$. IRFA= importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante.	199
Tabla 58.	Lances utilizados en los análisis multivariados ordenados por Región (latitud) y profundidad (m); $n_{\text{lances}} = 462$.	199

Tabla 59.	Fauna acompañante en las capturas de langostino amarillo y langostino colorado, ordenados por ensambles identificados mediante métodos de clasificación y ordenación. Nomenclatura igual a Tabla 54. Clave: 0,0 = <0,05.	202
Tabla 60.	Análisis de Similitud (ANOSIM) para probar la existencia de diferencias significativas entre los ensambles identificados desde la matriz de similitud de Bray-Curtis; $p = 0,001$. Los dos ensambles son identificados con números arábigos; “ne” corresponde a aquellos lances que en el dendrograma no constituyeron un grupo propiamente tal.	203
Tabla 61.	Especies con mayor contribución relativa (porcentual) a la similitud de la CPUE de los lances en cada grupo.	203
Tabla 62.	Especies con mayor contribución relativa (porcentual) a la disimilitud de la CPUE de los lances en cada grupo.	204
Tabla 63.	Número de lances totales, con pesca, positivos para langostino amarillo (<i>C. johni</i>) y efectividad de pesca (en paréntesis) según el diseño de muestreo utilizado.	218
Tabla 64.	Estimaciones de biomasa (ton) de langostino amarillo (<i>C. johni</i>) entre la II y VIII Región y metodologías de estimación.	219
Tabla 65.	Número de lances totales, con pesca, positivos para langostino colorado (<i>P. monodon</i>) y efectividad de pesca (en paréntesis) según el diseño de muestreo utilizado, en la II y IV Región.	221
Tabla 66.	Estimaciones de biomasa (ton) de langostino colorado (<i>P. monodon</i>) entre la II y VIII Región y metodologías de estimación.	223
Tabla 67.	Especies de la fauna acompañante con mayor CPUE y mayor importancia relativa respecto a la captura total. IRFA = importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante (se excluye los recursos objetivo langostinos colorado y amarillo); IRRO = importancia relativa respecto a la captura total en peso de los recursos objetivo (incluidos los langostinos colorado y amarillo).	230
Tabla 68.	Lista de participantes al Taller Técnico de Difusión de Resultados del Proyecto FIP N° 2009-15.	233

INDICE DE FIGURAS

	Pág.	
Fig. 1.	Imagen de salida <i>on line</i> del sistema NETMIND utilizado para la estimación de apertura de punta de alas (APA). A la derecha, la flecha roja muestra el momento que se considera como t_1 de inicio del arrastre.....	14
Fig. 2.	Caladeros de langostino colorado (rojo) y langostino amarillo (amarillo) entre la II y VIII Regiones (para explicaciones ver texto).....	20
Fig. 3.	Distribución de frecuencias de tallas de langostino colorado en la IV Región en función de distintos tamaños muestrales utilizados para la estimación: muestra completa (a, extremo superior izquierdo); $n = 400$ (b, extremo superior derecho); $n = 800$ (1c, extremo inferior izquierdo); y $n = 1600$ ejemplares (d, extremo inferior derecho). Datos provenientes del proyecto FIP N° 2006-04.	30
Fig. 4.	Ejemplo de las “capas temáticas” de la Región de Coquimbo y la información desplegada en forma paralela proporcionada por el SIG.....	37
Fig. 5.	Ejemplo de la integración de los datos obtenidos en los sensores sónicos (Netmind) y el sistema de posicionamiento satelital en el software ArcGis 9.	39
Fig. 6.	Diseño esquemático de la estimación del área barrida mediante linearización del lance de pesca mediante ArcGis 9.	40
Fig. 7.	Esquema de la superposición espacial del caladero de pesca (A) respecto del foco de abundancia (B) y el área de intersección espacial entre ambos (C).....	49
Fig. 8.	Simulación de una grilla de muestreo. (A) 100% estaciones positivas para recurso objetivo; (B) 70% estaciones positivas para recurso objetivo.	51
Fig. 9.	Disminución de la densidad media poblacional en el caso del estimador de la media aritmética. La línea negra continua representa la reducción de la media aritmética cuando la densidad es homogénea en toda el área de estudio.	52
Fig. 10.	Intervalos de confianza del estimador de biomasa para la media aritmética.....	53
Fig. 11.	Simulación de la densidad poblacional medida a través del estimador de razón (A); y varianza de la estimación de biomasa (número de veces respecto de un 100% estaciones positivas para el recurso objetivo) (B).	54
Fig. 12.	Disminución de la densidad media poblacional en el caso del estimador de la Distribución Delta Lognormal (puntos negros) y el estimador geoestadístico (puntos rojos).	55
Fig. 13.	Razón de la varianza de estimación de la biomasa (número de veces respecto de un 100% estaciones positivas) según el estimador de la Distribución Delta Lognormal (puntos negros) y el estimador geoestadístico (puntos rojos).	55
Fig. 14.	Mosaicos de Delaunay y Dirichlet para un conjunto de datos espaciales.	70
Fig. 15.	Mosaico Dirichlet de un conjunto de datos espaciales antes y después de la inserción del punto P_n	71

Fig. 16.	Diagrama del mecanismo de inserción de un punto fuera del polígono convexo (a) y generación de un nuevo polígono de estimación (b, c).	74
Fig. 17.	Relación entre los Triángulos de Delaunay (izquierda) y los polígonos de Voronoi (derecha). Tomado de Kulka <i>et al.</i> (2005).	74
Fig. 18.	Representación de los flujos entre la fracción vulnerable (V_i) e invulnerable ($B_i - V_i$) de la biomasa de una presa dada en EwE. El parámetro a_{ij} es la tasa de búsqueda de la presa i por el predador j , v es la tasa de intercambio entre el estado vulnerable y el invulnerable. El balance instantáneo entre ambos estados de la biomasa de la presa implica que $V_i = vB_i / (2v + a_{ij})$. Modificado de Walters <i>et al.</i> (1997).	104
Fig. 19.	Distribución de frecuencias de tamaño de machos de langostino amarillo (<i>C. johni</i>). Focos 1 a 18.	112
Fig. 20.	Distribución de frecuencias de tamaño de machos de langostino amarillo (<i>C. johni</i>). Focos 19 a 31.	113
Fig. 21.	Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de langostino amarillo (<i>C. johni</i>). Focos 1 a 18.	114
Fig. 22.	Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de langostino amarillo (<i>C. johni</i>). Focos 19 a 31.	115
Fig. 23.	Distribución de frecuencias de tamaño de langostino amarillo (<i>C. johni</i>), sexos combinados, por Región.	116
Fig. 24.	Distribución de frecuencias de tamaño de machos de langostino amarillo (<i>C. johni</i>), por Región.	117
Fig. 25.	Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de langostino amarillo (<i>C. johni</i>), por Región.	118
Fig. 26.	Distribución de frecuencias de tamaño de machos de langostino colorado (<i>P. monodon</i>). Focos 1 a 15.	119
Fig. 27.	Distribución de frecuencias de tamaño de machos de langostino colorado (<i>P. monodon</i>). Focos 16 a 27.	120
Fig. 28.	Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de langostino colorado (<i>P. monodon</i>). Focos 1 a 15.	121
Fig. 29.	Distribución de frecuencias de tamaño de machos de langostino colorado (<i>P. monodon</i>). Focos 16 a 27.	122
Fig. 30.	Distribución de frecuencias de tamaño de langostino colorado (<i>P. monodon</i>), sexos combinados, por Región.	123
Fig. 31.	Distribución de frecuencias de tamaño de machos de langostino colorado (<i>P. monodon</i>), por Región.	124
Fig. 32.	Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de langostino colorado (<i>P. monodon</i>), por Región.	125

Fig. 33.	Disposición espacial de los lances de pesca (puntos negros) y delimitación de las Zonas de Análisis Geoestadístico (ZAGs) para langostino amarillo (<i>C. johni</i>). Para detalles ver texto.	129
Fig. 34.	Disposición espacial de los focos de abundancia de langostino amarillo (<i>C. johni</i>) en las Zonas de Análisis Geoestadístico (ZAGs). Izquierda: Focos 1 a 10; Derecha: Focos 11 a 20. Para detalles ver texto.	132
Fig. 35.	Disposición espacial de los lances de pesca (puntos negros) y delimitación de las Zonas de Análisis Geoestadístico (ZAGs) para langostino colorado (<i>P. monodon</i>). Para detalles ver texto.....	137
Fig. 36.	Disposición espacial de los focos de abundancia de langostino colorado (<i>P. monodon</i>) en las Zonas de Análisis Geoestadístico (ZAGs). Izquierda: Focos 1 a 7; Derecha: Focos 8 a 13. Para detalles ver texto.	140
Fig. 37.	Variograma experimental (puntos) y variograma teórico (línea continua) de langostino amarillo (<i>C. johni</i>). ZAG-1: arriba izquierda; ZAG-2: arriba derecha; ZAG-3; abajo.	143
Fig. 38.	Variograma experimental (puntos) y variograma teórico (línea continua) de langostino colorado (<i>P. monodon</i>). ZAG-1: arriba izquierda; ZAG-2: arriba derecha; ZAG-3; abajo izquierda; y ZAG-4: abajo derecha.....	144
Fig. 39.	Centro de gravedad (puntos negros) de la densidad poblacional (ton/km^2) de langostino amarillo (<i>C. johni</i>) en sentido latitudinal entre la Unidad de Pesquería II-IV Regiones (arriba) y la Unidad de Pesquería V-VIII Regiones (abajo). Las barras verticales representan la inercia (<i>I</i>).	146
Fig. 40.	Densidad poblacional promedio (ton/Km-lineal) de langostino amarillo (<i>Cervimunida johni</i>) entre la II y IV Regiones (línea negra) y entre la V y VIII Regiones (línea roja) entre 1997 y 2009.....	147
Fig. 41.	Centro de gravedad (puntos negros) de la densidad poblacional (ton/km^2) de langostino colorado (<i>P. monodon</i>) en sentido latitudinal en la Unidad de Pesquería II-IV Regiones (arriba) y la Unidad de Pesquería V-VIII Regiones (abajo). Las barras verticales representan la inercia (<i>I</i>).	149
Fig. 42.	Densidad poblacional promedio (ton/Km-lineal) de langostino colorado (<i>Pleuroncodes monodon</i>) entre la II y IV Regiones (línea negra) y entre la V y VIII Regiones (línea roja) entre 1997 y 2009.....	150
Fig. 43.	Evolución temporal del índice de Gini entre 1997 y 2009, para la distribución de la densidad poblacional (ton/km^2) de langostino amarillo (<i>C. johni</i>) en la Unidad de Pesquería II-IV y Unidad de Pesquería V-VIII.....	151
Fig. 44.	Evolución temporal del índice de Gini entre 1997 y 2009, para la distribución de la densidad poblacional (ton/km^2) de langostino amarillo (<i>C. johni</i>) en la Unidad de Pesquería II-IV y Unidad de Pesquería V-VIII.....	152
Fig. 45.	Distribución de frecuencias del logaritmo de la captura por unidad de área ($\ln[\text{cpua}]$) de langostino amarillo (<i>C. johni</i>). ZAG-1: arriba izquierda; ZAG-2: arriba derecha; y ZAG-3: abajo.	162

Fig. 46.	Distribución de frecuencias del logaritmo de la captura por unidad de área (ln[cpua]) de langostino colorado (<i>P. monodon</i>). ZAG-1: arriba izquierda; ZAG-2: arriba derecha; ZAG-3: abajo izquierda, y ZAG-4: abajo derecha.....	165
Fig. 47.	Distribución de frecuencia de tamaños de las hembras ovíferas de langostino amarillo por estado de desarrollo de los huevos.....	176
Fig. 48.	Distribución de frecuencia de tamaños de las hembras ovíferas de langostino colorado por estado de desarrollo del huevo.	183
Fig. 49.	Proporción sexual en langostino amarillo, por foco de abundancia.	188
Fig. 50.	Proporción sexual en langostino amarillo, por foco de abundancia.	191
Fig. 51.	Análisis de clasificación de la CPUE de la fauna acompañante presente en las capturas de langostino amarillo y langostino colorado de las Regiones III a VIII; n _{lances} : 462. Nomenclatura: 1 y 2 corresponden a los grupos de estaciones de muestreo (lances) o ensambles identificados.....	200
Fig. 52.	Análisis de ordenación (MDS) de la CPUE (ton * km ⁻²) de la fauna acompañante presente en las capturas de langostino amarillo y langostino colorado de las Regiones III a VIII. Los símbolos corresponden los dos ensambles identificados; “ne” corresponde a aquellos lances que en el dendrograma no constituyen un grupo propiamente tal; n _{lances} = 462.	201
Fig. 53.	Langostino colorado, capturas, biomasa, tasa de explotación y reclutamiento en la unidad de pesquería centro-norte (II-IV Región).	206
Fig. 54.	Langostino colorado, capturas, biomasa, tasa de explotación y reclutamiento en la unidad de pesquería centro-sur (V-VIII Región).	208
Fig. 55.	Langostino amarillo, capturas, biomasa, tasa de explotación y reclutamiento en la unidad de pesquería centro-norte (III-IV Región).	209
Fig. 56.	Langostino amarillo, capturas, biomasa, tasa de explotación y reclutamiento en la unidad de pesquería centro-sur (V-VIII Región).	210
Fig. 57.	Evolución de la tasa de explotación en función de la biomasa explotable de langostino colorado y amarillo en el periodo 1990-2009.	211
Fig. 58.	Situación de los recursos langostino colorado y amarillo, comparados con una tasa de explotación objetivo de 13% (línea verde) y tasa de explotación objetivo límite de 40% (línea roja). LAM = langostino amarillo, LC = langostino colorado.	212
Fig. 59.	Ajustes de las biomasa esperadas (EwE) a las biomasa observadas de los tres grupos funcionales que son el foco de este objetivo específico.	214
Fig. 60.	Cambios en la mortalidad por pesca y su efecto en la biomasa de los recursos langostino colorado y langostino amarillo.....	215
Fig. 61.	Cambios en la mortalidad por pesca (simulados como mantención de biomasa común constante y biomasa de merluza común en recuperación) y su efecto en la biomasa de los recursos langostino colorado y langostino amarillo.....	216

Fig. 62.	Evolución temporal de la biomasa (toneladas) de langostino amarillo (<i>Cervimunida johni</i>) entre 1999 y 2009.....	220
Fig. 63.	Disposición espacial de los focos de abundancia de langostino colorado (<i>P. monodon</i>) entre la VI y VIII Regiones en el año 2005, 2006 y 2007. Celeste = 2005, verde = 2006, naranja = 2007.	223
Fig. 64.	Evolución temporal de la biomasa (toneladas) de langostino colorado (<i>P. monodon</i>) entre 1999 y 2009.	224
Fig. 65.	Invitación a participar en el Taller de Difusión de resultados del proyecto FIP 2009-15 y díptico con las actividades, realizado en Coquimbo, el 9 de abril de 2010.	234

INDICE DE ANEXOS

	Pág.	
Anexo 1.	Registro fotográfico de la maniobra de pesca.....	247
Anexo 2.	Fechas y lugares geográficos de los muestreos	249
Anexo 3.	Registros de posición media del lance, profundidad media (Prof., m), distancia lineal recorrida (DR, Km), área barrida (AB, Km ²), capturas (Capt., Kg) y CPUA (ton/Km ²) de langostino amarillo (<i>C. johni</i> , Cervjoh) y langostino colorado (<i>P. monodon</i> , Pleumon). ID: identificador de la base de datos del proyecto.	252
Anexo 4.	Características técnicas de las embarcaciones y planos de las redes utilizadas.	265
Anexo 5.	Sistema NETMIND para medición de APA.....	268
Anexo 6.	Distribución espacial de la densidad (tons/km ²) de langostino amarillo y langostino colorado por zona de análisis geoestadístico	270
Anexo 7.	Biomasa (tons) y abundancia (miles de ejemplares) de langostino amarillo y langostino colorado, por caladero, sexo, dentro y fuera del arpa y región	283

1. Objetivos

1.1. Objetivo General

Estimar mediante evaluación directa, y utilizando el método de área barrida, la biomasa y abundancia de langostino amarillo y langostino colorado en el litoral comprendido entre la II y la VIII Regiones.

1.2. Objetivos específicos

- 1.2.1. Determinar la distribución espacial de los recursos langostino amarillo y langostino colorado, en el área de estudio.
- 1.2.2. Determinar la biomasa vulnerable total (en peso) y la abundancia vulnerable total (en número), según talla y sexo, del langostino amarillo y langostino colorado en el área de estudio, por región y focos de abundancia, según corresponda.
- 1.2.3. Determinar la condición reproductiva del langostino amarillo y langostino colorado, en el área y período de estudio.
- 1.2.4. Determinar la composición e importancia relativa de las especies que constituyan fauna acompañante de estos dos recursos durante los cruceros de evaluación.
- 1.2.5. Analizar la situación actual de los recursos en la zona de estudio, considerando los antecedentes de la pesquería y los resultados del proyecto.
- 1.2.6. Analizar el efecto del colapso en el stock de merluza común y la aplicación de cuotas de pesca en la recuperación potencial de los stocks de langostino colorado y langostino amarillo entre la V y VIII Regiones.

2. Introducción.

Las pesquerías industrial y artesanal de los langostinos colorado (*Pleuroncodes monodon*) y amarillo (*Cervimunida johni*) han sido tradicionalmente una actividad económica de relevancia, tanto en la zona centro-sur como últimamente en la III y IV Región. Durante los últimos años, la pesquería de la zona centro-norte ha sido el área de mayor actividad extractiva, en particular, debido a que la pesquería sur de ambas especies, entre la V y VVIII Región, ha estado sometida a vedas sucesivas desde principios del año 2001, las que se han renovado anualmente. Sólo existió actividad extractiva sobre los recursos langostino amarillo y langostino colorado en esa área geográfica a través del mecanismo de Pesca de Investigación, cuyo objetivo principal fue realizar un monitoreo de los principales indicadores biológico-pesqueros del stock de ambas especies principalmente de la V y VI Región, en el marco de actividades extractivas controladas en esa zona durante el periodo 2004 - 2007 (Arana y Ahumada, 2005; Arana *et al.*, 2006, 2007a,b, 2008). La recuperación del stock de langostino amarillo en la V y VI Región permitió el 18 de diciembre de 2007 que se efectuara, en dependencias de la Subsecretaría de Pesca, una Subasta Pública de Permisos Extraordinarios de Pesca para el recurso, en dicho sector geográfico y con una cuota de 2.500 ton (D. Ex. N° 3.344 del 22 de noviembre de 2007). Esta Subasta se basa en el D. Ex. N° 1.625 de fecha 21 de noviembre de 2007, mediante el cual se fijó una cuota de **2.600 ton** para ser extraída en la Unidad de Pesquería, fraccionada de la siguiente forma: **75 ton** para fines de investigación; **1.750 ton** a ser extraídas en la V Región (875 entre el 1° de abril y 30 de junio; 612 entre el 1° de julio y 30 de septiembre y 263 entre el 1° de octubre y 31 de diciembre), **750 ton** a ser extraídas en la VI Región (375 entre el 1° de abril y 30 de junio; 263 entre el 1° de julio y 30 de septiembre y 112 entre el 1° de octubre y 31 de diciembre). Se consignan además, **18 ton** para el sector industrial y **7 ton** para el sector artesanal, como reserva de fauna acompañante. Este procedimiento de Subasta Pública se repitió en noviembre de 2008 para dicho sector geográfico y con una cuota de 2.500 ton (D. Ex. N° 3.344 del 22 de noviembre de 2008). Esta Subasta se basó en el D. Ex. N° 1.542 de fecha 21 de noviembre de 2008, mediante el cual se fijó una cuota de **2.600 ton** para ser extraída en la Unidad de Pesquería, fraccionada de la siguiente forma: **75 ton** para fines de investigación; **1.875 ton** a ser extraídas en la V Región (937 entre el 1° de abril y 30 de junio; 563 entre el 1° de julio y 30 de septiembre y 375 entre el 1° de octubre y 31 de diciembre), **625 ton** a ser extraídas en la VI Región (313 entre el 1° de abril y 30

de junio; 187 entre el 1° de julio y 30 de septiembre y 125 entre el 1° de octubre y 31 de diciembre). Se consignan además, **17 ton** como reserva de fauna acompañante para el sector industrial y **8 ton** como reserva de fauna acompañante para el sector artesanal.

2.1. Langostino colorado

En la zona norte, la pesquería de esta especie en la Unidad de Pesquería I a IV Región, se inició en 1998 principalmente en la IV Región, en la zona de Coquimbo, aunque en 1994 Acuña *et al.* (1995) ya habían detectado la presencia de ésta cerca de Caldera en la III Región. Las cuotas de captura crecieron desde niveles de 500 ton en 1998 y 1999 hasta 4.362 ton en el 2002 (D. Ex. N° 361 del 10 de mayo de 2002). Durante este proceso las cuotas globales se dividieron por primera vez en una fracción industrial y una artesanal en el año 2000, luego también por primera vez en fracciones temporales, reservándose además una cuota para fines de investigación y para ser extraída como fauna acompañante de otros recursos pesqueros el año 2001, incorporándose finalmente el fraccionamiento por Regiones desde el año 2002. Desde ese año en adelante se han incluido todos estos distintos criterios de fraccionamiento de la cuota global anual de la especie, cambiando los períodos de pesca a 1) entre el 1 de abril y el 30 de junio; 2) entre el 1 de julio y el 30 de septiembre y 3) entre el 1 de octubre y el 31 de diciembre, desde el año 2006 y además desde el año 2008 se incluye la Región XV como límite norte, aunque en términos prácticos la cuota se divide sólo entre la II y IV regiones (Tabla 1).

Las cuotas han sido luego de 2.530 ton para el 2003 (D. Ex. N° 1.108 de 26/12/2002), 2.700 para el 2004 (D. Ex. N° 830 de 22/12/2003), 2.550 para el 2005 (D. Ex. N° 1.018 de 16/12/2004), 2.125 para el 2006 (D. Ex. N° 1.562 de 21/12/2005), 2.550 para el actual año 2007 (D. Ex. N° 1.521 de 21/12/2006), 2.350 ton para el año 2008 (D. Ex. N° 1.776 de 18/12/2007) y 2.250 ton para el año 2009 (D. Ex. N° 1.675 de 23/12/2008). Todos los detalles del fraccionamiento de estas cuotas desde el año 2001 se resumen en la Tabla 1. Paralelamente, el año 2001, basándose en la estimación de biomasa realizada por Canales *et al.* (2002) 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 establecer una veda para proteger los procesos de reproducción, reclutamiento y de crecimiento de la especie en toda la IV

Tabla 1. Fraccionamiento de las Cuotas globales anuales de captura (ton) de langostino colorado asignadas en el período 2001 - 2009 y Decreto Exento correspondiente, en la Unidad de Pesquería XV a IV Región.

Cuatrimestre	2001		2002		2003		2004		2005		2006		2007		2008		2009	
	Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal	Industrial	Artesanal
Cuota Sp. Objetivo	2,484		4,227		2,440		2,620		2,426		1,995		2,420		2,230		2,180	
Cuota XV-IV Región	1,529	955	2,985	1,242	1,708	732	1,834	786	1,698	728	1,397	598	1,799	771	1,596	684	1,490	655
01 Feb. - 31 Oct.	1,376			621 *														
01 Nov. - 31 Dic.	153			621 **														
Cuota XV-II Región			865		469	8	519	91	292	10	132	15	229	20	312	17	130	40
01 Ene. - 31 Mar.			258		352	6	161	28	146	5	66*	8	114	10	156	10	65	20
01 Abr. - 31 Ago.			349		70	1	171	30	88	3	46**	5	80	7	109	7	39	12
01 Sep. - 31 Dic.			258		47	1	187	33	58	2	20***	2	35	3	47	3	26	8
Cuota III Región			2,120		696	590	663	596	804	348	796	153	982	197	702	154	890	132
01 Ene. - 31 Mar.			632		522	442	205	185	402	174	398*	76	491	99	351	99	445	66
01 Abr. - 31 Ago.			856		104	89	219	197	241	104	279**	54	344	69	246	69	267	40
01 Sep. - 31 Dic.			632		70	59	239	214	161	70	119***	23	147	29	105	29	178	26
Cuota IV Región			Veda D.E. 900		508	119	617	84	602	370	469	430	588	554	546	499	470	468
01 Ene. - 31 Mar.					381	89	191	26	301	185	235*	215	294	277	273	250	235	234
01 Abr. - 31 Ago.					76	18	204	27	181	111	164**	150	206	194	191	174	141	140
01 Sep. - 31 Dic.					51	12	222	31	120	74	70***	65	88	83	82	75	94	94
Investigación	50		100		90		80		75		80		80		70		70	
Fauna acompañante	136		35		35	15	35	15	34	15	35	15	35	15	35	15	35	15
En Langostino amarillo	10% en peso / viaje		5% en peso / viaje		15	7	15	7	14	7	20	8	20	8	20	8		
En Camarón nailon	10% en peso / viaje		5% en peso / viaje		19	8	19	8	19	8	14	7	14	7	14	7		
En Merluza común	1% en peso / viaje		1% en peso / viaje		1	-	1		1		1		1		1			
Total anual (tons)	2.670 ton		4.362 ton		2.530 ton		2.700 ton		2.550 ton		2.125 ton		2.550 ton		2.350 ton		2.250 ton	
Decreto	D.E. Nº 436 de 26 -12 -2000 y D.E. Nº 926 de 21 -12 -2001		D.E. Nº 928 de 31 -12 -2001; D.E. Nº 361 de 10 -05 -2002; D.E. Nº 900 de 18 -12 -2001		D.E. Nº 1.108 de 26 -12 -2002		D.E. Nº 830 de 22 -12 -2003		D.E. Nº 1.018 de 16 -12 -2004		D.E. Nº 1.562 de 21 -12 -2005		D.E. Nº 1.521 de 21 -12 -2006		D. Ex. Nº 1776 del 18 -12 -2007		D. Ex. Nº 1675 del 23 -12 -2008	

En la Tabla 2 se entrega un resumen de las biomásas determinadas durante las últimas cinco evaluaciones directas realizadas en los Proyectos FIP N° 2003-31 IFOP (2003 en Subsecretaría de Pesca, 2003), las que se comparan con aquellas obtenidas durante la ejecución de los Proyectos FIP N° 2003-03, FIP N° 2004-11, FIP N° 2005-09, FIP N° 2006-04, FIP N° 2007-19, FIP N° 2008-16, todos realizados por el equipo UCN - UDEC.

Durante el proyecto FIP N° 2003-03, Acuña *et al.* (2003) determinaron la existencia de una biomasa cercana a las 17.500 ton en la zona entre Taltal (II Región) y Lengua de Vaca (IV Región), la que resultó ser un 38% mayor que la obtenida por IFOP (2003, en Subsecretaría de Pesca, 2003) en su evaluación directa del 2003 en la misma zona. **Esta diferencia muy probablemente es explicada por la forma de determinar el tiempo efectivo de arrastre existente entre ambos estudios (Acuña *et al.*, 2003), hecho documentado también por Melo y Queirolo (2004), lo que en la práctica produjo subestimaciones en el caso del estudio de IFOP.**

En todo caso, en la Tabla 2 se observa que en la III región existe una coincidencia en términos de magnitud entre las evaluaciones de Acuña *et al.* (2003), al igual que entre la estimación de Arana *et al.* (2002) y aquella de Acuña *et al.* (2003) para la IV Región, lo que también se observa en la estimación de Acuña *et al.* (2004) en el FIP N° 2004-11.

Tabla 2. Evolución de las biomásas estimadas en las evaluaciones directas (ton) de langostino colorado entre la II y IV región, 2003-2008. Fuente: Proyectos FIP.

Región	2002 ⁺	2003 ⁺⁺	2003 ⁺⁺⁺	2003 ⁺⁺⁺⁺	2004 ⁱ	2005 ⁱⁱ	2006 ⁱⁱⁱ	2007 ^{iv}	2008 ^v
II	11.800	2.261	5.992	6.248	2.063	734	2.375	1.118,5	2.277,7
III	1.952	12.210	5.838	5.242	7.103	4.403	12.807	4.641,8	9.557,6
IV	918	3.190	1.091	1.154	4.328	3.978	6.839	3.062,6	2.739,5
Total	14.670	17.661	12.291	12.644	13.417	9.115	22.021	10.829,9	16.582,8

- + evaluación efectuada en marzo 2002 (UCV)
- ++ promedio de dos estimadores, Proyecto FIP N° 2003-03 (UCN).
- +++ promedio de tres estimadores, Proyecto FIP N° 2003-31 (IFOP).
- ++++ estimador geoestadístico, Proyecto FIP N° 2003-31 (IFOP).
- i estimador geoestadístico, Proyecto FIP N° 2004-11 (UCN).
- ii estimador geoestadístico, Proyecto FIP N° 2005-09 (UCN) y
- iii estimador geoestadístico, Proyecto FIP N° 2006-04 (UCN).
- iv estimador geoestadístico, Proyecto FIP N° 2007-19 (UCN) y
- v estimador geoestadístico, Proyecto FIP N° 2008-16 (UCN).

La pesquería de langostino colorado de la zona sur, fue incorporada en 1989 al Régimen de Pesquería en Estado de Plena Explotación en el art. 1 letra e) transitorio de la Ley General de Pesca y Acuicultura y asimilada en el Art. 4 a Pesquería en Recuperación con Subastas Públicas. En los últimos 5 años, la especie alcanzó cuotas anuales de 12.000 tons en el año 1999 (DS N° 505 del 20/11/1998), para luego disminuir a 10.000 tons en el 2000 (DS N° 429 del 30/11/1999). Posteriormente, y considerando que de acuerdo a las evaluaciones de stock y la evolución de los rendimientos de pesca en el área marítima al sur de la V Región se determinó que el recurso se encontraba en un nivel de biomasa notablemente disminuido, se estableció una veda biológica para proteger los procesos de reproducción, de reclutamiento y de crecimiento en el área señalada, desde el 1 de enero del año 2001, de acuerdo a los Decretos Exentos ya señalados en el comienzo de esta Introducción y que se mantendrá durante el año 2009.

2.2. Langostino amarillo

En Chile existen dos Unidades de Pesquería de la especie *Cervimunida johni*: una en la zona norte entre la III y IV Región y una en la zona sur entre la V y VIII Región. En la zona norte, la administración de la pesquería de langostino amarillo, comienza con la declaración de estado de Plena Explotación del recurso (D. E. N° 377 del 23/06/1995) en la Unidad de Pesquería III y IV Región. Desde 1996, mediante el D. Ex. N° 324 de 18/12/1996) la especie está sometida a una veda biológica anual entre los días 1 de enero y 30 de marzo, por lo cual no se realizan actividades pesqueras durante ese período en la Unidad de Pesquería.

En la Unidad de Pesquería III y IV, las cuotas de captura de esta especie decrecieron desde niveles de 6.000 ton en el trienio 1997 - 1999 hasta 750 ton en el 2002 (D.Ex. N° 927 de 31/12/2001). La cuota global fijada para el año 2003 volvió a aumentar a 2.250 ton (D.Ex. N° 1.107 de 26/12/2002), mientras que para el año 2004 se redujo drásticamente a 1.326 ton. La cuota global fijada para el año 2004 fue modificada en agosto de ese año, incorporando antecedentes generados por este Consultor en su ejecución del Proyecto FIP N° 2004-11, Finalmente, una vez incorporados los antecedentes del Proyecto FIP N° 2004-11, la cuota global anual para el año 2005 fue fijada en 2.215, lo que prácticamente corresponde a aquella establecida para el 2003. Durante el año 2005 se hizo una nueva revisión de los antecedentes disponibles del Proyecto FIP N° 2005-09, proporcionados nuevamente por este Consultor, los que

llevaron a la Subsecretaría a proponer una modificación de la cuota global 2005, lo que se oficializó a través del D. Ex. 1.024 del 25/08/2005, dejando la cuota del año en 3.100 ton, la que se ha mantenido desde ese año y hasta el actual año 2009. Detalles de las cuotas desde el 2001 al 2009 y su fraccionamiento, incluyendo la cuota 2005 modificada, se entregan en la Tabla 3.

En la zona sur, la pesquería de la especie se reabre después de una prolongada veda, siendo declarada pesquería en régimen de Pesquería en Recuperación (DS N° 787 del 20/10/1996) y entrando al sistema de Subastas Públicas. La pesquería se desarrolló durante los siguientes tres años, fijándose cuotas anuales de captura de 4.200 ton para 1998 por fuera del área de reserva artesanal (D. Ex. N° 727 de 2/12/1997) y de 900 ton en el ARPA (D. Ex. N° 132 de 28/01/1998); de 3.700 ton para el año 1999 (D. Ex. N° 506 de 25/11/1998) y de 400 ton para el año 2000 (D. Ex. N° 428 de 30/11/1999). Posteriormente, y considerando que de acuerdo a las evaluaciones de stock y la evolución de los rendimientos de pesca en el área marítima al sur de la V Región se determinó que el recurso se encontraba en un nivel de biomasa notablemente disminuido, se establece una veda biológica para proteger los procesos de reproducción, de reclutamiento y de crecimiento en el área señalada, de acuerdo a Decretos Exentos renovados anualmente, y que se mantiene durante el año 2007 (D. Ex. N° 1.686 de 29/12/2006). Como se señalara anteriormente, sólo ha existido actividad extractiva sobre el recurso langostino amarillo en la V y VI Región a través del mecanismo de Pesca de Investigación, la última de las cuales se llevó a cabo durante el año 2007 y cuyo objetivo fue realizar un monitoreo de los principales indicadores biológico-pesqueros del stock de langostino amarillo, en el marco de una actividad extractiva controlada en esa zona, para lo cual se asignó una cuota de captura total de 800 ton, la que se fraccionó espacial y temporalmente. Como se señalara anteriormente, a fines del año 2007 y 2008 se han fijado unas cuotas, fraccionado las mismas y realizado Subastas Públicas de Permisos Extraordinarios de Pesca para operar entre las regiones V y VI, lo que implicó actividad extractiva en ese sector geográfico durante el año 2008 y lo hará también en el 2009.

Tabla 3. Fraccionamiento de las Cuotas globales anuales de captura (ton) de langostino amarillo asignadas en el período 2001 - 2009 y Decreto correspondiente, en la Unidad de Pesquería III - IV Región.

Cuatrimestre	2001		2002		2003		2004		2005		2005 modificado		2006		2007		2008		2009	
	Industrial	Artisanal	Industrial	Artisanal	Industrial	Artisanal	Industrial	Artisanal	Industrial	Artisanal	Industrial	Artisanal	Industrial	Artisanal	Industrial	Artisanal	Industrial	Artisanal	Industrial	Artisanal
Cuota Sp. Objetivo	1.900		670		2.190		1.261		2.100		2.975		2.950		2.960		2.960		2.960	
Cuota por flota	1.375	525	424	246	1.467	723	820	441	1.407	693	1.995	982	1.976	974	1.983	977	1.983	977	1.983	977
Cuota III- IV Región																				
01 Abr. - 31 Ago.	859	525	212*	123*																
01 Sep. - 31 Dic.	516		212**	123**																
Cuota III Región					431	429	427	275	281	274	299	295	316	257	198	262	198	262	290	302
01 Abr. - 31 Jun.					216	215	214	137	141	137	141	137	158*	128	99	131	99	131	145	152
01 Jul. - 31 Sep.					129	129	128	83	84	82	95	95	95**	77	59	79	59	79	87	90
01 Oct. - 31 Dic.					86	85	85	55	56	55	63	63	63***	52	40	52	40	52	58	60
Cuota IV Región					1.006	279	364	150	1.126	419	1.694	687	1.660	717	1.785	715	1.785	715	1.693	675
01 Abr. - 31 Jun.					503	139	182	75	563	209	563	209	830*	359	893	358	893	358	846	337
01 Jul. - 31 Sep.					302	84	109	45	338	126	679	287	498**	215	535	214	535	214	508	203
01 Oct. - 31 Dic.					201	56	73	30	225	84	452	191	332***	143	357	143	357	143	339	135
Investigación	50	50	60	65	70	80	100	90	90	90	90	100	90	90	90	90	90	90	90	90
Fauna acompañante	200	30	20	15	29	16	30	15	34	15	34	16	34	16	34	16	34	16	34	16
En Langostino colorado	10% en peso / viaje	5% en peso / viaje	15	7	14	8	14	7	14	7	14	7	16	8	16	8	16	8	16	8
En Camarón nailon	10% en peso / viaje	5% en peso / viaje	15	7	15	7	15	7	19	8	19	8	17	8	17	8	17	8	17	8
En Merluza común	1% en peso / viaje	1% en peso / viaje		1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Total anual (tons)	2.150	750	2.250	1.326	2.215	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100	3.100
Decreto	D.E. N° 432 de 26 -12 -2000, modificado por D.E. N° 106 de 2001, N° D.E. N° 247 de 24 -05 -2001, y D.E. N° 775 de 9 - 11 - 2001		D.E. N° 927 de 31 -12 -2001		D.E. N° 1.107 de 26 -12 -2002		D.E. N° 829 de 22 -12 -2003		D.E. N° 1.017 de 16 -12 -2004		D.E. N° 1.024 de 25 -08 -2005		D.E. N° 1.561 de 21 -12 -2005		D.E. N° 1.516 de 21 -12 -2006		D. Ex. N° 1777 del 18 -12 -2007		D. Ex. N° 1675 del 23 -12 -2008	

* entre el 1 de septiembre y el 31 de octubre; ** entre el 1 de noviembre y el 31 de diciembre.

Desde el año 2006 * entre el 1 de abril y el 30 de junio; ** entre el 1 de julio y el 30 de septiembre; *** entre el 1 de octubre y el 31 de diciembre

Las evaluaciones directas de las dos especies de langostinos han sido realizadas desde el año 2004 por el Consorcio UCN – UDEC, lo que ha permitido ir incorporando nuevos enfoques y refinamientos de la metodología, los que además se han trabajado en el proyecto FIP N° 2006-19 “**Estandarización de procedimientos metodológicos para la evaluación de crustáceos demersales a través del Método de Área Barrida**”, (Acuña *et al.*, 2008) cuyo Objetivo General fue *Determinar procedimientos metodológicos estándar a considerar en los proyectos de evaluación directa mediante método de área barrida*, con los siguientes Objetivos Específicos:

1. *Identificar principales aspectos que deben ser incluidos en un protocolo de estandarización de métodos empleados en proyectos de evaluación directa mediante área barrida.*
2. *Determinar las principales fuentes de sesgo producidas por el uso de una u otra metodología en las evaluaciones directas mediante el uso de área barrida.*
3. *Determinar el o los métodos más robustos en la determinación de la CPUA, de acuerdo a las características de cada recurso objetivo.*
4. *Establecer un protocolo estandarizado de cruceros de pesca de investigación en evaluación directa mediante el método de área barrida.*
5. *Definir un sistema de almacenamiento estándar para los registros obtenidos en cruceros de evaluación de crustáceos bentodemersales, y*
6. *Establecer los requerimientos de datos biológicos de los cruceros investigados para cumplir con los objetivos de las evaluaciones.*

En esa perspectiva, en esta nueva Propuesta Técnica para el año 2009 se han incorporado algunos elementos que permiten dar un nuevo paso hacia el mejoramiento integral de las evaluaciones directas dirigidas a las dos especies de langostinos que se capturan en aguas chilenas, incorporando además la experiencia internacional recogida a través de la ejecución del citado Proyecto N° 2006-19 ya individualizado.

3. Aspectos Metodológicos

3.1. Generalidades

En atención a las Bases Especiales del presente proyecto, se contempló la realización de un crucero de evaluación directa por el método de área barrida desde la II a la VIII Regiones, y entre los veriles de profundidad desde 50 hasta 450 m. Originalmente, este método fue desarrollado por Alverson & Pereyra (1969) y se ha venido aplicando en Chile desde inicios de los años 80 para los stocks de langostinos colorado y amarillo. Las evaluaciones directas de estos stocks han sido realizadas ininterrumpidamente desde el año 2004, mediante proyectos FIP asignados por concurso público a la asociación entre la Universidad Católica del Norte (UCN), como institución principal y la Universidad de Concepción (UdeC), como institución subcontratada.

De acuerdo con los Términos Básicos de Referencia (TBR), en las operaciones de pesca se utilizó una nave pesquera de alta mar (PAM) y, además, una lancha a motor (L/M), ambas arrastreras langostineras. En atención a los mismos TBR, el PAM operó por fuera del Área de Reserva de la Pesca Artesanal (ARPA) y en las zonas autorizadas de penetración a ésta y la L/M lo hizo por dentro de aquella.

En la presente propuesta se aplica el diseño muestral establecido por los proyectos previos (FIP N° 2007-19 y FIP N° 2008-16, por ejemplo). Se entiende que el tópico “diseño muestral” propuesto es eficiente y apoyado sólidamente en bases conceptuales, teóricas y prácticas.

De acuerdo con las Bases Especiales, los mapas de distribución de la densidad de los recursos langostinos amarillo y colorado en el área de estudio se entregan en escala 1:1.000.000, considerando las Cartas Náuticas electrónicas 1000, 2000 y 3000 del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico (SHOA) de la Armada de Chile.

3.2. Estandarización de las naves

Considerando que se utilizó más de una nave para efectuar los lances de pesca en la extensa área de estudio es necesario proceder a estandarizar el poder de pesca de cada nave, ya que se asume

que no son homogéneas. Este procedimiento metodológico fue fundamental para proceder después con la estimación de la captura por unidad de esfuerzo (cpue) a la forma estandarizada (CPUE = CPUA).

Por lo tanto, la estandarización de las naves se justifica si aquellas no son homogéneas, esto es, en cuanto a sus características físicas o en su poder de pesca. El método más directo se encuentra en FAO Documentos Técnicos de Pesca 306/1 (1997, págs. 303 y 304). Allí se define “la potencia de pesca relativa” de cada nave i , que se denomina “poder de pesca relativo” (ρ_i), como:

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

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

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

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

De acuerdo con las Bases Especiales de este proyecto, el levantamiento de planos técnicos para la red de arrastre de cada nave se efectuó bajo las normas que sugiere el Catálogo FAO de Planos de Aparejos de Pesca (FAO, 1972). Para cumplir con tal exigencia, se dibujó los planos con el

software de diseño de planos qCAD de Linux. Para realizar el dibujo técnico de los planos y analizar en forma estática su diseño, se registró las dimensiones de las estructuras de la red tales como relinga, borlón y lachas, así como la cantidad y tamaño de mallas por cuerpo, las dimensiones de los paños, el material y diámetro de los hilos, y la razón de corte de cada cuerpo, tanto para el panel superior como para el inferior de las redes.

Cabe señalar que este Consultor ya ha realizado el análisis de las redes de cada nave utilizada en los proyectos análogos a éste desde el año 2004 en adelante, hasta el 2008, más el levantamiento de los planos respectivos; además, se ha limitado al máximo el uso de embarcaciones artesanales en dicho mismo periodo, esto es, se ha utilizado solamente un par de L/M. En consecuencia la actividad relacionada con estos antecedentes se refirió principalmente a comprobar que los planos con los que se cuenta en este momento se hayan mantenido hasta la fecha.

3.4. Medición directa de la abertura de punta de alas

La medición directa de la abertura de punta de alas (APA) se efectúa por el equipo de trabajo utilizando el Sistema NETMIND de medición electrónica. Al respecto, el equipo profesional de la Universidad Católica del Norte fue capacitado anteriormente en el uso y aplicaciones del Sistema NETMIND por el Dr. Gerard Conan (M. Sc., Ph. D., FAO Aquatic Living Resources Accredited Expert y Profesor Asociado del Muséum National d' Histoire Naturelle de Paris), en el marco del Proyecto FIP N° 2003-03. Tales procedimientos fueron aplicados sucesivamente después en los proyectos FIP N° 2004-11, FIP N° 2005-09, FIP N° 2006-04, FIP N° 2006-11, FIP N° 2007-19 y FIP N° 2008-16 realizados por el mismo equipo de trabajo UCN + UdeC.

Los resultados de APA por nave no han sido rebatidos por ningún evaluador de los proyectos señalados. En la práctica, se está en condiciones de efectuar mediciones electrónicas de APA de manera instantánea durante todo el lance, conectando el equipo NETMIND con un computador Notebook a bordo. Simultáneamente, los registros van siendo almacenados en la memoria de éste. A la vez, con este sistema electrónico adosado a la red se ha podido conocer exactamente el

tiempo cronológico cuando la red toca fondo en el calado, y comienza efectivamente a operar, hasta el término del lance, cuando se inicia el virado.

Con el sistema NETMIND se registra continuamente la APA mediante sensores sónicos adosados a la red en su parte anterior. El sistema de transmisión sónico para registrar APA es clásico y consiste en que un transmisor (master) envía una señal sónica (onda sonora) desde la punta de ala de babor (o estribor), la que es recibida y respondida por otro sensor ubicado en la punta de ala de estribor (o babor) de la red. Seguidamente, la información sónica es transmitida a un hidrófono adecuadamente ubicado por debajo del casco de la nave. La información se registra en un computador al que se conecta en forma serial al hidrófono, y que posee un software *ad hoc* que proporciona el proveedor de NETMIND, obteniéndose archivos con registros a intervalos de tiempo fijados por el usuario, en cada lance.

La APA se registra *in situ* con el Sistema NETMIND en al menos el 40% de los lances de pesca efectivamente realizados, dependiendo de las condiciones del estado del mar y/o climáticas. Operacionalmente, en cada uno de aquellos lances en que se utilice sensores hidrofónicos se puede registrar no sólo el APA, sino también la distancia entre el hidrófono y el sensor master, velocidad de arrastre, profundidad, longitud del cable de cala y otros.

Debido a que las mediciones del APA a bordo son continuas, entonces es posible obtener registros automáticos del APA por lance cada 2 segundos. Esta información es almacenada automáticamente en una base de datos electrónica, pues el equipo opera conectado en línea con un computador. Los lances de pesca tienen una duración de 15 minutos efectivos de arrastre y las mediciones de APA por lance permiten determinar los estadígrafos descriptivos de tendencia central de APA (promedio, moda, mediana) y de dispersión (desviación estándar). La duración de 15 minutos en cada lance ya ha sido tratada en proyectos anteriores y es un tiempo suficiente para obtener las pescas y los estadígrafos de interés. Con un andar promedio de 2 mn de los PAM arrastreros langostineros se tiene que, en 15 min de arrastre efectivo, se cubre una distancia de 0,5 mn, equivalente a 926 metros, que es prácticamente un km lineal, lo que permite efectuar interpolaciones sin violar exigencias de robustez estadística. Recuérdese que históricamente se realizó en Chile lances de pesca de langostinos, para evaluación, con una duración de 30 minutos,

lo que se consideró y probó oportunamente que no era necesario, bastando con lances de 15 minutos.

Otra de las ventajas que ofrece el equipo NETMIND es la determinación del momento en que la red toca el fondo, tiempo que es fijado como t_1 de inicio del lance o inicio del arrastre (Fig. 1). Asimismo se puede determinar el tiempo t_2 de término del lance. La diferencia entre ambos tiempos define el tiempo de arrastre efectivo en forma inmediata, además de permitir visualizar el correcto desempeño de la red durante la operación de pesca. Al respecto, esta ventaja que ofrece el equipo NETMIND reduce el error asociado a la estimación del área barrida por la red a través de una estimación más certera de la distancia recorrida por el aparejo.



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

En aquellos lances de pesca en que no se utilizó el equipo NETMIND se consideró un lapso promedio de n minutos desde que se cala la red hasta que toca fondo, para contabilizar el tiempo de arrastre, dependiendo de la profundidad, ya que existe una relación entre el tiempo en que la red alcanza el fondo y la profundidad del mismo. Los tiempos son valores promedio determinados en trabajos previos a bordo por los profesionales del equipo de investigadores y han

sido obtenidos a partir de la observación de lances de pesca en los cuales se ha contado con el sistema de sensores de NETMIND en el marco de los proyectos FIP N° 2004-11, FIP N° 2005-09, FIP N° 2006-04, FIP N° 2006-11, FIP N° 2007-19 y FIP N° 2008-16.

3.5. Modelo funcional de la APA

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

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

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

3.6. Métodos de muestreo

3.6.1. Antecedentes

En el presente estudio, el enfoque muestral que se propone, de acuerdo a las bases del proyecto (TBR) para la evaluación directa de la biomasa del langostino amarillo y colorado consideró la distribución latitudinalmente discontinua de ambos langostinos y permite determinar con

precisión los límites latitudinales y longitudinales de las zonas de abundancia. Al interior de tales zonas históricas de abundancia se realizará un *muestreo estratificado por celdas*. Esta estrategia permite evaluar integralmente la abundancia y la densidad de los focos de mayor densidad. La principal ventaja de este esquema de muestreo es permitir la intensificación del esfuerzo de muestreo en las áreas en que la pesca ha sido históricamente exitosa, tal como lo demuestran los resultados alcanzados hasta ahora.

3.6.2. Muestreo estratificado

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

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

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

- (i) Obtener el máximo de información sobre la población objetivo, con el menor esfuerzo muestral posible.
- (ii) Generar estimadores óptimos; es decir, insesgados y de varianza mínima.

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

3.6.3. Criterios de estratificación

En el caso del muestreo estratificado, el proceso de aleatorización está condicionado a la falta de uniformidad de la distribución del recurso. Esto es frecuente de encontrar cuando las distribuciones son aglomeradas o cuando existen gradientes distribucionales (en este caso latitudinales), que puedan afectar el supuesto de uniformidad de la distribución. Cuando dicha homogeneidad (uniformidad) sólo se puede garantizar por sectores de la población, es posible utilizar una misma estrategia de selección aleatoria simple (muestreo aleatorio simple) dentro de cada uno de los sectores homogéneos de ella. En este caso, la estrategia de muestreo se denomina *muestreo estratificado* y cada estrato representa precisamente a un sector uniforme dentro de la población y por tanto cada uno de ellos se puede evaluar independientemente de los demás y producir al mismo tiempo un estimador global para toda la población. El estimador final no es, en tal caso, sino una suma ponderada de los resultados de cada estrato. Esta estrategia de muestreo tiene la ventaja, por sobre otras, que tiende a minimizar las varianzas de los estimadores, reduciendo los tamaños muestrales mínimos necesarios para lograr un mismo nivel de precisión y confianza de éstos.

En estas condiciones, es necesario definir adicionalmente la “estrategia o criterio de estratificación”, que corresponde a la identificación de las propiedades distribucionales de la población que permitan identificar los segmentos de ella que sean internamente homogéneos y que por tanto sean sujetos de un muestreo aleatorio simple en su interior.

El plan de muestreo definido inicialmente como estrategia de muestreo para el proyecto FIP N° 2006-04 contemplaba muestrear sobre 35 estratos predefinidos por los caladeros históricos, considerando aquellos en los que los resultados de la captura permiten obtener una muestra razonablemente representativa. Dado que en el proyecto FIP N° 2006-04 se observó una

redistribución de las área de abundancia, y que en los lances ejecutados principalmente en la 2ª región las abundancias fueron muy menores, y considerando la dinámica de la variación de la distribución geográfica del recurso, en el proyecto FIP N° 2007-19 se realizó, sobre la base de los mismos puntos de muestreo originales, un rediseño de los estratos, reduciendo su número de 35 originales a 25. Esto significó una mayor homogeneización de los estratos, lo que cumple en mejor forma con la exigencia de maximizar la varianza entre estratos internamente homogéneos, de modo que la variabilidad del sistema se concentra principalmente en las diferencias entre estratos. Por lo tanto, siguiendo este procedimiento en este proyecto se consideró la definición de 24 estratos, distribuidos básicamente en forma latitudinal.

3.6.4. Plan de muestreo y número de lances.

3.6.4.1. 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 (APA) de la misma. Para estos efectos, se asume que todos los ejemplares son capturados al paso de la red. La estrategia propuesta intenta reducir el esfuerzo en regiones de baja abundancia, dejando más tiempo y recursos para la exploración de regiones de alta densidad.

Específicamente en cuanto al muestreo, al interior de cada caladero sobre la plataforma continental y talud de las Regiones que cubre este estudio, *el muestreo que se aplicará es probabilístico (estocástico)*. El modelo probabilístico de muestreo corresponde a un muestreo estratificado, de modo que dentro de cada uno de los estratos (*caladero*) se realiza un muestreo aleatorio simple, seleccionado una muestra de tamaño n_h , proporcional al tamaño del estrato (caladero) de acuerdo a las consideraciones que se señalan a continuación.

Se define como *unidad muestral* a una celda de 1,0 mn x 1,0 mn, de modo que los estratos quedan definidos por polígonos que consideran la posición conocida de los caladeros, definidas

en base a los resultados contenidos en la Fig. 2, dispuestos de forma que éstos cubran integralmente los caladeros, tanto en su orientación latitudinal como longitudinal. Se estableció como restricción general, que su tamaño no excediera las 90 unidades muestrales, lo que permite reducir posibles variaciones espaciales que pudieran aumentar innecesariamente la varianza al interior de los estratos. Dada la distribución principalmente latitudinal de las especies, los estratos de mayor tamaño distorsionan el concepto de estrato. Estadísticamente, el concepto de *estrato* implica que los grupos de unidades muestrales son internamente homogéneos, de modo de minimizar la varianza intra-estratos y maximizar la varianza entre estratos.

A partir de los resultados del Proyecto FIP N° 2004-11 y de lo ejecutado exitosamente en los proyectos FIP N° 2007-19 y N° 2008-16, se mantiene la reducción del número de lances ejecutados, con los mismos criterios y consideraciones tenidas a la vista en dichos proyectos; esto es, centrando la reducción del esfuerzo de muestreo en aquellos caladeros en los que la distribución de la biomasa resulta ser más homogénea. De este modo, se reduce el número total de lances en aproximadamente 20%, lo que produce un máximo de 550 lances de pesca, los que serán distribuidos en los estratos de acuerdo con el criterio de distribución de Neyman, que corresponde a una distribución de los tamaños muestrales, no sólo proporcional a los tamaños de los estratos sino también proporcional a las varianzas internas de los estratos, de acuerdo con la siguiente expresión,

$$n_h = n \frac{N_h S_h^2}{\sum_{h=1}^L N_h S_h^2}$$

Esta expresión implica n_h proporcional al producto del tamaño del estrato y su varianza.

En efecto, en la determinación de los tamaños muestrales influyen no sólo la disponibilidad presupuestaria (costos) sino también los niveles de precisión y confianza deseados. Sin embargo, todo lo anterior está condicionado a los valores de la varianza poblacional de la biomasa estimada por área barrida, la que debe ser estimada a partir de la información muestral. En efecto, para un intervalo de de confianza estándar de $(1-\alpha)100\%$ tiene la forma,

$$\bar{Y} \pm \frac{Z_{1-\alpha/2} S}{\sqrt{n}}$$

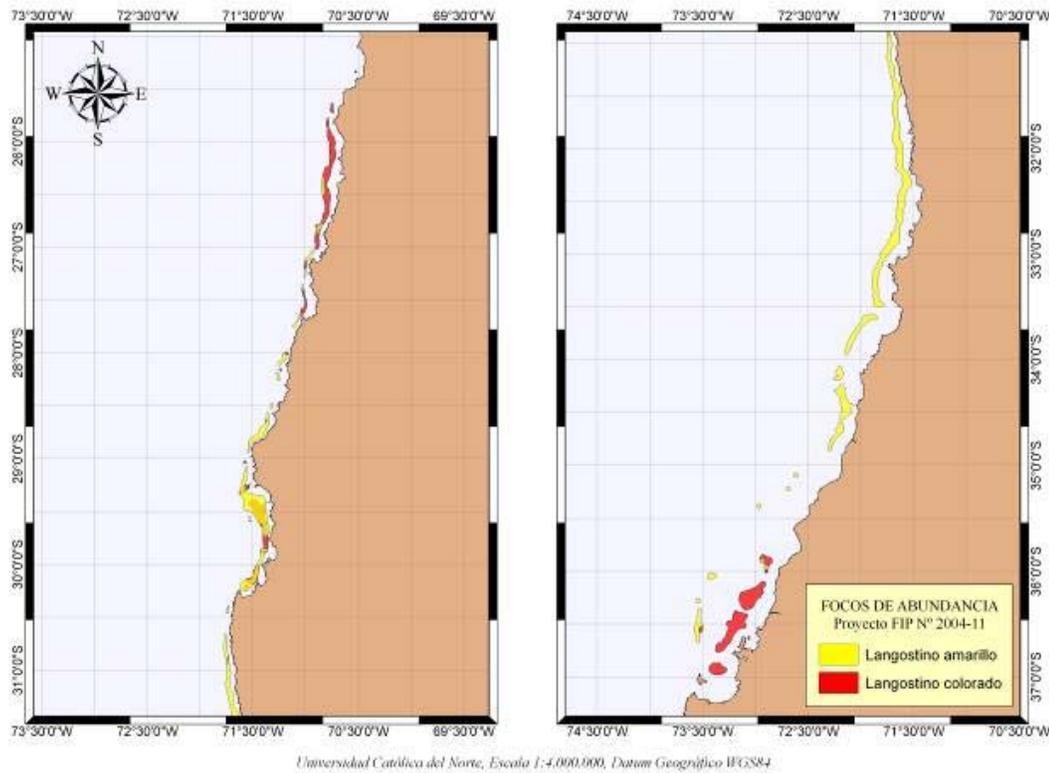


Fig. 2. Caladeros de langostino colorado (rojo) y langostino amarillo (amarillo) entre la II y VIII Regiones (para explicaciones ver texto).

donde $Z_{1-\alpha/2}$ corresponde al percentil $(1-\alpha/2)100$ de la distribución normal estándar, S es la desviación estándar de la biomasa estimada por lances, la fórmula básica para estimar la precisión de la estimación deriva de la expresión anterior y corresponde a

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

En el caso de la estimación del error para muestras estratificadas, ésta se obtiene por la expresión

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

con N_h , n_h y S_h^2 como fueron definidos anteriormente.

Cada estrato se analiza independientemente. La selección aleatoria de la posición de los lances al interior de cada estrato se realiza de acuerdo a una estrategia completamente aleatoria, esto es, generando para cada estrato un conjunto de n_h números aleatorios con distribución uniforme entre 1 y N_h el tamaño del estrato (número de unidades muestrales). De acuerdo con este criterio, y dado que los estratos son de distinto tamaño (N_h), los totales poblacionales (biomasa estimada) son calculados de manera proporcional a los tamaños de cada estrato, usando para ello una ponderación $W_h = N_h/N$.

3.6.4.2. Determinación del área de abundancia

Esta estrategia de estratificación permite aumentar, en promedio, el número de lances exitosos, generando una mejor estimación de las medias y varianzas de cada estrato. Para la determinación del área de abundancia, es necesario considerar el tamaño de cada uno de los 25 estratos considerados. Cada uno de estos estratos define un número de unidades muestrales fijo, (que corresponde al número de celdas unitarias que es posible definir para cada caladero-estrato). Así definidos los tamaños de los estratos, es posible calcular, para cada uno de ellos la correspondiente área asociada, en km^2 . Sin embargo, debido a los ajustes operativos realizados por las embarcaciones y a aquellos necesarios para mantener al (los) PAMs por fuera de la isolínea de 5 mn de reserva a la pesca artesanal (donde debe operar solamente una L/M artesanal), el tamaño de los estratos se reduce proporcionalmente, lo que permite estimar el área de abundancia en aproximadamente 5.855 km^2 (1.707 mn^2). A partir de esta área se obtiene un estimador del área de abundancia definitiva, que se calcula proporcionalmente a la fracción de muestreos exitosos realizados en el área de muestreo, para cada una de las especies en estudio.

3.6.4.3. Determinación de la grilla para lances de monitoreo

De acuerdo con lo solicitado en los TBR correspondientes se define una grilla de muestreo para establecer un monitoreo persistente de la evolución de la abundancia espacio-temporal de los recursos. La selección de la ubicación de los lances de monitoreo se realiza de acuerdo a los siguientes criterios.

1. Dado que las estrategias muestrales utilizadas a partir del año 2006 (FIP N° 2006-04), se han basado en el muestreo estratificado, que incluye la selección de una muestra aleatoria al interior de cada estrato y que han utilizado básicamente los mismos estratos y, en lo posible, ubicaciones similares de los lances, se realizó un estudio de la ubicación de los lances durante los últimos cinco años de investigación. Este estudio permite determinar aquellos lances que se han realizado dentro de la misma unidad muestral (cuadrícula de 1x1mn). Así, las estaciones de monitoreo permanente se seleccionan preferentemente entre aquellas celdas que han sido muestreadas un mayor número de veces durante el periodo. Esto permite, convenientemente, disponer de información histórica sobre el comportamiento de los recursos a partir del año 2004 y no sólo del año 2009, como sería el caso si no se usara este método. Con ello, los resultados de este estudio, permitirán disponer de inmediato de información sobre la evolución del recurso durante los últimos 5 años, con las consiguientes ventajas para el análisis posterior.
2. La ubicación de las celdas para los lances de monitoreo considera, además de la ubicación histórica, una cobertura latitudinal suficientemente amplia, para que la evaluación de la dinámica temporal de la biomasa y abundancia pueda realizarse separadamente por Región, en particular, dado que en general los requerimientos de las bases establecen una estimación regional de la biomasa.
3. Respecto del número de celdas a incluir para el monitoreo, se considera que, para no disminuir significativamente el tamaño muestral, necesario para la estimación de la biomasa global, el número de lances no debiera superar el 10% del número total de lances realizados, distribuidos aleatoriamente a lo largo de un gradiente latitudinal y teniendo en consideración las restricciones mencionadas en los párrafos precedentes, respecto de sus posiciones históricas (últimos cinco años).

3.6.4.4. Análisis del gradiente latitudinal de abundancia

Si bien los criterios de estratificación permiten definir claramente la ubicación y tamaño de los estratos, en base a los antecedentes históricos de captura en los caladeros así definidos, estos

critérios, y no obstante la distribución de los estratos es claramente latitudinal, hasta la fecha no se ha realizado un análisis de las variaciones latitudinales de la abundancia de los recursos. Este estudio se puede realizar de dos formas diferentes:

a. Variaciones latitudinales absolutas de la densidad

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

b. Variaciones latitudinales diferenciales de la densidad.

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

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

según Granger, (Pierce and Haugh, 1977), entre el conjunto de variables ambientales-oceanográficas y la biomasa estimada y eventualmente otros parámetros biológicos de interés.

3.6.5. Proceso de aleatorización

Cada estrato será analizado independientemente. La selección aleatoria de la posición de los lances al interior de cada estrato se realiza de acuerdo a una estrategia completamente aleatoria, esto es, generando para cada estrato un conjunto de n_h números aleatorios con distribución uniforme entre 1 y N_h el tamaño del estrato (número de unidades muestrales). De acuerdo con este criterio, y dado que los estratos son de distinto tamaño (N_h), los totales poblacionales (biomasa estimada) serán calculados de manera proporcional a los tamaños de cada estrato, usando para ello una ponderación $W_h = N_h/N$.

3.6.6. Validación del soporte muestral

El concepto de *soporte muestral* deriva del hecho que todo proceso de estimación (de biomasa) está basado en muestras; es decir, en una observación parcial de la población y que las mediciones, que permiten estimar los parámetros poblacionales de interés (densidad media), se realizan sobre la unidad muestral (cuadrícula de 1 mn x 1 mn), la que no necesariamente es medida íntegramente, esto es, que la red en un lance no recorre toda la superficie de la unidad muestral. En el caso que estas mediciones sean exhaustivas (mediante la medición o evaluación de todos los individuos de la unidad muestral), el *soporte muestral* es igual a uno. En el caso de evaluaciones parciales de la unidad muestral (cuando la red en un lance arrastra solamente una fracción de la superficie de 1 mn x 1mn), este *soporte muestral* es menor que uno, y adquiere un valor que está relacionado con la fracción de dicha unidad muestral mediante una relación funcional no necesariamente lineal, por tratarse de superficies, volúmenes u otras medidas y porque, como es el caso de las evaluaciones directas, la distribución de los individuos (langostinos) al interior de una unidad muestral no es necesariamente uniforme.

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

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

Alternativamente, el *soporte muestral* puede resultar ser significativamente menor que 1. En este caso, se procede a introducir las correcciones necesarias en los procedimientos de estimación de la densidad utilizados hasta ahora. Los ajustes dependerán de la densidad media observada y su varianza.

3.6.7. Metodología

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

Para estimar el *soporte muestral* en los caladeros, y considerando los resultados de proyectos FIP, se ha seleccionado el caladero “10” para este estudio (IV Región), debido a que es un caladero persistente espacial y temporalmente (ver Informe Final Proyecto FIP N° 2005-09). Al interior de

este caladero se realizará un estudio basado en la metodología de los Diseños Experimentales (ver por ejemplo Neter *et al.* 1996). Para este efecto, se seleccionará al azar 10 unidades muestrales de 1 mn x 1 mn, las que en este estudio serán considerados como los tratamientos, (por lo tanto $t=10$), al interior de las cuales se replicarán cuatro veces los lances planificados ($r=4$). Por tratarse de una selección aleatoria de la ubicación de los lances, el diseño experimental corresponde a un *diseño de efectos aleatorios*, lo que permitirá realizar una descomposición de la varianza total, en sus respectivas componentes de varianza y analizar de esa forma la fracción de la variabilidad observada que corresponde a las variaciones entre unidades muestrales y entre réplicas (lances). El modelo lineal correspondiente es el siguiente:

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

en que

μ media general.

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

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

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

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

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

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

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

3.6.8. Estimación de las componentes de varianza

Los estimadores de las componentes de varianza se obtienen utilizando las expresiones de la Tabla anterior, despejando la componente requerida (Tabla 5).

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

COMPONENTE	ESTIMACIÓN
$\sigma_\tau^2 + \sigma_\varepsilon^2$	$\frac{CMTR - CME}{n}$
$\sigma_\tau^2 + \sigma_\varepsilon^2$	CME

Un procedimiento similar se utiliza para evaluar el soporte muestral temporal, usando como base las réplicas de las unidades muestrales de 1 mn x 1 mn obtenidas en proyectos anteriores. En tal caso, entonces, el Análisis de Varianza incorpora como fuente de error la variación entre observaciones anuales y entre unidades muestrales.

3.6.9. Muestreo en zonas intercaladeros

De acuerdo a los resultados obtenidos en los proyectos FIP N° 2004-11, FIP N° 2005-09, FIP N° 2006-04, FIP N° 2007-19 y FIP N° 2008-16, para evaluar las zonas intercaladeros en el presente

proyecto FIP N° 2009-15 se realizan lances en sentido longitudinal (eje este-oeste), en aquellos casos en que los caladeros estén separados por 5 ó más millas de latitud. La finalidad de este muestreo es exploratoria para determinar posibles desplazamientos de los caladeros en sentido latitudinal. Cada estrato se define por cuadrículas de 1 mn x 1 mn, suponiendo que dentro de cada cuadrícula la densidad del recurso es homogénea. Se realiza un lance al interior de una de cada dos cuadrículas.

La estimación de la densidad media de cada recurso en estudio (langostino colorado y langostino amarillo), y la varianza en cada caso, así como de los respectivos intervalos de confianza, se obtienen de los estimadores clásicos de Cochran (1977), y con el estimador de la Distribución Delta (Pennington, 1983; Pennington, 1986), entre otros métodos clásicos, sin descartar otros aplicables a la información de captura por unidad de esfuerzo estándar (CPUE), que es lo mismo que la captura por unidad de área (CPUA).

3.7. Determinación de estrategias de muestreo para distribución de longitud cefalotorácica y muestreos biológico-específicos

En proyectos anteriores (i.e. FIP N° 2004-11, FIP N° 2005-09, FIP N° 2006-04, FIP N° 2007-19, FIP N° 2008-16) los tamaños muestrales para la determinación de las distribuciones de frecuencia y probabilidad de la longitud cefalotórax (LC) de langostinos se realizaron obteniendo, en cada lance con pesca, una muestra completamente aleatoria de aproximadamente 400 ejemplares, en aquellos que por su abundancia así lo permitieron, los que fueron obtenidos de la captura después que ésta fuera depositada en la cubierta de la embarcación. Los resultados de las estimaciones muestran, sin embargo, que se puede obtener resultados similares con tamaños muestrales considerablemente menores.

En la Figura 3 se muestra, a modo de ejemplo, para los datos de longitud cefalotorácica (LC, mm) de langostino colorado de la IV Región obtenidos en el proyecto FIP N° 2006-04 (resultados similares se obtuvieron para las otras regiones por lo que aquí sólo se ejemplifica ésta), y que corresponden a una muestra de aproximadamente 11.400 ejemplares medidos (LC) (Fig. 3a), la que se analiza comparativamente con submuestras de $n= 400$ (Fig. 3b), $n= 800$ (Fig. 3c) y $n=$

1.600 (Fig. 3d) individuos, respectivamente. Entonces, para todos los tamaños muestrales las distribuciones de frecuencia de LC son similares para describir los parámetros de forma y escala de dichas distribuciones (nota: se ha superpuesto en cada gráfico una curva normal para destacar la asimetría de las distribuciones y tener una referencia de la similitud de la forma de las distribuciones con cada tamaño muestral).

Si se asume que la distribución de la variable LC es normal (con media poblacional μ y varianza σ^2), entonces, para un nivel de confianza de $\alpha = 0,05$ y error muestral $\varepsilon = 1$ mm (que corresponde a la precisión máxima obtenida por los instrumentos de medición), y utilizando la fórmula básica para la estimación de tamaños muestrales, esto es:

$$n = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 S^2}{e^2}$$

se obtiene (para los datos de langostino colorado de la IV Región) una muestra n de aproximadamente 110 ejemplares (sin diferenciar por sexo) por estrato, lo que es suficiente para estimar la talla media, pero no así para estimar la distribución de probabilidades asociada. Por este motivo, y considerando que se debe tener una frecuencia mínima de 5 ejemplares en la cola del intervalo de frecuencias normalizado, entonces se estima un mínimo de 400 observaciones para estimar dicha distribución.

Considerando que el objetivo del estudio no es la estimación de la distribución de frecuencias por estrato, ya que éste es un elemento artificial creado para efectos de optimización de la estrategia de muestreo, entonces el tamaño muestral $n = 400$ ejemplares permite estimar las tallas medias y pesos por región con una gran sensibilidad (probablemente innecesaria) y genera estimadores de frecuencias adecuados separadamente por sexo, aún en el caso de histogramas con más de 12 intervalos de clase.

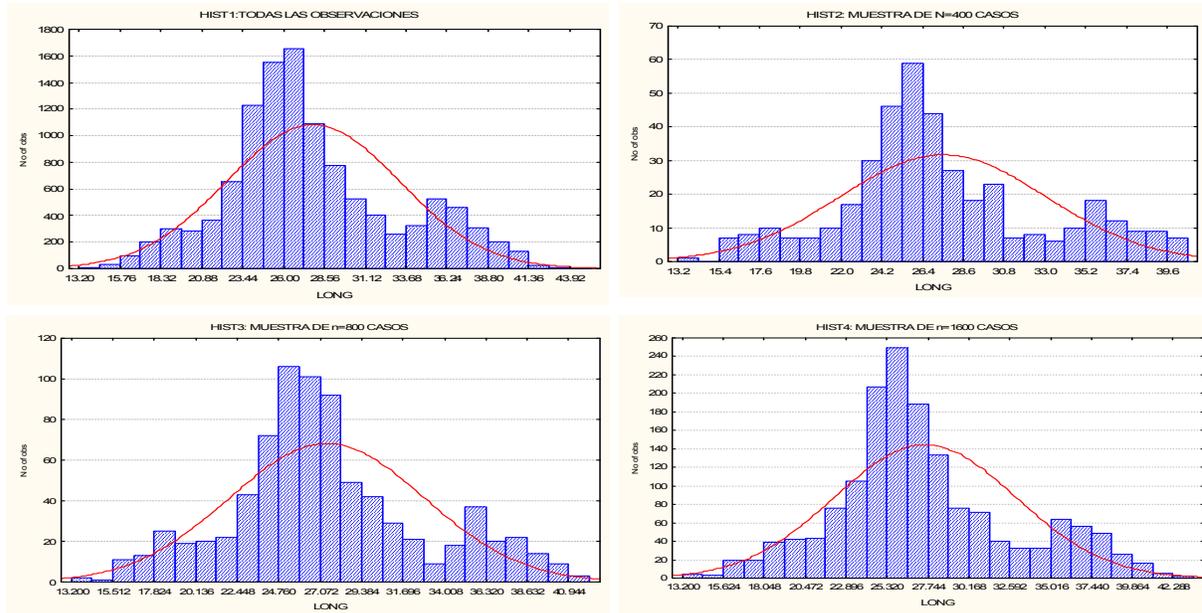


Fig. 3. Distribución de frecuencias de tallas de langostino colorado en la IV Región en función de distintos tamaños muestrales utilizados para la estimación: muestra completa (a, extremo superior izquierdo); $n = 400$ (b, extremo superior derecho); $n = 800$ (1c, extremo inferior izquierdo); y $n = 1600$ ejemplares (d, extremo inferior derecho). Datos provenientes del proyecto FIP N° 2006-04.

3.7.1. Selección de las muestras

El plan de muestreo inicial contempla muestrear cerca de 35 estratos de talla predefinidos (rango: 1 mm), considerando aquellos en los que los resultados de la captura permiten obtener una muestra razonablemente representativa. La muestra final del estrato se define seleccionando de cada lance una muestra inversamente proporcional al número de lances del estrato. Esto significa que, si por ejemplo el estrato 18 tiene proyectados 25 lances, de cada uno de estos lances se selecciona aleatoriamente una muestra de 16 langostinos, que corresponde a la distribución homogénea de las 400 unidades entre los 25 lances. Sin embargo, y como *a priori* no se sabe cuántos lances serán efectivos (con pesca), entonces se debe provisionar suficientes ejemplares de langostino en los lances iniciales para asegurarse que al final se dispone de los tamaños muestrales requeridos para cada una de las especies.

Para efecto de la estimación de los parámetros y distribuciones por región se debe agrupar los resultados de los estratos o fracción de ellos que correspondan a cada región, considerando que para este efecto los tamaños muestrales exceden largamente los mínimos necesarios para las exigencias de estimación establecidas. Se espera que en total el número de unidades de langostino medidas no sea superior a 20.000 (considerando el antecedente histórico de un 70% de lances exitosos), incluyendo ambas especies (langostino colorado *Pleuroncodes monodon* y langostino amarillo *Cervimunida johni*).

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

3.8.1. Datos del lance

A bordo, además de los registros señalados anteriormente, en cada lance se registra adecuadamente (grado decimal y UTM con 6 decimales) la geoposición con GPS Garmin GPSMap 276C a distintos tiempos (calado, red sobre el fondo, virado, red a bordo). El momento en que la red está efectivamente sobre el fondo se registra mediante un sensor de ángulo de NORTH STAR Technicals ubicado en el piso anterior de la red. La profundidad (m) del piso marino se registra mediante ecosonda en los mismos tiempos del lance. La velocidad de arrastre se obtiene de las lecturas del mismo GPS cada 2 segundos de operación de la red, determinándose después el promedio y la varianza. La distancia recorrida por la red entre los tiempos de inicio del arrastre sobre el fondo y el virado se determinan tanto con el Teorema de Pitágoras (FAO Doc. Téc. Pesca 306/1, pág. 351, año 1995) y con análisis SIG mediante la herramienta XTools Pro incorporada en el software ArcGIS 9. Adicionalmente, se analiza posibles discrepancias entre las dos mediciones.

3.8.2. Datos de capturas

3.8.2.1. Captura por lance

La captura (kg) a bordo para la especie objetivo se registra de acuerdo a procedimientos estándar para este tipo de estudios, encajonando toda la captura en bandejas (cajas) apilables, una vez

depositada la pesca sobre la cubierta y abierto el copo. Las cajas se llenan de langostinos y en esta oportunidad, permitiéndolo el estado del mar, se las pesa todas a bordo en una balanza digital de colgar PESAMATIC Modelo FS, diseñada para aplicaciones industriales en ambientes hostiles, con el objeto de registrar el peso exacto de la captura.

En cada lance la fauna acompañante es separada de la especie objetivo y se procede a su muestreo y contabilización (en peso), según se detalla en la descripción metodológica del Objetivo Especifico 4 (Composición e importancia relativa de las especies que constituyen la fauna acompañante). Los procedimientos e identificación de especies han sido aplicados a este tipo de estudios por Acuña *et al.* (2002), Acuña *et al.* (2003) y Acuña *et al.* (2004), más los proyectos FIP del año 2005 al 2008 de evaluación directa de langostinos.

3.8.2.2. Captura estandarizada por lance

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

3.9. Determinación de la densidad en cada lance

La densidad de langostino amarillo o colorado en cada lance de pesca se define como

$$z_{(x,y)} = \frac{C_{(x,y)}}{a \cdot A_{(x,y)}}$$

donde $C_{(x,y)}$ es la captura en peso en la estación de muestreo (x,y) ; x es la latitud, y es la longitud; $0 < a \leq 1$ es el coeficiente de capturabilidad local, definido como la fracción del stock que se

encuentra dentro del área de barrido que es efectivamente capturada; $A_{(x,y)}$ es el área barrida por el aparejo en la estación de muestreo (x,y) . Nótese que a no tiene unidades, mientras que C tiene unidades de captura (por ejemplo, en kg), y A tiene unidades de área (por ejemplo, km^2), lo cual resulta en que z tiene unidades de captura por unidad de área, o CPUA (por ejemplo, kg/km^2).

Es importante no confundir el coeficiente de capturabilidad local a con el coeficiente de capturabilidad global, q . Este último define una relación entre la biomasa global y la CPUE, y corresponde a la fracción del stock global que es removido por una unidad de esfuerzo. Mientras que a no tiene unidades, q tiene unidades de esfuerzo⁻¹, y además mientras que a debe ser cercano a 1 (es decir la red remueve casi todos los ejemplares del recurso objetivo que encuentra a su paso), q es un número muy pequeño, usualmente de orden 10^{-5} , pues una unidad de esfuerzo remueve una fracción muy baja de todo el stock.

Es muy difícil estimar un valor del coeficiente de capturabilidad local (a), y la varianza de este estimador con los datos de pesca por área barrida. De hecho, la única manera directa sería conocer la abundancia de langostinos en una franja de fondo marino que será barrida por la red antes que ésta pase, y luego conocer la captura una vez que ha pasado la red. Si se contara con varios de esos recuentos antes que pase la red y después que lo haga, entonces se podría estimar a como el promedio de la razón entre la captura y la abundancia antes que pase la red. Luego, la varianza del estimador se podría calcular mediante las repeticiones de la observación.

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

El tercer término en la definición de la densidad del recurso es el área barrida ($A_{(x,y)}$) en cada lance, que se calcula como el producto entre la distancia recorrida por la red y la abertura de punta de alas (APA). La distancia recorrida se calcula mediante las lecturas del GPS a lo largo

del recorrido de la red durante cada arrastre. Si la nave describe una trayectoria lineal, entonces basta con medir la distancia con la primera y la última lectura y utilizando el Teorema de Pitágoras. Si, en cambio, la nave describe una trayectoria no lineal, se utilizará varias lecturas del GPS y varias aplicaciones parciales del Teorema de Pitágoras para aproximarse a la distancia recorrida. Se supone que no hay error en esta medición de distancia. La APA, en cambio, suele variar durante el arrastre dependiendo de las condiciones del fondo, de la velocidad y rumbo de las corrientes, de la velocidad y rumbo de la embarcación y de la cantidad de pesca. Entonces, se determina esta variación mediante lecturas secuenciales del APA con el equipamiento electrónico NETMIND, implementado en los barcos que participan en el crucero. Luego, se tiene $n_{APA(x,y)}$ lecturas electrónicas de APA en el lance l en la posición $(x,y)_l$, entonces la APA a utilizar en la determinación de la densidad local, es decir para cada lance, es

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

donde $\hat{w}(x, y)$ es el peso medio de los individuos en una muestra biológica grande de la captura de cada lance, de tal manera que se puede ignorar el error de esta medición, y \bar{w} es el peso medio de los individuos a través de toda la población.

Para cada lance se calcula también la densidad en peso y número de machos y hembras. Sea p_w la proporción sexual en peso y p_N la proporción sexual en número de cualquiera de ambos sexos, entonces

$$\begin{aligned} \hat{z}_{p_w}(x, y) &= \hat{z}(x, y)p_w + \varepsilon_{z_{p_w}}(x, y), & \varepsilon_{z_{p_w}}(x, y) &\sim N(0, \sigma_{z_{p_w}}^2) \\ \hat{z}_{p_N}(x, y) &= \hat{z}(x, y)p_N + \varepsilon_{z_{p_N}}(x, y), & \varepsilon_{z_{p_N}}(x, y) &\sim N\left(0, \frac{\sigma_{z_{p_N}}^2}{\bar{w}_p^2}\right) \end{aligned}$$

donde se supone que las proporciones no estarán tan lejos de 0,5 de tal manera que la aproximación normal a la distribución binomial es apropiada.

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

3.10.1. Presentación

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

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

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

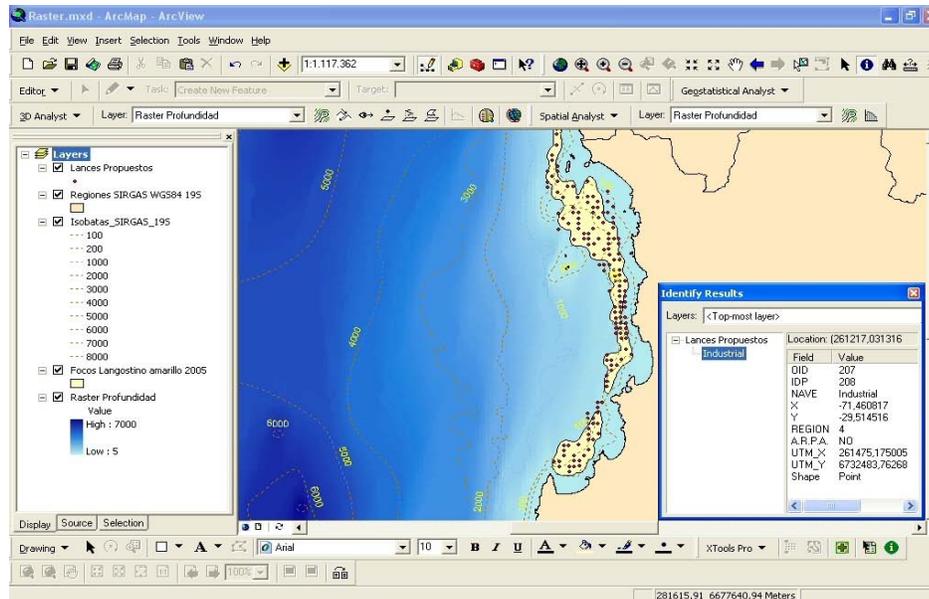


Fig. 4. Ejemplo de las “capas temáticas” de la Región de Coquimbo y la información desplegada en forma paralela proporcionada por el SIG.

Las capacidades anteriores permiten, además, realizar análisis y simulaciones que son una ayuda muy valiosa para la asignación eficaz de recursos. Cabe destacar que las posibilidades de análisis espacial y de representación sobre la pantalla quedan definidas, no por la capacidad del equipamiento o por el software sino por la cantidad y calidad de información que dispone el sistema. La información se prepara sobre planillas de cálculo, que se pueden ir integrando a las bases de datos de modo de mantener la información mejor actualizada y completa posible (FAO, 1996).

3.10.2. Georreferenciación de los lances de pesca.

Para elaborar la cartografía se utiliza un software SIG *ad hoc* para los propósitos del proyecto, que permite trabajar con información gráfica y alfanumérica. Primero se prepara el fondo cartográfico (mapa base) consistente en el mapa electrónico de la zona de estudio (Cartas Náuticas electrónicas 1000, 2000 y 3000 del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile, SHOA), georreferenciado en coordenadas UTM (SIRGAS (WGS84) USO 18-

19) y geográficas en el datum WGS84 (World Geodetic System 1984). La elección del datum se debe a que este es un estándar mundialmente aceptado en los SIG y está ampliamente difundido en equipos comerciales (geoposicionadores) utilizados por las embarcaciones pesqueras de la Región y que participan en los cruceros de evaluación de la abundancia de los langostinos.

Para mejorar la precisión de la ubicación de los lances de pesca y reducir las fuentes de error de observación, todos los posicionadores satelitales serán configurados y calibrados con el mismo datum. Adicionalmente, para la localización de los lances de pesca y posteriormente, los focos de abundancia por recurso, se dispone del modelo digital de terreno (DEM) creado en la Universidad Católica del Norte, a partir de una base de puntos georreferenciados con valores batimétricos y que ha sido exitosamente utilizado en el marco de los Proyectos FIP N° 2003-03, FIP N° 2004-11, FIP N° 2005-09, FIP N° 2006-04, FIP N° 2006-11, FIP N° 2007-19, FIP N° 2008-16 y FIP N° 2008-17.

3.10.3. Metodología de implementación de bases de datos

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

3.10.4. Procesamiento y tratamiento de la información

Del programa SIG se rescata las diferentes bases de datos georreferenciados, los que son tratados en unidades UTM. Posteriormente, cuando se construyan las cartas temáticas con la distribución de los recursos y sus focos de abundancia, éstas son convertidas en unidades geográficas.

3.10.5. Estimación del Área Barrida Mediante Análisis SIG

La integración de los equipos de medición sónica de abertura de alas con los sistemas de posicionamiento satelital ha permitido expandir las posibilidades de una estimación más precisa

del área barrida por la red de arrastre. El sistema Wing Spread está compuesto de un transmisor (master) que envía una señal sónica (onda sonora) desde la punta de ala de estribor, la que es recepcionada y respondida por otro sensor ubicado en la punta de ala de babor de la red. Seguidamente, la información sónica es transmitida a un hidrófono adecuadamente ubicado por debajo del casco de la nave. La información se registra en una computadora portátil a la cual se ha conectado el hidrófono y el GPS Cartográfico (Garmin GPSMap 276C), de esta forma, se obtiene una base de datos integrada de posición, velocidad, rumbo, ángulo de inclinación de la red y abertura de punta de alas (APA) a intervalos de tiempo de 2 segundos.

La base de datos incorporada al software ArcGIS Desktop 9, permite conocer los tracks de navegación realizados por la nave (Fig. 5a), de esta forma se puede individualizar el lance de pesca (Fig. 5b) y estimar la distancia recorrida entre cada punto mediante la aplicación XTools Pro v2.2, entregando información con Proyección UTM Datum SIRGAS (WGS84) en los USO 18 y 19, según corresponda (Fig. 5c).

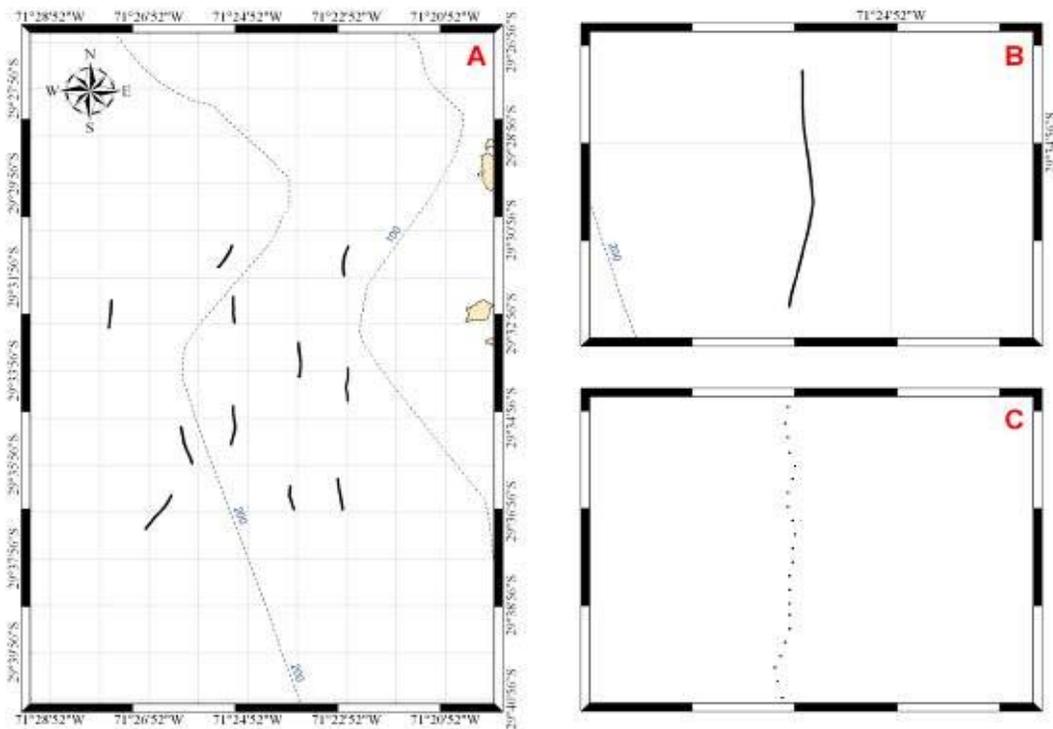


Fig. 5. Ejemplo de la integración de los datos obtenidos en los sensores sónicos (Netmind) y el sistema de posicionamiento satelital en el software ArcGis 9.

Para la estimación del área barrida se considera la sumatoria de los cálculos individuales entre los puntos del registro Netmind, con posición UTM (X_i, Y_i) y apertura de punta de alas (APA_i) en el tiempo t_i . Por lo tanto, la estimación del área barrida entre los puntos P_1 y P_2 está definida por el área de un trapecio (Figura 6). Luego, el área barrida total del lance de pesca es:

$$AB = \int_{i=1}^k DR_i^{(x,y)} \cdot (APA_i^{(x,y)} + \varepsilon_{APA})$$

Integrando en el espacio bidimensional, se tiene que:

$$AB = \sum_{i=1}^k \left\{ \left[DR_{x_1, y_1}^{x_2, y_2} \cdot APA_{x_1, y_1} \right] + \left[DR_{x_1, y_1}^{x_2, y_2} \cdot (APA_{x_1, y_1} - APA_{x_2, y_2}) \right] \right\}_i$$

donde: $DR_{x_1, y_1}^{x_2, y_2}$ es la distancia recorrida (Km) entre dos puntos en el espacio sobre el recorrido de la red; APA_{x_1, y_1} y APA_{x_2, y_2} es la apertura de punta de alas en los puntos de inicio y término del recorrido (entre registros), y k es el número de observaciones registradas durante el lance.

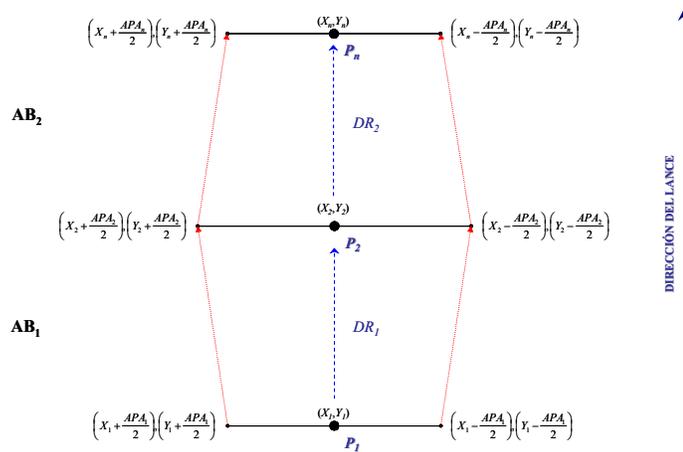


Fig. 6. Diseño esquemático de la estimación del área barrida mediante linealización del lance de pesca mediante ArcGis 9.

3.11. Objetivo Específico 1

Determinar la distribución espacial de los recursos langostino amarillo y langostino colorado, en el área de estudio.

3.11.1. Distribución espacial de la densidad poblacional

En atención a los Términos Básicos de Referencia y los resultados del estudio FIP N° 2006-19 “**Estandarización de procedimientos metodológicos para la evaluación de crustáceos demersales a través del método de área barrida**”, para el análisis de la distribución espacial de los recursos langostino amarillo y langostino colorado se aplica un enfoque geoestadístico, siendo ésta reconocida como la técnica de análisis más apropiada para este tipo de análisis (Petitgas, 1993; Rivoirard *et al.*, 2000; Vaz *et al.*, 2005; Woillez *et al.*, 2005; Kasatkina & Gasyukov, 2006), y que ha venido aplicándose por el consultor desde el año 2003, primero en el Proyecto FIP N° 2003-03, y en proyectos posteriores: FIP N° 2004-11, FIP N° 2005-09, FIP N° 2006-04, FIP N° 2006-11, FIP 2007-19, FIP N° 2008-16 y FIP N° 2008-17.

La geoestadística permite explorar, caracterizar y cuantificar la estructura de las agregaciones poblacionales de los recursos en estudio, y de acuerdo con Vaz *et al.* (2005), se debe preferir a otras técnicas. Por otro lado, del análisis de diferentes estrategias de muestreo y estimadores de la densidad poblacional promedio, se encontró que la utilización de un enfoque geoestadístico intrínseco y un diseño de muestreo aleatorio estratificado (mismo diseño utilizado en este estudio) arrojaba estimaciones con el menor error estándar (ICES, 2005), para un recurso distribuido en focos, como es el caso de langostino amarillo y langostino colorado.

Una propiedad importante de este método de análisis es que supone que la variable medida localmente (densidad poblacional o captura por unidad de área = CPUA) es la realización de una variable aleatoria y, por lo tanto, se puede dar cuenta rigurosamente del error en la determinación de la variable localmente.

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

Se supone que existe *estacionaridad de segundo orden*, es decir, que la media del proceso aleatorio bajo estudio es constante en el área de prospección y la covarianza entre dos puntos de muestreo depende sólo de sus distancias relativas (Isaaks & Srivastava, 1989). Este no es un requerimiento muy fuerte pues en la etapa de interpolación por kriging sólo se necesita la ausencia de una tendencia en la vecindad de los puntos observados. La variante teórica a utilizar es la *geoestadística intrínseca*, que se basa en un modelo de covarianza espacial. En este caso en particular, ese modelo corresponde al variograma (Journel y Huijbregts 1978), definido como la esperanza de la variable aleatoria $(Z(x) - Z(x+h))^2$, ó

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

En esta proyecto se usa variogramas estandarizados en todos los análisis pues esta opción no afecta la estimación del parámetro relevante del modelo y la hace mucho más eficiente. Este cálculo se realiza en dos direcciones (N-S y E-O) para investigar la existencia de diferencias direccionales en la estructura del proceso (*i.e.* anisotropía). Una vez calculados los variogramas experimentales se ajusta los modelos que permiten relacionar la estructura observada con el supuesto proceso generador. Los tres modelos a considerar para las densidades son el esférico, el exponencial y el modelo Gaussiano, que están dados (Cressie, 1993),

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

para el modelo esférico, y

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

para el modelo exponencial, y

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

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

En la eventualidad que los variogramas experimentales resulten caóticos, producto de valores extremos, se usa la versión robusta propuesta por Cressie (1993):

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

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

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

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

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

Previo a la estimación de la distribución espacial del recurso se realiza una validación cruzada de los parámetros del variograma teórico ajustado y de los parámetros a utilizar en la interpolación por *kriging* (*i.e.* parámetros del variograma teórico, radio de búsqueda, número máximo de pares a utilizar en la interpolación). El método de validación cruzada (Deutsch & Journel 1998) consiste en eliminar uno a uno los puntos en que se realizó el muestreo y utilizar el resto de los datos para estimar el valor de la variable en ese punto, utilizando el modelo de variograma y parámetros de *kriging* seleccionados. De esta forma, se define el error de predicción en cada localidad muestreada como la diferencia entre el valor medido y el estimado a partir del resto de los datos (Isaaks & Srivastava 1989). El objetivo final de este procedimiento no paramétrico es obtener un criterio de decisión para seleccionar una combinación dada de parámetros del variograma teórico y del *kriging*.

Se utiliza el promedio de los errores de estimación (*i.e.* sesgo) como criterio primario, dado que el objetivo central del análisis es obtener una estimación insesgada de la densidad media (Z^*) en la zona de prospección (Isaaks & Srivastava 1989). Además, como criterio secundario, y con el objetivo de incorporar una medida conjunta del sesgo y de la dispersión de las estimaciones con respecto a los valores verdaderos, se calcula el cuadrado medio del error según:

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

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

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

Se utiliza el *kriging puntual ordinario* como método de interpolación para obtener una estimación de la densidad media de langostino sobre cada estrato y sobre cada foco de abundancia. Se

considera la distancia mínima promedio entre las estaciones de muestreo como la distancia internodal de la grilla de interpolación. Los parámetros del variograma teórico y del *kriging* seleccionados después de la validación cruzada, son utilizados para calcular las ponderaciones óptimas a ser asignadas a cada punto de muestreo y para estimar la densidad $Z(x_0, y_0)$ en las localidades (x_0, y_0) , utilizando

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

donde: ω_i representa las ponderaciones asignadas a cada localidad muestreada.

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

El mapeo geoestadístico se implementa en la última versión del programa SURFER, el SURFER 8, que incorpora la posibilidad de incluir los parámetros del variograma teórico ajustado para la interpolación por kriging al interior de los focos de abundancia identificados. Al respecto, en este mismo programa se puede incluir la grilla de interpolación previamente definida y construir los mapas de distribución de la densidad deseados.

3.11.2. Análisis espacio-temporal de la distribución espacial de la densidad

Para este análisis se determina y analiza la variación espacial, para ambos recursos en forma separada, tanto para la unidad de pesquería norte (II a IV Regiones), como de la unidad de pesquería sur (V a VIII Regiones) de:

- (i) el centro de gravedad (*CG*) de la densidad poblacional (cpua, ton/Km²)

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

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

(ii) inercia (I) del centro de gravedad

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

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

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

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

(iv) **Medida de la estructuración espacial.** El nivel de estructura espacial puede ser inferido desde la razón Q , dada por la siguiente expresión (Vaz *et al.*, 2005):

$$Q = \frac{c}{(c + c_0)}$$

donde c es el *sill* (varianza umbral) y c_0 es la varianza nugget.

La razón Q varía entre 0 y 1. Una razón $Q=0$ representa ausencia de estructura espacial en el muestreo, mientras que una razón $Q=1$ indica que una gran proporción de la variabilidad es explicada por el modelo de variograma utilizado.

3.11.3. Comparación de la cpue de lances comerciales en pescas de investigación

3.11.3.1. Antecedentes

La captura por unidad de esfuerzo, cpue es comúnmente usada como un indicador de la biomasa explotable de un stock. Generalmente se acepta que existe una relación directa entre la biomasa y la cpue, esto es, que otros factores permanecen constantes; valores altos de cpue representan biomasa altas, mientras que valores bajos de cpue se corresponden con biomasa también bajas (Kingsley & Aschan, 2008). Sin embargo, ciertas reservas acerca de este supuesto son frecuentemente encontradas, en primer lugar, que hay otros factores que afectan la cpue, y que estos no son constantes, y en segundo lugar, que si bien si otros factores permanecen constantes, la relación proporcional asumida puede no ser mantenida por varias razones.

Al respecto, la literatura científica advierte que cuando no existan datos de cruceros de evaluación, la cpue puede ser el único indicador de biomasa disponible, pero que cuando existan datos de cruceros de evaluación, estos datos deberían ser preferibles.

En el caso de los recursos langostino amarillo en las regiones V y VI, y langostino colorado en la VIII Región, se han realizados varios estudios de seguimiento de la cpue de naves comerciales, cuyos resultados han sido utilizados recientemente para la apertura a la explotación de tales recursos en la áreas ya indicadas a la forma de Pescas de Investigación. Ante tal circunstancia, se ha considerado pertinente contrastar los resultados de las pescas de investigación realizadas entre los años 2006 y 2009 desde el punto de vista de la cpue en los caladeros de pesca comercial y la cpue de los cruceros de evaluación directa para los mismos años. Así también se calcula el grado de sobreposición espacial de los caladeros de pesca comercial respecto de los focos de abundancia identificados para recurso para el mismo período de tiempo.

Sin embargo, **cabe señalar que estos análisis serán posibles si y solo si**, la Subsecretaría de Pesca pone a disposición los datos de las pescas de investigación realizadas, en particular para el año 2009.

3.11.3.2. Superposición espacial entre caladeros y focos de abundancia

La superposición espacial de los caladeros de pesca comercial y los focos de abundancia identificados en las evaluaciones directas de las especies objetivo se estima como el área de intersección entre ambos espacios (Fig. 7), de la forma:

$$ISE = \frac{C}{(A + B - C)}$$

donde *ISE* es el índice de superposición espacial entre el área del caladero (A) y el área del foco de abundancia (B); *C* es el área de intersección entre A y B.

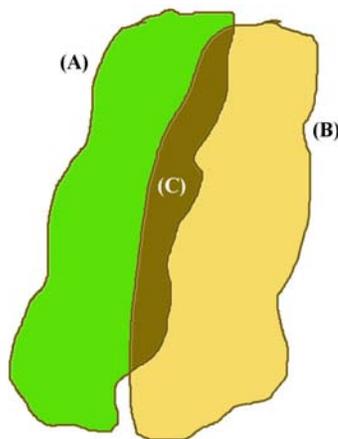


Fig. 7. Esquema de la superposición espacial del caladero de pesca (A) respecto del foco de abundancia (B) y el área de intersección espacial entre ambos (C).

La delimitación del área del caladero de pesca se realiza mediante el mismo enfoque metodológico descrito más adelante para la delimitación de los focos de abundancia de los recursos objetivo, y para lo cual se requiere contar con los datos de posición y cpue de los lances de pesca comercial.

3.12. Objetivo Específico 2

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

3.12.1. Antecedentes

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

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

Simulaciones realizadas con datos del Proyecto FIP N° 2006-04, en el marco del Proyecto FIP 2006-19 “**Estandarización de procedimientos metodológicos para la evaluación de crustáceos demersales a través del método de área barrida**”, para una grilla regular de muestreo (Fig. 8) indican que en el caso de la media aritmética, a medida que disminuye el número de estaciones positivas, la media muestral se reduce de manera proporcional (Fig. 9).

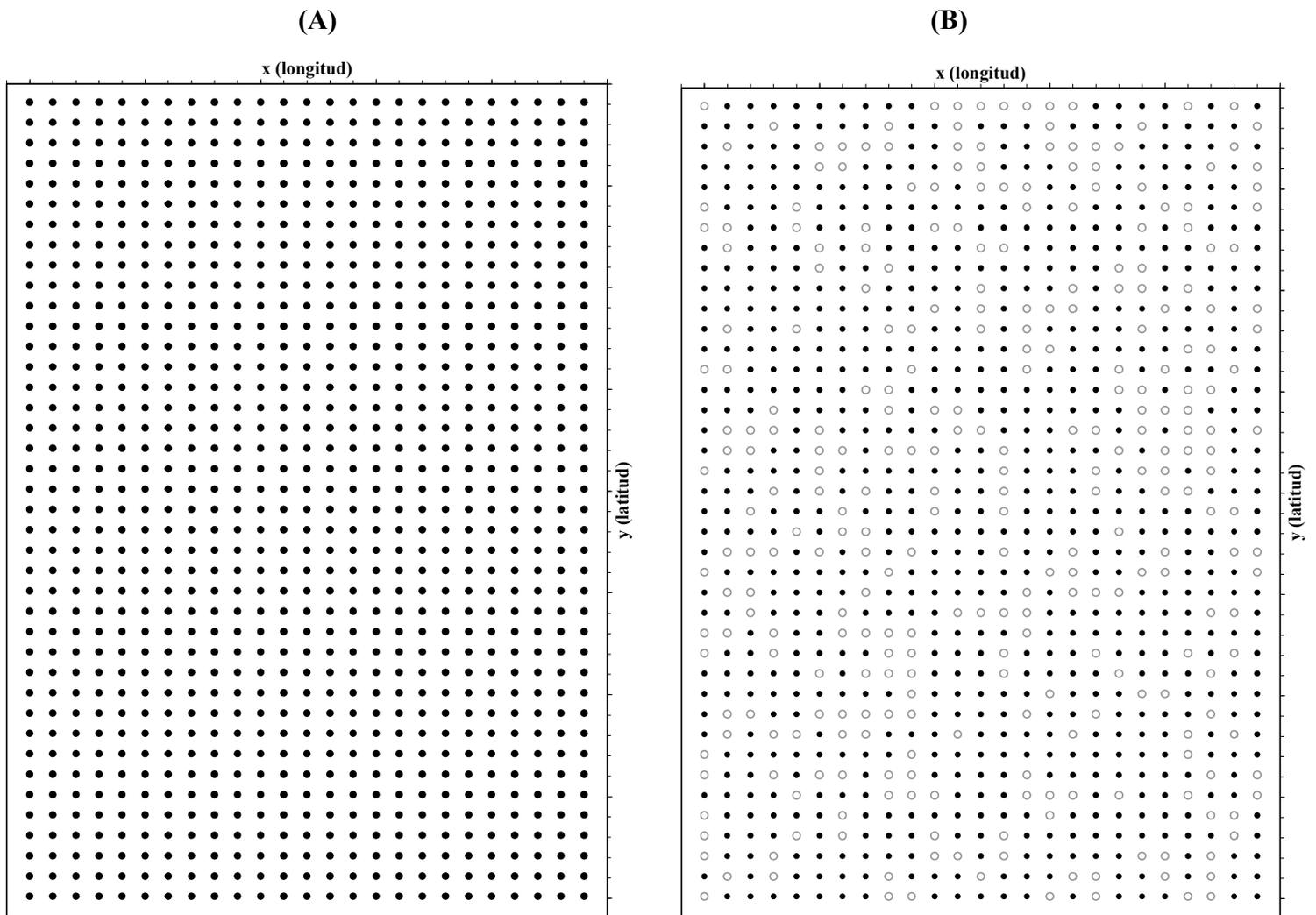


Fig. 8. Simulación de una grilla de muestreo. (A) 100% estaciones positivas para recurso objetivo; (B) 70% estaciones positivas para recurso objetivo.

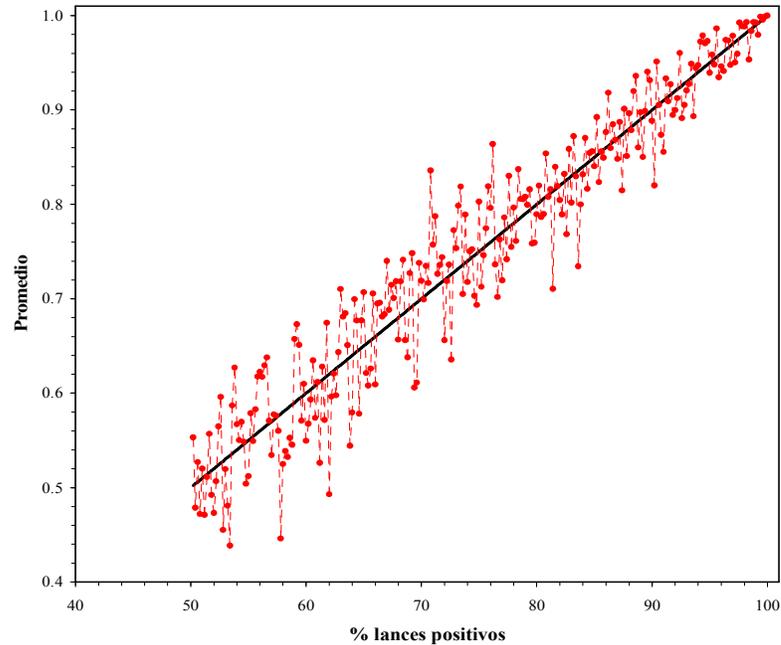


Fig. 9. Disminución de la densidad media poblacional en el caso del estimador de la media aritmética. La línea negra continua representa la reducción de la media aritmética cuando la densidad es homogénea en toda el área de estudio.

Adicionalmente, en el caso de la varianza del estimador de biomasa, medido a través del intervalo de confianza, se observa que con una disminución del número de estaciones positivas el intervalo se incrementa (Fig. 10).

En el caso del estimador de razón, como medida de la densidad poblacional promedio, no obstante no mostrar una tendencia decreciente a medida que se reduce el número de estaciones positivas, si se incrementa su variabilidad (Fig. 11), lo que conduce a estimaciones de biomasa hasta 1,2 veces superiores a la biomasa observada cuando se tiene el 100% de estaciones positivas para el recurso objetivo o hasta 20% menor (Fig. 11).

En el caso del estimador de densidad poblacional según el método de la Distribución Delta lognormal, para que éste sea utilizado con propiedad, se debe dar la condición que la distribución de probabilidad del logaritmo de los valores no-cero sea normal (Syrjala, 2000). En consecuencia, las simulaciones se realizaron sólo cambiando la proporción de valores cero en la muestra.

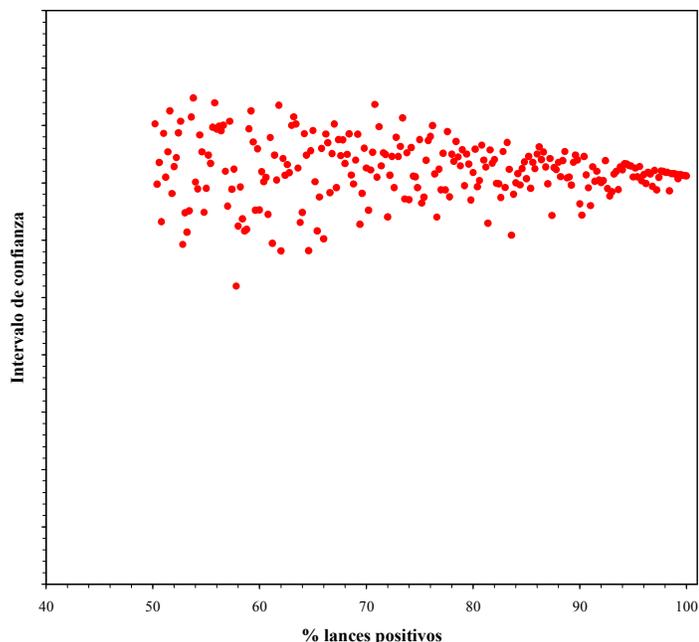


Fig. 10. Intervalos de confianza del estimador de biomasa para la media aritmética.

Al respecto, cuando disminuye la proporción de estaciones positivas para el recurso objetivo, la densidad media calculada por método Delta Lognormal, muestra una tendencia decreciente similar a la observada en el caso del estimador de la Media Aritmética.

Por otro lado, en el caso del estimador geoestadístico intrínseco (o solo estimador geoestadístico), a medida que se redujo el número de estaciones positivas, la media poblacional también se redujo, pero en magnitudes poco significativas, comparado con el estimador Delta Lognormal (Fig. 12).

En el caso de la varianza de estimación de la biomasa, medida como la cantidad de veces que aumenta (o disminuye) respecto de un 100% de estaciones positivas, se observa que con el estimador geoestadístico, esta variación no sobrepasa las 2,2 veces. En cambio, con el estimador de la Distribución Delta Lognormal, la razón de cambio de la varianza de estimación aumenta en hasta 18 veces (Fig. 13).

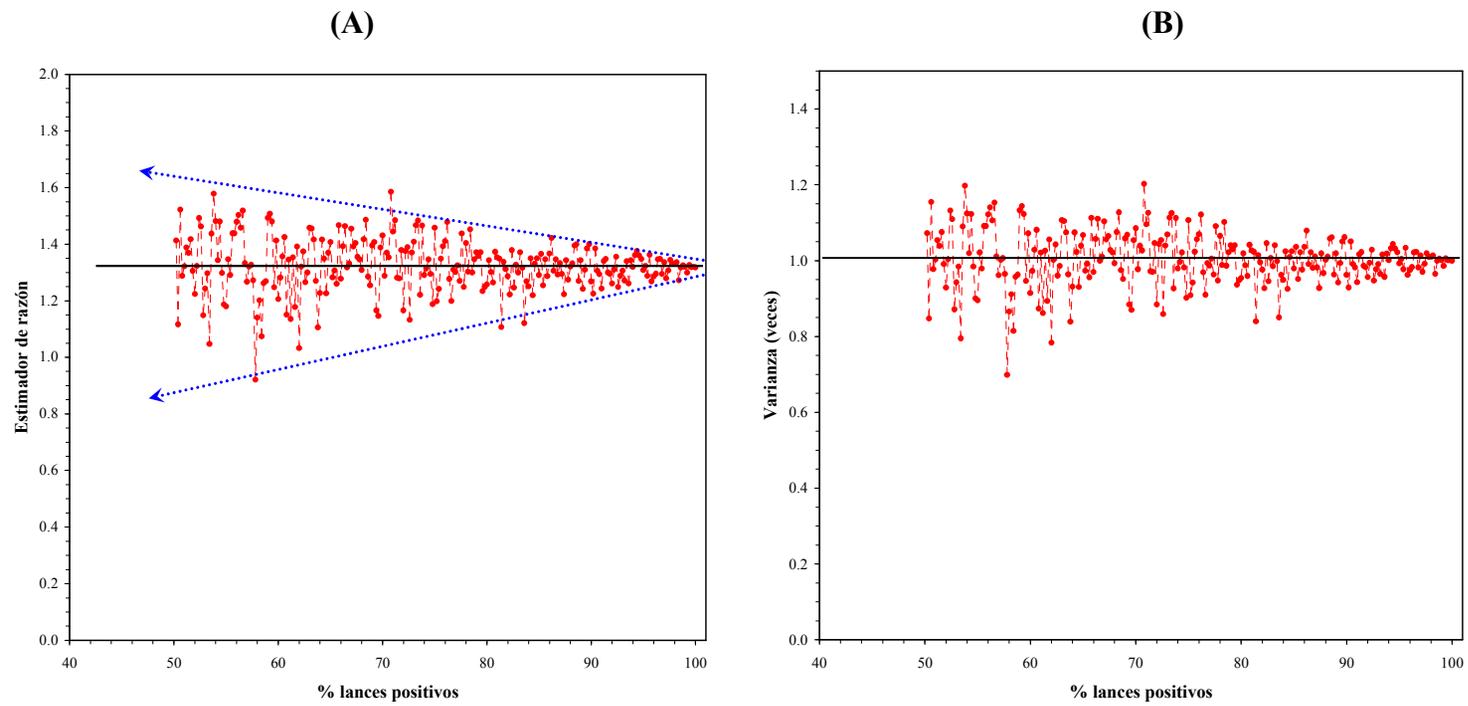


Fig. 11. Simulación de la densidad poblacional medida a través del estimador de razón (A); y varianza de la estimación de biomasa (número de veces respecto de un 100% estaciones positivas para el recurso objetivo) (B).

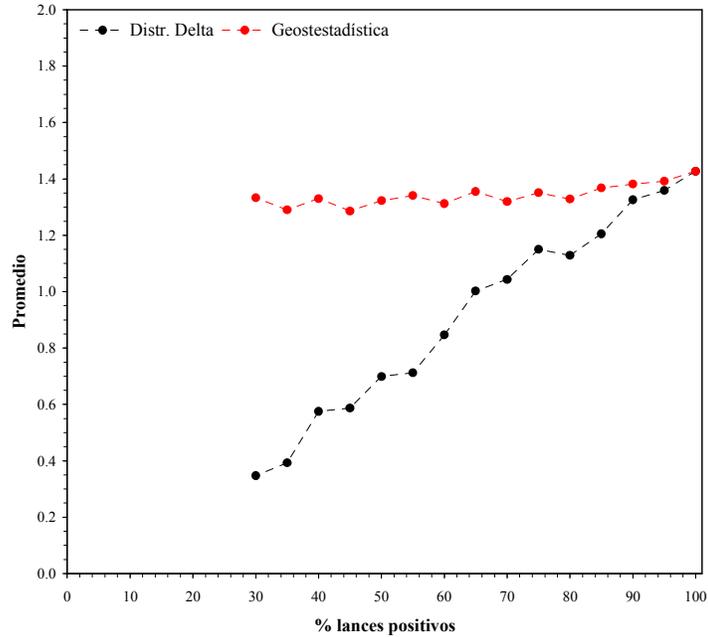


Fig. 12. Disminución de la densidad media poblacional en el caso del estimador de la Distribución Delta Lognormal (puntos negros) y el estimador geostatístico (puntos rojos).

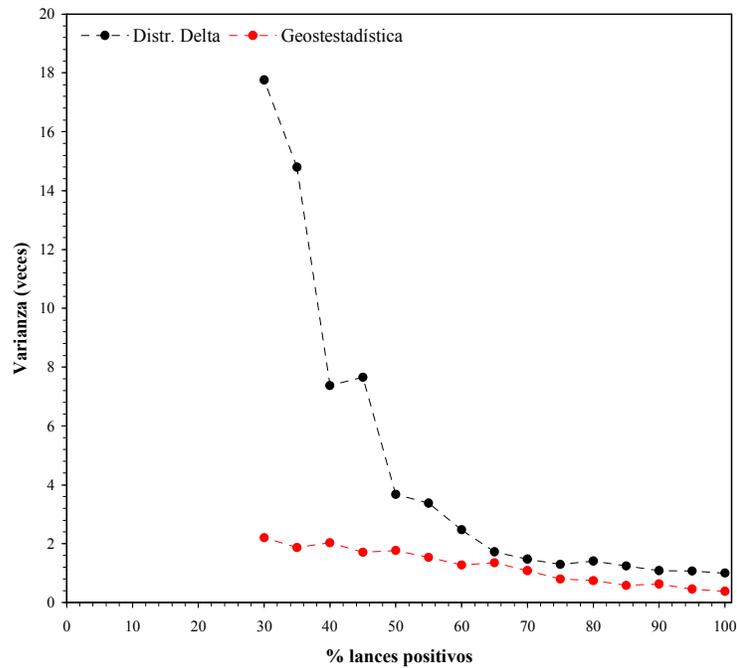


Fig. 13. Razón de la varianza de estimación de la biomasa (número de veces respecto de un 100% estaciones positivas) según el estimador de la Distribución Delta Lognormal (puntos negros) y el estimador geostatístico (puntos rojos).

En atención a los antecedentes anteriores, el “**mejor estimador de densidad media**” para el cálculo de la biomasa vulnerable de langostino amarillo y langostino colorado corresponde al estimador geoestadístico. No obstante lo anterior, para el presente estudio se estima la biomasa vulnerable total (tons) de langostino amarillo y langostino colorado independientemente para cada especie mediante cuatro métodos, a saber, (i) método geoestadístico intrínseco, (ii) estimador de razón, y (iii) método de las microceldas de estimación geoestadística y (iv) estrategia de muestreo estratificado.

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

3.12.2. Método geoestadístico intrínseco

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

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

Acá se ha evitado introducir una enorme cantidad de subíndices para indicar las distintas particiones de la biomasa solicitadas en las Bases Especiales y las adicionales incluidas en esta propuesta, pero se debe entender que éstos se aplican a todas esas particiones. El área S no puede ser estimada estadísticamente utilizando la teoría intrínseca de la geoestadística pues esta teoría no permite ‘efecto de borde’, es decir, interacción entre la densidad y el hábitat (Petitgas y Lafont 1997). Sin embargo, es posible estimar S y su varianza de estimación transformando los datos de $z(x,y)$ con la función indicadora para utilizar luego la teoría geoestadística transitiva (Petitgas y Lafont 1997). Este tema es tratado más adelante en este capítulo. Considerese por ahora sólo la varianza de estimación del estimador de la media zonal, cuya forma es

$$z_{kg}^* = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m z^*(x_j, y_j) \approx \frac{1}{S} \int_S z(x, y) dx dy$$

La varianza debida sólo al hecho de observar una realización del proceso estocástico que se supone da origen a los datos se calcula utilizando la teoría intrínseca de la geoestadística (Petitgas y Lafont 1997). La varianza de estimación de z_{kg}^* corresponde al varianza del error, de la forma

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

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

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

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

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

3.12.3. Estimador de razón

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

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

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

donde \overline{CPUA}_k es la densidad media (captura por unidad de área, ton/km²) en la k -ésima unidad espacial (foco de abundancia), C_i es la captura (tons) en todos los i lances dentro de la unidad espacial evaluada y AB_i es la unidad de esfuerzo de pesca aplicada.

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

El estimador de biomasa para el estimador de razón está dado por el producto entre el estimador de densidad media (\overline{CPUA}_k) del foco de abundancia k y su respectiva área (A_k , km²), esto es,

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

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

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

entonces,

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

3.12.4. Microceldas de estimación geoestadística

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

1. Definición de una grilla de interpolación con tamaño de malla regular de dimensiones conocidas de tamaño menor a la distancia promedio entre estaciones de muestreo, por ejemplo $1 \times 1 \text{ km}^2$, al interior de los focos de abundancia. Luego, el nodo de la grilla se asume el punto medio (x_0, y_0) de un polígono regular de tamaño (superficie) también conocido o celda de estimación.
2. Aprovechando las propiedades del kriging (y sus parámetros), junto con los parámetros del variograma teórico calculados después de la validación cruzada, se estima la densidad local $(Z(x_0, y_0))$ en los puntos medios de las celdas antes definidas según la expresión:

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

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

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

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

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

con intervalos de confianza equivalentes a:

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

y

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

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

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

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

3.12.5. Muestreo estratificado

El procedimiento de estimación considera la utilización de una estrategia de muestreo estratificado (Thompson, 1992). Los estratos son definidos sobre los caladeros históricos conocidos, incorporando las áreas adyacentes en aquellos casos en que las unidades muestrales quedaran parcialmente fuera de los caladeros. Esta metodología considera expresiones específicas para la estimación de la media, la varianza y el total poblacional.

La unidad muestral se define en base a una grilla de 1x1 mn, de orientación latitudinal longitudinal, de modo que una unidad muestral corresponde a un cuadrado de 1x1 mn. De este modo, el tamaño de cada estrato queda definido por su número de unidades de superficie (mn^2).

El tamaño de muestra correspondiente a cada estrato se determina en forma proporcional al tamaño de cada estrato, medido éste en unidades muestrales. En la práctica, esto implica el muestreo al interior de los caladeros, donde se realiza, en promedio, un número de lances equivalente aproximadamente al 30% de las unidades muestrales.

3.12.6. Varianza total de estimación de biomasa.

El estimador geoestadístico de biomasa (B) presenta cuatro fuentes de incertidumbre que son estimadas, a saber:

- La varianza del coeficiente de capturabilidad local, $\hat{\sigma}_a^2$,
- La varianza del APA, $\hat{\sigma}_{APA}^2$,
- La varianza de estimación de la densidad media, $\hat{\sigma}_{kg}^2$ o $\hat{\sigma}_{D-L}^2$ y,
- La varianza del área, $\hat{\sigma}_S^2$.

La combinación de estas cuatro fuentes de incertidumbre depende de la estructura algebraica de la ecuación de estimación de la biomasa. Para el caso del estimador en que la densidad media corresponde a la estimación por geoestadística intrínseca y kriging puntual ordinario, la estructura del estimador de biomasa es

$$\hat{B}_{kg} = \frac{\hat{S}}{a} z_{kg}^*$$

Una gran ventaja del enfoque geoestadístico es que la varianza debida al APA ya está incorporada en la varianza del estimador de densidad media z_{kg}^* porque esa varianza fue incluida aditivamente dentro de la estructura del parámetro nugget, al considerar una varianza de error de observación, y luego esta varianza debida al APA se propaga automáticamente hacia la varianza de z_{kg}^* , $\hat{\sigma}_{kg}^2$. En este caso sólo queda considerar la combinación de las varianzas debidas al área, al coeficiente de capturabilidad local, y al promedio de densidad mediante kriging. El método delta (no confundir con la distribución Delta-Lognormal) permite calcular una varianza aproximada de combinaciones algebraicas de fuentes de varianza mediante expansiones de Taylor hasta el segundo orden. Se obtienen primero la varianza del producto $\hat{S} \cdot z_{kg}^2$,

$$Var(\hat{S} \cdot z_{kg}^*) = \hat{S}^2 \cdot Var(z_{kg}^*) + (z_{kg}^*)^2 Var(\hat{S}) + 2(\hat{S} \cdot z_{kg}^*) Cov(\hat{S}, z_{kg}^*)$$

No hay razones físicas para suponer que la covarianza entre el estimador geoestadístico transitivo \hat{S} y el estimador de densidad media de la geoestadística intrínseca z_{kg}^* sean dependientes, especialmente considerando que en la estimación de \hat{S} se utiliza la transformación por la función indicadora. Por lo tanto, descontando el término de covarianza y reemplazando los términos de varianza por sus respectivos estimadores, se tiene

$$\hat{\sigma}_{\hat{S}, z_{kg}^*}^2 = \hat{S}^2 \hat{\sigma}_{kg}^2 + (z_{kg}^*)^2 \hat{\sigma}_{\hat{S}}^2$$

Para obtener la varianza de la biomasa se debe obtener la varianza de la razón entre $\hat{S} \cdot z_{kg}^2$ como el numerador y de \bar{a} como el denominador, que nuevamente por el método delta y descartando los términos de covarianza y reemplazando los términos de varianza por sus respectivos estimadores corresponde a

$$\hat{\sigma}_{B_{kg}}^2 = \frac{\hat{\sigma}_{\hat{S}, z_{kg}^*}^2}{\bar{a}^2} + \frac{(\hat{S} \cdot z_{kg}^*)^2}{\bar{a}^4} \hat{\sigma}_{\bar{a}}^2$$

El error estándar del estimador de varianza del estimador de biomasa geoestadística es la raíz cuadrada de la varianza del mismo estimador, así que un intervalo de confianza asintóticamente válido de $(1-\alpha)\%$ corresponde a

$$IC_{(1-\alpha)\%} = \left[\hat{B}_{kg} \pm \eta_{(1-\alpha)} \sqrt{\hat{\sigma}_{B_{kg}}^2} \right]$$

El estimador de biomasa por el método Delta-Lognormal es

$$\hat{B}_{kg} = \frac{\hat{S}}{\bar{a}} \hat{z}_{D-L}$$

En este caso la situación es más compleja pues la varianza debida al APA no está incorporada en la estimación de \hat{z}_{D-L} , como si lo estaba en la estimación de z_{kg}^* . La aproximación por el método delta ya no es recomendable pues, aunque se pudiera utilizar la varianza promedio del APA a través de todos los lances las aproximaciones para cancelar covarianzas serían demasiado exigentes. Sin embargo, es posible aplicar el método delta a la razón \hat{S}/\bar{a} que actúa como la expansión del estimador de biomasa Delta-Lognormal, y agregar el error de observación a la varianza de la densidad proveniente de la distribución Delta-Lognormal. Entonces, la varianza del término de proporcionalidad es

$$\hat{\sigma}_{\hat{S}/\bar{a}}^2 = \frac{\hat{\sigma}_{\hat{S}}^2}{\bar{a}^2} + \frac{\hat{S}^2}{\bar{a}^4} \hat{\sigma}_{\bar{a}}^2$$

donde claramente el término de covarianza es cero pues no existe relación entre el coeficiente de capturabilidad local y el área del stock, para cualquier partición del mismo que se esté considerando. Además, se tiene la varianza del estimador Delta-Lognormal, $\hat{\sigma}_{D-L}^2$, de la densidad media y la varianza del APA, $\hat{\sigma}_{APA}^2$. Ya se ha reemplazado todas las varianzas por sus respectivos estimadores. Como toda la varianza de cada observación local de densidad está dada por el APA (la captura en cada lance es calculada sin error), se debe agregar la varianza de observación de la densidad a la varianza de la distribución lognormal, suponiendo independencia entre la varianza debida al APA y la varianza que resulta de la distribución Delta-Lognormal. Esto resulta en

$$\hat{\sigma}_{z_{(D-L)}}^2 = \hat{\sigma}_{D-L}^2 + \hat{\sigma}_{APA}^2$$

Este razonamiento es similar al aplicado para la varianza de la densidad media estimada por el análisis geoestadístico intrínseco, donde el error de observación se agregó aditivamente al parámetro nugget como un término de micro-varianza. El supuesto de independencia, en este caso entre APA y la densidad media lognormal, es fuerte, pero puede producir una sobre-estimación de la varianza de la densidad media Delta-lognormal si la varianza del APA es baja y el término ignorado de covarianza entre APA y densidad Delta-Lognormal es mayor. En este

caso el estimador final de varianza de la biomasa por el método Delta-Lognormal es conservador. Este estimador final de varianza del estimador de biomasa tiene la forma

$$\hat{\sigma}_{B_{D-L}}^2 = \left(\frac{\hat{S}}{\bar{a}} \right)^2 \hat{\sigma}_{z_{D-L}}^2 + \hat{z}_{D-L}^2 \hat{\sigma}_{\hat{S}/\bar{a}}^2$$

y un intervalo asintóticamente válido de $(1-\alpha)\%$ corresponde a

$$IC_{(1-\alpha)\%} = \left[\hat{B}_{D-L} \pm \eta_{(1-\alpha)} \sqrt{\hat{\sigma}_{B_{D-L}}^2} \right]$$

En el caso de la estimación de biomasa por sexo, se utiliza ecuaciones similares correspondientes al método Delta utilizando la proporción sexual global, con un estimador de varianza correspondiente a la distribución binomial. Por estar el estimador de proporción cerca de 0,5, los intervalos de confianza se construyen utilizando la aproximación normal. En el caso de la abundancia en número por sexo, se utiliza el peso medio global de toda la muestra biológica para contar con un gran tamaño de muestra e ignorar el efecto de la varianza de estimación del peso medio. En ese caso, el estimador de abundancia en número y su varianza de estimación corresponden a

$$\hat{A} = \frac{\hat{B}}{\bar{w}} \qquad \hat{\sigma}_A^2 = \left(\frac{1}{\bar{w}} \right)^2 \hat{\sigma}_B^2$$

respectivamente. Al reemplazar los estimadores de biomasa y sus varianzas de estimación por los correspondientes a cada uno de los métodos empleados, el geoestadístico intrínseco y el Delta-Lognormal, se obtendrán los correspondientes estimadores de biomasa.

Finalmente, la biomasa a la talla (B_t) y la abundancia en número a la talla (A_t) son

$$\hat{B}_t = \hat{B} \frac{\bar{w}_t}{\sum_{i=1}^T \bar{w}_i} \qquad \hat{A}_t = \hat{A} \frac{f_t}{\sum_{i=1}^T f_t}$$

respectivamente, y las varianzas de estos estimadores son

$$\hat{\sigma}_{\hat{B}_t}^2 = \hat{\sigma}_{\hat{B}}^2 \left(\frac{\overline{w}_t}{\sum_{i=1}^T \overline{w}_t} \right)^2 \qquad \hat{\sigma}_{\hat{A}_t}^2 = \hat{\sigma}_{\hat{A}}^2 \left(\frac{f_t}{\sum_{i=1}^T f_t} \right)^2$$

respectivamente, donde \hat{B} y \hat{A} , como valores y como subíndice representan a la biomasa y la abundancia total de alguno de los dos métodos a ser aplicados, el geoestadístico intrínseco o el Delta-Lognormal, cualquiera que tenga menor coeficiente de variación; T representa al total de categorías de talla; y f representa a la frecuencia numérica medida a través de toda la muestra biológica. Para terminar se reitera que los cálculos descritos en esta sección se aplican por separado a las distintas particiones espaciales del stock, tales como estratos, focos de abundancia, y área de exclusión artesanal y resto del área.

3.12.7. Estimación del área de los focos de abundancia. Geoestadística transitiva.

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

Todos los métodos que pudieran diseñarse dentro de esas tres teorías son métodos *ad-hoc*, es decir, no están apoyados por la teoría de estimación. Lo máximo que pudiera plantearse bajo cualquiera de las tres teorías mencionadas es un estudio de sensibilidad, haciendo variar el área dado distintos criterios de delimitación, y observando los efectos sobre la estimación de biomasa, pero ese análisis presenta un problema de circularidad en el argumento, pues dado

que la relación entre la densidad promedio y el área es perfectamente lineal en la estimación de biomasa, los resultados del análisis de sensibilidad son conocidos perfectamente antes de hacer el análisis de sensibilidad. Por ejemplo, al hacer variar el área un 20% hacia abajo o un 20% hacia arriba, la biomasa varía determinísticamente un 20% hacia abajo y un 20% hacia arriba, respectivamente.

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

Como la estimación de la densidad media ya está cubierta por el uso de la geoestadística intrínseca y por el método Delta-lognormal, sólo interesa estimar el área S . Convenientemente, entonces, se realiza la transformación de los datos de densidad con la función indicadora

$$I(x, y) = \begin{cases} 0, & \text{si } z(x, y) = 0 \\ 1 & \text{si } z(x, y) > 0 \end{cases}$$

lo que significa que la grilla regular dentro de cada partición espacial del stock se convierte en una grilla de 1s y 0s. Esta técnica permite que la doble integral sobre la latitud y la longitud, multiplicada por el área de influencia de cada unidad muestral, sea inmediatamente igual al área de la partición espacial del stock que se está considerando. Sea S el área total que cubre la distribución espacial de la función indicadora $I(x,y)$, entonces la cantidad a ser estimada es

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

y su estimador geoestadístico transitivo es

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

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

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

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

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

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

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

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

Con el propósito de evaluar el impacto del área de los focos de abundancia en la estimación de biomasa de langostino amarillo y langostino colorado, y contrastar estos resultados con la

estimación mediante geoestadística transitiva se propone acá realizar una estimación alternativa del área de los focos de abundancia. Para este efecto se emplea el método de “Interpolación de vecinos naturales”.

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

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

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

donde $d(,)$ es la métrica Euclidiana. Cada polígono T_n es la intersección de varios espacios semiabiertos, cada uno siendo delimitado por el bisector perpendicular. En términos simples, el polígono T_n puede ser visto como el lugar más cercano a p_n que cualquier otro nodo. Generalizando, se observa que el diagrama de Voronoi para un conjunto de nodos divide el plano bidimensional en un conjunto de regiones. Los triángulos de Delaunay son construidos conectando los nodos cuyas celdas de Voronoi tienen límites comunes (Fig. 14). La triangulación de Delaunay y los diagramas de Voronoi son estructuras duales, cada una contiene la misma información, pero representada en diferente forma.

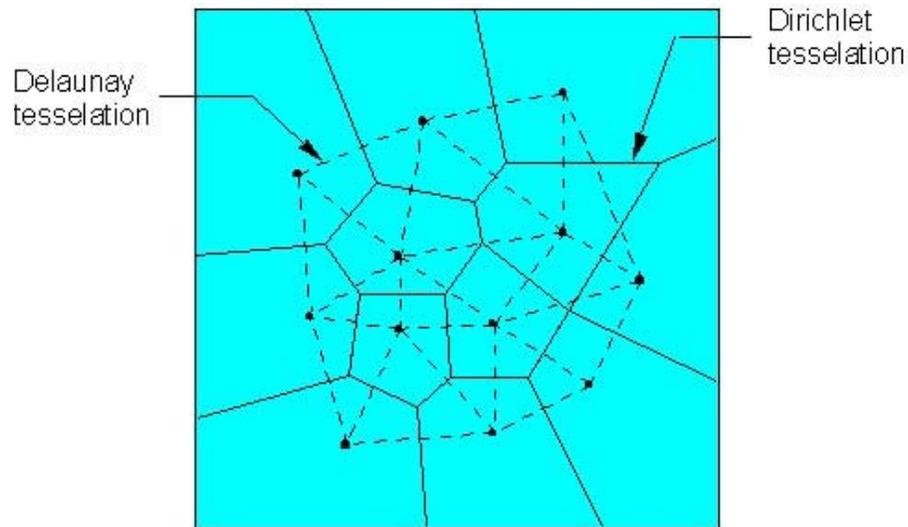


Fig. 14. Mosaicos de Delaunay y Dirichlet para un conjunto de datos espaciales.

Si T_n y T_m tienen un límite común, p_n y p_m son considerados “vecinos”. La noción de un conjunto de nodos adyacentes es generalizada por la definición de nodos “vecinos-naturales”. Los vecinos naturales de cualquier nodo son aquellos de las celdas de Voronoi adyacentes, o equivalentemente, aquellos en que el nodo está conectado por los lados del triángulo de Delaunay. La definición anterior se hace extensiva a la estimación de cualquier punto $X(x) \in R^2 X$. Incluyendo el punto muestral X en la triangulación de Delaunay, los vecinos naturales de X son el conjunto de nodos que están conectados a él. Se debe hacer notar que el número de vecinos naturales es una función de posición de $X(x)$, y depende de la densidad nodal local (Fig. 14).

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

La red de polítopos de Thiessen para un conjunto de puntos muestrales es el mosaico Dirichlet (“Dirichlet tessellation”) y complemento del mosaico Delaunay como se muestra en la Fig. 15. El mosaico Delaunay es formado por la triangulación de los puntos muestrales bajo el criterio que el vértice opuesto está contenido en el mosaico Dirichlet.

Las coordenadas locales del vecino natural son ilustradas en la Fig. 15. Los puntos 1 a 10 son puntos muestrales donde el valor z es conocido y es un punto donde se quiere interpolar un valor z . La inserción temporal de P_n en el mosaico Delaunay causa el cambio del mosaico Dirichlet resultando en nuevas áreas Thiessen para los polígonos en la vecindad de P_n . La línea segmentada muestra el mosaico Dirichlet antes de que P_n sea temporalmente insertado, y la línea continua muestra el mosaico Dirichlet después que P_n es agregado. Sólo los puntos cuyos polígonos Thiessen han cambiado son usados para calcular los interpolantes, que en el caso de la Fig. 15, corresponden a los puntos 1, 4, 5, 6 y 9. La coordenada local $\lambda_m(n)$ para cada uno de estos puntos con respecto a P_n es definida como el área compartida por el polígono Thiessen definido por P_n y el polígono Thiessen definido por el respectivo dato antes de que P_n sea agregado.

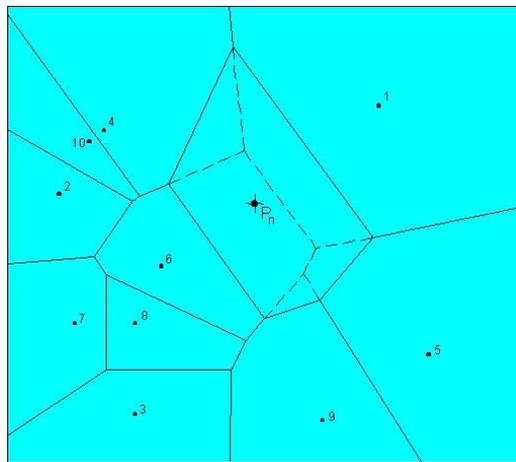


Fig. 15. Mosaico Dirichlet de un conjunto de datos espaciales antes y después de la inserción del punto P_n .

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

El algoritmo de disgregación requiere que un nuevo punto sea localizado con respecto a una de las UBAs derivadas del criterio de Delaunay (Lee & Schacter, 1980). La inserción de un nuevo punto puede ser tanto interna (dentro de la red de puntos muestrales), o bien externa, aspecto que resulta de mayor interés en este caso, dado que dichos puntos pueden pasar a constituir uno de los vértices del polígono de estimación o distribución del recurso objetivo.

Debido a que la interpolación de vecino natural requiere que los límites de la red triangulada irregular sea un polígono convexo formado por todos los datos muestrales, cualquier punto insertado fuera de dicho polígono, debe formar una UBA con todos los puntos del polígono que son visibles al nuevo punto. Un borde o cara del polígono es definido como visible si, por ejemplo, un observador situado en la nueva localización (inserción) puede trazar una línea directa al borde o cara del polígono (Fig. 16a).

Matemáticamente, esto se define determinando la distancia perpendicular desde el punto a la línea infinita o plano del borde del polígono o caras. Los nuevos triángulos son formados conectando la nueva inserción con cada borde visible. Lo anterior, sin embargo, no es suficiente para generar nuevos triángulos que mantengan el criterio Delaunay. Todos los bordes adyacentes a los bordes deben ser revisados para asegurarse que su circuncírculo no contiene la nueva inserción (Fig. 16b). Si se encuentra que un circuncírculo de un triángulo contiene al nuevo punto, este es borrado del polígono convexo y sus dos bordes opuestos son reemplazados (Fig. 16b) dando lugar a un nuevo polígono (Fig. 16c). Estos nuevos bordes son entonces revisados para ver que su triángulo adyacente no contenga la nueva inserción. Una vez que los bordes han sido compilados, se pueden generar los nuevos triángulos, conectando el nuevo punto (inserción) con cada borde remanente del polígono de distribución (Fig. 16c).

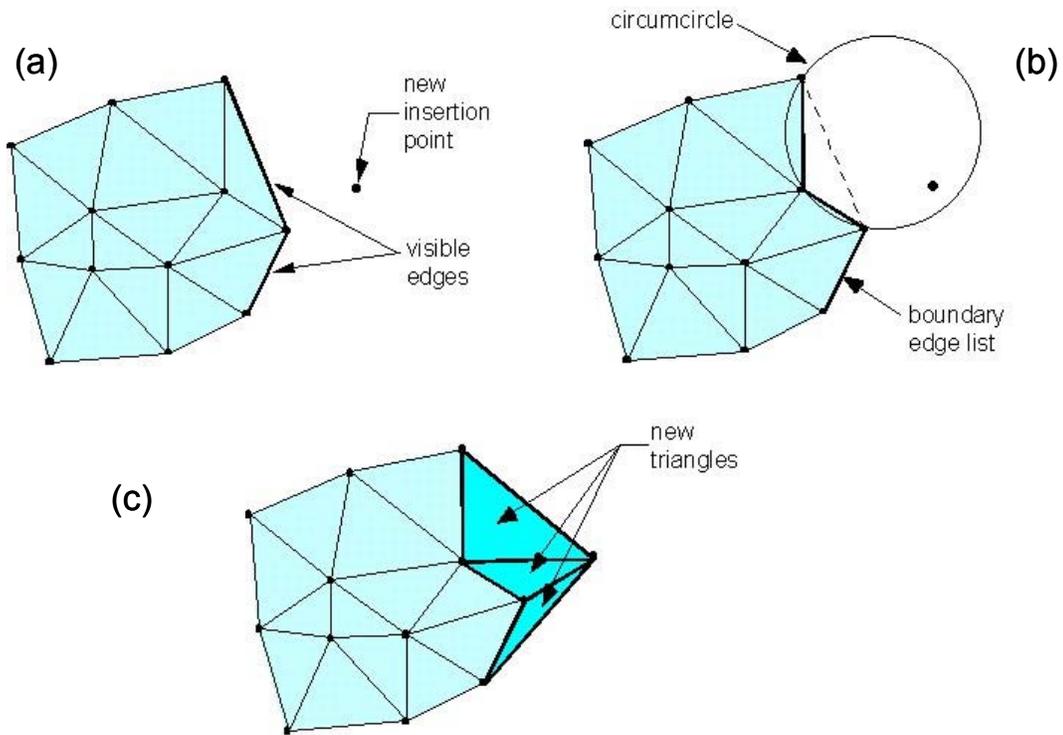


Fig. 16. Diagrama del mecanismo de inserción de un punto fuera del polígono convexo (a) y generación de un nuevo polígono de estimación (b, c).

La Fig. 17 muestra la relación entre los triángulos de Delaunay y los polígonos de Voronoi.

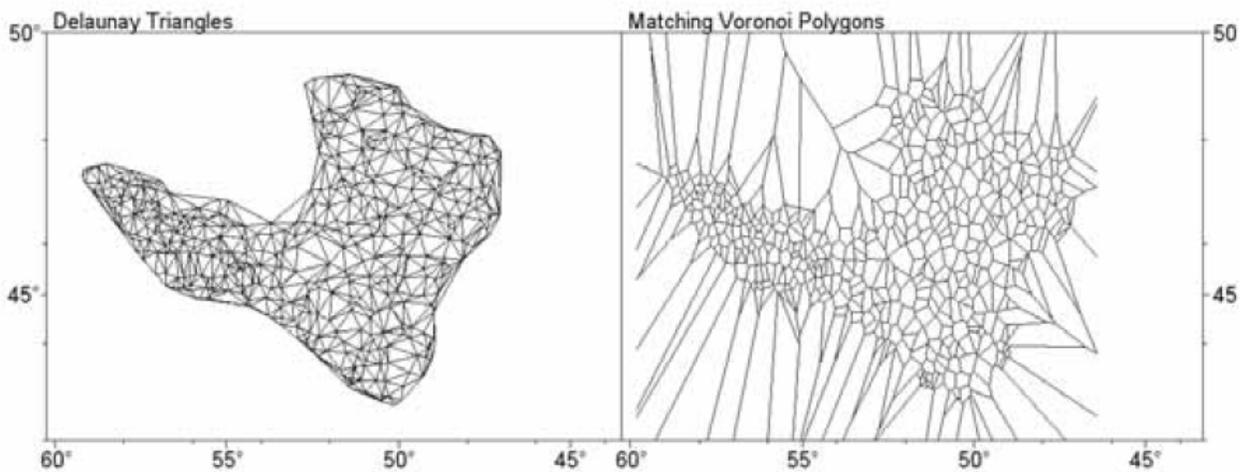


Fig. 17. Relación entre los Triángulos de Delaunay (izquierda) y los polígonos de Voronoi (derecha). Tomado de Kulka *et al.* (2005).

3.12.9. Relación longitud-peso

Unos de los aspectos básicos registrados en los estudios de la biología o biología pesquera de cualquier especie son la longitud y peso de los individuos recolectados. Ambas variables permiten caracterizar la población estudiada, como es el caso de la estructura de tamaños (o peso), o determinar la relación longitud-peso particular. En este sentido, resulta muy frecuente observar en la literatura científica alcances respecto de la relación longitud-peso de las especies en estudio.

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

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

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

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

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

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

Sea

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3.12.10. Pesos medios por intervalo de talla

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

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

- donde: w_{ijk} : es el peso del i -ésimo ejemplar del intervalo de longitud j cuyo límite inferior es k ;
- $1_{[j]k}$: es el primer elemento del intervalo de longitud j .
- $n_{]jk+1[}$: es el número de ejemplares del intervalo de longitud j considerando el último individuo cuya longitud es $k + 1$ mm.
- \bar{w}_j : es el peso promedio del j -ésimo intervalo de longitud, y
- $s_{w_j}^2$: es la varianza del peso en el j -ésimo intervalo de longitud.

3.13. Objetivo Específico 3

Determinar la condición reproductiva del langostino amarillo y langostino colorado, en el área y período de estudio.

3.13.1. Muestreo biológico a bordo de la nave

Acuña *et al.* (1995), Acuña *et al.* (2002), Acuña *et al.* (2005a), Acuña *et al.* (2006b), Acuña *et al.* (FIP 2007-19) y Acuña *et al.* (FIP 2008-16, 2009), por ejemplo, utilizaron el siguiente esquema de muestreo biológico en las naves: después de depositar la captura en la cubierta de la embarcación, se procede a separar la especie objetivo (langostino amarillo o langostino colorado) en bandejas plásticas apilables. En cada lance se pesa al menos 5 de estas bandejas vacías y con contenido, para determinar el peso neto promedio por bandeja. Luego, se cuenta el número total de bandejas con langostinos para obtener la captura total en peso de cada especie. El muestreo biológico consiste en obtener estrictamente al azar 4 kg de langostino amarillo o langostino colorado. A partir de estos datos y para mantener un nivel de precisión de muestreo adecuado, se estima que el tamaño muestral para frecuencia de tallas es aproximadamente 400 ejemplares por lance, los que corresponden a 3,7 kg, que es lo que se aproxima a 4 kg por razones operacionales (rapidez a bordo en la toma de muestras y mejor uso del tiempo).

Las muestras son enviadas al laboratorio húmedo del Departamento de Biología Marina de la Universidad Católica del Norte, donde son almacenadas (congeladas) y luego analizadas. En el laboratorio, los ejemplares son sexados, medidos en su longitud cefalotorácica (LC; precisión de 0,1 mm) y pesados (peso total; precisión de 0,01 g).

3.13.2. Proporción sexual

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

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

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

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

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

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

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

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

3.13.3. Talla promedio de madurez

Para la estimación de la talla promedio de madurez de hembras se utiliza la información de proporción de hembras ovíferas a la talla. Esta información se ajusta al siguiente modelo logístico:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Luego, se utiliza remuestreo Monte Carlo (con el algoritmo MATSIM) de los estimadores de los parámetros de madurez, junto con su distribución de probabilidad asintótica y matriz de covarianza, para generar la distribución de probabilidad del estadístico derivado $l_{50\%}$ (Roa *et al.*, 1999). A partir de la distribución de probabilidad de $l_{50\%}$, su intervalo de confianza se obtiene por el método percentil. Los límites del intervalo de confianza están definidos por los valores en las posiciones $N_{MC}(\alpha/2)$ y $N_{MC}(1-(\alpha/2))$, donde N_{MC} es el número de ensayos Monte Carlo. El número de ensayos Monte Carlo que se realiza para determinar el intervalo de

confianza de $l_{50\%}$ es 5000. Además, se determina el intervalo de confianza para las tallas donde se obtenga los porcentajes de madurez del 10, 20 ..., 80 y 90%.

En el presente proyecto se compara gráficamente las curvas de madurez de langostinos colorado y amarillo, independientemente, disponibles de proyectos FIP ejecutados desde el año 2004 hasta el 2008 por la UCN + UdeC, siendo el propósito visualizar rápidamente cambios que hubieren ocurrido en el tiempo, tanto en la talla modal de madurez como en la forma de la curva. Se supone que este análisis puede ser una evidencia ilustrativa de la situación de la fracción de stock de hembras maduras.

3.14 Objetivo Específico 4

Determinar la composición e importancia relativa de las especies que constituyan fauna acompañante de estos dos recursos durante los cruceros de evaluación.

3.14.1. Descripción de la abundancia de la fauna acompañante

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

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

relevante a los análisis comunitarios y, en conjunto, constituyen una parte marginal de las capturas y de la CPUE.

Para cada especie se describe batimétrica y latitudinalmente la CPUE, frecuencia de ocurrencia en el total de lances (lances positivos) e importancia relativa porcentual tanto respecto a la totalidad de la fauna acompañante como a las especies objetivo. Los estratos batimétricos son cada 100 m de profundidad, lo que ha dependido de la distribución de los lances en los ensambles comunitarios. De esta forma, cada estrato está representado por un número adecuado de lances por región. Se opta por un rango de estrato de 100 m de profundidad ya que un rango mayor puede enmascarar diferencias en la distribución batimétrica de las especies analizadas y de los ensambles comunitarios.

3.14.2. Identificación de asociaciones

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

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

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

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

3.14.3. Determinación de diferencias entre asociaciones

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

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

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

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

El valor de R es entre -1 y +1, aunque valores menores a 0 son poco probables, ya que correspondería a zonas de pesca distintas con valores de similitud mayores a los valores de similitud de puntos geográficos dentro de las zonas de pesca. Un valor igual o aproximado a 0

señala que la similitud entre y dentro de las zonas geográficas es aproximadamente el promedio, es decir, las asociaciones específicas no muestran diferencias en la estructura de sus valores de CPUE. Un valor igual a 1 ocurre cuando todas las réplicas de una zona de pesca son iguales entre sí y distintas a las réplicas de cualquier otra zona de pesca en la comparación, es decir, las asociaciones específicas muestran diferencias en la estructura de sus valores de CPUE.

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

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

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

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

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

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

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

3.14.5. Análisis espacial y temporal de la fauna acompañante asociada a la pesca de los recursos objetivo langostino colorado y langostino amarillo

Con la finalidad de probar la existencia de algún cambio significativo en la fauna acompañante en su conjunto y/o en la ictiofauna en las capturas de los recursos langostinos colorado y amarillo, se procede a una comparación a través de una serie cronológica. Para este análisis comparativo se trabaja con bases de datos provenientes de evaluaciones de stock de los recursos langostinos colorado y amarillo realizados por la Universidad Católica del Norte, Universidad Católica de Valparaíso, Universidad de Concepción y el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) durante la ejecución de proyectos del Fondo de Investigación Pesquera (FIP).

El periodo de estudio que comprende el análisis comparativo corresponde al período de los años 1999 a 2008 (Tabla 6), considerando solamente aquellos datos de CPUE por especie y lance que se encuentran estandarizados en $\text{ton} * \text{km}^{-2}$. Después de recopilado los datos de trabajos previos se ejecuta la misma metodología empleada en análisis de la fauna acompañante en el presente proyecto.

Tabla 6. Proyectos de evaluación directa de langostino amarillo y langostino colorado de los cuales se utiliza información en este proyecto, licitados por el Fondo de Investigación Pesquera (FIP) e instituciones ejecutoras principales.

Código Proyecto	Nombre Proyecto	Ejecutor Principal
99-07	Evaluación directa de langostino colorado de la V a VIII Regiones, 1999	Instituto de Fomento Pesquero
99-09	Evaluación directa de langostino amarillo entre la III y VIII Regiones, 1999	Universidad Católica de Valparaíso
99-30	Evaluación directa de langostino colorado de la I a IV Regiones, 1999	Instituto de Fomento Pesquero
2000-05	Evaluación directa de camarón nailon, langostino amarillo y langostino colorado, año 2000	Universidad Católica de Valparaíso
2001-06	Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2001	Instituto de Fomento Pesquero
2002-06	Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2002	Instituto de Fomento Pesquero
2003-03	Evaluación directa de langostino colorado entre la III y IV Regiones, año 2003	Universidad Católica del Norte
2003-31	Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2003	Instituto de Fomento Pesquero
2004-11	Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2004	Universidad Católica del Norte
2005-09	Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2005	Universidad Católica del Norte
2006-04	Evaluación directa langostino amarillo y langostino colorado entre la II y VIII Regiones, año 2006	Universidad Católica del Norte
2007-19	Evaluación directa de langostino amarillo y langostino colorado entre la II y VIII Regiones, año 2007	Universidad Católica del Norte
2008-16	Evaluación directa de langostino amarillo y langostino colorado entre la II y VIII Regiones, año 2008	Universidad Católica del Norte

3.15. Objetivo Específico 5

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

3.15.1. Modelo de evaluación

Las pesquerías de crustáceos bentodemersales chilenas se sustentan en el langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*), langostino amarillo (*Cervimunida johni*) y camarón nailon (*Heterocarpus redii*), especies de importancia para la flota industrial de arrastre que actualmente opera frente al litoral de las Regiones II a IV (Acuña *et al.*, 2003). En estos recursos, se identifica dos unidades de pesquería, las que geográficamente están referidas a la zona centro-norte comprendida entre el límite norte de la XV Región de Arica y Parinacota y el límite sur de la Región de Coquimbo para *P. monodon* y entre el límite norte de la III Región de Atacama y el límite sur de la Región de Coquimbo para *C. johni*; y otra en la zona centro-sur que comprende el límite norte de la Región de Valparaíso y el borde sur de la Región del Bío-Bío para ambas especies. La unidad de pesquería centro-norte es la única que registra una actividad pesquera continuada, ya que la unidad de pesquería de *P. monodon* de la zona centro-sur estuvo sujeta a una veda total desde el 2001, aunque en el 2009 se levantó temporalmente ésta para permitir las actividades extractivas de 2.500 t para ser procesadas exclusivamente en una empresa de la ciudad de Tomé en la VIII Región.

El año 2001 también entró en vigencia la Ley de Límite Máximo de Captura por Armador (Ley 19.713), con asignación de cuotas globales asignada a los armadores y fraccionada para el sector artesanal e industrial. De esta manera, desde el 2001 la pesquería de crustáceos que se desarrolla en la zona centro-norte de Chile ha estado regulada a través de cuotas globales de captura. No obstante, en la unidad de pesquería sur se han autorizado repetidamente la realización de pesca de investigación (Arana *et al.* 2007, 2008).

Este grupo de trabajo ha optado por analizar la situación del langostino colorado y amarillo con modelos de evaluación estructurados por talla (Punt y Kennedy 1997, Quinn *et al.*, 1998;

Fu *et al.*, 1999, 2001, Fu & Quinn 2000, Hobday & Punt, 2001, Breen *et al.*, 2003, Punt, 2003). Aunque el modelo de dinámica poblacional que se ha utilizado ha permitido explicar los cambios observados en la biomasa vulnerable y la estructura de tallas en los cruceros de área barrida, puede presentar ciertas limitaciones. En efecto, según Xiao (2006), cuando se utiliza una tasa instantánea de mortalidad natural constante en un modelo talla-estructurado, con unidad temporal (año^{-1}), se genera una mortalidad natural tamaño-dependiente (mm^{-1}), lo que constituye una inconsistencia con las ecuaciones de supervivencia. En efecto, el modelo de evaluación podría estar indicando una población que es más dinámica que la real, que el tamaño poblacional es más pequeño que el real, que la fuerza de los reclutamientos es mayor, y que si la población ha sido agotada, entonces su recuperación es más rápida que lo real. Xiao (2006) señala que si se utiliza un modelo estructurado por talla, entonces la tasa de mortalidad natural debe ser estructurada por talla. Lamentablemente, puede ser muy complejo determinar la mortalidad natural tamaño-dependiente puede ser muy complejo, y ante la falta de información y datos se debe asumir un valor constante, siendo ésta la hipótesis más parsimoniosa.

Otro gran error conceptual es asumir que para recursos a los que no se les puede determinar la edad, solamente se debe usar modelos estructurados por talla. La dinámica poblacional puede ser perfectamente modelada sobre una base estructurada por edad, con observaciones en talla.

En consecuencia, el estado de situación del langostino colorado y langostino amarillo en cada unidad de pesquería (XV-IV Regiones, III-IV y V-VIII Regiones) se determinó considerando componentes de un modelo de evaluación edad-estructurado, asumiendo capturas conocidas sin error. Este supuesto permitió estimar la tasa de mortalidad natural para los recursos que han estado sometidos a veda total:

3.15.1.1. Dinámica de la abundancia

La dinámica de la abundancia se evaluó por sexo, aunque las ecuaciones se presentan omitiendo el subíndice que indica sexo. Entonces, la abundancia en el año t y edad a es dada por:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3.15.1.1.1. Condiciones iniciales

Las condiciones iniciales se deben establecer para algún año anterior al desarrollo de la pesquería para representar condiciones de equilibrio sin explotación pesquera. Aunque este supuesto simplifica la estructura del modelo, es factible relajarlo si el año inicial para la evaluación representa un periodo en que ya han existido remociones por captura en años anteriores.

Se asume que la abundancia a la edad en el primer año representa condiciones de equilibrio, por lo tanto:

$$N_{a,1} = \begin{cases} \bar{R} & a=1 \\ N_{a-1,1} \exp(-M) & a=2, \dots, A-1 \\ N_{a-1,1} \exp(-M)/(1 - \exp(-M)) & a=A \end{cases}$$

3.15.1.2. Selectividad

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

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

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

3.15.1.3. Crecimiento

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

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

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

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

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

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

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

donde ρ es el coeficiente de Brody ($= \exp(-k)$) y ε_a es una variable aleatoria distribuida normal e independientemente con media cero y varianza constante, σ^2 . De acuerdo con Cohen & Fishman (1980), la longitud esperada y varianza a la edad $a+1$ para un individuo de longitud x a la edad a , considerando que fue reclutado a la edad r , son

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

y

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

3.15.1.4. Predicción de datos observados

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

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

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

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

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

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

3.15.1.5. Funciones de log-verosimilitud

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

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

donde I representa la biomasa vulnerable evaluada por área barrida.

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

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

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

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

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

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

La penalización para los residuales del reclutamiento queda definida por

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

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

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

3.15.1.6. Implementación y proceso de estimación

El modelo de evaluación aquí descrito y sus variantes se implementaron en AD Model Builder de diferenciación automática que permite resolver modelos complejos no-lineales (Otter Research 1999, otter@island.net). AD Model Builder permite una estimación eficiente y rápida, otorgando gran flexibilidad al usuario para modificar el modelo y analizar variantes. AD Model Builder utiliza derivativas exactas respecto de los parámetros del modelo (diferenciación automática). Además, es muy útil para modelos con una gran cantidad de parámetros, provee estimaciones rápidas y precisas de la matriz Hessiana en el máximo (o mínimo), lo que permite contar con la matriz de covarianza, correlación, y por lo tanto con límites de confianza para todos los parámetros de interés a través del método Delta (Seber & Wild, 1989). A su vez, AD Model Builder permite evaluar políticas de explotación alternativas a través del algoritmo MCMC (Gelman *et al.*, 1995).

3.16. Objetivo Específico 6 (Adicional)

Analizar el efecto del colapso en el stock de merluza común y la aplicación de cuotas de pesca en la recuperación potencial de los stocks de langostino colorado y langostino amarillo entre la V y VIII Regiones

3.16.1 Introducción

Se ofreció este objetivo específico adicional porque se consideró relevante analizar la situación presente y perspectiva de corto y mediano plazo de los recursos langostino colorado y langostino amarillo desde un enfoque complementario al tradicional, esto es, evaluación indirecta del stock basada en modelos mono-específicos. Acá se aplica un enfoque dinámico multi-específico y de trama trófica para analizar el efecto potencial de:

- a) cambios recientes en la abundancia de merluza común que preda de manera importante sobre langostino colorado y, en menor medida, sobre langostino amarillo; y,
- b) implementación de cuotas de captura en los recursos langostinos en los próximos años.

Existe acuerdo en que la crítica situación mundial de las pesquerías, en conjunto con la evidencia de la íntima relación de recursos objetivo con su ambiente físico y biológico, indican que la administración pesquera moderna debe incluir, además de objetivos y enfoques mono-específicos, otros objetivos más amplios que la mera evaluación mono-específica, esto es, integrar los denominados objetivos ecosistémicos (FAO, 2003). Chile no es una excepción. En particular los objetivos ecosistémicos han sido mal entendidos, pues existe la creencia que se trata de incorporar objetivos para manejar el ecosistema, lo que sería pretencioso. Estos objetivos deben entenderse como la generación de indicadores del ecosistema, esto es, de un conjunto de mediciones que permitan entender, primero, y mejorar, después, el desempeño de algunas variables seleccionadas del ecosistema.

Las poblaciones explotadas no están aisladas de su entorno físico y biológico, sino que se encuentran estrechamente ligadas e influenciadas por ellos. Por un lado, cambios interanuales y decadales en las condiciones oceanográficas son importantes en procesos poblacionales como reclutamiento, crecimiento y mortalidad, entre otros. Por otro lado, las poblaciones explotadas son parte de intrincadas redes tróficas que conducen a interacciones complejas, dentro de las cuales la predación y competencia por alimento juegan papeles importantes (Neira *et al.*, 2004).

En Chile central la pesquería de crustáceos ha operado tradicionalmente sobre tres recursos objetivos principales, a saber, langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*), langostino amarillo (*Cervimunida johni*) y camarón nailon (*Heterocarpus reedi*). Basándose en el pobre estado de sus poblaciones, la autoridad declaró en vedad total a las dos primeras especies en el año 2001 en la unidad de pesquería de la V a VIII Regiones. Esta veda se mantuvo hasta el año 2009, cuando a nivel del Ministro del Interior de Chile se gestionó y obtuvo de la Subsecretaría de Pesca un Decreto con el que se estableció una cuota de 2.500 toneladas para ser capturadas y procesadas por una empresa pesquera de la ciudad de Tomé, atendiendo la alta cesantía en todas las actividades económicas de la localidad.

Algunas evaluaciones recientes de los stocks de langostino colorado y langostino amarillo confirman una lenta, aunque sostenida recuperación del stock de langostino colorado en la misma unidad de pesquería. Específicamente, se ha observado una mejoría y consolidación en la estructura de edades del stock y un aumento de su biomasa vulnerable (Acuña *et al.*, 2006; Arana, 2008). Entonces, nosotros planteamos que otros factores, además de la pesca, podrían jugar roles clave como causa de las bajas abundancias de estas poblaciones y su lenta recuperación. Recordemos que la pesquería del recurso langostino colorado se mantuvo en veda total por más de 8 años consecutivos, aunque algunas “pescas de investigación” fueron otorgadas por la Subsecretaría de Pesca antes del año 2009.

Arancibia *et al.* (2005) avanzaron la hipótesis que la mortalidad por predación, especialmente en langostino colorado, puede ser un factor determinante tanto en el colapso como en la recuperación de los stocks de langostinos en la unidad de pesquería centro-sur (V a VIII

Regiones). Los análisis de la interacción predador-presa entre merluza común (*Merluccius gayi*) y las dos especies de langostinos han revelado que estas últimas, y sobretodo langostino colorado, son presas importantes de merluza común en el largo plazo (Cubillos *et al.*, 2006). Más específicamente, la mortalidad por predación en langostino colorado ha sido la principal fuente de mortalidad, incluso durante la época previa al establecimiento de la última veda desde el año 2001 (Neira *et al.*, 2004; Arancibia *et al.*, 2006). Estos últimos autores confirmaron que la predación de merluza común sobre langostino colorado explica la mayor fracción de la mortalidad total en esta especie en la década de los años 1990 y principios de la década de los años 2000 (Arancibia *et al.*, 2006).

Consecuentemente, es posible plantear, entonces, la hipótesis que cambios importantes en la biomasa de merluza común observados a fines de la década de los años 1990s (incremento) e inicios de la década del 2000 (fuerte disminución) han jugado un rol importante en la dinámica del recurso langostino colorado y, en menor medida, también en el recurso langostino amarillo. En este sentido, varios estudios han mostrado fuertes interacciones tróficas entre peces gadiformes y crustáceos bentónicos (i.e., Beremboim *et al.*, 2000; Hanson & Chouinard, 2002; Worm & Myers, 2003; Siegel *et al.*, 2005). El patrón común indica que la abundancia de crustáceos bentónicos es afectada negativamente por la abundancia de peces gadiformes, siendo ésta evidencia de control por predación o top-down. Por lo tanto, se postula que la disminución de la predación por merluza común sobre langostino colorado podría jugar un rol clave en la recuperación de las dos especies de langostino, especialmente después del cuasi-colapso de la pesquería de merluza común desde el año 2005 en adelante, lo que se ha reflejado en que las cuotas por sobre 124 mil toneladas, en su máximo nivel, han caído a 55 mil toneladas en los últimos años, aunque ésta no se completa debido a escasez del recurso en el mar.

En general, la mortalidad natural (M) y la mortalidad por predación (M2) no son modeladas satisfactoriamente en modelos mono-específicos de evaluación de stock. De hecho, en la mayoría de los casos se considera que M y M2 son constantes en el stock evaluado, tanto por edades como en el tiempo.

Luego, al no considerar explícitamente las interacciones dinámicas entre predadores y presas, los modelos mono-específicos no evalúan el posible efecto de distintos tipos de control en la regulación de la abundancia de predadores y presas. Estos supuestos son poco realistas, por lo que en este objetivo adicional se evalúa el efecto de cambios en la mortalidad total de los stocks de langostino colorado y langostino amarillo entre la V y VIII Regiones, analizando con especial énfasis la mortalidad por predación como parte de la mortalidad natural. Se simuló distintos niveles de mortalidad por pesca (F), mortalidad por predación (M2) y la interacción entre los dos efectos

3.16.2 Métodos

3.16.2.1 Modelo Chile central ajustado a series de tiempo

Arancibia *et al.* (2006) construyeron un modelo Ecopath para representar las interacciones tróficas de los principales recursos pesqueros, sus predadores y presas en Chile central (V a IX Regiones), y ajustaron el modelo a series de tiempo de abundancia (biomasa, CPUE), capturas/desembarques y mortalidad por pesca ($F = Y/B$) utilizando el software Ecopath with Ecosim (Walters *et al.*, 1997).

Se utilizó este modelo como base para realizar proyecciones de la biomasa de langostino colorado y langostino amarillo ante distintos niveles de mortalidades por pesca y predación. Las simulaciones fueron realizadas utilizando el modelo y software Ecopath with Ecosim (EwE) que se describe a continuación.

3.16.2.2. Modelo Ecopath with Ecosim

El modelo y software Ecopath with Ecosim (EwE; Christensen & Pauly, 1992; Walters *et al.*, 1997) reúne una familia de modelos desarrollados para representar tramas tróficas tanto

estáticas (Ecopath) como dinámicas en el tiempo (Ecosim) y el espacio (Ecospace). Los principales aspectos matemáticos de EwE se presentan brevemente a continuación.

3.16.2.2.1. ECOPATH el modelo con balance de masa

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

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

O más formalmente,

$$P_i = Y_i + B_i \cdot M_{2i} + E_i + BA_i + P_i \cdot (1 - EE_i) \quad (\text{Ec. 1})$$

donde: P_i es la tasa de producción total del grupo i ; Y_i es su tasa de captura total; M_{2i} es la tasa de predación total para el grupo i , B_i es la biomasa total del grupo i ; E_i es la tasa de migración neta (emigración-inmigración), BA_i es la acumulación de biomasa del grupo i (término que puede ser positivo o negativo y que indica que Ecopath es un modelo en equilibrio solo cuando se asume que $BA_i=0$); $P_i(1-EE_i)=M_{0i}$ es la tasa de “otra mortalidad” aquella mortalidad que es independiente de la predación y capturas.

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

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

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

De los términos de la Ec. 2, la tasa de producción (P_i) se calcula como el producto entre la biomasa del grupo i (B_i) y su razón producción biomasa $(P/B)_i$. De acuerdo con Allen (1971), en poblaciones en equilibrio, con mortalidad exponencial y crecimiento tipo von Bertalanffy, la razón $(P/B)_i$ corresponde a la tasa de mortalidad total Z_i .

La mortalidad por depredación $M2$, que es el que conecta los grupos (presas y predadores) del sistema, se calcula como:

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

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

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

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

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

O más formalmente:

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

donde: Q corresponde al consumo, P a la producción, R es la respiración, U es el alimento no asimilado.

Esta ecuación define el consumo como la suma del crecimiento gonadal y somático, los costos metabólicos y los productos de excreción.

3.16.2.2.2. Ecosim: el Modelo con Dinámica Temporal

Aunque Ecopath ha sido ampliamente utilizado en el análisis de tramas tróficas acuáticas (ver ejemplos en www.ecopath.org), este enfoque representa sólo la situación del sistema en el período de tiempo analizado, i.e. una fotografía. Ecopath es, por lo tanto, incapaz de responder preguntas sobre la dinámica de uno o varios stocks o de la trama trófica en su conjunto ante cambios en factores internos (predación) o externos (pesca y variabilidad ambiental). Walters *et al.* (1997), concientes de esta limitación, dieron un salto cualitativo y cuantitativo muy significativo en la modelación de ecosistemas marinos, al traducir la ecuación básica de Ecopath (Ec. 2) en una ecuación de biomasa dinámica. Esta innovación permite realizar simulaciones y analizar las tendencias de la biomasa de cada componente del ecosistema ante cambios en la mortalidad por pesca de las especies objetivo y de la fauna acompañante, cambios en variables físicas ambientales y combinaciones de las anteriores. La ventaja de Ecosim es que se aplica sobre un modelo Ecopath ya construido, tomando ventaja, entonces, de toda la parametrización previa. La ecuación básica de Ecosim describe la dinámica de los grupos funcionales en el ecosistema de la siguiente forma:

$$\frac{dB_i}{dt} = f(B) - M_0 B_i - F_i B_i - \sum_{j=1}^n c_{ij}(B_i, B_j) \quad (\text{Ec. 5})$$

donde: $f(B)$ es una función de B_i ; F_i es la tasa de mortalidad por pesca del grupo i ; y $c_{ij}(B_i, B_j)$ es la función que predice el consumo de la presa i por el predador j . Si el grupo i es un productor primario, entonces:

$$f(B_i) = v_i B_i / (1 + B_i h_i) \quad (\text{Ec. 6})$$

donde: v_i es la razón P/B máxima que i puede alcanzar cuando B_i es baja; y, v_i/h_i es tasa de producción primaria neta máxima para el grupo i cuando B_i no está limitada por la producción.

Si el grupo i es un consumidor, entonces:

$$f(B_i) = g_i \sum_{j=1}^n c_{ij} (B_i, B_j) \quad (\text{Ec. 7})$$

donde: $g_i = B_i (P_i/B_i)$ representa la eficiencia neta de crecimiento de i .

El sistema de ecuaciones que se deriva de la Ec. 5 se integra en el tiempo incorporando tasas de mortalidad por pesca variables (data histórica o simulada), arribando así a predicciones dinámicas de biomasa para todo i . Estas predicciones son el resultado directo de cambios en la captura, la predación y la disponibilidad de alimento para cada grupo i y un reflejo indirecto de cambios en la pesca y la predación sobre grupos que interactúan (i.e., predadores, presas y competidores) con el grupo i .

Tal como ocurre en Ecopath, en Ecosim lo que es consumo para un grupo (predador) es mortalidad para otro (presa). Por lo tanto, la dinámica temporal de cada grupo i está fuertemente ligada al consumo de alimento (mortalidad por depredación) de cada predador. A continuación se presenta la ecuación a través de la cual Ecosim predice el consumo (C_{ijt}) de la presa i por el predador j al tiempo t :

$$C_{ij} = \frac{a_{ij} v_{ij} B_{it} B_{jt}}{2v_{ij} + a_{ij} B_{jt}} \quad (\text{Ec. 8})$$

donde: a_{ij} corresponde a la tasa efectiva de búsqueda del predador j sobre la presa i ; v_{ij} es la tasa instantánea máxima de mortalidad que el predador j puede causar sobre la presa i . Como se observa en la Ec. 8, C_{ijt} depende de las biomasa de presa (B_{it}), del predador (B_{jt}), de la tasa de búsqueda del predador y de la “vulnerabilidad” de la presa a la depredación. De estos cuatro parámetros, la vulnerabilidad a depredación es la que determina en mayor medida la

dinámica tanto de la biomasa del predador como de la presa (Walters *et al.*, 1997). A continuación se discute con más detalle los aspectos relacionados a este parámetro.

Las relaciones predador-presa son complejas y no pueden ser descritas por ecuaciones simples tipo Lotka-Volterra (Walters *et al.*, 1997). En efecto, los predadores y las presas no se distribuyen homogéneamente en el espacio y su interacción depende del comportamiento de ambos. Por un lado, la presa utiliza tácticas de escape/refugio que disminuyen el riesgo o probabilidad de ser depredada, mientras que el predador puede ajustar el tiempo y energía que destina a la búsqueda y manipulación (caza, ingesta y digestión) de una presa particular.

Lo anterior se relaciona con las dos visiones clásicas que tratan de explicar la regulación poblacional en la naturaleza. Por un lado, se sostiene que la disponibilidad de alimento (control por presas o bottom-up) es el principal medio de regulación poblacional. Por el otro, se propone que las poblaciones están reguladas por la presión de predación (control por predadores o top-down). Actualmente, se acepta que ambas hipótesis o tipos de control operan dinámicamente al interior de las tramas tróficas marinas. Esto implica que la evaluación de las relaciones predador-presa requiere necesariamente analizar el tipo de control que opera en la trama trófica o en un par predador/presa específico durante un periodo de tiempo determinado. Ecosim utiliza la vulnerabilidad de la presa a la depredación como una aproximación a este problema. Esta vulnerabilidad puede verse influenciada por cambios espaciales del predador, de la presa o de ambos, y de ahí la alternancia dinámica entre un tipo de control y otro.

En Ecosim la biomasa de cada grupo presa B_i tiene un componente vulnerable para cada predador j (V_{ij}) en cualquier momento del tiempo (Fig. 18). La importancia del parámetro vulnerabilidad (v) en las predicciones realizadas por Ecosim, es que éste regula la velocidad de intercambio entre la fracción invulnerable y la vulnerable de la presa. Si v es alto, entonces el reemplazo desde la biomasa invulnerable a la vulnerable será casi instantáneo. En cambio, si v es bajo, entonces el reemplazo de la biomasa desde la fracción invulnerable a la vulnerable será lento, y en este caso, la dinámica del predador estará regulada por el valor de v más que por el valor de la biomasa del predador. Así, un valor bajo de v implicará un control por presas.

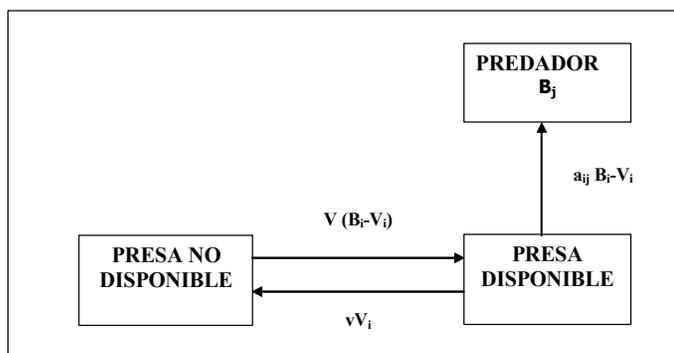


Fig. 18. Representación de los flujos entre la fracción vulnerable (V_i) e invulnerable ($B_i - V_i$) de la biomasa de una presa dada en EwE. El parámetro a_{ij} es la tasa de búsqueda de la presa i por el predador j , v es la tasa de intercambio entre el estado vulnerable y el invulnerable. El balance instantáneo entre ambos estados de la biomasa de la presa implica que $V_i = v B_i / (2v + a B_j)$. Modificado de Walters *et al.* (1997).

En la versión 5.1 de Ecosim, v se distribuye entre 1 y $\gg 1$. Por lo tanto, un valor alto de v (i.e. $\gg 1$) implica control por predadores (top-down), mientras que un valor bajo de v (cercano a 1) implica control por presas (bottom-up).

3.16.3. Escenarios de simulación

A partir del modelo balanceado, ajustado a series de tiempo presentado en Arancibia *et al.* (2006), se realizó escenarios de simulación para evaluar las tendencias de las biomásas de langostino colorado y langostino amarillo entre la V y VIII Regiones, con énfasis en la evaluación de su potencial recuperación.

3.16.3.1. Escenarios de pesca

Se simuló el efecto de incrementos paulatinos en la mortalidad por pesca de langostino colorado y langostino amarillo, independientemente, a partir del año 2009 para el corto plazo (5 años) y mediano-largo plazo (10 años), según los siguientes criterios:

- a) $F=0$
- b) F constante (derivada de la cuota fijada para 2009, i.e., 2.500 ton)

3.16.3.2. Escenarios de mortalidad por predación

En este escenario utiliza la biomasa de merluza común como variable forzante de las biomásas de langostinos colorado y amarillo a partir del año 2008, evaluando el efecto de dichos cambios en el corto plazo (5 años) y mediano-largo plazo (10 años), simulando los siguientes efectos:

- a) biomasa de merluza común constante (i.e., $M2$ constante); y,
- b) biomasa de merluza común en recuperación (incremento en $M2$ directamente proporcional al incremento en biomasa de merluza común).

4. RESULTADOS

4.1. Aspectos operacionales de los cruceros

Los cruceros de evaluación se realizaron entre el 16 de julio y el 9 de noviembre de 2009. En la Tabla 7 se resume las actividades de muestreo ejecutadas mediante la programación de las dos embarcaciones arrastreras (un PAM y una L/M) participantes en el estudio.

Tabla 7. Variables operativas del estudio de evaluación directa de langostino amarillo y langostino colorado entre la II y VIII Regiones.

VARIABLE OPERATIVA	VALOR	(%)	TOTAL
Período	16/07/2009 - 9/11/2009		
Rango de Latitud	25° 34,72' S - 36° 57,04' S		
Rango de Profundidad (m)	82 – 428		
Lances propuestos OTE	550		
Lances Investigación ejecutados	516		566
Lances de remuestreo	4		
Lances comerciales	46		
Total lances ejecutados	566	100	
Lances con pesca	507	89,6	566
Lances sin pesca	59	10,4	
Lances con captura de langostino amarillo	268	47,3	566
Lances sin captura de langostino amarillo	298	52,7	
Lances con captura de langostino colorado	247	43,6	566
Lances sin captura de langostino colorado	319	56,4	
Lances con captura de las dos especies	98	17,3	
Lances con medición de APA	257	45,33	566
Lances sin medición de APA	161	54,67	
Tiempo total de arrastre (horas)	193,6	100	
Tiempo de arrastre con captura de L. amarillo	79,6	41,12	
Tiempo de arrastre con captura de L. colorado	91,5	47,26	
Tiempo de arrastre con captura de ambas especies	27,6	14,26	
Tiempo de arrastre sin captura	15,1	7,8	

En tanto que en la Tabla 8 se entrega detalles de los lances propuestos (n= 550) y efectivamente efectuados (n= 566) dentro de los caladeros históricos de los recursos langostinos de la II a la VIII Regiones. En el Anexo 1 se adjunta un registro fotográfico de la maniobra de pesca y muestreo.

Tabla 8. Número de lances propuestos y efectuados totales en los caladeros históricos de langostino amarillo y langostino colorado, por Región.

REGIONES	PROPUESTOS	EJECUTADOS	DIF
2	20	21	1
3	100	84	-16
4	140	164	24
5	98	99	1
6	44	43	-1
7	31	39	8
8	117	116	-1
TOTAL	550	566	16

En la Tabla 9 se detalla los lances donde se capturó efectivamente las especies objetivo, observándose que la mayor fracción de lances positivos para langostino amarillo correspondió a la zona de la IV a la VI Región, con un máximo de 69,77% en la VI Región. En el caso del langostino colorado, la fracción de lances positivos fue mayor en los dos extremos del área de estudio, i.e. II y VII-VIII Regiones, lo que refleja los sectores donde predomina una u otra

Tabla 9. Lances con captura de langostino amarillo y langostino colorado por Región y porcentaje con respecto a los lances efectuados en cada caso.

REGION	LANCES	CAPT LA	%	CAPT LC	%
2	21	2	9,52%	12	57,14%
3	84	39	46,43%	39	46,43%
4	164	105	64,02%	56	34,15%
5	99	54	54,55%	30	30,30%
6	43	30	69,77%	7	16,28%
7	39	16	41,03%	17	43,59%
8	116	22	18,97%	86	74,14%
TOTAL	566	268	47,35%	247	43,64%

La información de fechas y lugares geográficos de los muestreos se detalla en el Anexo 2. Los registros de los lances efectuados por nave, con geoposición, distancia lineal recorrida, área barrida, abertura de punta de alas (APA), captura (kg) y rendimiento de pesca (CPUA) de cada especie objetivo son entregados en el Anexo 3.

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

4.2.1. Estandarización de las naves

La prueba estadística de t-Student de comparación de medias con varianzas desiguales, para probar la existencia de diferencias significativas entre el área barrida promedio entre embarcaciones, acepta la hipótesis nula de igualdad de las medias ($H_0: \mu_1 = \mu_2$). Esto es, no se encontraron diferencias significativas entre los valores no cero de densidad promedio (cpua) entre naves al nivel de probabilidad de 5% (Tabla 10).

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

Tabla 10. Resultados de la prueba estadística t-Student de comparación de medias con varianzas desiguales (Sokal & Rohlf, 1979) entre el esfuerzo de pesca = área barrido promedio (km²) entre las embarcaciones PAM “FOCHE” y L/M “DON JOSÉ MIGUEL”

Variable	PAM Foche	L/M Don José Miguel
$f_{prom} =$	0,017023	0,015164
D.E.(f) =	0,017939	0,003177
n =	461	110

$$sp^2 = 0,000262$$

$$sp = 0,016189$$

$$t = 1,082 \quad \alpha = 5\%$$

$$gl = 569$$

$$tc = 1,964$$

$$sp^2 = \frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}$$

4.2.2. Modelo funcional de la APA.

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

Un modelo funcional de la APA se obtuvo para cada una de las embarcaciones participantes en el crucero mediante un Modelo General Linealizado (glm, generalizad linear model) utilizando el paquete “stats” implementado en el ambiente y lenguaje computacional R (www.R-project.org). Las variables incorporadas en el análisis fueron la APA (m) como variable respuesta, la velocidad de arrastre (*Vel.*, nudos), la longitud del cable de cala (*LCC*, m) y la profundidad de calado (*Prof*, m). Además se asumió interacción entre la profundidad y la LCC. El modelo funcional de la APA quedó representado por la expresión (según el lenguaje R):

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

La medida de bondad de ajuste está dada por el parámetro de dispersión de la familia gaussiana (*pdg*) y es equivalente al valor de r^2 utilizado como medida de bondad de ajuste en el caso de la regresión simple o múltiple. Luego, conocidos los ponderadores del modelo funcional (Tabla 11), y las variables independientes se calculó la APA en aquellos lances de pesca en que no se contó con registro directo mediante el equipo NETMIND.

Tabla 11. Parámetros de la relación funcional entre la APA (variable dependiente) y las variables independientes *LCC*, *Prof* y *Vel* en las embarcaciones PAM “FOCHE” y L/M “DON JOSÉ MIGUEL”, participantes del crucero de evaluación directa entre la II y VII regiones. *pdg* = parámetro de dispersión de la familia gaussiana.

Variable	PAM Foche	L/M Don José Miguel
<i>Prof:LCC</i>	-2,6718	-1,6 x 10 ⁻⁶
<i>Vel</i>	-1,7724	-0,0246
Constante	1,6451	11,4576
<i>pdg</i>	0,7789	0,7211

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

Las capturas por lance de pesca de 15 minutos fluctuaron entre cero (ausencia de pesca) y 2.010 Kg para el caso del langostino amarillo, y entre cero y 2.934 Kg en el caso del langostino colorado. La densidad local (por lance de pesca) fluctuó entre cero (cuando no hubo captura) y 206,71 ton/km² para el langostino amarillo, y entre cero y 248,72 ton/km², en el caso de langostino colorado. Se descartó del análisis todos aquellos lances en que las dificultades de operación (profundidad no apta, fondo no rastreable, otras) o climáticas impidieron el buen desempeño de la nave. La distribución espacial de la densidad (ton/km²) por especie y zona de análisis geoestadístico se entregan en el Anexo 6.

4.4. Aspectos biológicos.

4.4.1. Capturas y muestreo biológico.

Durante el período y zona de estudio (II a VIII Regiones) se midió 25.441 ejemplares de langostino amarillo en su LC (m) para construir las distribuciones de frecuencia de tallas; además, se pesó 11.531, para estimar la relación longitud-peso. En la Tabla 12 se entrega la información del esfuerzo total de muestreo de frecuencia (ejemplares medidos) y biológico-específicos (ejemplares pesados). Para el caso de langostino colorado, se midió 23.519 ejemplares en su LC (mm) para construir las distribuciones de frecuencia de tallas, de los que se pesó 12.139 ejemplares para construir la relación longitud-peso (Tabla 13).

Tabla 12. Esfuerzo total de muestreo de frecuencia (medidos) y biológico específicos (pesados) de la captura de langostino amarillo entre la II y VIII Regiones.

SEXO	DATO	REGIÓN							TOTAL
		II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
Machos	Medidos	86	2.322	6.703	3.840	2.101	437	947	16.436
	Pesados	40	1.194	3.124	1.809	1.032	240	512	7.951
Hembras s/huevos	Medidos	2	1.174	277	62	119	10	62	1.706
	Pesados		463	128	29	89	3	26	738
Hembras c/huevos	Medidos	66	252	4.843	1.417	275	230	216	7.299
	Pesados	15	121	1.861	494	102	135	114	2.842
Total Medidos		154	3.748	11.823	5.319	2.495	677	1.225	25.441
Total Pesados		55	1.778	5.113	2.332	1.223	378	652	11.531

Tabla 13. Esfuerzo total de muestreo de frecuencia (medidos) y biológico específicos (pesados) de la captura de langostino colorado entre la II y VIII Regiones.

SEXO	DATO	REGIÓN							TOTAL
		II	III	IV	V	VI	VII	VIII	
Machos	Medidos	749	1.828	3.341	1.969	485	1.757	4.541	14.670
	Pesados	300	836	1.432	865	245	647	3.409	7.734
Hembras s/huevos	Medidos	356	1.722	160	16	12	3	2.063	4.332
	Pesados	91	676	99	9	4	2	1.858	2.739
Hembras c/huevos	Medidos	545	180	1.597	1.329	273	35	558	4.517
	Pesados	168	60	618	499	122	15	184	1.666
Total Medidos		1.650	3.730	5.098	3.314	770	1.795	7.162	23.519
Total Pesados		559	1.572	2.149	1.373	371	664	5.451	12.139

4.4.2. Composición de tamaños

4.4.2.1. Langostino amarillo

4.4.2.1.1. Machos por foco

La composición de tamaños de los machos de langostino amarillo mostró distribuciones de frecuencia polimodales en todos los focos (caladeros) detectados durante el año 2009 entre la II y VIII Regiones (Figs. 19 – 20). Sin embargo, para los focos 25, 28, 29 y 30, esta especie fue muy escasa e infrecuente, por lo que no se pudo construir la distribución de frecuencia de talla por el bajo número de ejemplares en la muestra total. Por lo tanto, considerando toda el área de estudio, en 27 de los 31 focos detectados el rango de tamaño observado para los machos se extendió entre 12,9 y 51,8 mm LC, encontrándose el macho de mayor y menor talla en el foco 11 y 19 (IV Región). El rango más amplio de tallas se encontró en el foco 11 y el más estrecho en el foco 13.

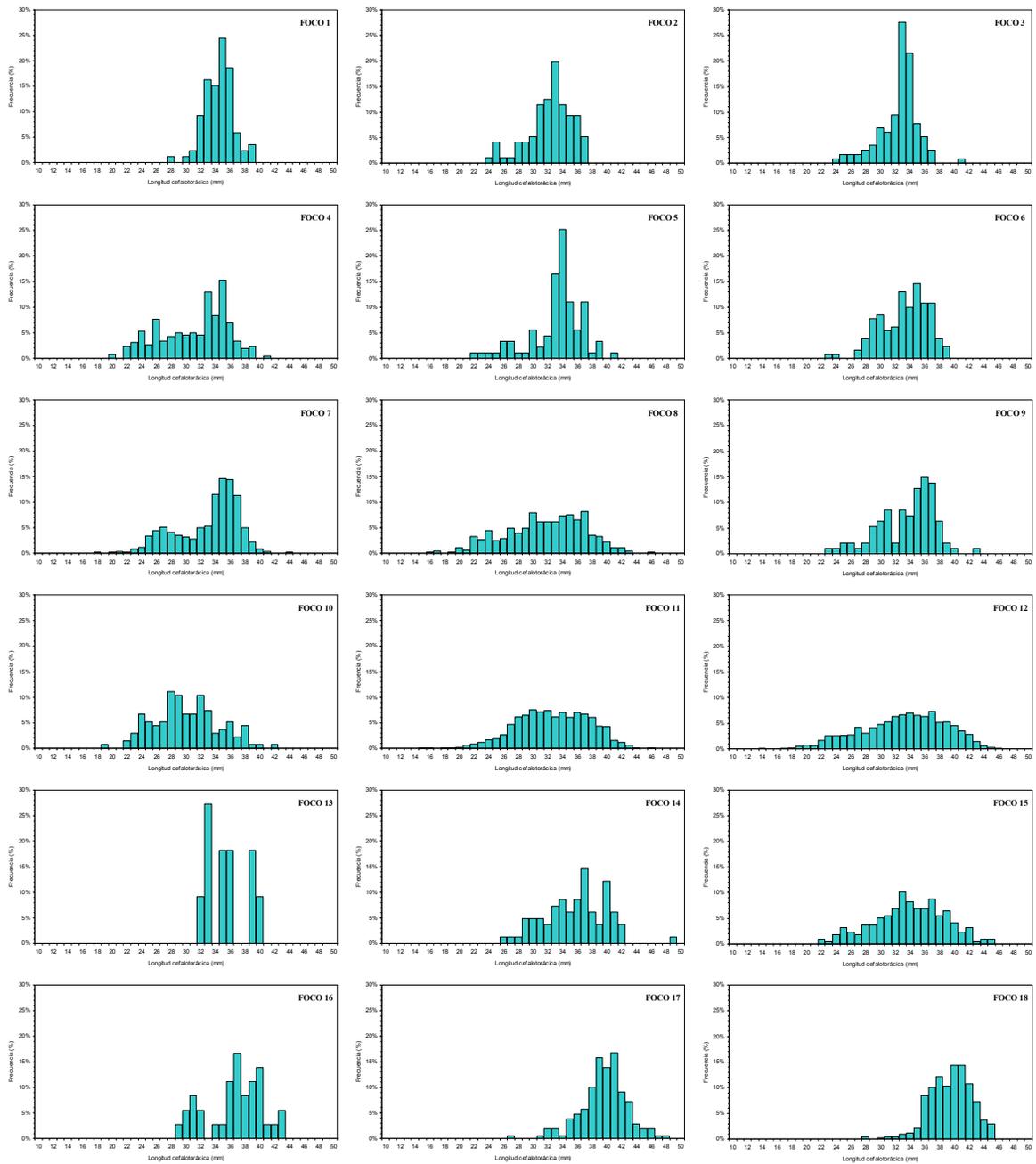


Fig. 19. Distribución de frecuencias de tamaño de machos de langostino amarillo (*C. johni*). Focos 1 a 18.

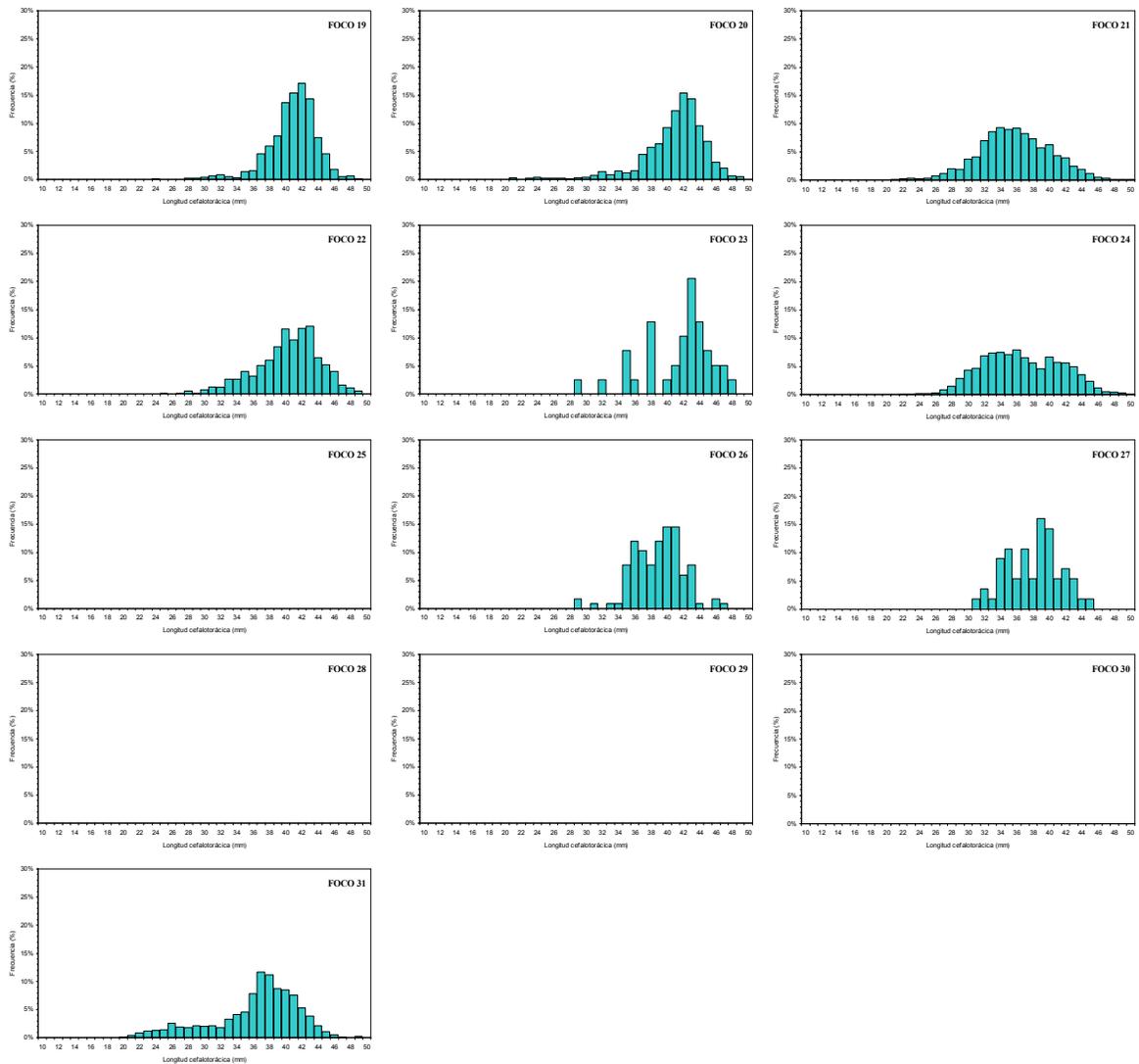


Fig. 20. Distribución de frecuencias de tamaño de machos de langostino amarillo (*C. johni*). Focos 19 a 31.

4.4.2.1.2. Hembras por foco

En el caso de las hembras de langostino amarillo, al igual que en los machos, la composición de tamaños por foco (caladero) en todos aquellos detectados durante este año 2009, de la II a VIII Regiones, mostró en la mayoría distribuciones de frecuencias polimodales (Figs. 21 - 22). Sin embargo, para algunos focos (25, 28, 29, 30) la especie sólo apareció en bajas cantidades e infrecuentemente, por lo que no fue posible construir una distribución de frecuencia de talla debido al escaso número de ejemplares en la muestra. Por lo tanto, considerando toda el área

de estudio, el rango de tamaño observado de hembras se extendió entre 14,6 y 48,3 mm LC, encontrándose la hembra de mayor talla en el foco 20 (V Región) y el de menor talla en el foco 4 (III Región). El rango más amplio de tallas se encontró en el foco 20 y el más estrecho en el foco 2.

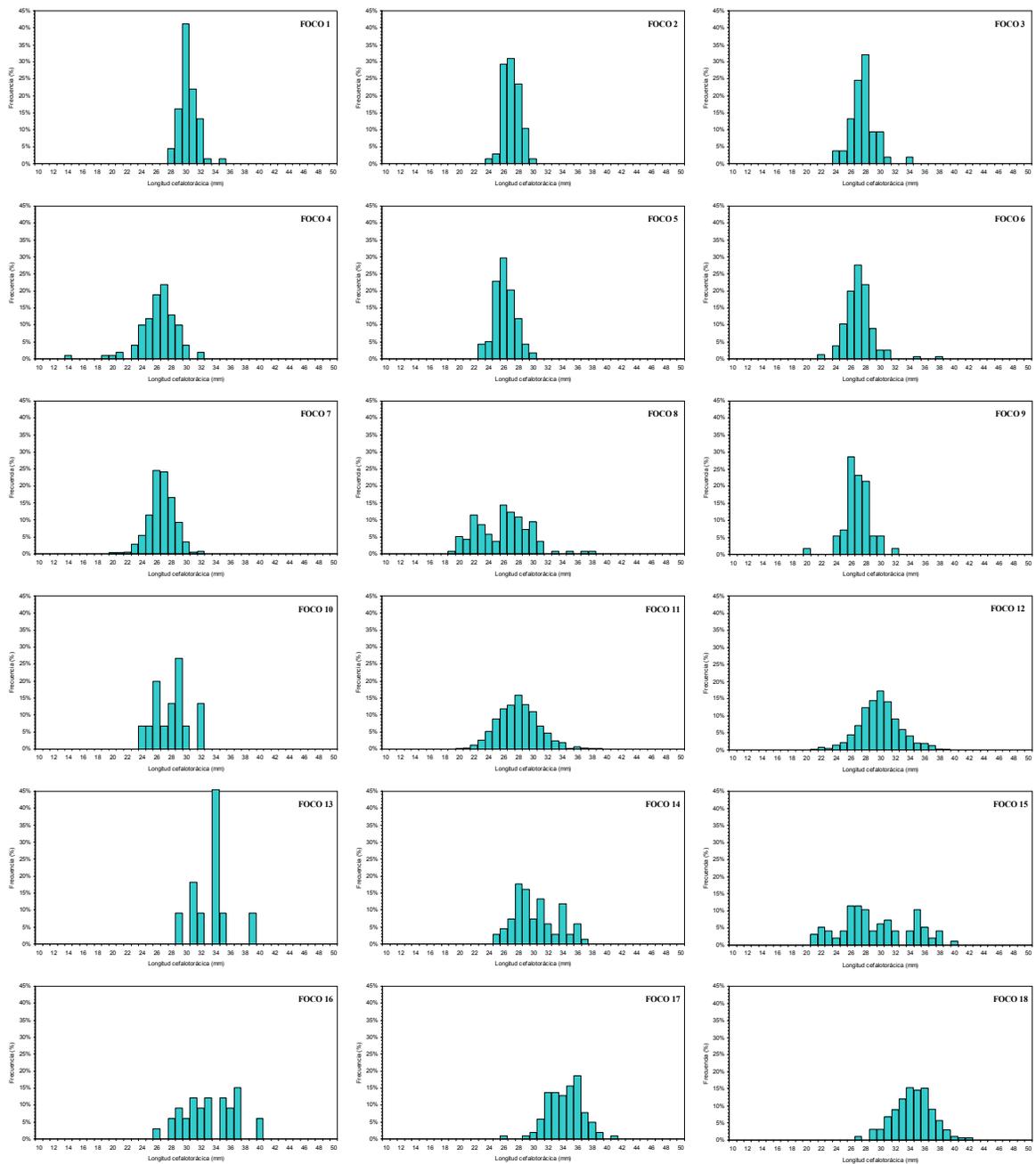


Fig. 21. Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de langostino amarillo (*C. johni*). Focos 1 a 18.

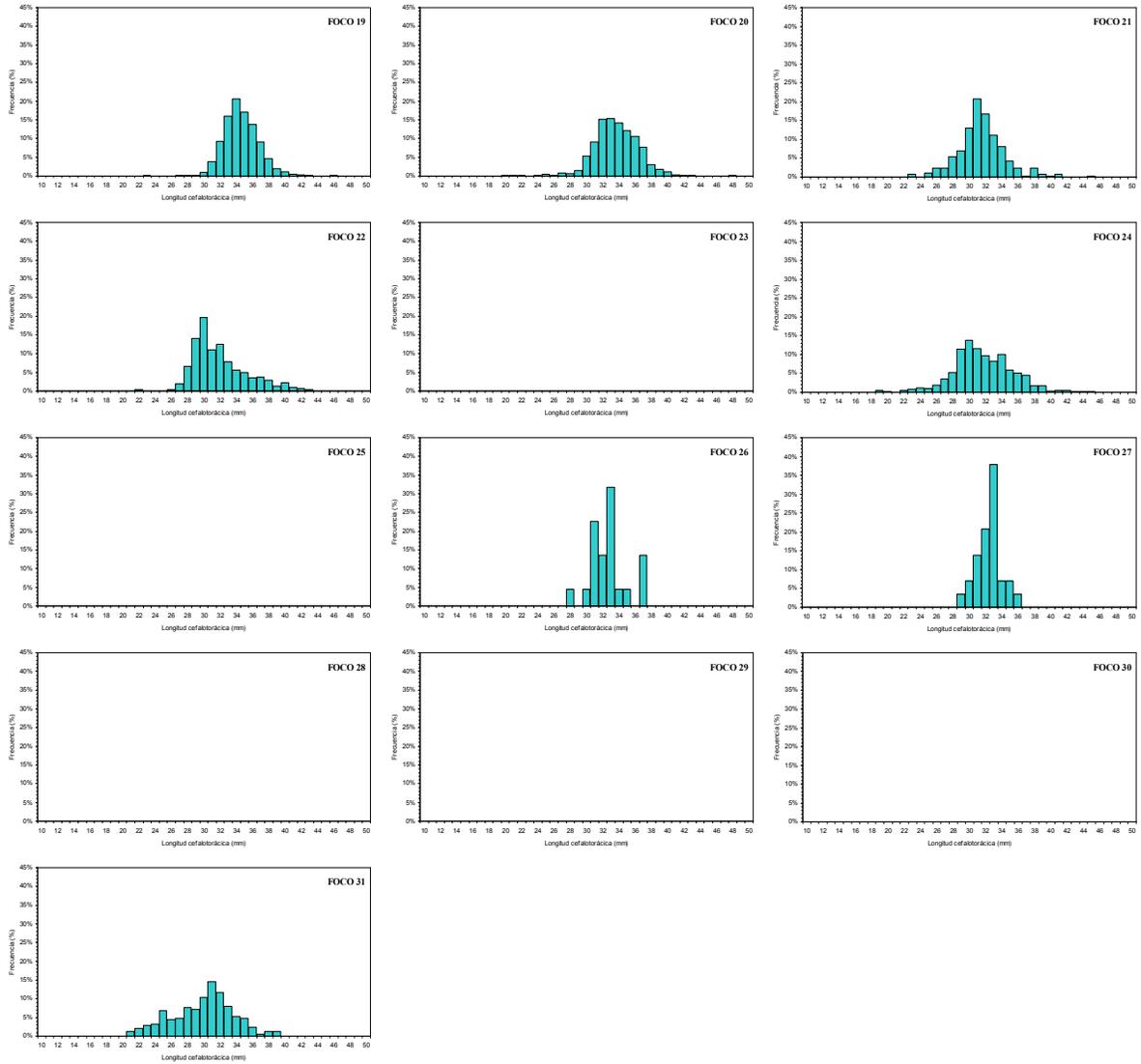


Fig. 22. Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de langostino amarillo (*C. johni*). Focos 19 a 31.

4.4.2.1.3. Sexos combinados por Región.

El rango de tallas global de langostino amarillo (sexos combinados) en toda el área de estudio correspondió a 12,9 - 51,8 mm LC, mientras los rangos observados en las distintas regiones corresponden a 28,3 – 39,8 mm LC en la II Región; 14,6 – 46,2 mm LC en la III Región; 12,9 – 51,8 mm LC en la IV Región; 20,8 – 50,4 mm LC en la V Región; 19,3 – 50,9 mm LC en la VI Región; 24,2 – 51,8 en la VII Región y 20,9 – 49,8 mm LC en la VIII Región (Fig. 23).

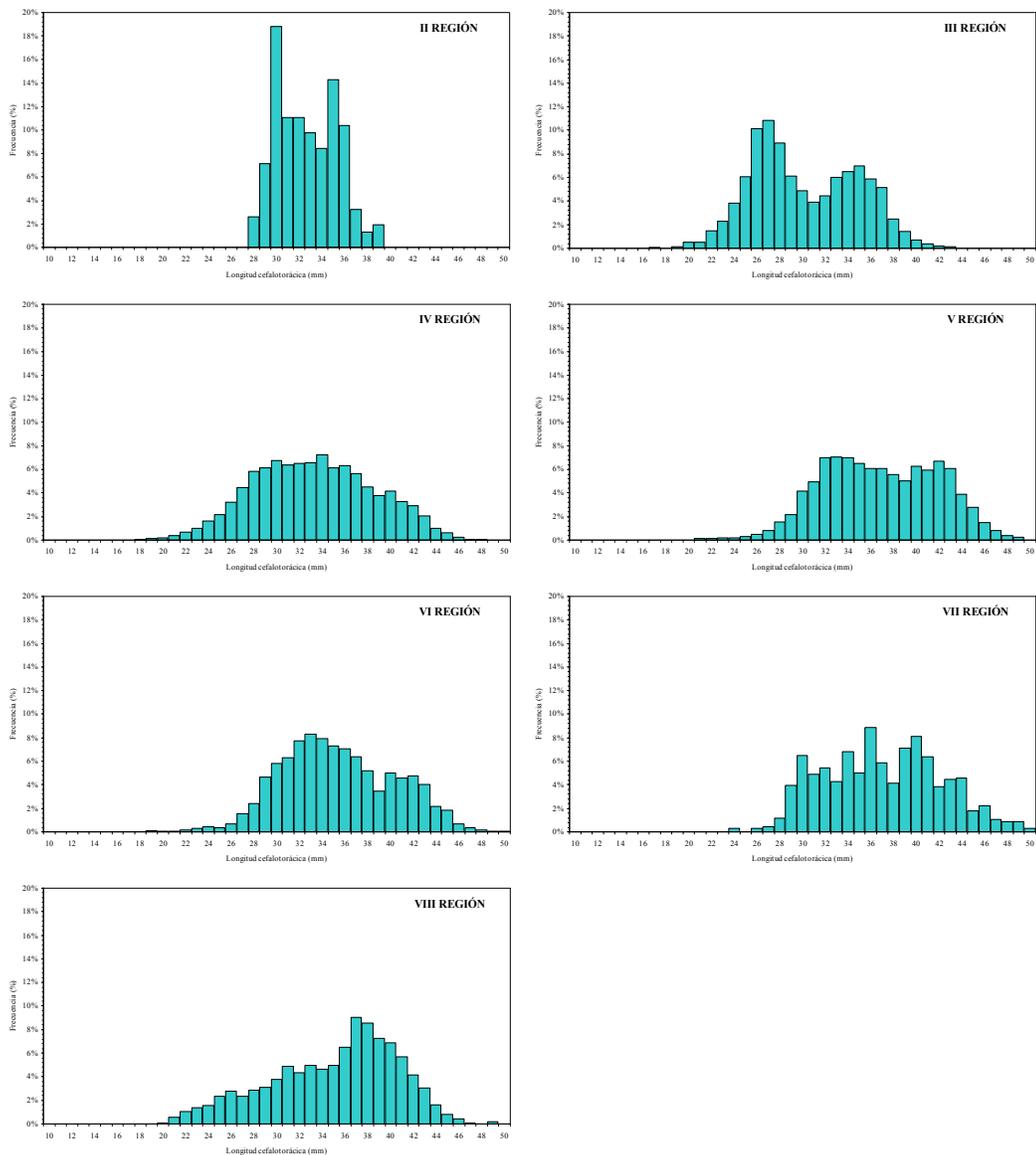


Fig. 23. Distribución de frecuencias de tamaño de langostino amarillo (*C. johni*), sexos combinados, por Región.

4.4.2.1.4. Machos por Región.

El rango de tallas global de machos de langostino amarillo (toda el área de estudio) correspondió a 12,9 - 51,8 mm LC, mientras los rangos observados en las distintas regiones muestreadas corresponden a 28,8 – 39,8 mm LC en la II Región; 16,1 – 46,2 mm LC en la III Región; 12,9 – 51,8 mm LC en la IV Región; 21,1 – 50,4 mm LC en la V Región; 20,8 – 50,9

mm LC en la VI Región; 29,1 – 51,8 mm en la VII Región; y 20,9 – 49,8 mm LC en la VIII Región; todas las distribuciones son polimodales (Fig. 24).

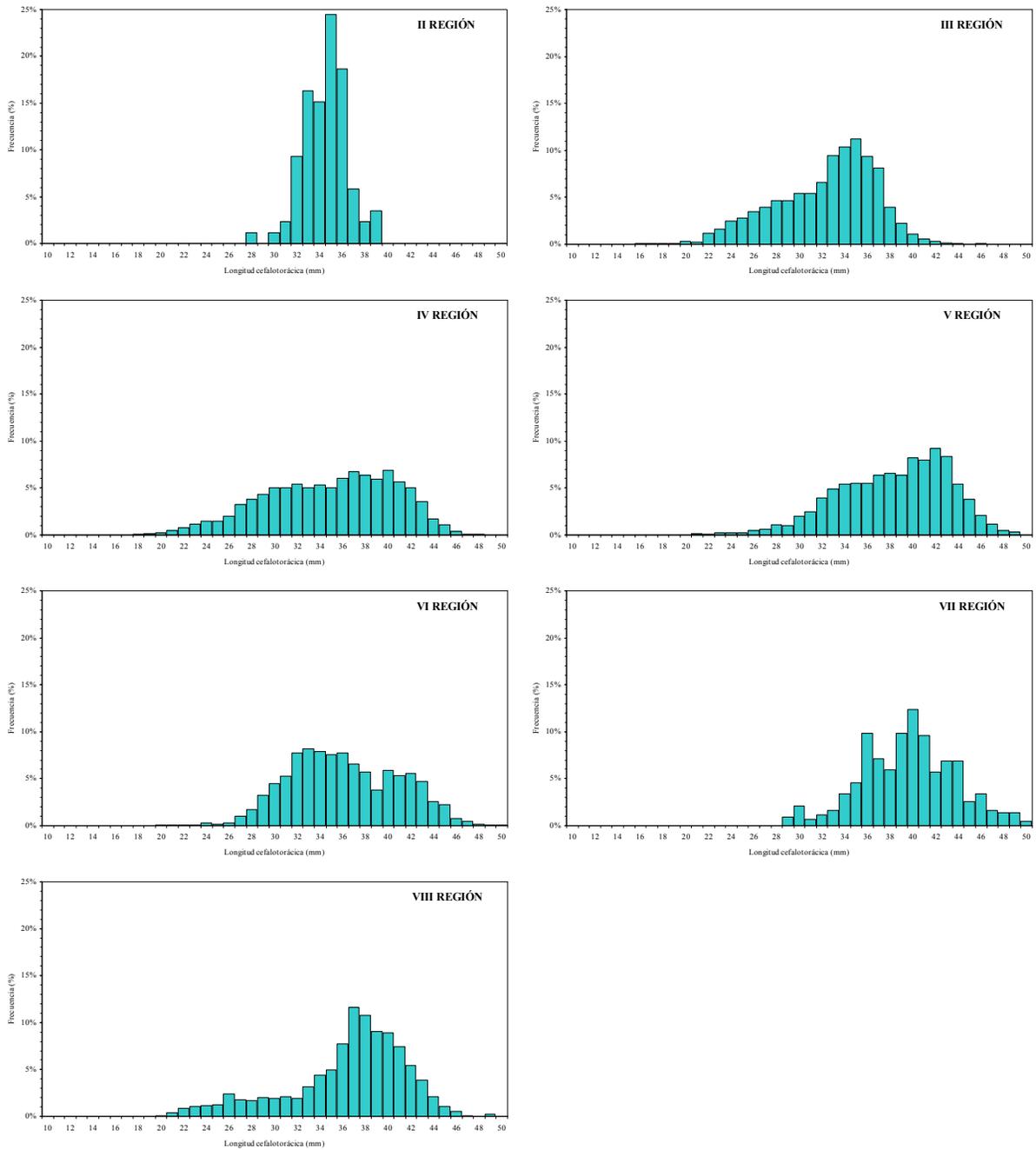


Fig. 24. Distribución de frecuencias de tamaño de machos de langostino amarillo (*C. johni*), por Región.

4.4.2.1.5. Hembras por Región.

El rango de tallas global de hembras de langostino amarillo (toda el área de estudio) correspondió a 14,6 – 48,3 mm LC, mientras los rangos observados en las distintas regiones muestreadas corresponden a 28,3 – 35,9 mm LC en la II Región; 14,6 – 38,7 mm LC en la III Región; 18,6 – 46,8 mm LC en la IV Región; 20,8 – 48,3 mm LC en la V Región; 19,3 – 43,9 mm LC en la VI Región; 24,2 – 45,1 mm LC en la VII Región y 21,1 – 39,8 mm LC en la VIII Región; todas las distribuciones son polimodales (Fig. 25).

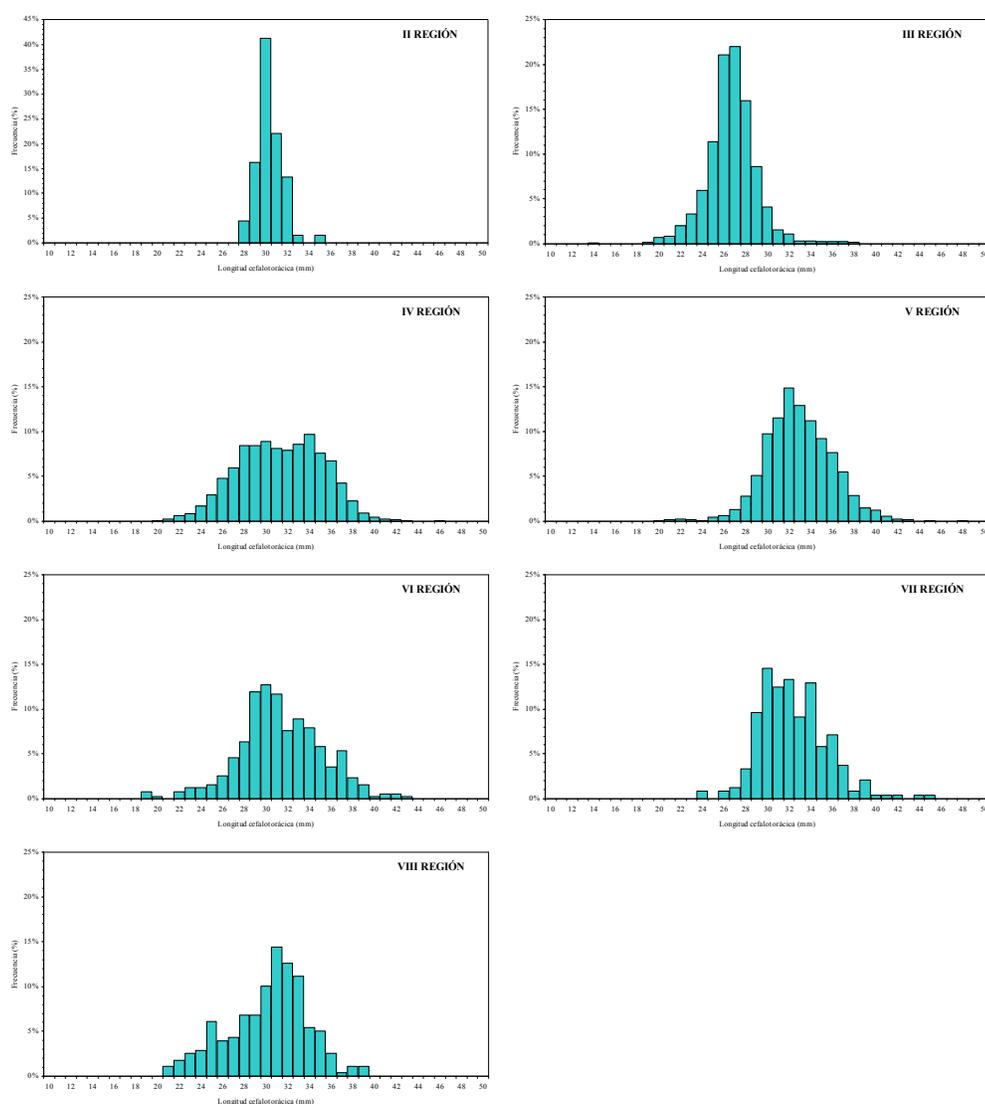


Fig. 25. Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de langostino amarillo (*C. johni*), por Región.

4.4.2.2. Langostino colorado.

4.4.2.2.1. Machos por foco.

El rango de tamaño observado para los machos se extendió entre 11,3 y 51,4 mm LC (Figs. 26 - 26), encontrándose los machos de mayor talla en el foco 23 (VIII Región) y de menor talla en el foco 11 (IV Región; Fig. 27). El rango más amplio de tallas se encontró en el foco 23 (VIII Región) y el más estrecho en el foco 8 (III Región).

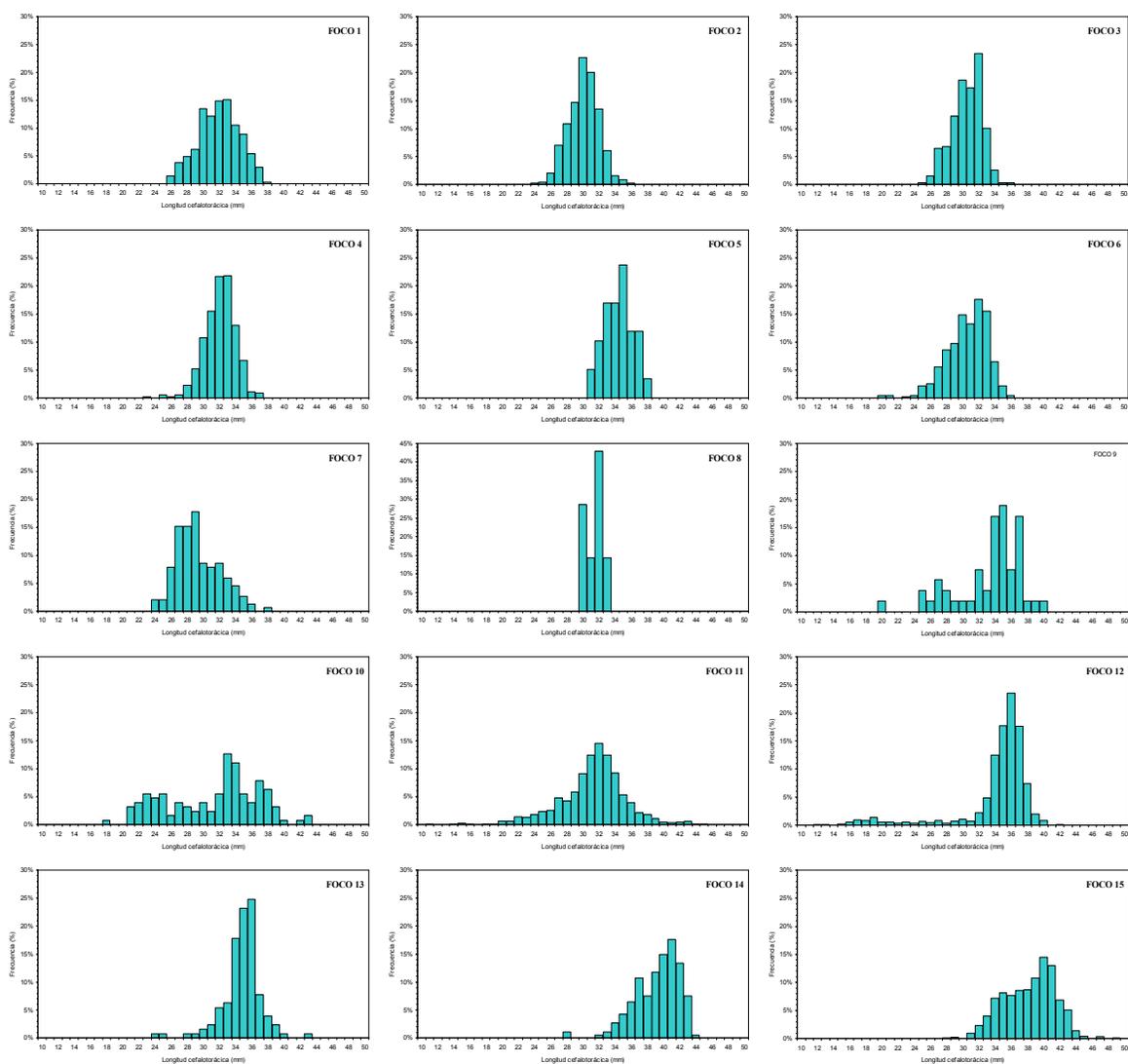


Fig. 26. Distribución de frecuencias de tamaño de machos de langostino colorado (*P. monodon*). Focos 1 a 15.

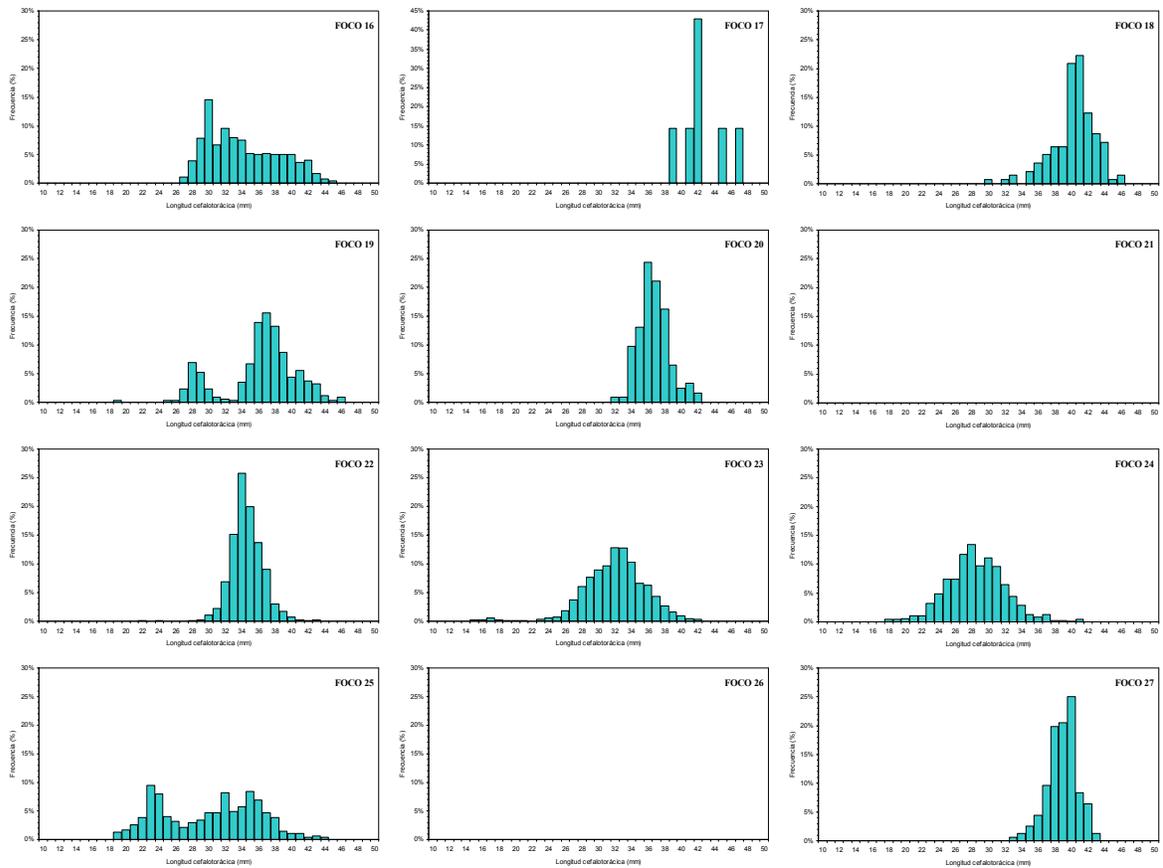


Fig. 27. Distribución de frecuencias de tamaño de machos de langostino colorado (*P. monodon*). Focos 16 a 27.

4.4.2.2.2. Hembras por foco

El rango de tamaño observado para las hembras se extendió entre los 12,4 y 48,7 mm LC (Figs. 28 - 29), encontrándose la hembra de mayor talla en el foco 15 en la V Región (Fig. 28) y de menor talla en el foco 11 en la IV Región (Fig. 28). El rango más amplio de tallas se encontró en el foco 11 (IV Región) y el más estrecho en el foco 14 en la V Región (Fig. 28).

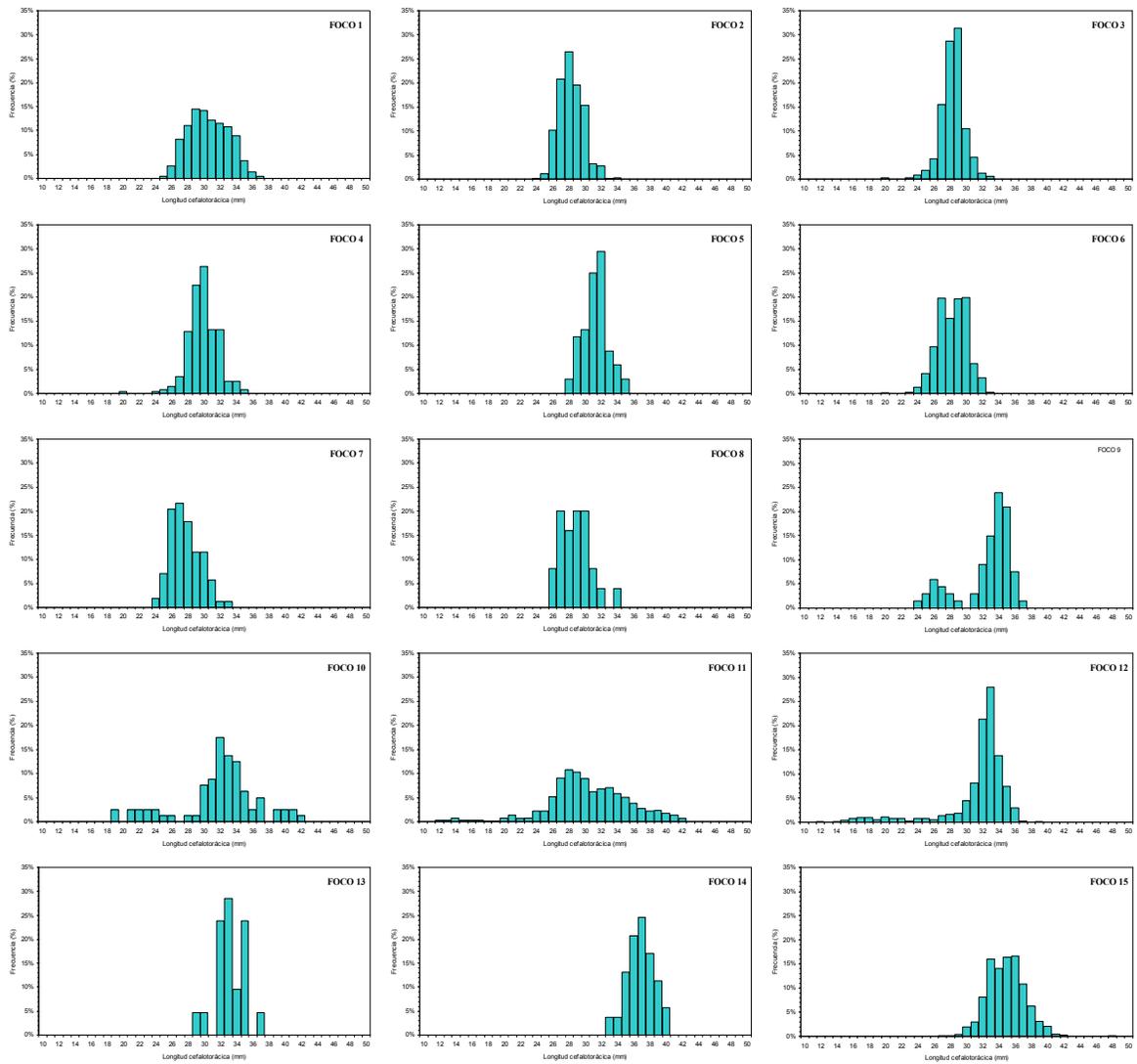


Fig. 28. Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de langostino colorado (*P. monodon*). Focos 1 a 15.

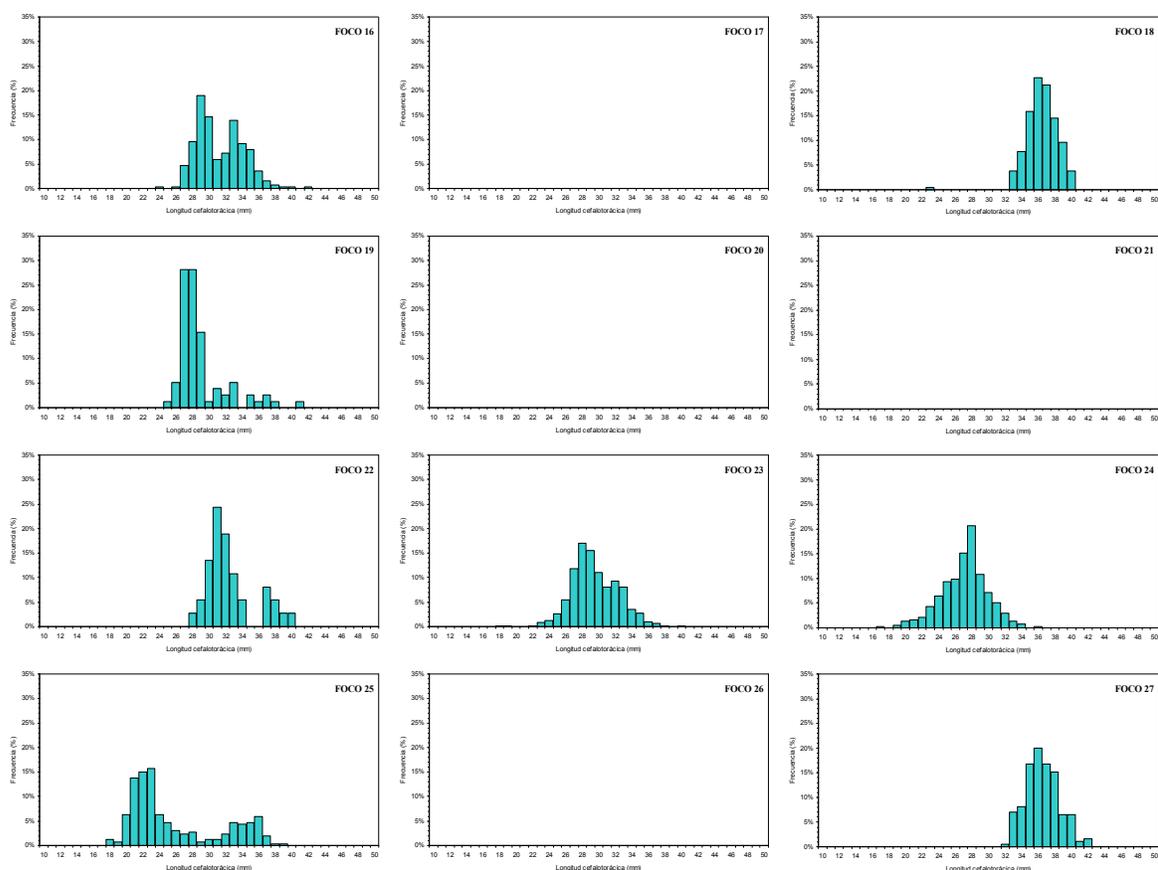


Fig. 29. Distribución de frecuencias de tamaño de machos de langostino colorado (*P. monodon*). Focos 16 a 27.

4.4.2.2.3. Sexos combinados por Región

El rango de tallas global de langostino colorado (sexos combinados) en toda el área de estudio Región correspondió a 11,3 – 51,4 mm LC, mientras los rangos observados en las distintas regiones muestreadas corresponden a 25,4 – 38,2 mm LC en la II Región; 20,2 – 38,6 mm LC en la III Región; 11,3 – 45,5 mm LC en la IV Región; 24,4 – 49,8 mm LC en la V Región; 19,8 – 46,6 mm LC en la VI Región; 22,9 – 43,7 mm LC en la VII Región y 15,0 – 51,4 mm LC en la VIII Región (Fig. 30).

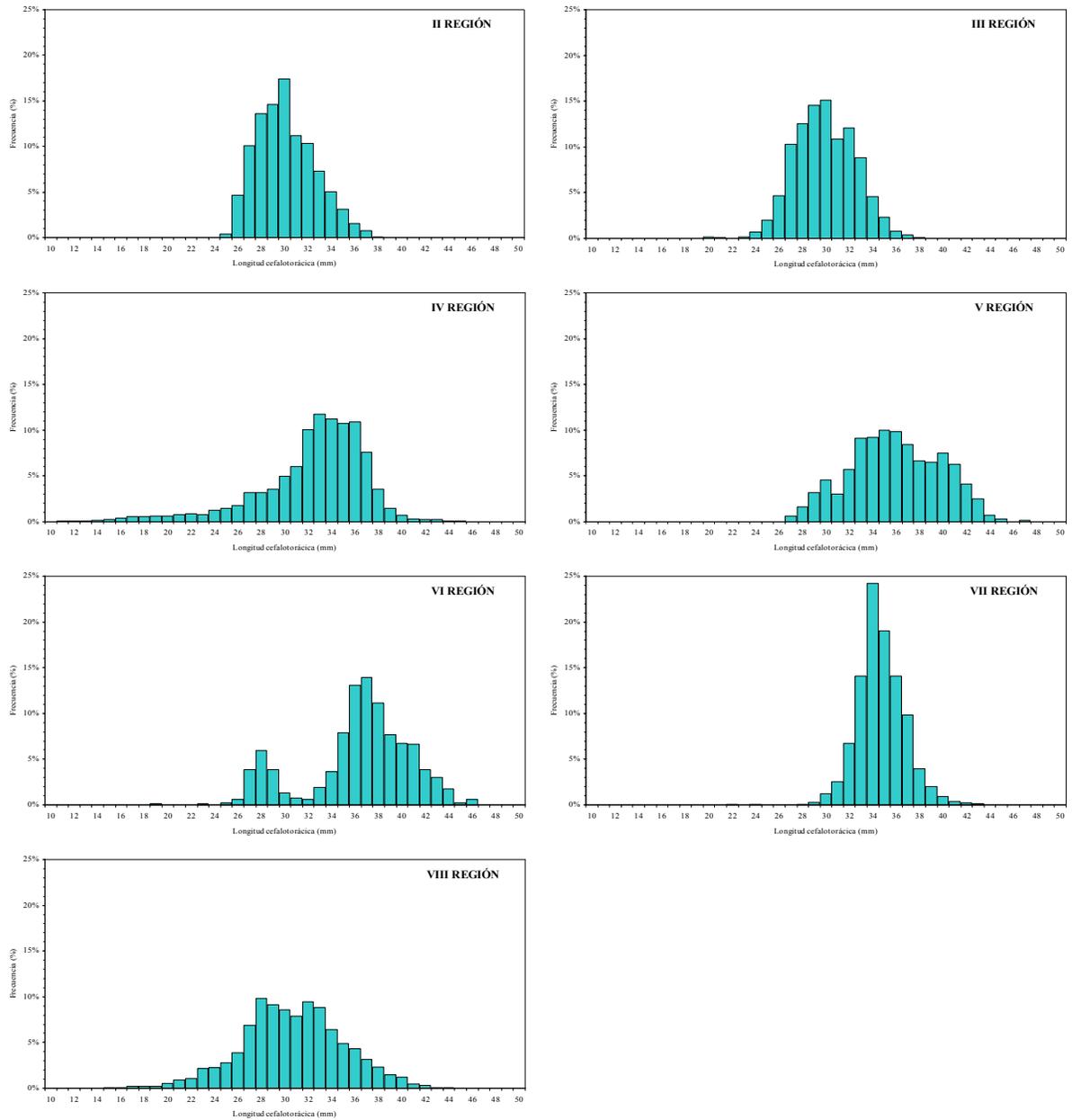


Fig. 30. Distribución de frecuencias de tamaño de langostino colorado (*P. monodon*), sexos combinados, por Región.

4.4.2.2.4. Machos por Región

El rango de tallas global de machos de langostino colorado capturados en toda el área de estudio II a VIII Regiones correspondió a 11,3 – 51,4 mm LC, mientras los rangos observados

en las distintas regiones muestreadas corresponden a 25,5 – 38,2 mm LC en la II Región; 20,2 – 38,6 mm LC en la III Región; 11,3 – 45,5 mm LC en la IV Región; 27,2 – 49,8 mm LC en la V Región; 19,8 – 46,6 mm LC en la VI Región; 22,9 – 43,7 mm LC en la VII Región y 15,0 – 51,4 mm LC en la VIII Región (Fig. 31).

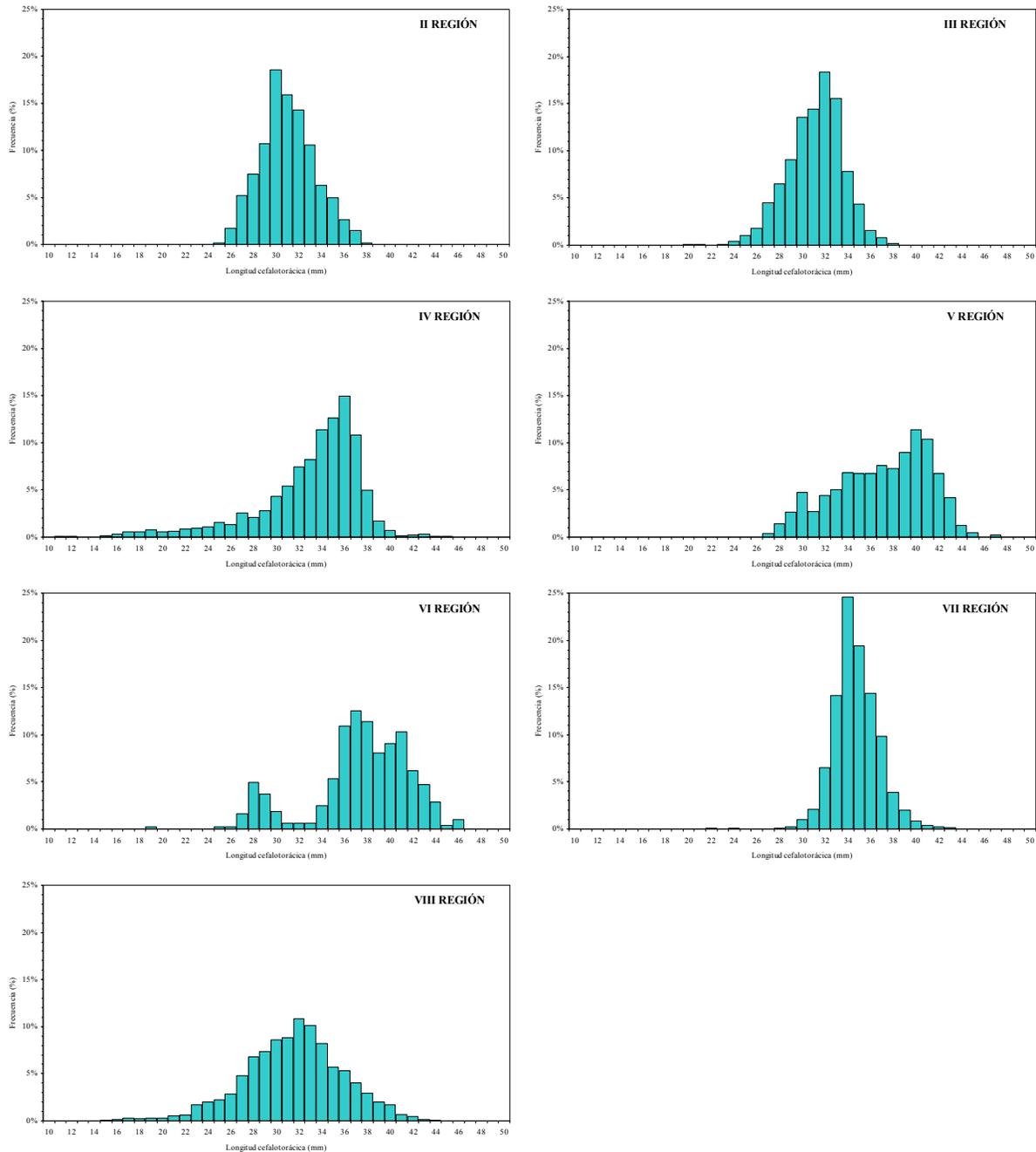


Fig. 31. Distribución de frecuencias de tamaño de machos de langostino colorado (*P. monodon*), por Región.

4.4.2.5. Hembras por Región.

El rango de tallas global de hembras de langostino colorado capturadas en toda el área de estudio II a VIII Región correspondió a 12,4 – 48,7 mm LC, mientras los rangos observados en las distintas regiones muestreadas corresponden a 25,4 – 37,6 mm LC en la II Región; 20,5 – 36,6 mm LC en la III Región; 12,4 – 42,2 mm LC en la IV Región; 24,4 – 48,7 mm LC en la V Región; 23,3 – 41,3 mm LC en la VI Región; 28,3 – 40,9 mm LC en la VII Región y 17,0 – 42,6 mm LC en la VIII Región (Fig. 32).

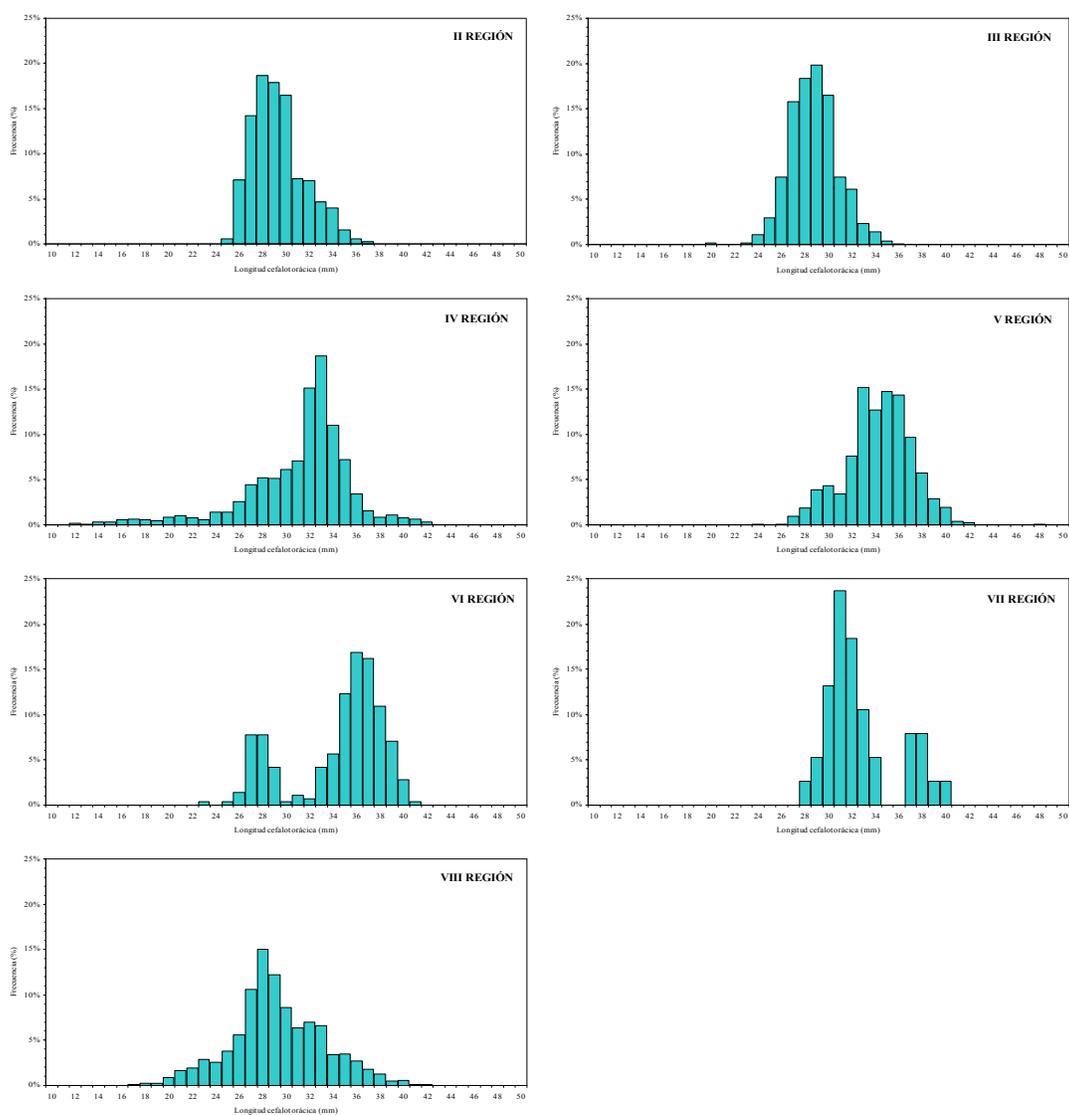


Fig. 32. Distribución de frecuencias de tamaño de hembras de langostino colorado (*P. monodon*), por Región.

4.4.3. Relación longitud-peso

La relación talla-peso de langostino amarillo y langostino colorado se estimó, para cada foco, mediante Mínimos Cuadrados No Lineales, por lo tanto, la medida de bondad de ajuste se expresa como la suma de cuadrados residuales (SCR). Los detalles de la definición de los focos de ambas especies se presentan más adelante en este documento. Los parámetros de la relación talla-peso para ambos sexos en conjunto por foco se entregan en la Tabla 14 para langostino amarillo y Tabla 15 en el caso de langostino colorado, respectivamente.

Tabla 14. Parámetros de la relación talla-peso de langostino amarillo (*C. johni*, ambos sexos) por foco y total. SCR = suma de cuadrados residuales.

Foco	Parámetro			
	a	b	SCR	n
1	$1,914 \times 10^{-3}$	2,703	208,1	55
2	$8,610 \times 10^{-5}$	3,540	112,7	50
3	$2,686 \times 10^{-3}$	2,575	326,5	127
4	$9,121 \times 10^{-4}$	2,881	802,2	217
5	$4,478 \times 10^{-4}$	3,108	297,3	122
6	$1,802 \times 10^{-4}$	3,323	380,5	173
7	$7,820 \times 10^{-4}$	2,942	1.749,8	373
8	$6,071 \times 10^{-4}$	3,021	901,2	244
9	$3,205 \times 10^{-4}$	3,175	288,0	107
10	$4,551 \times 10^{-4}$	3,074	223,0	102
11	$2,186 \times 10^{-4}$	3,306	13.007,8	1.939
12	$3,651 \times 10^{-4}$	3,187	9.803,9	1.134
13	$3,844 \times 10^{-4}$	3,204	152,7	22
14	$6,899 \times 10^{-4}$	2,988	909,0	115
15	$3,538 \times 10^{-4}$	3,181	1.105,3	150
16	$1,217 \times 10^{-3}$	2,858	692,2	69
17	$1,675 \times 10^{-3}$	2,770	2.790,3	239
18	$9,532 \times 10^{-4}$	2,907	4.585,6	533
19	$1,195 \times 10^{-3}$	2,851	15.232,2	1.051
20	$1,573 \times 10^{-3}$	2,771	24.538,5	1.000
21	$1,028 \times 10^{-3}$	2,877	11.671,5	802
22	$1,067 \times 10^{-3}$	2,871	8.454,1	490
23	$3,028 \times 10^{-4}$	3,173	669,8	41
24	$6,521 \times 10^{-4}$	2,987	23.360,2	1.486
25				
26	$4,238 \times 10^{-4}$	3,113	1.104,6	109
27	$9,943 \times 10^{-4}$	2,907	508,7	77
28				
29	$6,476 \times 10^{-4}$	3,017	6.585,2	575
30				
31				

Tabla 15. Parámetros de la relación talla-peso de langostino colorado (*P. monodon*, ambos sexos) por foco y total. SCR = suma de cuadrados residuales.

Foco	Parámetro			
	a	b	SCR	n
1	$2,150 \times 10^{-4}$	3,194	333,0	250
2	$6,112 \times 10^{-4}$	2,867	333,7	413
3	$7,942 \times 10^{-4}$	2,817	156,7	226
4	$1,376 \times 10^{-3}$	2,647	596,4	358
5	$1,333 \times 10^{-3}$	2,670	132,6	100
6	$3,004 \times 10^{-4}$	3,125	745,9	457
7	$3,154 \times 10^{-4}$	3,086	197,8	180
8	$4,223 \times 10^{-4}$	3,022	38,6	32
9	$5,927 \times 10^{-4}$	2,941	184,2	91
10	$5,970 \times 10^{-4}$	2,929	193,8	117
11	$3,858 \times 10^{-4}$	3,063	2.770,7	838
12 13	$5,208 \times 10^{-4}$	3,022	5.377,8	1.103
14 15	$1,578 \times 10^{-3}$	2,722	14.531,0	1.049
16 17	$6,035 \times 10^{-4}$	2,974	1.807,7	324
18	$5,670 \times 10^{-4}$	2,986	1.370,9	198
19	$6,736 \times 10^{-4}$	2,931	832,4	173
20	$5,066 \times 10^{-4}$	3,020	219,3	71
21 22	$6,432 \times 10^{-4}$	2,935	2.547,3	593
23	$1,277 \times 10^{-4}$	3,392	25.165,2	3.350
24	$1,392 \times 10^{-4}$	3,376	2.958,8	1.217
25	$1,113 \times 10^{-4}$	3,425	1.602,3	720
26 27	$1,392 \times 10^{-4}$	3,376	2958,8	1217

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

4.5. Objetivo Específico 1

Determinar la distribución espacial de los recursos langostino amarillo y langostino colorado, en el área de estudio.

4.5.1. Identificación de focos de abundancia

Los límites de los caladeros fueron determinados aplicando el “Método Transitivo” descrito en la Propuesta Metodológica, y el análisis se ejecutó por separado e independientemente para ambas especies. 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.

4.5.1.1. Langostino amarillo

En el caso del langostino amarillo, el área de estudio se dividió primero en tres grandes zonas, las que fueron denominadas arbitrariamente como ZAGs (Zonas de Análisis Geoestadístico), las que incluyeron tanto lances de investigación como lances comerciales (Fig. 33). Los límites latitudinales de las ZAGs se entregan en la Tabla 16.

Tabla 16. Límites latitudinales de las Zonas de Análisis Geoestadístico (ZAGs) para el langostino amarillo (*C. johni*) y número de lances de pesca involucrados en cada caso.

ZAG	Límites latitudinales (°S)		Número lances
	Norte	Sur	
1	25° 33' 00"	28° 58' 30"	107
2	29° 03' 00"	32° 13' 12"	169
3	32° 20' 00"	36° 58' 30"	295
Total			571

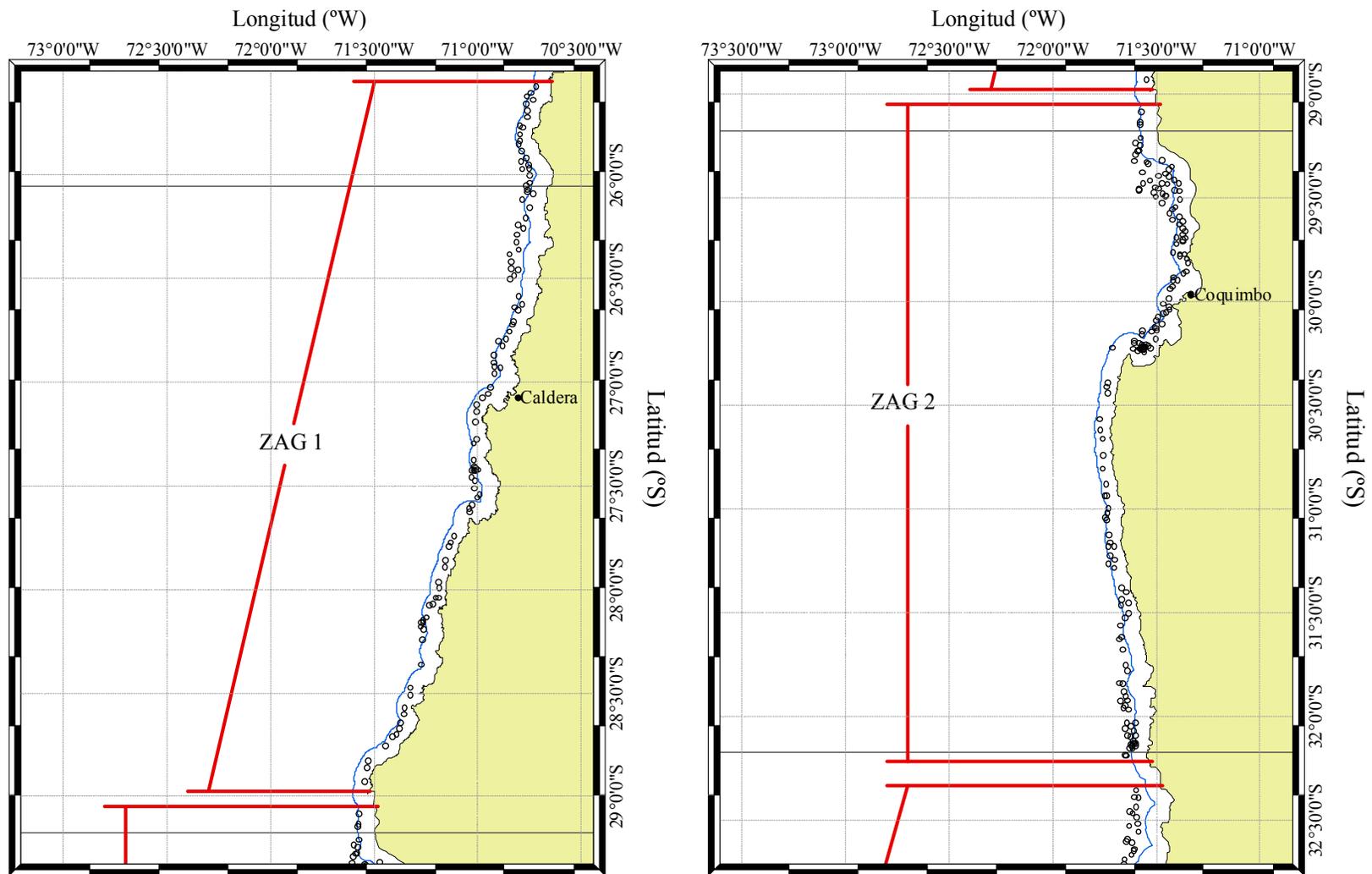


Fig. 33. Disposición espacial de los lances de pesca (puntos negros) y delimitación de las Zonas de Análisis Geoestadístico (ZAGs) para langostino amarillo (*C. johni*). Para detalles ver texto.

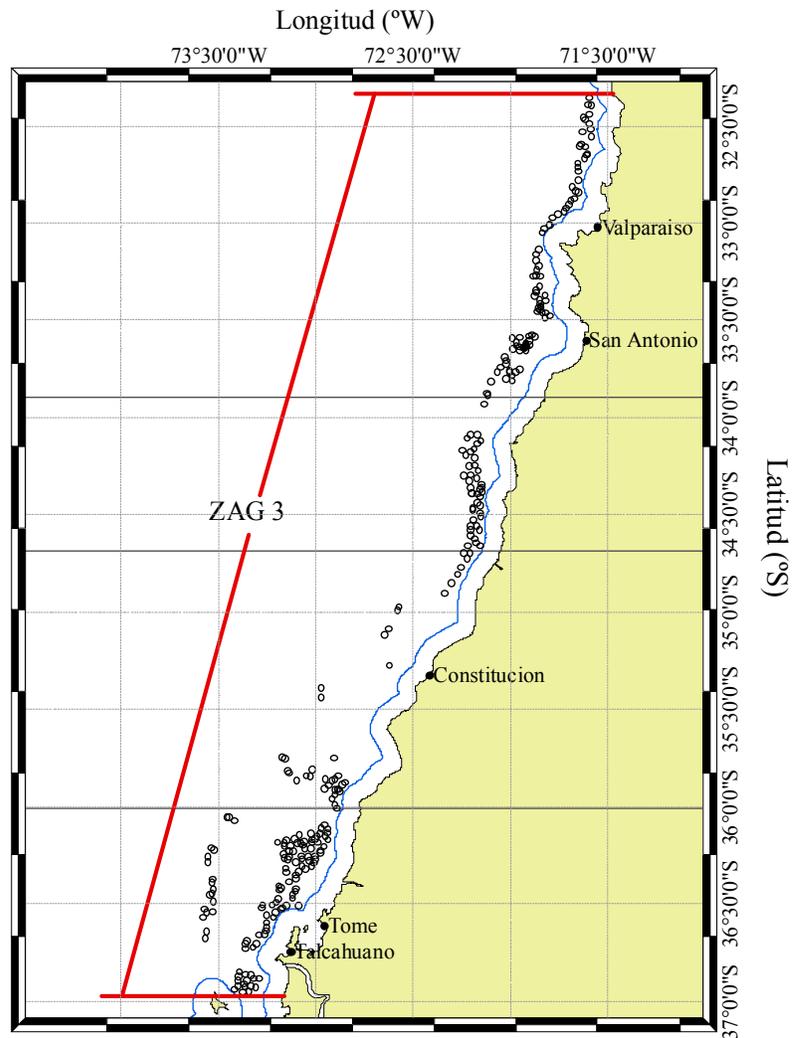


Fig. 33. Continuación

En el caso del langostino amarillo, para el análisis de la distribución espacial de la densidad poblacional del recurso, se utilizó la totalidad de los lances de pesca realizados en el área de estudio (n = 571).

El análisis de la distribución espacial de los lances de pesca (tanto negativos como positivos) y el valor de la captura por unidad de área barrida (cpua, ton/km²) por latitud, reveló la presencia de 31 focos de abundancia o caladeros de langostino amarillo entre la II y VIII Regiones (Tabla 17, Fig. 34).

Tabla 17. Límites latitudinales de los focos de abundancia de langostino amarillo (*C. johni*) y área (km²) correspondiente.

Foco	Límites latitudinales (°S)		Area (km ²)
	Norte	Sur	
1	25° 40' 17,4"	25° 44' 18,6"	11,822
2	26° 28' 12,4"	26° 31' 18,5"	13,608
3	26° 42' 11,2"	26° 50' 39,1"	42,725
4	27° 02' 24,0"	27° 18' 53,3"	67,804
5	27° 27' 49,3"	27° 38' 47,0"	32,265
6	27° 43' 37,6"	27° 53' 02,0"	26,612
7	27° 58' 41,2"	28° 15' 38,2"	56,682
8	28° 27' 43,2"	28° 41' 24,4"	46,627
9	28° 44' 31,9"	28° 46' 00,1"	2,857
10	28° 50' 23,3"	28° 57' 23,8"	19,964
11	29° 04' 00,5"	29° 48' 07,9"	598,562
12	29° 49' 58,8"	30° 14' 45,6"	246,336
13	30° 12' 30,2"	30° 13' 58,4"	2,796
14	30° 25' 47,6"	30° 27' 15,8"	2,790
15	30° 38' 38,02	30° 49' 44,0"	38,121
16	30° 55' 27,12	30° 56' 58,2"	4,009
17	31° 06' 29,22	31° 15' 49,0"	25,698
18	31° 26' 12,8"	31° 48' 00,0"	80,213
19	31° 51' 55,4"	32° 10' 16,7"	115,474
20	32° 20' 21,5"	32° 58' 22,8"	244,440
21	33° 12' 13,0"	33° 30' 07,6"	108,660
22	33° 33' 25,9"	33° 46' 21,0"	127,854
23	33° 51' 23,4"	33° 56' 47,8"	21,553
24	34° 04' 11,3"	34° 52' 04,4"	336,885
25	34° 57' 22,7"	35° 08' 16,8"	35,717
26	35° 50' 40,9"	36° 01' 27,8"	53,080
27	36° 07' 11,6"	36° 10' 56,3"	25,669
28	36° 15' 25,9"	36° 16' 57,0"	3,767
29	36° 50' 50,6"	36° 54' 40,0"	30,805
30	36° 03' 32,4"	36° 05' 03,5"	3,775
31	36° 12' 10,8"	36° 39' 49,3"	111,198
Total			2.538,367

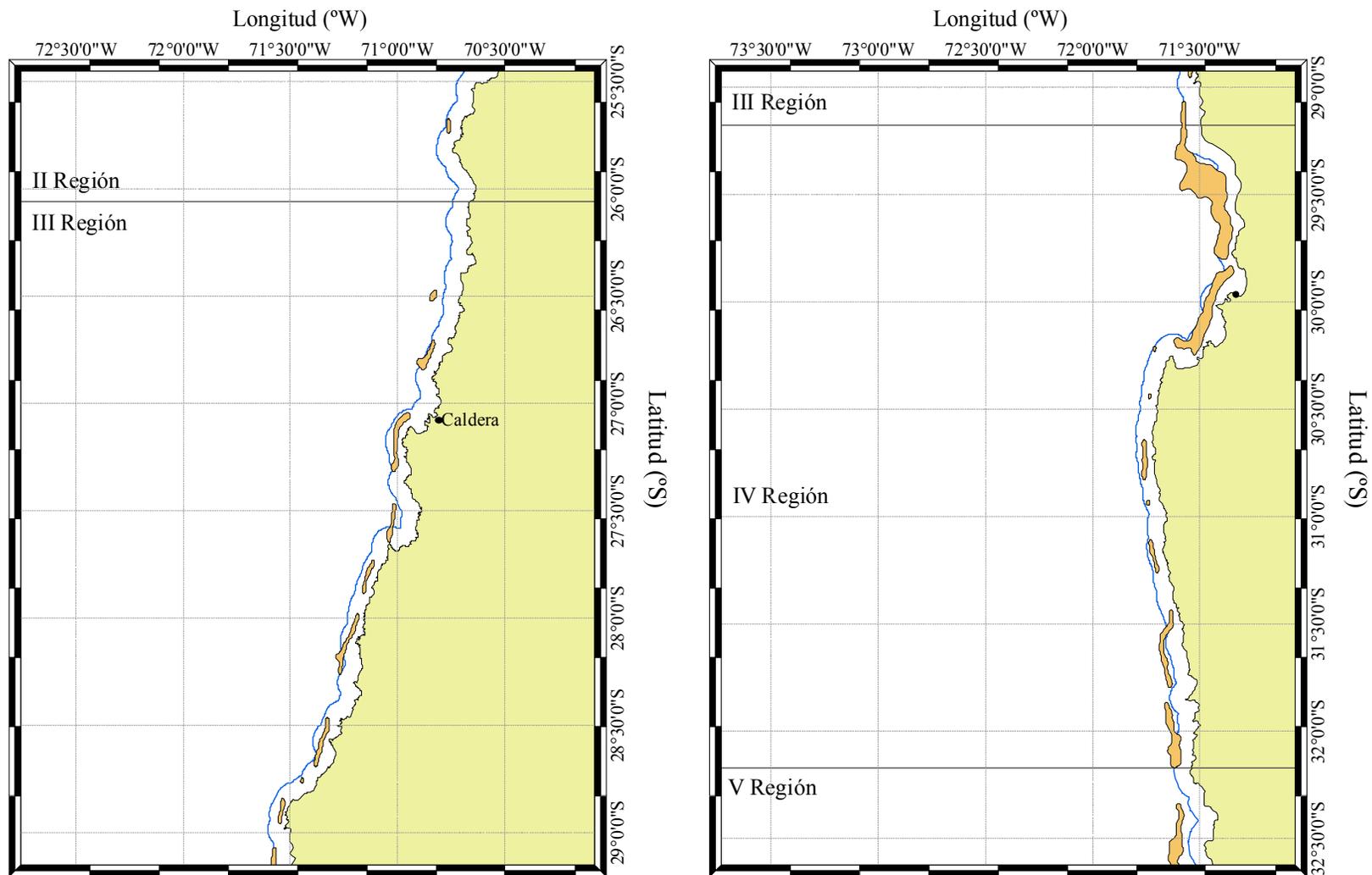


Fig. 34. Disposición espacial de los focos de abundancia de langostino amarillo (*C. johni*) en las Zonas de Análisis Geoestadístico (ZAGs). Izquierda: Focos 1 a 10; Derecha: Focos 11 a 20. Para detalles ver texto.

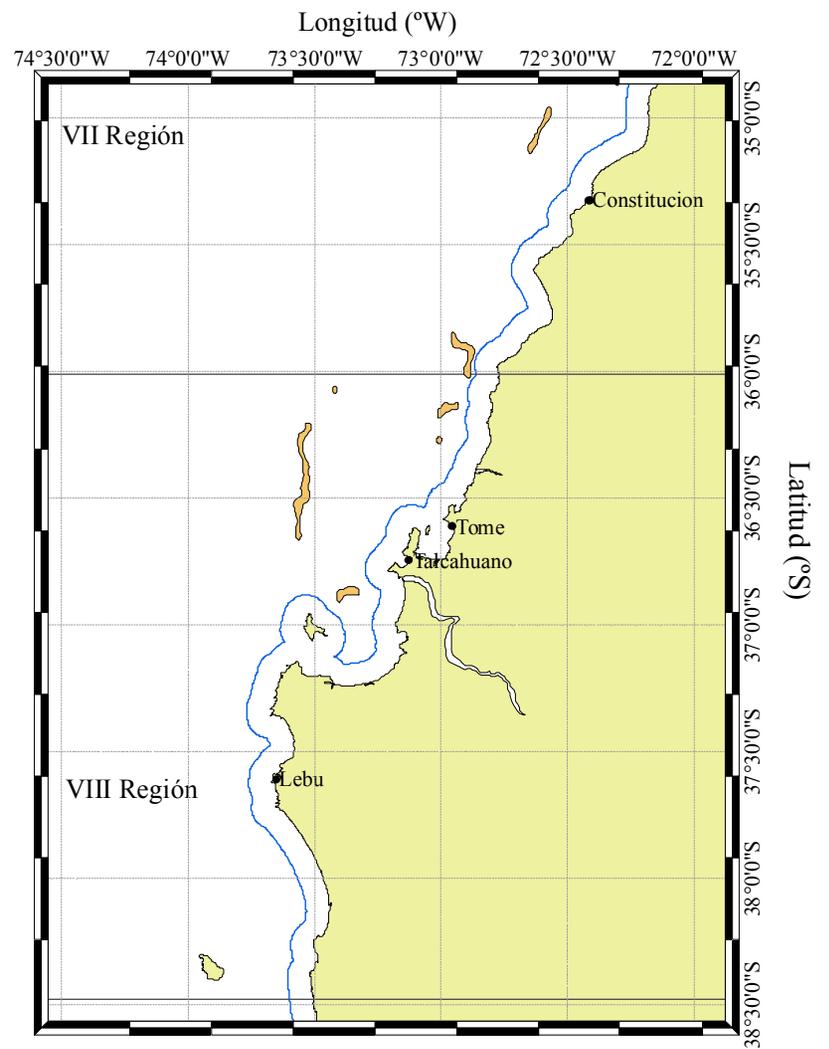
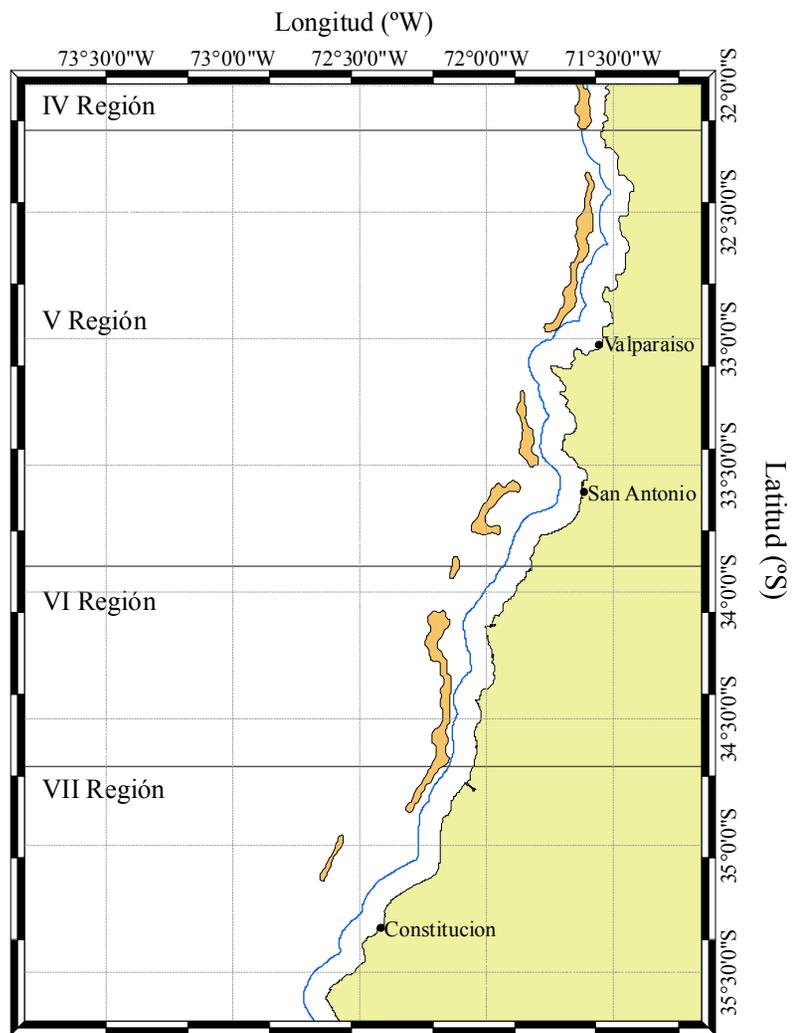


Fig. 34. Continuación. Izquierda: Focos 20 a 25; Derecha; Focos 25 a 31.

Dado que en muchos casos parte de los focos se encontraron dentro de las 5 millas náuticas de exclusión artesanal, y acorde a los Términos Básicos de Referencia, en la Tabla 18 se muestra el área de los focos de abundancia dentro y fuera de las 5 mn correspondiente al Area de Reserva a la Pesca Artesanal (ARPA).

Tabla 18. Fracción de área (km²) de los caladeros de langostino amarillo (*C. johni*) dentro y fuera de las 5 mn de exclusión artesanal.

Caladero	Dentro		Fuera		Total (km ²)
	(km ²)	%	(km ²)	%	
1	11,822	100,0	0,0	0,0	11,822
2		0,0	13,608	100,0	13,608
3	35,350	82,7	7,375	17,3	42,725
4	67,804	100,0	0,0	0,0	67,804
5	16,385	50,8	15,880	49,2	32,265
6	26,612	100,0	0,0	0,0	26,612
7	33,536	59,2	23,146	40,8	56,682
8	45,687	98,0	0,940	2,0	46,627
9	2,857	100,0	0,0	0,0	2,857
10	19,964	100,0	0,0	0,0	19,964
11	220,032	36,8	378,530	63,2	598,562
12	221,024	89,7	25,312	10,3	246,336
13	2,796	100,0	0,0	0,0	2,796
14	2,790	100,0	0,0	0,0	2,790
15	38,121	100,0	0,0	0,0	38,121
16	4,009	100,0	0,0	0,0	4,009
17	25,698	100,0	0,0	0,0	25,698
18	19,856	24,8	60,357	75,2	80,213
19	29,689	25,7	85,785	74,3	115,474
20		0,0	244,440	100,0	244,440
21		0,0	108,660	100,0	108,660
22		0,0	127,854	100,0	127,854
23		0,0	21,553	100,0	21,553
24		0,0	336,886	100,0	336,886
25		0,0	35,717	100,0	35,717
26		0,0	53,079	100,0	53,080
27		0,0	25,669	100,0	25,669
28		0,0	3,767	100,0	3,767
29		0,0	30,805	100,0	30,805
30		0,0	3,775	100,0	3,775
31		0,0	111,198	100,0	111,198
Total	824,032	32,5	1.714,336	67,5	2.538,367

4.5.1.2. Langostino colorado

En el caso del langostino colorado, en forma similar a lo realizado con el langostino amarillo, el área de estudio se dividió en cuatro zonas de análisis geoestadístico (Fig. 35), cuyos límites latitudinales de las ZAGs se entregan en la Tabla 19.

Tabla 19. Límites latitudinales de las Zonas de Análisis Geoestadístico (ZAGs) para el langostino colorado (*P. monodon*) y número de lances de pesca involucrados en cada caso.

ZAG	Límites latitudinales (°S)		Número lances
	Norte	Sur	
1	25° 33' 00"	28° 12' 12"	83
2	29° 03' 00"	30° 16' 48"	105
3	33° 06' 00"	34° 50' 00"	111
4	35° 24' 00"	36° 58' 30"	142
Total			441

En el caso del langostino colorado, se descartó de las zonas de análisis geoestadístico todos aquellos lances “nulos” entre los 28°02'28,0"S y 28°55'47,2"S, entre los 30°15'25,5"S y 33°03'01,5"S y entre 34°51'00,3" y 35°23'16,2"S por no contener capturas y no aportar información a la estimación de biomasa. También se eliminó del análisis aquellos lances de pesca “nulos” que no se realizaron por caer en fondos no rastreables, ya sea por obstáculos submarinos o altas profundidades. A pesar de la reducción del número de lances incorporados, el presente estudio consideró 77,2% de los lances de pesca realizados entre la II y VIII Regiones (n = 441).

El análisis de la distribución espacial de los lances de pesca negativos y positivos, y el valor de la captura por unidad de área barrida (cpua, ton/km²) por latitud, reveló la presencia de 27 focos de abundancia de langostino colorado entre la II y VIII Regiones (Tabla 20, Fig. 36). En la Tabla 21 se muestra el área de los caladeros de langostino colorado dentro y fuera de las 5 mn.

Tabla 20. Límites latitudinales de los focos de abundancia de langostino colorado (*P. monodon*) y área (km²) correspondiente.

Foco	Límites latitudinales (°S)		Area (km ²)
	Norte	Sur	
1	25° 33' 33,5"	25° 47' 17,9"	49,984
2	25° 52' 19,2"	26° 05' 58,2"	55,932
3	26° 16' 7,00"	26° 31' 01,9"	52,529
4	26° 37' 26,8"	26° 52' 58,4"	53,219
5	27° 02' 35,2"	27° 09' 22,0"	24,827
6	27° 21' 35,6"	27° 38' 17,9"	50,621
7	27° 45' 45,7"	28° 00' 40,3"	36,574
8	29° 04' 11,3"	29° 09' 38,5"	13,562
9	29° 16' 28,6"	29° 21' 12,6"	37,228
10	29° 22' 32,2"	29° 30' 48,2"	39,314
11	29° 26' 58,2"	30° 05' 19,0"	241,035
12	30° 07' 39,4"	30° 15' 32,4"	76,084
13	30° 12' 36,4"	30° 13' 54,8"	2,491
14	33° 13' 32,9"	33° 27' 06,5"	48,706
15	33° 33' 28,1"	33° 40' 13,1"	63,640
16	33° 44' 17,2"	33° 49' 38,6"	42,008
17	33° 52' 32,2"	33° 53' 50,6"	2,393
18	34° 04' 21,0"	34° 10' 48,0"	29,240
19	34° 33' 45,7"	34° 40' 44,4"	29,228
20	34° 47' 43,0"	34° 48' 44,1"	2,478
21	35° 25' 31,0"	35° 27' 14,0"	5,539
22	35° 43' 49,4"	36° 01' 43,0"	145,922
23	36° 05' 49,9"	36° 22' 12,4"	401,416
24	36° 23' 27,6"	36° 44' 54,6"	212,854
25	36° 50' 59,3"	36° 58' 08,0"	114,814
26	36° 02' 32,6"	36° 03' 49,3"	3,519
27	36° 21' 25,9"	36° 30' 20,2"	24,489
Total			1859,646

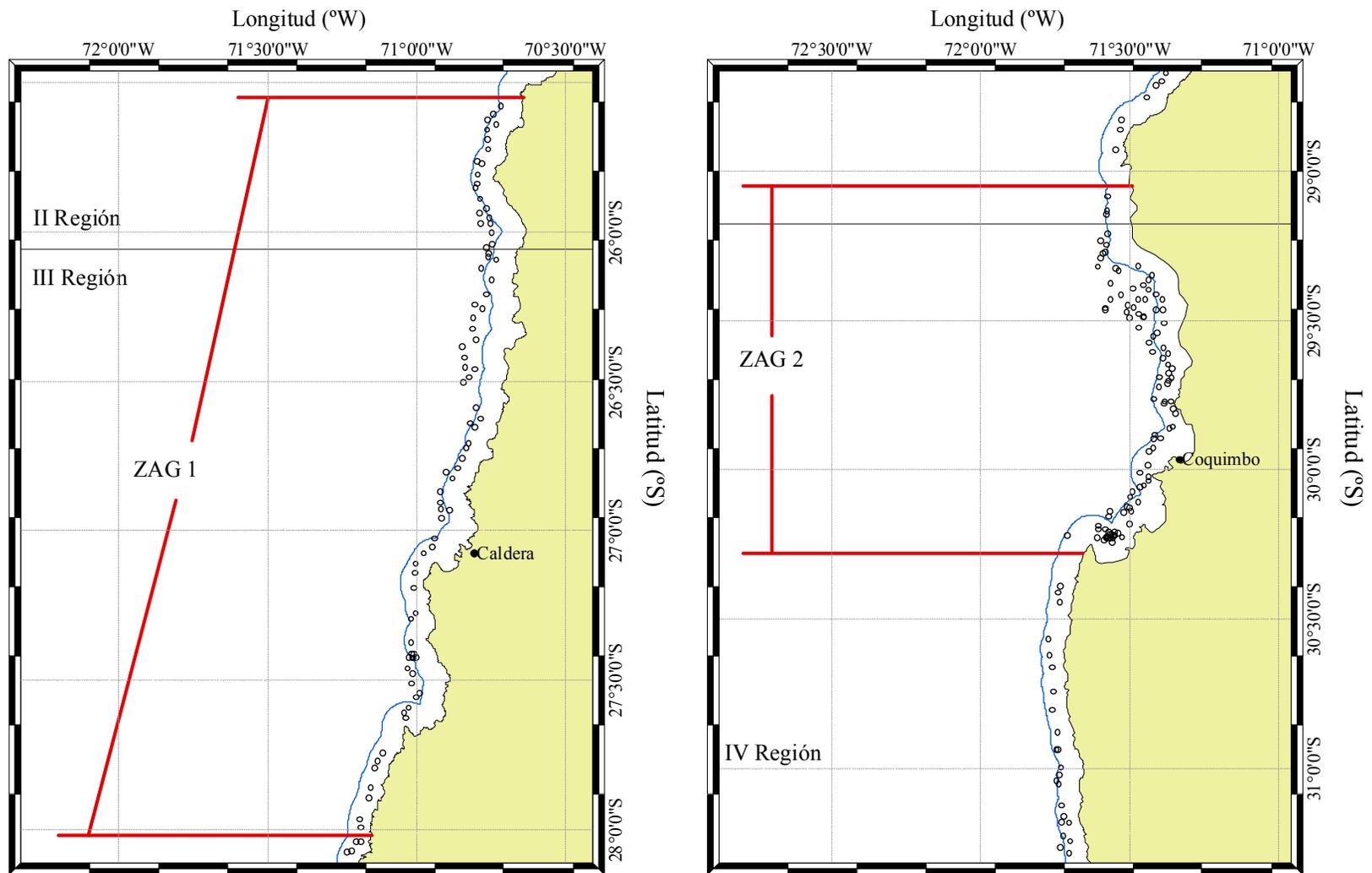


Fig. 35. Disposición espacial de los lances de pesca (puntos negros) y delimitación de las Zonas de Análisis Geoestadístico (ZAGs) para langostino colorado (*P. monodon*). Para detalles ver texto.

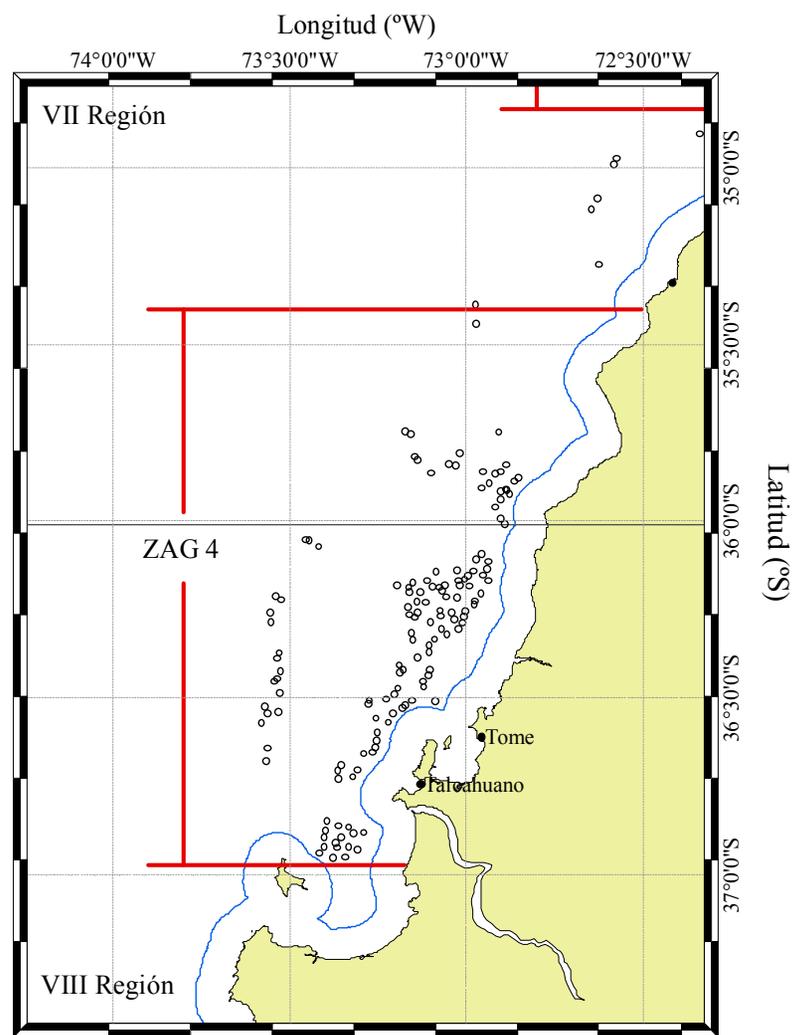
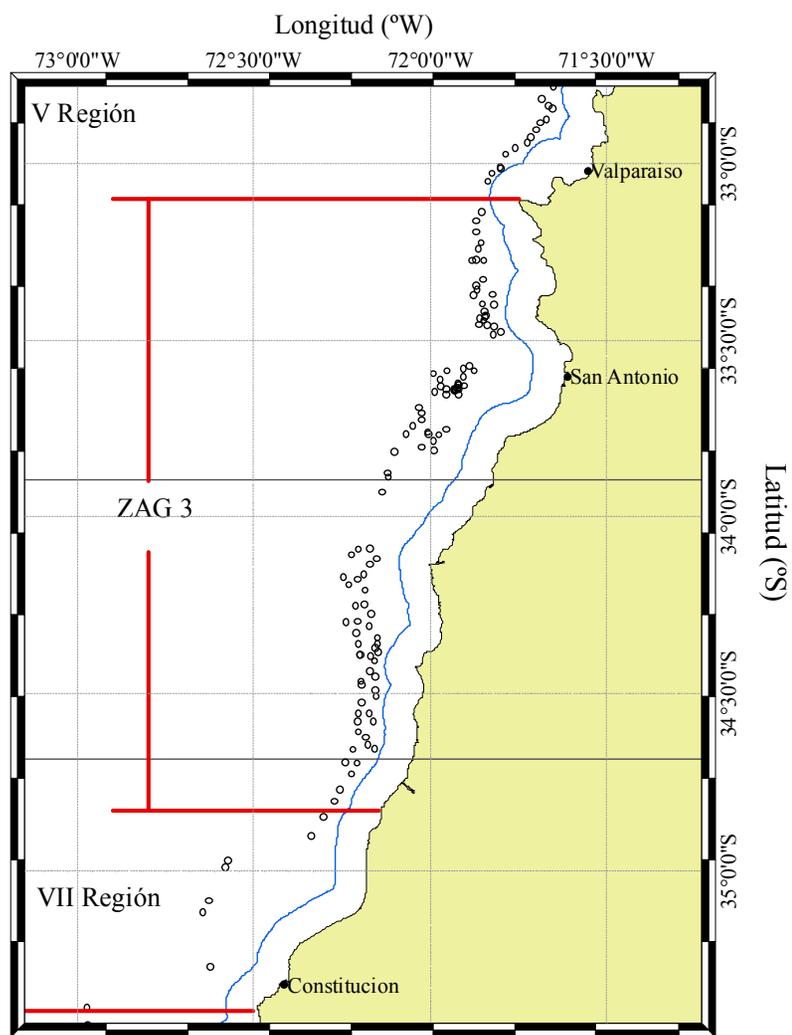


Fig. 35. Continuación

Tabla 21. Fracción de área (km²) de los caladeros de langostino colorado (*P. monodon*) dentro y fuera de las 5 mn de exclusión artesanal.

Caladero	Dentro		Fuera		Total (km ²)
	(km ²)	%	(km ²)	%	
1	46,396	92,8	3,588	7,2	49,984
2	4,538	8,1	51,395	91,9	55,932
3		0,0	52,529	100,0	52,529
4	44,155	83,0	9,063	17,0	53,219
5	24,827	100,0		0,0	24,827
6	23,140	45,7	27,482	54,3	50,621
7	36,574	100,0		0,0	36,574
8	10,302	75,7	3,315	24,3	13,562
9		0,0	37,228	100,0	37,228
10		0,0	39,314	100,0	39,314
11	222,000	92,1	18,997	7,9	241,035
12	71,833	94,4	4,250	5,6	76,084
13	2,491	100,0		0,0	2,491
14		0,0	48,706	100,0	48,706
15		0,0	63,64	100,0	63,640
16		0,0	42,008	100,0	42,008
17		0,0	2,393	100,0	2,393
18		0,0	29,240	100,0	29,240
19		0,0	29,228	100,0	29,228
20		0,0	2,478	100,0	2,478
21		0,0	5,539	100,0	5,539
22		0,0	145,922	100,0	145,922
23		0,0	401,416	100,0	401,416
24		0,0	212,854	100,0	212,854
25		0,0	114,814	100,0	114,814
26		0,0	3,519	100,0	3,519
27		0,0	24,489	100,0	24,489
Total	486,256	26,1	1373,407	73,9	1859,646

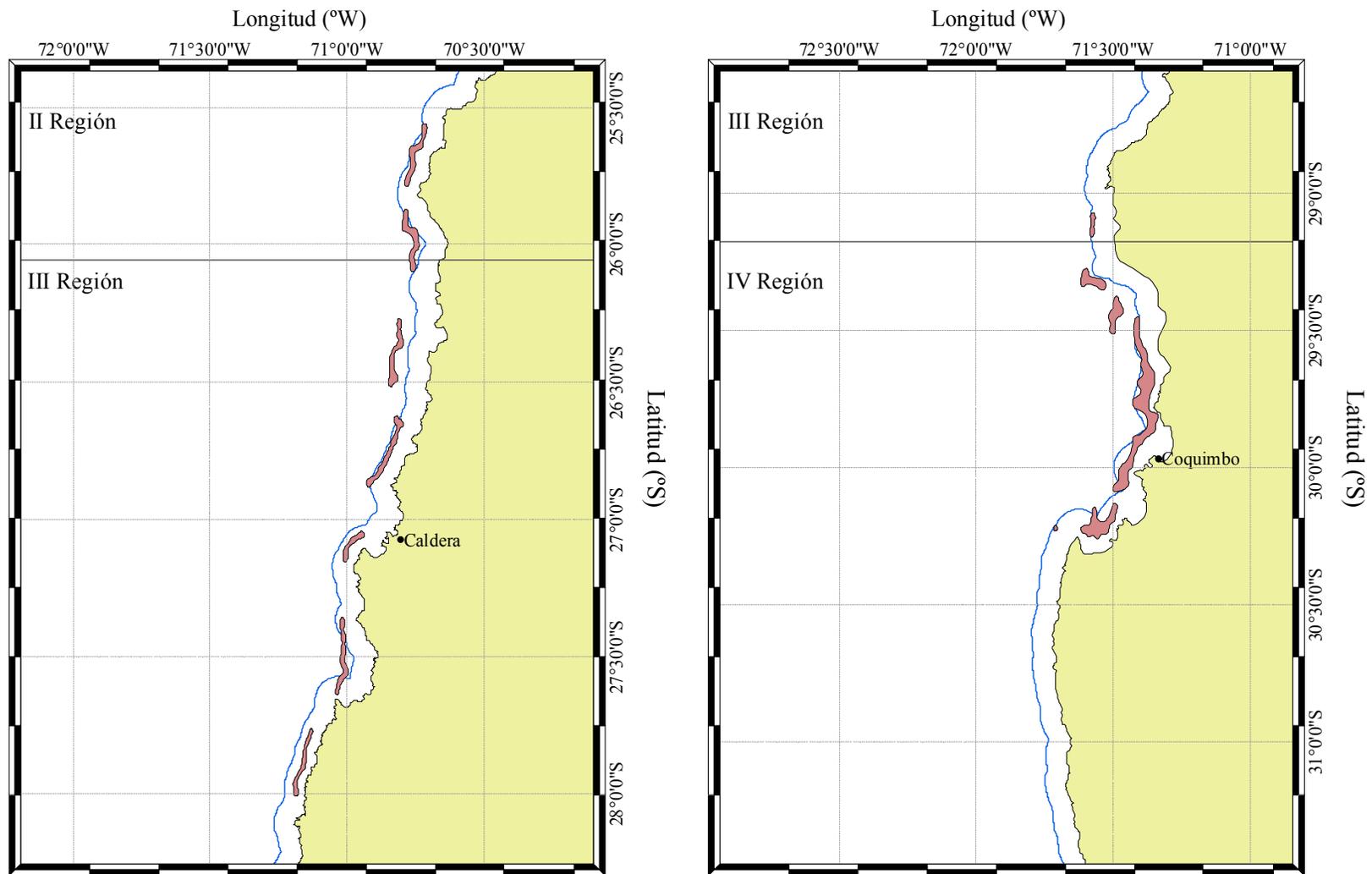


Fig. 36. Disposición espacial de los focos de abundancia de langostino colorado (*P. monodon*) en las Zonas de Análisis Geoestadístico (ZAGs). Izquierda: Focos 1 a 7; Derecha: Focos 8 a 13. Para detalles ver texto.

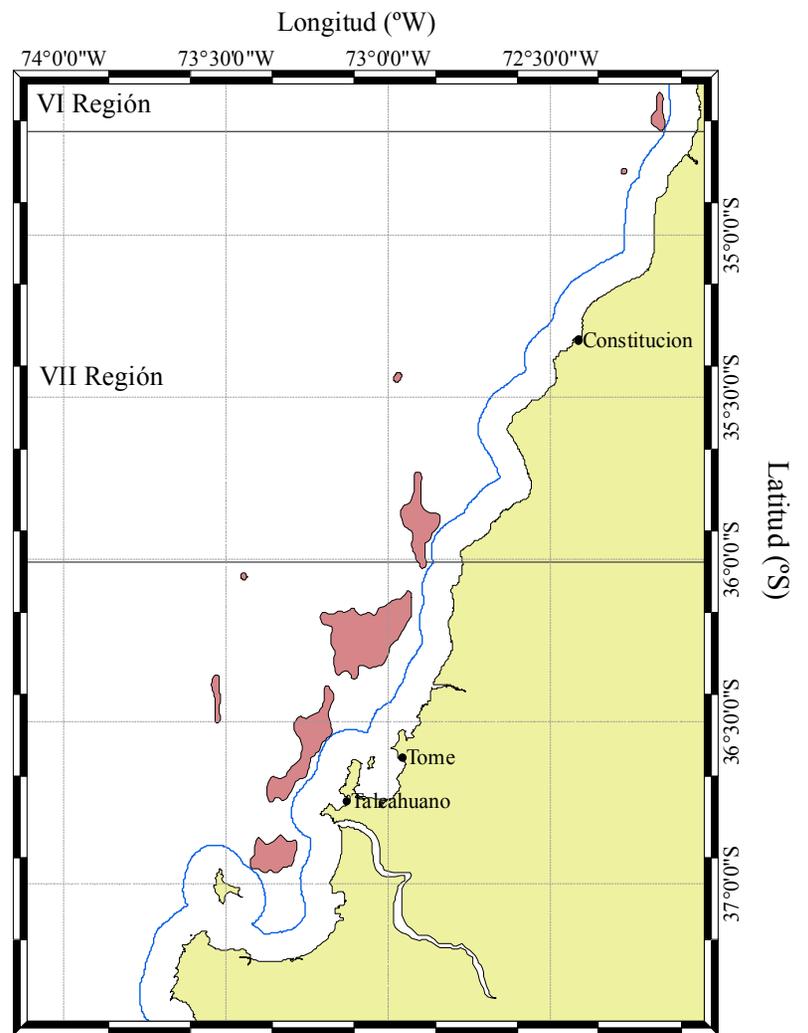
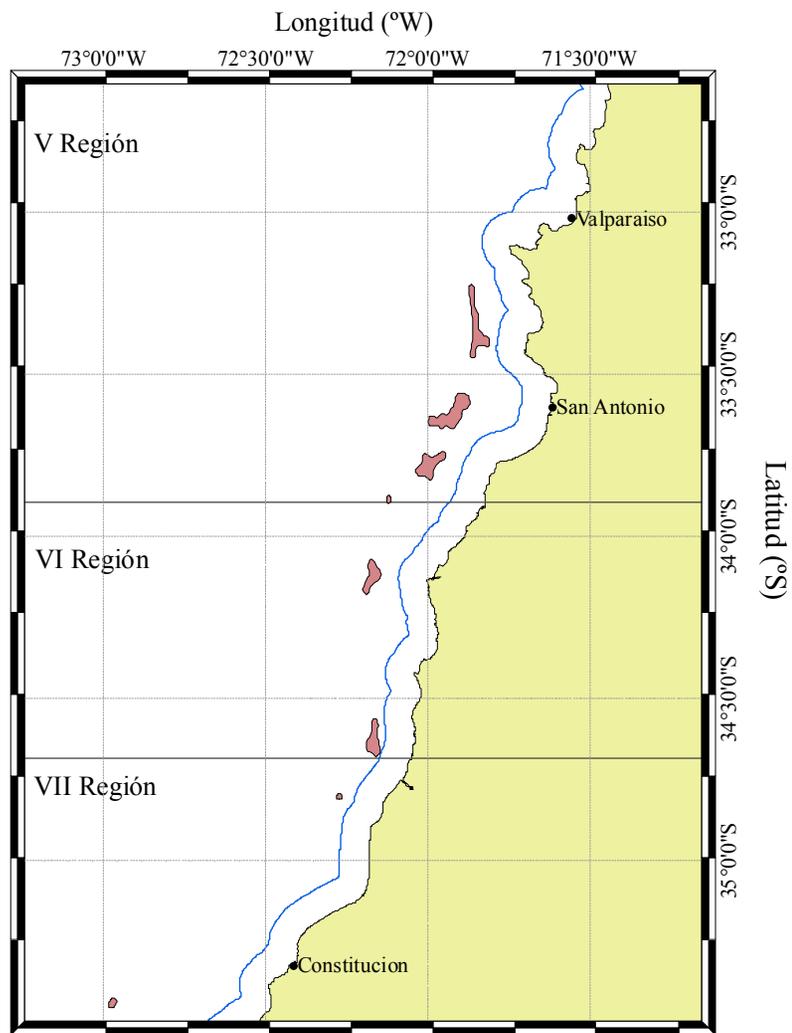


Fig. 36. Continuación. Izquierda: Focos 14 a 21; Derecha; Focos 19 a 27.

4.5.2. Análisis estructural

4.5.2.1. Langostino amarillo

El análisis de variogramas unidireccionales, no reveló la presencia de efecto anisotrópico de la distribución espacial de la densidad poblacional de langostino amarillo en la ZAG, en cambio en la ZAG 2 se observó anisotropía geométrica en la dirección NW-SE, mientras que en la ZAG 3, la anisotropía ocurrió en la dirección N-S. El modelo de variograma teórico que mostró el mejor ajuste, mediante el procedimiento de mínimos cuadrados ponderados (Cressie, 1993) fue el modelo esférico en todos los casos (ZAGs 1 a 3) (Fig. 37). La Tabla 22 entrega los parámetros propios del variograma (efecto pepita, rango y umbral), y la bondad de ajuste correspondiente, medida como la sumatoria de los cuadrados residuales para cada una de las ZAGs, así como la varianza no explicada en cada caso. El rango de las estructuras espaciales fluctuó entre 9,95 y 18,43 km (Tabla 22). Lo anterior permitió caracterizar la biomasa de langostino amarillo al interior de los focos de abundancia identificados para la especie.

Tabla 22. Parámetros del variograma teórico según el modelo esférico para las ZAGs de langostino amarillo (*C. johni*). SCR: suma de cuadrados de los residuos, VNE: Varianza no explicada.

Parámetro	ZAG-1	ZAG-2	ZAG-3
Modelo	Exponencial	Esférico	Esférico
Rango (Km)	9,950	14,102	18,429
Sill	8,070	346,140	55,407
Nugget	2,182	13,726	0,383
SCR	114,8	158601,0	5565,1
VNE (%)	21,286	3,814	0,687

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

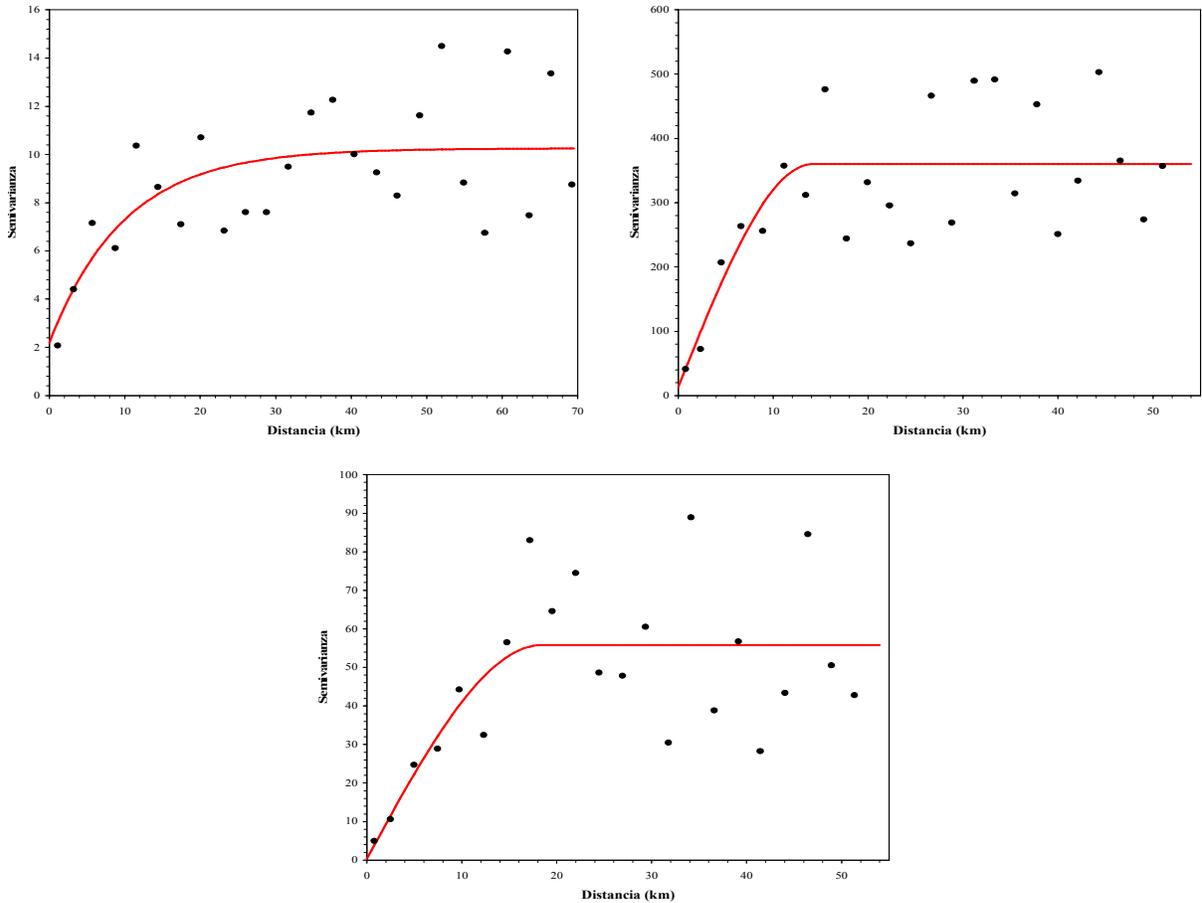


Fig. 37. Variograma experimental (puntos) y variograma teórico (línea continua) de langostino amarillo (*C. johni*). ZAG-1: arriba izquierda; ZAG-2: arriba derecha; ZAG-3; abajo.

4.5.2.2. Langostino colorado

En el caso del langostino colorado, el análisis de variogramas unidireccionales reveló la presencia de efecto anisotrópico de la distribución espacial de la densidad poblacional en la dirección N-S en la ZAG-1 y en la dirección NE-SW en la ZAG-2. En las ZAGs 3 y 4, no se observó anisotropía. De igual manera que con el langostino amarillo, el modelo de variograma teórico que mostró el mejor ajuste, mediante el procedimiento de mínimos cuadrados ponderados (Cressie, 1993) fue el modelo esférico en todos los casos. El rango de las estructuras espaciales fluctuó entre 7,9 Km (ZAG-3) y 15,6 Km (ZAG-1) (Fig. 38), y varianzas no resueltas por el diseño de muestreo entre 1,95% en la ZAG-1 y 19,8% en la ZAG-3 (Fig. 38, Tabla 23).

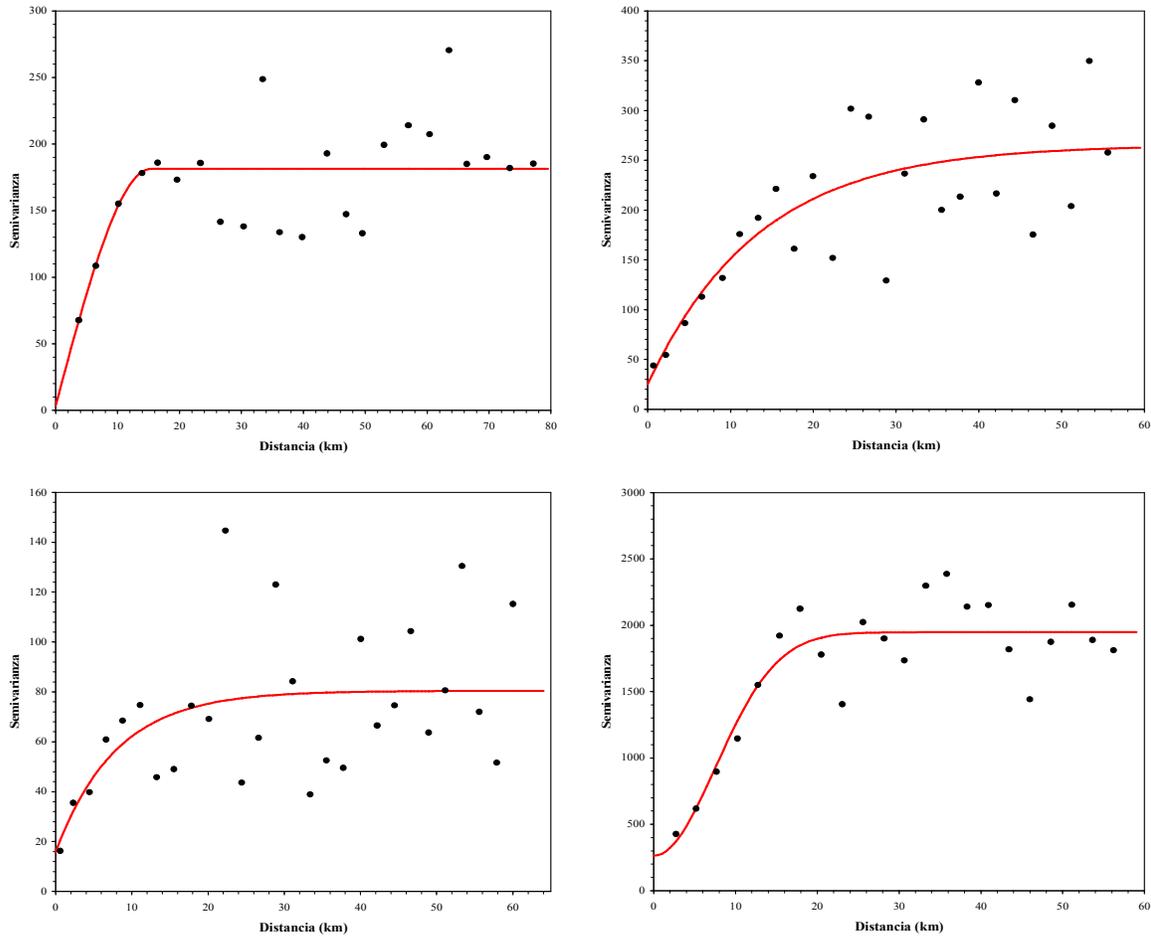


Fig. 38. Variograma experimental (puntos) y variograma teórico (línea continua) de langostino colorado (*P. monodon*). ZAG-1: arriba izquierda; ZAG-2: arriba derecha; ZAG-3; abajo izquierda; y ZAG-4: abajo derecha.

Tabla 23. Parámetros del variograma teórico según el modelo esférico para las ZAGs de langostino colorado (*P. monodon*). SCR: suma de cuadrados de los residuos, VNE: Varianza no explicada.

Parámetro	ZAG-1	ZAG-2	ZAG-3	ZAG-4
Modelo	Esférico	Exponencial	Exponencial	Gaussiano
Rango (Km)	15,355	13,436	7,940	10,638
Sill	177,732	240,506	64,546	1684,058
Nugget	3,540	25,026	15,887	263,384
SCR	26748,6	63930,8	18830,1	1218039,6
VNE (%)	1,953	9,425	19,752	13,525

Como en el caso del langostino amarillo, 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.

4.5.3. Análisis espacio-temporal de la distribución espacial de los langostinos

4.5.3.1. Centro de gravedad e inercia

4.5.3.1.1. Langostino amarillo

El centro de gravedad de la densidad poblacional de langostino amarillo en el año 2009, para la unidad norte de la pesquería (II – IV Regiones), se localizó en $29^{\circ}47'35''\text{S}$, con una inercia de $1,738^{\circ}\text{S}$, mientras que en la unidad de pesquería sur (V – VIII Regiones), el centro de gravedad de la densidad se encontró en $34^{\circ}05'44''\text{S}$, con una inercia de $1,127^{\circ}\text{S}$, respectivamente (Fig. 39).

En la escala temporal, se observa que en la macrozona norte (II-IV Regiones), la localización del centro de gravedad de la densidad poblacional de langostino amarillo entre 1997 y 2009 mostró un desplazamiento hacia el sur del área desde 1999 hasta 2006, para luego retornar hacia el norte en los años 2007 y 2008, para estacionarse en la posición actual, sin encontrarse diferencias notables entre los rangos de dispersión de la densidad, medida como el índice de inercia, entre años en los últimos cuatro años de la serie (Fig. 39).

En el caso de la macrozona sur (V-VIII Regiones), entre los años 1999 y 2008, el centro de gravedad de la densidad de langostino amarillo se encontró alrededor de $33^{\circ}24'\text{S}$, exceptuando el año 2000 y 2003, para mostrar un desplazamiento hacia el sur en el año más reciente. Al respecto, a diferencia de la macrozona norte, en esta región se observaron cambios notables en el rango de dispersión de la densidad poblacional de langostino amarillo, reflejado como la

medida de inercia, concentrándose en torno a los centros de gravedad, particularmente en los años 2006 y 2007 (Fig. 39).

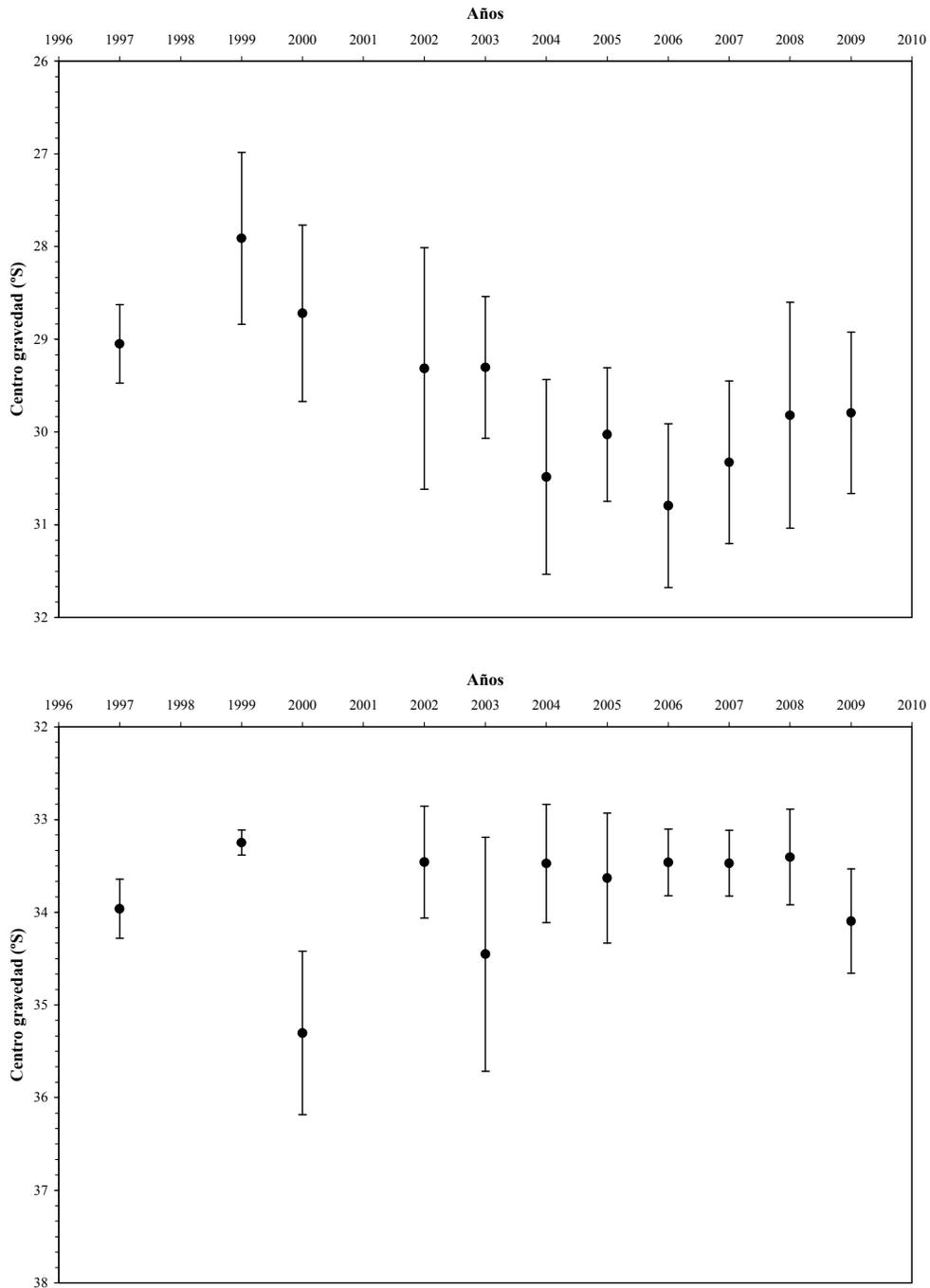


Fig. 39. Centro de gravedad (puntos negros) de la densidad poblacional (ton/km^2) de langostino amarillo (*C. jonhi*) en sentido latitudinal entre la Unidad de Pesquería II-IV Regiones (arriba) y la Unidad de Pesquería V-VIII Regiones (abajo). Las barras verticales representan la inercia (I).

Paralelamente al desplazamiento del centro de gravedad de la densidad poblacional de langostino amarillo, se observó entre el año 2000 y 2007, un fuerte crecimiento de la biomasa del recurso, medido en este caso como la densidad poblacional promedio (ton/Km-lineal), tanto en la macrozona norte como en la macrozona sur (Fig. 40), proceso que se habría estabilizado en los dos últimos año (2008- y 2009). En consecuencia, en toda el área de estudio, recurso habría experimentado un proceso de crecimiento poblacional sin expansión espacial, esto es una concentración poblacional en los focos de abundancia o caladeros históricos del recurso.

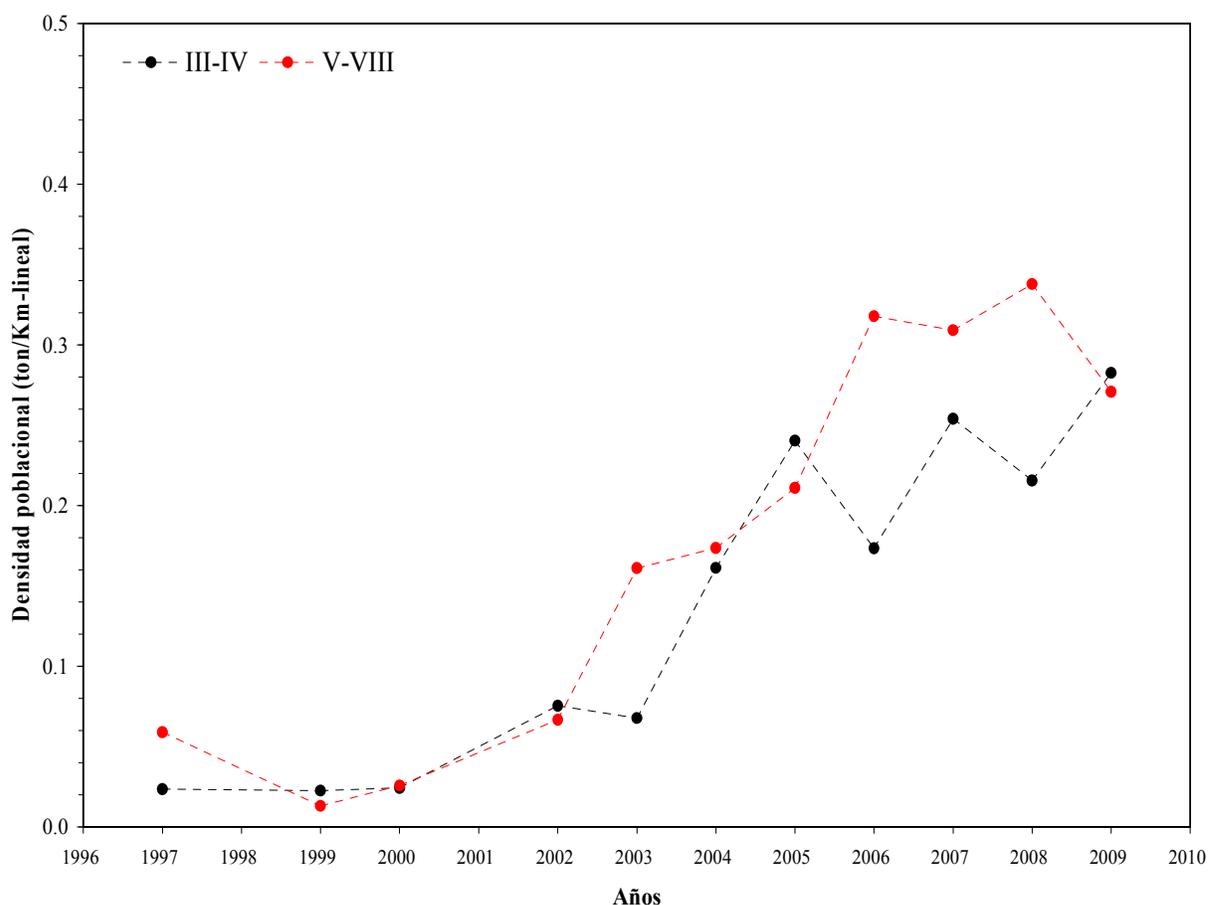


Fig. 40. Densidad poblacional promedio (ton/Km-lineal) de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) entre la II y IV Regiones (línea negra) y entre la V y VIII Regiones (línea roja) entre 1997 y 2009.

4.5.3.1.2. Langostino colorado

En el caso del langostino colorado, en el año 2009, el centro de gravedad de la densidad poblacional para la unidad norte de la pesquería (II – IV Regiones), se localizó en $28^{\circ}35'25''S$, con una inercia de $2,286^{\circ}S$, mientras que en la unidad de pesquería sur (V – VIII Regiones), el centro de gravedad de la densidad se encontró en $35^{\circ}54'28''S$, con una inercia de $0,968^{\circ}S$, respectivamente (Fig. 41).

El análisis temporal de la distribución espacial de la densidad poblacional de langostino colorado indica que en la macrozona norte, de manera similar a lo observado con el langostino amarillo, entre 1999 y 2009, a excepción de 2007, se observó un desplazamiento hacia el sur del centro de gravedad, encontrándose alrededor de $28^{\circ}38'S$, sin embargo, a diferencia del langostino amarillo, el rango de dispersión de la densidad, medido como la inercia se incrementó (Fig. 41), lo que significa que el recurso sufrió un proceso de expansión poblacional en el área analizada.

En la macrozona sur, contrariamente a lo observado en la macrozona norte, el centro de gravedad de la densidad poblacional de langostino colorado en el año 2009 se mantuvo alrededor de $35^{\circ}55'S$, de manera similar a lo observado en el año 2008, sin embargo con un notable incremento de la dispersión latitudinal, dado los mayores valores de inercia observados en el último año respecto de los anteriores (Fig. 41).

En la macrozona norte, la densidad poblacional de langostino colorado no mostró un crecimiento tan marcado como en el caso del langostino amarillo, o respecto de la macrozona sur. El crecimiento de la densidad poblacional en la macrozona norte se observó solo entre los años 2003 y 2007, mientras que en la macrozona sur la densidad poblacional se mantuvo baja entre los años 2000 y 2004, para luego experimentar un crecimiento explosivo en los años 2006 y 2007, una reducción en el año 2008 y un nuevo incremento en el año 2009 (Fig. 42). En consecuencia, en la macrozona norte, la expansión poblacional de langostino colorado se debería más bien a una expansión espacial que a incremento de su densidad. En la macrozona sur, en cambio, se produjo un fenómeno de concentración de la abundancia de langostino,

entre los años 1999 y 2006 dado que no se observó un crecimiento notable en el uso del espacio, con una posterior expansión en los años 2008 y 2009 (Fig. 42)

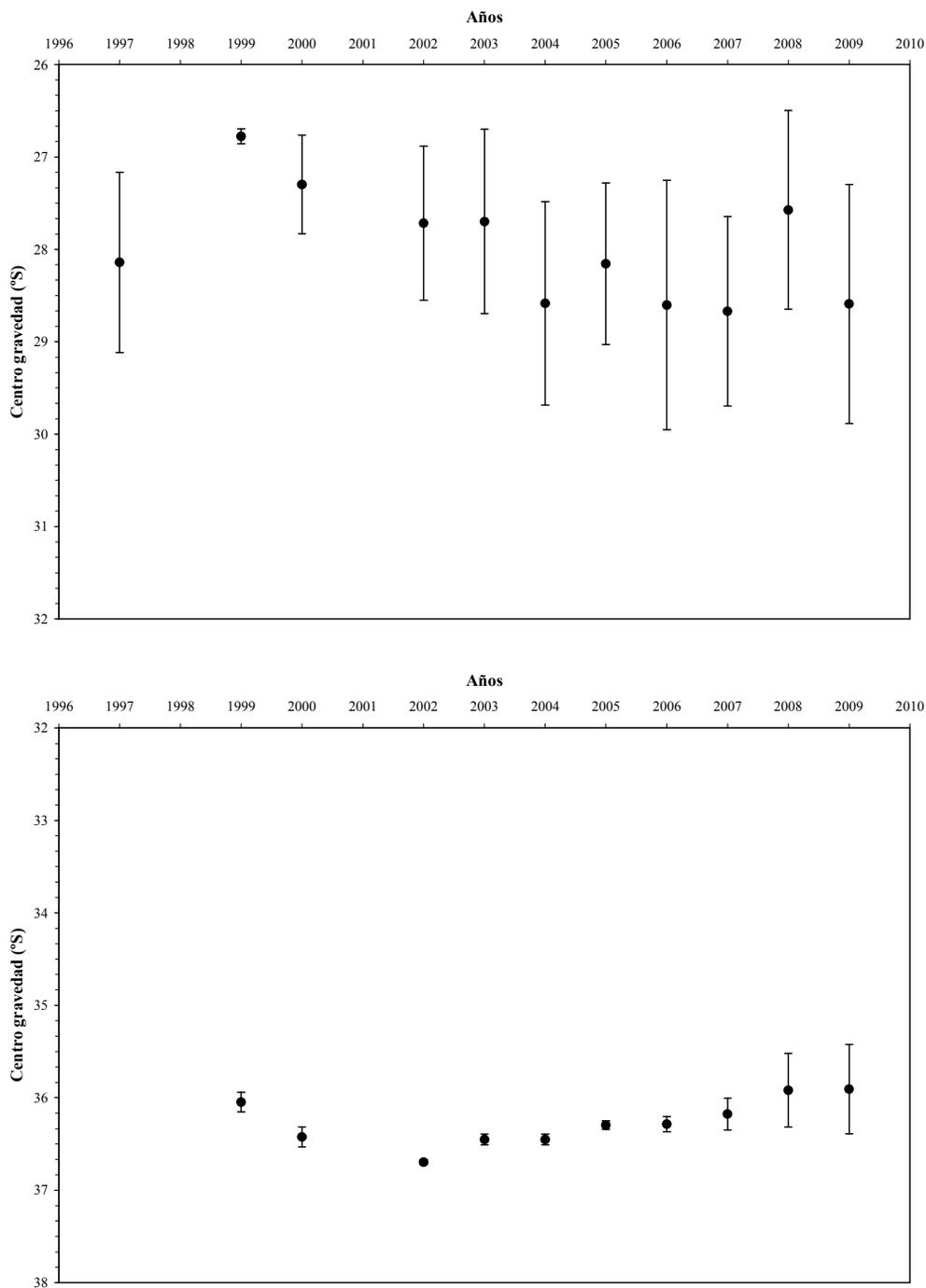


Fig. 41. Centro de gravedad (puntos negros) de la densidad poblacional (ton/km^2) de langostino colorado (*P. monodon*) en sentido latitudinal en la Unidad de Pesquería II-IV Regiones (arriba) y la Unidad de Pesquería V-VIII Regiones (abajo). Las barras verticales representan la inercia (*I*).

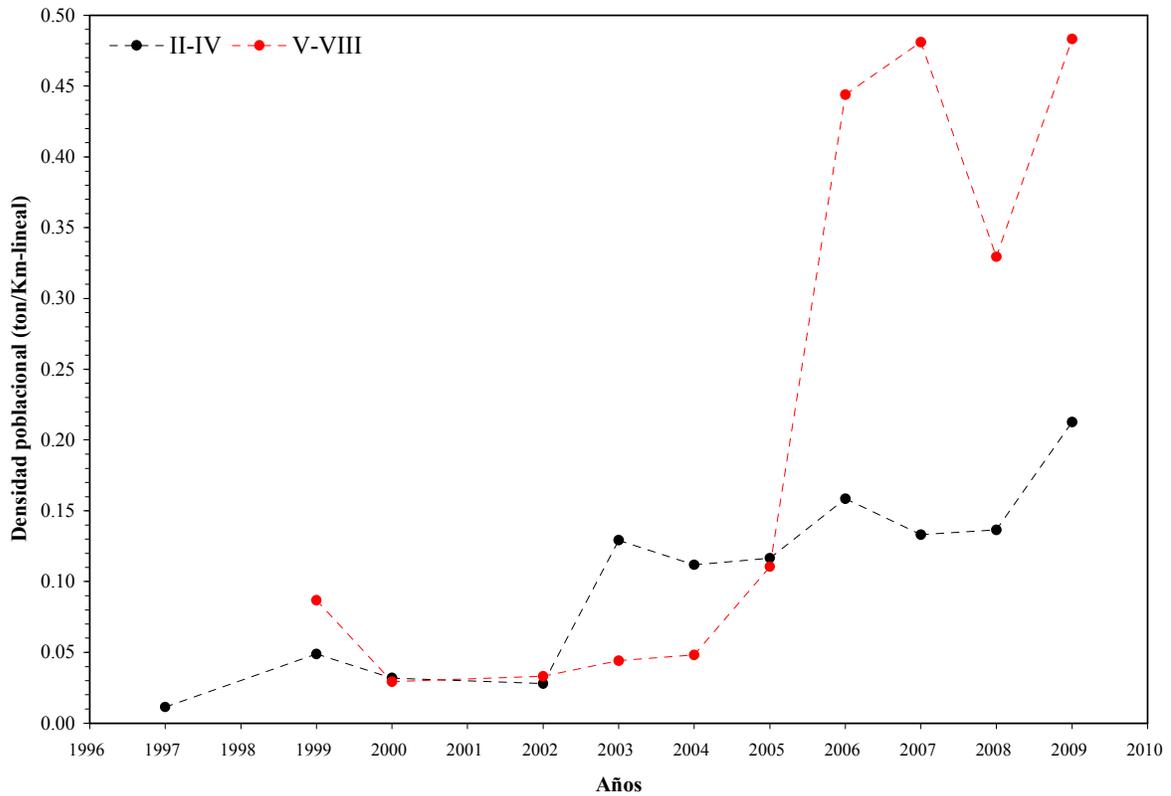


Fig. 42. Densidad poblacional promedio (ton/Km-lineal) de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) entre la II y IV Regiones (línea negra) y entre la V y VIII Regiones (línea roja) entre 1997 y 2009.

4.5.3.2. Índice de Gini

4.5.3.2.1. Langostino amarillo

En el caso del langostino amarillo, el índice de Gini para la unidad de pesquería norte (III – IV Regiones) alcanzó a 0,833, mientras que en la unidad de pesquería sur (V-VIII Regiones) alcanzó a 0,794. Ambos valores indican que la densidad poblacional de langostino amarillo en ambas unidades de pesquería se encontró altamente agregada, con un mayor grado de concentración en la unidad de pesquería norte, en comparación a la unidad de pesquería sur (Fig. 43).

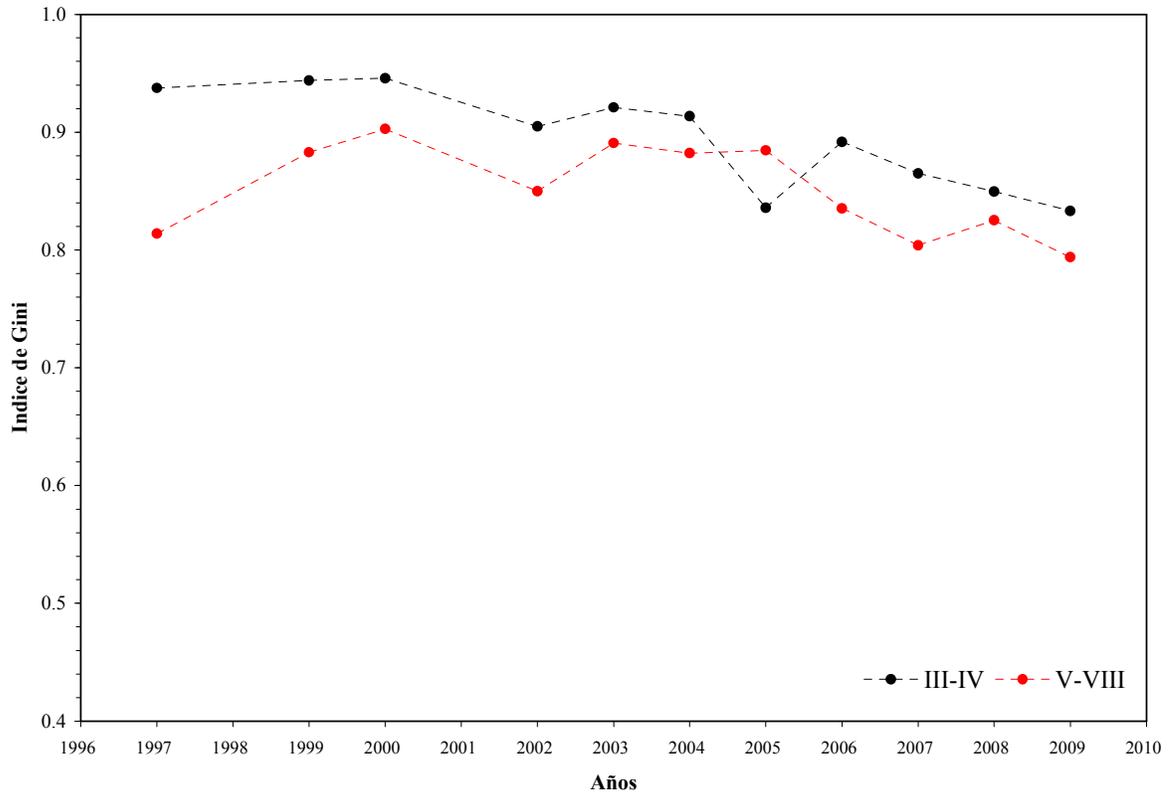


Fig. 43. Evolución temporal del índice de Gini entre 1997 y 2009, para la distribución de la densidad poblacional (ton/km^2) de langostino amarillo (*C. johni*) en la Unidad de Pesquería II-IV y Unidad de Pesquería V-VIII.

4.5.3.2.1. Langostino colorado

En el caso del langostino colorado, el índice de Gini en la macrozona norte alcanzó a 0,840 y 0,814 para la unidad de pesquería sur, respectivamente. Como en el caso de langostino amarillo, ambos valores del índice de Gini indican que el recurso langostino colorado se encuentra altamente agregado en el área de estudio, tanto para la macrozona norte como para la macrozona sur (Fig. 44). Adicionalmente, cabe hacer notar que el grado de agregación del recurso es mayor en la macrozona norte, de la misma manera que lo observado en el caso del langostino amarillo.

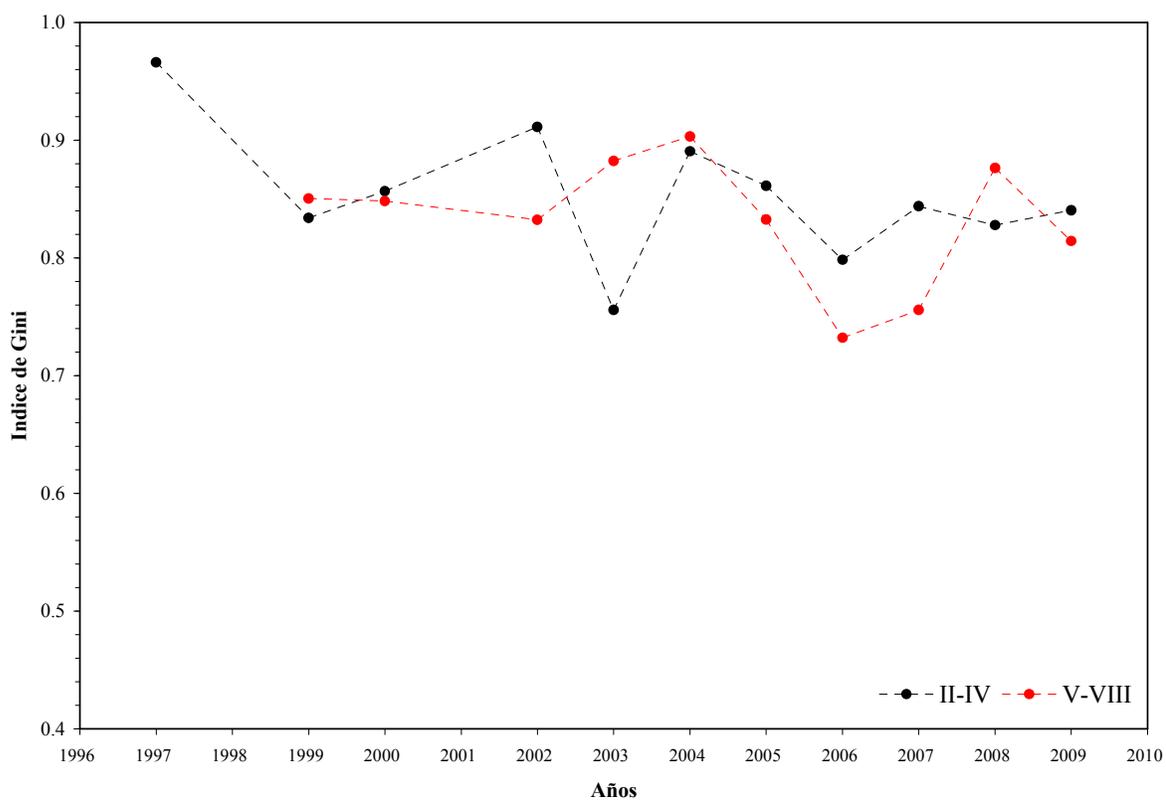


Fig. 44. Evolución temporal del índice de Gini entre 1997 y 2009, para la distribución de la densidad poblacional (ton/km^2) de langostino amarillo (*C. johni*) en la Unidad de Pesquería II-IV y Unidad de Pesquería V-VIII.

4.6. Objetivo Específico 2

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

4.6.1. Enfoque geoestadístico

La densidad poblacional promedio de langostino amarillo y langostino colorado, se estimó como el promedio aritmético de los estimadores de densidad al interior de los focos de abundancia identificados mediante el método geoestadístico transitivo. Los valores de los estimadores puntuales de densidad (cpua) fueron generados mediante el método intrínseco aplicando kriging ordinario. Cabe hacer notar que, en la estimación de la densidad promedio por caladero, están incorporados los valores muestrales, siendo una de las propiedades del enfoque geoestadístico por el método intrínseco.

Al respecto, tanto para langostino amarillo como para langostino colorado, los focos de abundancia previamente identificados fueron separados en aquella fracción que quedaba dentro del Area de Reserva a la Pesca Artesanal (ARPA), por consiguiente, la densidad poblacional promedio se estimó independientemente para cada una de las fracciones de área, es decir, FUERA o DENTRO del ARPA.

Los valores de Biomasa vulnerable (tons) y abundancia (miles de ejemplares) de langostino amarillo y langostino colorado, por caladero, sexo, dentro y fuera del arpa y Región se entregan en el Anexo 6.

4.6.1.1. Langostino amarillo

En el caso del langostino amarillo, la densidad poblacional promedio fluctuó entre 0,254 tons/km² en el Foco 2, localizado fuera del ARPA, y a 61,620 tons/km² en la sección 1 del

Foco 19, dentro del ARPA frente a la V Región. El tamaño de muestra generado por kriging alcanzó a 290.153 observaciones (Tabla 24).

Tabla 24. Densidad poblacional (cpua, ton/km²) promedio, desviación estándar, tamaño de muestra (n) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) de langostino amarillo (*C. johni*) por fracción de área de los focos de abundancia entre la II y VIII Región. ARPA: 1 = IN, 2 = OUT

Foco.Sección	ARPA	cpua (ton/km ²)				
		Prom.	D.E.	LI	LS	n
1.1	1	0,925	0,191	0,541	1,222	1225
2.2	2	2,054	0,830	0,624	3,265	1440
3.1	1	2,021	0,935	0,397	3,893	3886
3.2	2	1,933	0,425	1,442	3,057	812
4.1	1	3,533	2,392	0,742	7,752	7452
5.1	1	5,023	1,462	3,141	8,415	1796
5.2	2	4,498	1,093	2,553	5,853	1760
6.1	1	25,366	6,100	17,589	41,113	2917
7.1	1	38,429	21,019	8,585	84,734	3740
7.2	2	29,218	7,436	7,741	45,473	2583
8.1	1	9,099	6,930	2,185	22,191	5066
8.2	2	18,298	1,274	15,608	20,613	105
9.1	1	7,817	0,217	7,243	8,268	280
10.1	1	3,206	0,728	1,852	4,393	2172
11.1	1	48,626	28,553	13,611	100,972	437
11.2	1	33,109	2,509	28,255	37,000	132
11.3	1	11,134	8,398	0,119	30,508	146
11.4	1	19,822	18,013	0,065	88,445	5364
11.5	2	46,021	23,446	19,300	94,038	171
11.6	2	25,619	19,662	0,002	80,568	9995
12.1	1	18,057	23,507	0,051	155,370	6297
12.2	2	19,672	7,526	9,836	44,930	228
12.3	2	4,986	2,955	0,898	12,930	499
13.1	1	3,200	0,616	2,196	4,497	278
14.1	1	30,047	3,291	21,509	33,529	278
15.1	1	6,433	1,596	3,215	9,224	4235
16.1	1	8,239	2,518	2,468	11,636	408
17.1	1	13,079	10,428	0,001	25,886	2361
18.1	1	48,197	46,523	0,001	148,957	1982
18.2	2	28,009	30,040	0,001	139,627	6628
19.1	1	22,538	3,638	10,605	29,602	3446
19.2	2	16,838	15,370	0,187	64,041	9968
20.1	2	26,229	31,999	0,009	124,952	7108
21.1	2	21,187	10,810	0,046	57,444	12740
22.1	2	29,749	21,412	0,001	91,156	14608
23.1	2	1,946	0,438	0,486	2,716	1040
23.2	2	1,248	0,410	0,542	2,610	1451
24.1	2	25,183	22,934	0,002	129,186	8131
24.2	2	114,700	67,400	12,576	203,452	1768
25.1	2	1,051	0,515	0,089	1,981	4286
26.1	2	2,802	4,734	0,000	24,006	5313
26.2	2	20,038	2,758	12,418	23,684	303
27.1	2	9,295	8,813	0,413	38,730	3060
28.1	2	0,139	0,098	0,001	0,375	362
29.1	2	9,022	5,486	1,563	25,527	3773
30.1	2	11,099	1,083	8,342	12,561	408
31.1	2	17,932	19,197	0,162	73,360	13568
Total		18,821	19,086	0,001	162,736	166006

Consecuentemente, la biomasa vulnerable del stock de langostino amarillo (*C. johni*) en la plataforma y talud continental de las Regiones II a VIII estimada según el enfoque geoestadístico alcanzó a 57.124,9 toneladas (D.E. = 18.274,7 tons). El intervalo de confianza de la biomasa es entre 55.465,5 tons (límite inferior) y 58.784,3 tons (límite superior). En la Tabla 25 se presenta la biomasa del stock de langostino amarillo, por caladero, destacando el Foco 11 con cerca de 26% de la biomasa vulnerable, seguido del Foco 24, con 24,1% de la biomasa vulnerable de langostino amarillo en el área de estudio.

Por otro lado, en la Tabla 26, se entrega la estimación de biomasa de langostino amarillo por región, identificándose la biomasa contenida dentro o fuera del Area de Reserva para la Pesca Artesanal. En este sentido, cabe hacer notar que 62,8% de la biomasa de langostino amarillo se encontró en los focos o fracciones de focos de abundancia localizados en la IV y V Región (IV Región = 40,8%; V Región = 21,9%). En cambio, el único núcleo de abundancia detectado en la II Región fue muy poco significativo (0,019%) a la biomasa vulnerable de langostino amarillo en la zona estudiada.

Adicionalmente, se destaca que en la macrozona norte (II – IV Regiones), en la III Región, 76,7% de la biomasa estimada se encontró dentro del ARPA, siendo superior a lo observado en la IV Región, donde 55,4% de la biomasa de langostino amarillo se encontró fuera del ARPA (Tabla 26). Finalmente, la Tabla 27 muestra la biomasa vulnerable estimada de langostino amarillo por Región.

Tabla 25. Biomasa estimada (toneladas) de langostino amarillo (*C. johni*), error estándar de la estimación (EEE, tons) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) por foco de abundancia entre la II y VIII Región.

Foco	Biomasa (tons)			
	Estimada	E.E.E.	LI	LS
1	10,9	32,3	9,1	12,7
2	27,9	37,2	26,0	29,8
3	85,7	116,8	81,3	90,1
4	239,6	185,3	235,4	243,8
5	153,7	88,2	149,6	157,8
6	675,0	72,7	672,4	677,6
7	1.965,0	154,9	1.959,7	1.970,3
8	432,9	127,5	429,0	436,8
9	22,3	7,8	21,4	23,2
10	64,0	54,6	61,7	66,3
11	14.641,5	26.980,2	13.896,1	15.386,9
12	4.233,6	11.103,6	3.872,3	4.594,9
13	8,9	126,0	-5,9	23,7
14	83,8	125,8	69,0	98,6
15	245,2	1.718,3	193,4	297,0
16	33,0	180,7	15,5	50,5
17	336,1	1.158,3	289,4	382,8
18	2.647,6	3.615,6	2.542,7	2.752,5
19	2.113,5	5.205,0	1.992,9	2.234,1
20	6.411,4	1.366,7	6.379,6	6.443,2
21	2.302,2	607,5	2.291,7	2.312,7
22	3.803,6	714,9	3.792,0	3.815,2
23	33,1	120,5	26,4	39,8
24	13.774,2	1.883,6	13.725,0	13823,4
25	37,5	199,7	31,5	43,5
26	189,8	296,8	180,7	198,9
27	238,6	143,5	233,5	243,7
28	0,5	21,1	-1,7	2,7
29	277,9	172,2	272,4	283,4
30	41,9	21,1	39,9	43,9
31	1.994,0	621,7	1983,5	2.004,5
Total	57.124,9	57.260,2	55.465,5	58.784,3

Tabla 26. Biomasa estimada (toneladas) de langostino amarillo (*C. johni*) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) por Región, fuera y dentro de la ARPA. ARPA: 1 = FUERA, 2 = DENTRO.

Foco.ARPA	Biomasa (tons)		
	Estimada	LI	LS
2.1	10,9	9,1	12,7
2.2	0,0	0,0	0,0
3.1	3.599,5	3.513,7	3.685,3
3.2	1.095,5	1.045,0	1.146,0
4.1	10.399,6	9.614,1	11.185,1
4.2	12.914,7	12.329,1	13.500,3
5.1	0,0	0,0	0,0
5.2	12.534,7	12.477,7	12.591,7
6.1	0,0	0,0	0,0
6.2	7.011,2	6.973,8	7.048,6
7.1	0,0	0,0	0,0
7.2	6.958,1	6.929,1	6.987,1
8.1	0,0	0,0	0,0
8.2	2.600,7	2.573,9	2.627,5
Total	57.124,9	55.465,5	58.784,3

Tabla 27. Biomasa estimada (toneladas) de langostino amarillo (*C. johni*) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) por Región.

Región	Biomasa (tons)		
	Estimada	LI	LS
2	10,9	9,1	12,7
3	4.695,0	4.558,7	4.831,3
4	23.314,3	21.943,2	24.685,4
5	12.534,7	12.477,7	12.591,7
6	7.011,2	6.973,8	7.048,6
7	6.958,1	6.929,1	6.987,1
8	2.600,7	2.573,9	2.627,5
Total	57.124,9	55.465,5	58.784,3

4.6.1.2. Langostino colorado

En el caso del langostino colorado, la densidad poblacional promedio fluctuó entre 1,145 tons/km² en el Foco 17, fuera del ARPA, principalmente debido a su pequeño tamaño, y 80,075 tons/km² en el Foco 23, también fuera del ARPA, seguido del Foco 20 con 63,559 tons/km², fuera del ARPA. El tamaño de muestra generado por kriging alcanzó a 160.125 observaciones (Tabla 28).

Tabla 28. Densidad poblacional (cpua, ton/km²) promedio, desviación estándar, tamaño de muestra (n) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) de langostino colorado (*P. monodon*) por fracción de área de los focos de abundancia entre la II y VIII Región. ARPA: 1 = FUERA, 2 = DENTRO.

Foco.Sección	ARPA	cpua (ton/km ²)				
		Prom.	D.E.	LI	LS	n
1.1	1	7,551	4,528	0,821	18,389	5066
1.2	2	5,519	0,346	4,855	6,211	212
1.3	2	3,150	1,211	2,016	7,252	175
2.1	1	30,994	3,325	24,277	38,200	239
2.2	1	19,760	2,652	11,255	25,133	259
2.3	2	24,936	16,066	0,002	74,341	4513
2.4	2	29,286	10,695	9,421	59,901	965
3.1	2	28,773	19,594	0,015	77,802	5211
4.1	1	7,280	6,330	0,155	26,214	4900
4.2	2	1,803	0,816	0,603	4,027	430
4.3	2	1,664	0,365	0,693	2,229	563
5.1	1	4,667	3,883	0,494	12,563	2740
6.1	1	48,325	24,178	3,123	81,450	1295
6.2	1	7,150	3,640	1,121	15,489	1251
6.3	2	11,759	5,806	2,203	25,510	3036
7.1	1	40,818	19,151	7,488	75,941	4042
8.1	1	6,837	2,493	3,115	10,255	1101
8.2	2	7,399	2,038	3,390	10,099	339
9.1	2	6,486	5,209	0,117	20,487	4202
10.1	2	1,317	0,937	0,002	3,561	4193
11.1	1	25,856	19,875	0,001	114,574	24363
11.2	2	5,320	2,956	0,618	12,072	1108
11.3	2	2,392	0,318	2,027	3,720	135
11.4	2	7,283	3,778	3,003	17,841	213
11.5	2	52,581	7,905	41,388	72,343	81
11.6	2	1,584	1,059	0,000	3,309	629
12.1	1	20,523	14,365	0,008	96,488	8199
12.2	2	5,186	4,123	0,364	17,932	488
13.1	1	12,377	0,272	11,679	12,679	244
14.1	2	3,827	2,432	10,947	0,385	5713
15.1	2	24,941	11,169	47,311	3,985	7520
16.1	2	14,598	1,596	18,923	8,706	4897
17.1	2	1,145	0,183	1,555	0,856	244
18.1	2	14,034	5,693	27,355	4,493	3402
19.1	2	48,508	10,719	74,149	24,080	3460
20.1	2	63,559	3,413	70,470	54,970	273
21.1	2	10,574	0,050	10,497	10,705	633
22.1	2	11,435	4,404	5,923	24,796	17339
22.2	2	19,237	1,455	16,373	21,971	371
23.1	2	80,075	33,616	0,855	148,641	12305
24.1	2	32,409	17,673	5,055	67,450	6534
25.1	2	52,695	20,498	0,048	80,658	13895
26.1	2	1,480	0,273	1,040	2,120	401
27.1	2	11,324	6,094	0,611	20,359	2946
Total		26,321	26,519	0,000	148,641	160125

La biomasa vulnerable del stock de langostino colorado (*P. monodon*) en la plataforma y talud continental de las Regiones II a VIII estimada según el enfoque geoestadístico alcanzó a 65.494,4 toneladas (D.E. = 23.300,1 tons). El intervalo de confianza de la biomasa se encontró entre 64.918,3 tons (límite inferior) y 66.070,5 tons (límite superior). En la Tabla 29 se presenta la biomasa del stock de langostino colorado, por caladero, destacando el Foco 23 (fuera del ARPA), en la Octava Región, con 49,1% de la biomasa vulnerable, seguido de los focos Foco 24 y 25, ambos en la Octava Región y el Foco 11 en la Cuarta Región, con 8,9% de la biomasa vulnerable, respectivamente.

Como en el caso del langostino amarillo, en la Tabla 30, se entrega la estimación de biomasa de langostino colorado por región, identificándose la biomasa contenida dentro o fuera del ARPA. En la Tabla 31 se entrega la biomasa de langostino colorado por región, sin separar por ARPA. Al respecto, cabe destacar que la VIII región contiene 69,4% de la biomasa vulnerable de langostino colorado desde la II a la VIII Región.

Tabla 29. Biomasa estimada (toneladas) de langostino colorado (*P. monodon*), error estándar de la estimación (EEE, tons) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) por foco de abundancia entre la II y VIII Región.

Foco	Biomasa (tons)			
	Estimada	E.E.E.	LI	LS
1	366,2	682,4	341,9	390,5
2	1.434,2	763,7	1.401,9	1.466,5
3	1.511,4	717,2	1.491,9	1.530,9
4	337,0	726,6	309,2	364,8
5	115,9	339,0	103,2	128,6
6	971,8	691,1	941,2	1.002,4
7	1.492,9	499,3	1.477,5	1.508,3
8	94,9	151,2	84,2	105,6
9	241,4	413,5	228,9	253,9
10	51,8	436,7	38,6	65,0
11	5.848,8	2.676,7	5.800,3	5.897,3
12	1.496,2	845,0	1.474,7	1.517,7
13	30,8	27,7	27,3	34,3
14	186,4	369,7	176,8	196,0
15	1.587,2	483,0	1.576,3	1.598,1
16	613,2	318,8	604,3	622,1
17	2,7	18,2	0,4	5,0
18	410,4	221,9	402,9	417,9
19	1.417,8	221,8	1.410,4	1.425,2
20	157,5	18,8	155,3	159,7
21	58,6	77,3	52,6	64,6
22	1.692,9	2.036,2	1.658,8	1.727,0
23	32.143,3	5.601,3	32.044,3	32.242,3
24	6.898,5	2.970,1	6.826,5	6.970,5
25	6.050,1	1.602,1	6.023,5	6.076,7
26	5,2	49,1	0,4	10,0
27	277,3	341,7	265,0	289,6
Total	65.494,4	23.300,1	64.918,3	66.070,5

Tabla 30. Biomasa estimada (toneladas) de langostino colorado (*P. monodon*) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) por Región, fuera y dentro de la ARPA. ARPA: 1 = FUERA, 2 = DENTRO.

Foco.ARPA	Biomasa (tons)		
	Estimada	LI	LS
2.1	464,5	439,4	489,6
2.2	1.077,8	1.053,9	1.101,7
3.1	2.649,2	2.580,1	2.718,3
3.2	2.132,8	2.077,6	2.188,0
4.1	7.245,1	7.193,3	7.296,9
4.2	423,9	376,5	471,3
5.1	0,0	0,0	0,0
5.2	2.389,5	2.357,8	2.421,2
6.1	0,0	0,0	0,0
6.2	1.828,2	1.813,3	1.843,1
7.1	0,0	0,0	0,0
7.2	1.849,4	1.811,5	1.887,3
8.1	0,0	0,0	0,0
8.2	45.434,0	45.214,9	45.653,1
Total	65.494,4	64.918,3	66.070,5

Tabla 31. Biomasa estimada (toneladas) de langostino colorado (*P. monodon*) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) por Región.

Región	Biomasa (tons)		
	Estimada	LI	LS
2	1.542,3	1.493,3	1.591,3
3	4.782,0	4.657,7	4.906,3
4	7.669,0	7.569,8	7.768,2
5	2.389,5	2.357,8	2.421,2
6	1.828,2	1.813,3	1.843,1
7	1.849,4	1.811,5	1.887,3
8	45.434,0	45.214,9	45.653,1
Total	65.494,4	64.918,3	66.070,5

4.6.1. Método de la Distribución Delta-lognormal

4.6.1.1. Langostino amarillo

Para la estimación de abundancia de langostino amarillo mediante el estimador de la Distribución Delta, se estimó la densidad poblacional promedio para cada una de las zonas de análisis geoestadístico (ZAGs) descritas para el recurso, lo anterior para asegurar suficiencia de datos (registros) para la estimación.

La distribución de frecuencias del logaritmo de la captura por unidad de área ($\ln[\text{cpua}]$) en todas las zonas de estudio se mostraron sesgadas hacia la izquierda, distantes de una estructura normalizada, con la excepción quizás de la ZAG-2 (Fig. 45). A pesar del sesgo observado en las distribuciones de frecuencia se aplicó el método de la Distribución Delta como un estimador de la densidad media de langostino amarillo (Penington, 1983, 1986, Syrjala, 2000).

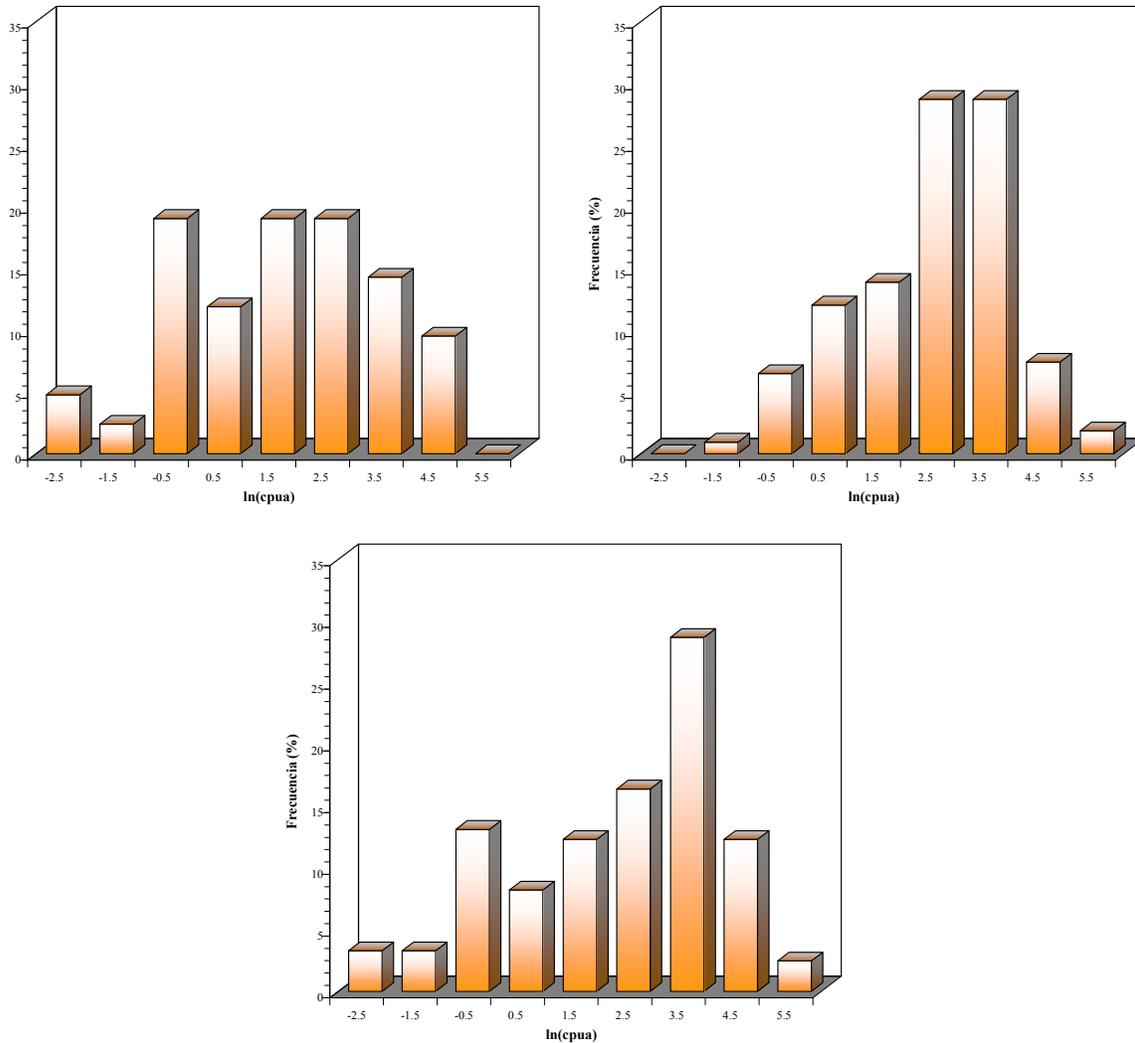


Fig. 45. Distribución de frecuencias del logaritmo de la captura por unidad de área ($\ln[\text{cpua}]$) de langostino amarillo (*C. johni*). ZAG-1: arriba izquierda; ZAG-2: arriba derecha; y ZAG-3: abajo.

El estimador de densidad media calculado mediante este método se entrega en la Tabla 32 y en la Tabla 33 se muestran los estimadores de biomasa e intervalos de confianza respectivos, por foco de abundancia.

Tabla 32. Estimador de la densidad poblacional (ton/km²) de langostino amarillo (*C. johni*) mediante el estimador de la Distribución Delta.

Zona	ln(cpua)		Densidad (ton/km ²)	
	Prom.	D.E.	Media	D.E.(D)
ZAG-1	1.466	1.906	9.362	4.002
ZAG-2	2.375	1.429	18.724	3.666
ZAG-3	2.116	1.972	22.908	6.785

Al respecto, la biomasa vulnerable estimada de langostino amarillo alcanzó a 49.140,0 tons (D.E. = 12.855,7 tons) con intervalos de confianza de 32.637,9 tons (límite inferior) y 68.579,4 tons (límite superior).

4.6.1.2. Langostino colorado

En el caso del langostino colorado, para calcular la biomasa mediante el estimador de la Distribución Delta, se siguió el mismo criterio que con el langostino amarillo, esto es, se calculó la densidad poblacional promedio para cada una de las zonas de análisis geoestadístico (ZAGs) descritas para el recurso. Al respecto, sólo en la ZAG-3 se observó una distribución de probabilidad de los valores de cpua log-transformados (ln[cpua]) aproximadamente normal. En ninguna de las otras ZAGs se cumplió la condición de normalidad (Fig. 46), razón por la que, **en estricto rigor**, no se puede aplicar los criterios que sustentan el uso de la distribución Delta (Syrjala, 2000). No obstante, la no normalidad de la distribución de ln[cpua], para efectos comparativos (entre estimadores de biomasa) se ha optado, de todas maneras, en hacer el cálculo de biomasa mediante este enfoque.

Tabla 33. Biomasa estimada (toneladas) de langostino amarillo (*C. johni*), error estándar de la estimación (EEE, tons) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) por foco de abundancia entre la II y VIII Región. Distribución Delta.

Foco	Biomasa (tons)			
	Estimada	E.E.E.	LI	LS
1	110,7	47,3	98,8	126,7
2	127,4	54,5	113,7	145,9
3	400,0	171,0	356,9	458,0
4	634,8	271,3	566,5	726,8
5	302,1	129,1	269,6	345,9
6	249,1	106,5	222,3	285,3
7	530,7	226,8	473,6	607,6
8	436,5	186,6	389,5	499,8
9	26,7	11,4	23,9	30,6
10	186,9	79,9	166,8	214,0
11	11.207,6	2.194,5	7.297,6	15.696,7
12	4.612,4	903,1	3.003,3	6.459,9
13	52,4	10,3	34,1	73,3
14	52,2	10,2	34,0	73,2
15	713,8	139,8	464,8	999,7
16	75,1	14,7	48,9	105,1
17	481,2	94,2	313,3	673,9
18	1.501,9	294,1	977,9	2.103,5
19	2.162,1	423,4	1.407,8	3.028,2
20	5.599,5	1.658,6	3.627,5	7.958,6
21	2.489,1	737,3	1.612,5	3.537,8
22	2.928,8	867,5	1.897,4	4.162,8
23	493,7	146,2	319,9	701,7
24	7.717,3	2.285,9	4.999,5	10.968,6
25	818,2	242,4	530,0	1.162,9
26	1.215,9	360,2	787,7	1.728,2
27	588,0	174,2	380,9	835,7
28	86,3	25,6	55,9	122,6
29	705,7	209,0	457,2	1.003,0
30	86,5	25,6	56,0	122,9
31	2.547,3	754,5	1.650,2	3.620,5
Total	49.140,0	12.855,7	32.637,9	68.579,4

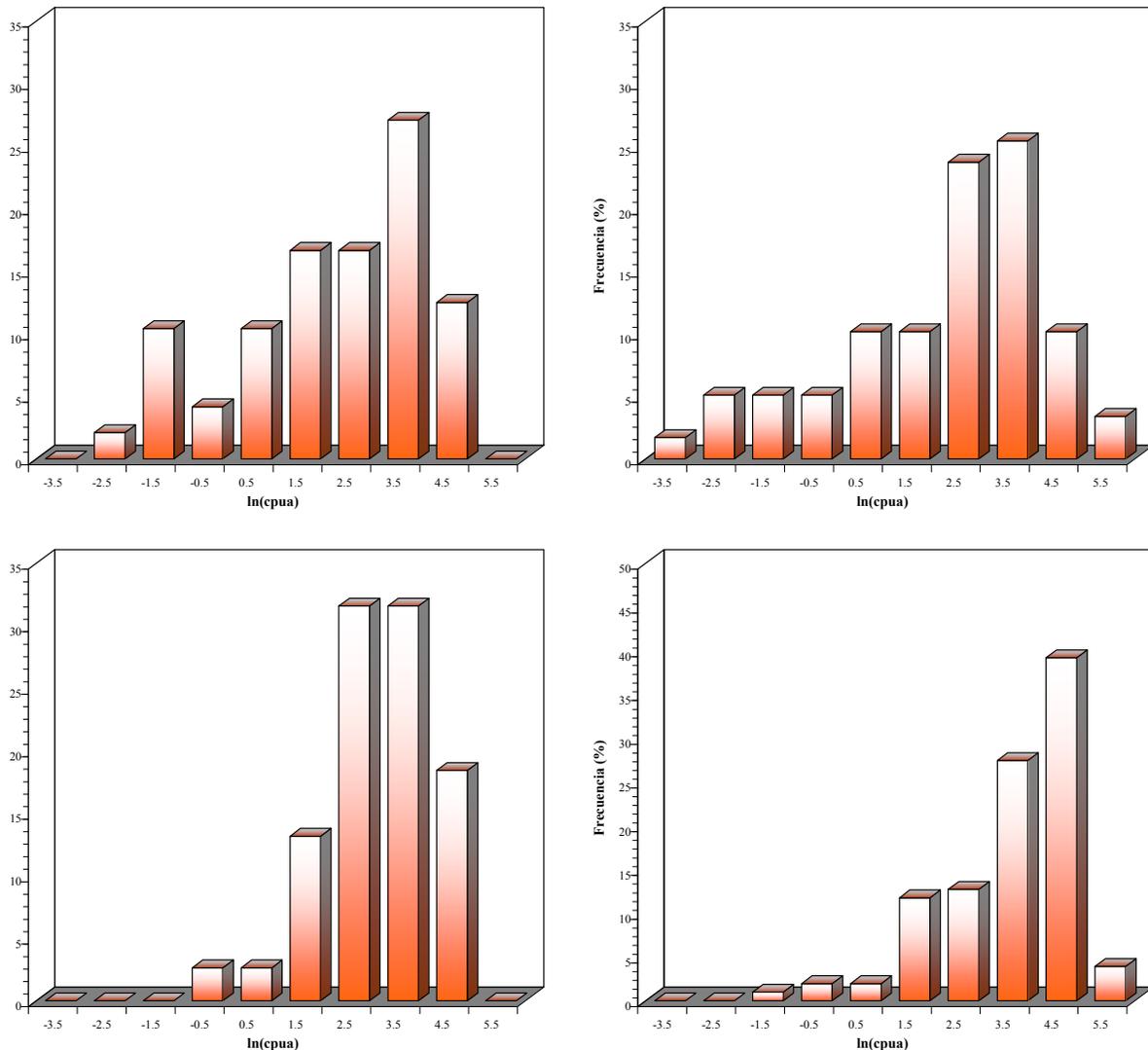


Fig. 46. Distribución de frecuencias del logaritmo de la captura por unidad de área ($\ln[cpua]$) de langostino colorado (*P. monodon*). ZAG-1: arriba izquierda; ZAG-2: arriba derecha; ZAG-3: abajo izquierda, y ZAG-4: abajo derecha.

La estimación de biomasa se hizo para cada foco de abundancia dentro de las zonas de análisis geoestadístico, utilizándose para ello el estimador de densidad media calculado en cada caso (Tabla 34). La biomasa por foco de abundancia y sus respectivos límites de confianza se presentan en la Tabla 35. Al respecto, la biomasa vulnerable estimada de langostino colorado alcanzó a 72.443,7 tons (D.E. = 19.198,5 tons) con intervalos de confianza de 54.189,3 tons (límite inferior) y 93.732,4 tons (límite superior).

Tabla 34. Estimador de la densidad poblacional (ton/km²) de langostino colorado (*P. monodon*) mediante el estimador de la Distribución Delta.

Zona	ln(cpua)		Densidad (ton/km ²)	
	Prom.	D.E.	Media	D.E.(D)
ZAG-1	1,977	1,967	25,961	118,349
ZAG-2	2,013	2,142	37,135	259,214
ZAG-3	2,891	1,153	11,655	9,132
ZAG-4	3,391	1,332	50,947	85,938

Tabla 35. Biomasa estimada (toneladas) de langostino colorado (*P. monodon*), error estándar de la estimación (EEE, tons) e intervalos de confianza (LI = límite inferior; LS = límite superior) por foco de abundancia entre la II y VIII Región. Distribución Delta.

Foco	Biomasa (tons)			
	Estimada	E.E.E.	LI	LS
1	1.297,6	543,8	1.191,2	1.439,4
2	1.452,1	608,5	1.333,0	1.610,7
3	1.363,7	571,5	1.251,9	1.512,7
4	1.381,6	579,0	1.268,3	1.532,6
5	644,5	270,1	591,7	715,0
6	1.314,2	550,7	1.206,4	1.457,8
7	949,5	397,9	871,6	1.053,2
8	505,7	219,2	459,8	566,4
9	1.382,5	599,4	1.257,2	1.548,4
10	1.459,9	633,0	1.327,6	1.635,2
11	8.949,3	3.880,1	8.138,3	10.023,8
12	2.825,3	1.224,9	2.569,3	3.164,5
13	92,5	40,1	84,1	103,6
14	567,7	147,2	355,6	824,0
15	741,7	192,3	464,6	1.076,7
16	489,6	126,9	306,7	710,7
17	27,9	7,2	17,5	40,5
18	340,8	88,4	213,5	494,7
19	340,7	88,3	213,4	494,5
20	28,9	7,5	18,1	41,9
21	282,2	51,3	189,3	388,3
22	7.434,3	1.352,7	4.986,9	10.228,5
23	20.450,9	3.721,2	13.718,3	28.137,6
24	10.844,3	1.973,2	7.274,3	14.920,2
25	5.849,4	1.064,4	3.923,8	8.048,0
26	179,3	32,6	120,3	246,7
27	1.247,6	227,0	836,9	1.716,6
Total	72.443,7	19.198,5	54.189,3	93.732,4

4.6.2. Estimador de razón

El estimador de la densidad poblacional mediante el estimador de razón se calculó para cada una de las Zonas de Análisis Geoestadístico (ZAGs), tal como en el caso del enfoque mediante la Distribución Delta para ambas especies (Tabla 36). Al respecto, la biomasa de langostino amarillo en base a este método alcanzó a 33.949,3 tons, con intervalos de confianza de 26.951,4 tons como límite inferior y límite superior de 42.972,9 tons, respectivamente (Tabla 37). Por otro lado, en el caso del langostino colorado, la biomasa entre la II y VIII Regiones alcanzó a 41.905,8 tons e intervalos de confianza de la estimación con límite inferior de 32.695,5 tons y límite superior de 53.782,1 tons (Tabla 38).

Tabla 36. Estimador de la densidad poblacional (ton/km²) de langostino amarillo (*C. johni*) y langostino colorado (*P. monodon*) mediante el estimador de razón.

Zona	<i>C, johni</i>		<i>P, monodon</i>	
	Prom,	D,E,	Prom,	D,E,
ZAG-1	6,237	19,081	12,648	21,603
ZAG-2	11,371	25,808	17,912	30,597
ZAG-3	9,750	28,023	15,848	20,763
ZAG-4			29,743	47,733
Total	9,716	26,016	19,883	35,932

Tabla 37. Biomasa (tons) e intervalos de confianza inferior (LI, tons) y superior (LS, tons) de langostino amarillo (*C. johni*) por foco de abundancia entre la II y VIII Región. Estimador de razón.

Foco	Biomasa (tons)			
	Estimada	E.E.E.	LI	LS
1	184,5	225,6	151,3	227,2
2	19,6	259,6	18,6	68,8
3	186,4	815,2	66,6	340,8
4	767,4	1.293,7	577,3	1.012,5
5	600,4	615,6	509,9	717,0
6	55,7	507,8	19,0	151,9
7	337,9	1.081,5	178,9	542,8
8	140,5	889,7	9,7	309,1
9	74,6	54,5	66,6	85,0
10	199,8	380,9	143,8	271,9
11	1.203,9	15.447,8	602,3	3.533,0
12	1.819,0	6.357,5	1.075,7	2.777,6
13	1.001,1	72,2	992,6	1.012,0
14	91,1	72,0	82,7	101,9
15	336,9	983,8	221,9	485,3
16	414,2	103,5	402,1	429,8
17	663,7	663,2	586,1	763,7
18	1.751,0	2.070,2	1.508,9	2.063,1
19	1.359,3	2.980,2	1.010,9	1.808,6
20	83,8	6.850,0	52,4	865,5
21	1.096,1	3.045,0	826,7	1.443,6
22	2.797,1	3.582,9	2.480,0	3.206,0
23	551,5	604,0	498,0	620,4
24	1.079,5	9.440,6	244,1	2.156,9
25	3.032,2	1.000,9	2.943,6	3.146,4
26	7.434,6	1.487,4	7.303,0	7.604,3
27	2.350,0	719,3	2.286,4	2.432,1
28	2.799,7	105,6	2.790,4	2.811,8
29	574,5	863,3	498,1	673,0
30	4,7	105,8	1,7	16,7
31	938,7	3.116,1	662,9	1.294,3
Total	33.949,3	65.795,3	26.951,4	42.972,9

Tabla 38. Biomasa (tons) e intervalos de confianza inferior (LI, tons) y superior (LS, tons) de langostino colorado (*P. monodon*) por foco de abundancia entre la II y VIII Región. Estimador de razón.

Foco	Biomasa (tons)			
	Estimada	E.E.E.	LI	LS
1	632,2	1.079,8	452,0	864,5
2	707,4	1.208,3	505,8	967,4
3	664,4	1.134,8	475,0	908,5
4	673,1	1.149,7	481,3	920,4
5	314,0	536,3	224,5	429,4
6	640,2	1.093,6	457,8	875,5
7	462,6	790,1	330,7	632,6
8	243,9	416,6	182,1	323,6
9	666,8	1.139,1	497,8	884,7
10	704,2	1.202,9	525,7	934,3
11	4.316,6	7.373,7	3.222,8	5.727,0
12	1.362,8	2.327,9	1.017,4	1.808,0
13	44,6	76,2	33,3	59,2
14	771,9	1.011,3	626,0	960,0
15	1.008,6	1.321,4	817,9	1.254,4
16	665,8	872,2	539,9	828,0
17	37,9	49,7	30,8	47,2
18	463,4	607,1	375,8	576,3
19	463,2	606,9	375,7	576,1
20	39,3	51,5	31,8	48,8
21	164,7	264,4	131,0	208,2
22	4.340,1	6.965,3	3.451,7	5.485,8
23	11.939,3	19.160,9	9.495,2	15.090,8
24	6.330,9	10.160,2	5.034,9	8.002,0
25	3.414,9	5.480,4	2.715,8	4.316,3
26	104,7	168,0	83,2	132,3
27	728,4	1.168,9	579,3	920,6
Total	41.905,8	67.417,3	32.695,5	53.782,1

4.6.3. Microceldas de estimación geostatística

El método de las celdas de integración o estimación geostatística, en el caso del langostino amarillo permitió estimar una biomasa que alcanzó a 55.144,9 tons, con intervalos de confianza de 54.427,0 tons, como límite inferior, y 55.862,8 tons, como límite superior, respectivamente (Tabla 39).

Tabla 39. Biomasa (tons) e intervalos de confianza inferior (LI, tons) y superior (LS, tons) de langostino amarillo (*C. johni*) por foco de abundancia entre la II y VIII Región. Microceldas geoestadísticas.

Foco	Biomasa (tons)		
	Estimada	LI	LS
1	10,2	9,8	10,6
2	26,5	26,1	27,0
3	84,4	82,8	85,9
4	234,9	232,4	237,4
5	150,6	149,4	151,7
6	656,2	655,2	657,2
7	1.937,8	1.935,8	1.939,9
8	422,6	420,9	424,3
9	19,2	19,1	19,3
10	61,1	60,3	61,8
11	13.872,6	13.497,3	14.248,0
12	4.187,4	4.031,4	4.343,5
13	7,7	7,4	8,1
14	72,2	71,8	72,5
15	234,6	227,9	241,4
16	28,9	28,4	29,4
17	264,7	261,7	267,7
18	2.399,7	2.387,3	2.412,1
19	2.085,9	2.069,4	2.102,5
20	6.292,4	6.244,3	6.340,4
21	2.259,1	2.254,3	2.263,9
22	3.624,5	3.618,7	3.630,4
23	31,9	30,9	32,9
24	13.473,0	13.409,8	13.536,3
25	36,9	35,0	38,9
26	170,0	167,9	172,0
27	230,0	229,1	231,0
28	0,4	0,3	0,5
29	272,7	271,4	274,0
30	36,6	36,5	36,8
31	1.959,9	1.954,4	1.965,4
Total	55.144,9	54.427,0	55.862,8

En el caso del langostino colorado, la estimación de biomasa alcanzó a 64.208,9 tons, con intervalos de confianza de 63.304,0 tons, como límite inferior, y 65.113,9 tons, como límite superior, respectivamente (Tabla 40).

Tabla 40. Biomasa (tons) e intervalos de confianza inferior (LI, tons) y superior (LS, tons) de langostino colorado (*P. monodon*) por foco de abundancia entre la II y VIII Región. Microceldas geoestadísticas.

Foco	Biomasa (tons)		
	Estimada	LI	LS
1	361,4	356,1	366,6
2	1.382,5	1.377,1	1.387,9
3	1.351,1	1.346,2	1.355,9
4	334,8	329,3	340,3
5	114,2	111,7	116,6
6	953,7	948,8	958,6
7	1.461,9	1.457,9	1.465,8
8	87,8	86,1	89,6
9	238,1	232,9	243,3
10	48,2	43,3	53,1
11	5.593,2	5.561,2	5.625,1
12	1.479,3	1.469,5	1.489,1
13	26,1	25,9	26,4
14	183,0	178,5	187,6
15	1.565,2	1.559,5	1.571,0
16	595,4	591,6	599,3
17	2,3	2,1	2,5
18	396,0	393,3	398,7
19	1.383,9	1.381,1	1.386,7
20	142,8	142,5	143,0
21	54,6	52,7	56,5
22	1.666,9	1.622,5	1.711,2
23	31.838,7	31.380,8	32.296,7
24	6.811,5	6.558,1	7.064,8
25	5.862,8	5.830,1	5.895,4
26	4,8	3,8	5,8
27	268,8	261,5	276,0
Total	64.208,9	63.304,0	65.113,9

4.6.4. Estrategia de muestreo estratificado

La estimación de la biomasa se realizó separadamente para cada una de las regiones políticas consideradas, sobre la base de un muestreo estratificado definido en el proyecto FIP N° 2004-11 (Acuña *et al.*, 2005) y mantenido en los proyectos de los años siguientes. No obstante, dada la dinámica distribucional del recurso, en particular el hecho que en algunas regiones (Segunda) las abundancias estimadas han sido regularmente despreciables, en este proyecto se realizó una redefinición de los estratos, sobre la base del plan de muestreo inicial. Ello produjo

una redefinición del número de estratos considerando ahora un total de 24 estratos, con una disminución de 10 estratos respecto de los considerados originalmente, los que resultaron distribuidos en la regiones de acuerdo con lo que se muestra en la Tabla 40. Es necesario recordar que la definición de un estrato se basa principalmente en criterio de similitud (esperada, pues antes del muestreo no se tiene la información actualizada), que en este caso considera la proximidad geográfica y la agregación de la biomasa en caladeros, de modo que en términos generales se puede considerar que un caladero es un estrato, aun cuando en algunos casos, dados los tamaños de las zonas de abundancia, y por tanto su variabilidad interna, se hizo necesaria la partición de algunos de éstos en dos o más estratos.

La estimación de la biomasa se realizó separadamente para cada región, en base a la superficie de los estratos correspondientes a cada una de ellas. En aquellas regiones con estratos que estaban parcialmente en la región, la estimación se realizó considerando la parte proporcional del estrato que correspondía a cada región. Es el caso del estrato 2, por ejemplo, un 10% de su área en la II Región y el 90% en la III (para detalles, ver Tabla 41). La estimación de las áreas de abundancia por estratos, considera sólo las áreas asignadas inicialmente a cada estrato sin integrar áreas entre caladeros ni entre estratos.

La Tabla 41 muestra los resultados de la estimación por estrato y por región, incorporando la superficie estimada inicialmente en km^2 , la biomasa (ton), densidad (ton/km^2) y los intervalos de confianza del 95% por región, y total general correspondiente a la estimación de la biomasa para ambas especies. Para efectos del cálculo de la CPUE, se consideró una APA promedio de 11,2 m. Estudios anteriores indican que el efecto de la variabilidad del APA no influye en más de un 2% de la estimación de la biomasa vulnerable.

La incorporación de lances complementarios en algunos estratos, los que inicialmente se incluyeron con la finalidad de obtener una estimación del sopote muestral, permitió, aumentar la resolución de la estimación en algunos estratos, sin modificar las estimaciones puntuales de biomasa del estrato.

Tabla 41. Biomasa vulnerable de langostino amarillo y langostino colorado por región y total (ton), área de los estratos (km²), cpua (ton/km²) e intervalos de confianza para el estimador de biomasa por región.

Región	Estrato	Area Estratos (km ²)	<i>Cervimunida johni</i>		<i>Pleuroncodes monodon</i>	
			cpua	Biom.	cpua	Biom.
2	1	243,5	0,1	21,7	9,5	2,308,6
	2	29,5	0,2	6,6	17,2	507,1
Subtotal	Area Estim.	273,0	BM. Estimada	28,3	BM. Estimada	2815,7
			LI	15,1		2526,6
			LS	41,5		3106,9
3	2	265,5	0,2	59,1	17,2	4.563,9
	3	291,5	1,4	409,2	3,2	936,0
	4	133,8	1,9	249,4	13,5	1.810,2
	5	130,3	23,9	3.112,8	18,3	2.385,9
	6	174,9	14,3	2.497,3	17,2	211,8
Subtotal	Area Estim.	996,0	BM. Estimada	6.327,8	BM. Estimada	9.907,8
			LI	5.597,2	LI	8.850,1
			LS	7.058,5	LS	10.965,4
4	7	511,1	17,9	9.152,7	1,2	624,2
	8	301,8	24,1	7.271,8	25,7	7.748,6
	9	291,5	6,1	1.783,3	20,1	5.856,3
	10	295,0	5,3	1.553,0	0,0	0,0
	11	157,8	18,2	2.873,5	0,0	0,0
	12	208,1	15,2	3.165,7	0,0	0,0
Subtotal	Area Estim.	1.765,3	BM. Estimada	25.800,0	BM. Estimada	14.229,1
			LI	23.966,6	LI	12.968,7
			LS	27.633,4	LS	15.489,5
5	12.0	14,9	15,2	226,1	0,0	0,0
	13.0	209,2	10,7	2.236,4	0,0	0,0
	14.0	236,7	29,5	6.973,2	0,4	104,8
	15.0	150,9	18,4	2.775,2	1,8	265,6
	16.0	329,3	11,7	3.858,2	17,1	5.637,3
Subtotal	Area Estim.	926,1	BM. Estimada	16.069,1	BM. Estimada	6.007,7
			LI	14.888,8	LI	5.534,3
			LS	17.249,4	LS	6.481,1
6	17	401,3	20,2	8.109,3	2,1	827,5
	18	115,0	43,2	4.971,5	19,3	2.221,1
Subtotal	Area Estim.	115,0	BM. Estimada	13.080,8		3.048,6
			LI	11.483,4		2.402,0
			LS	14.678,3		3.695,2
7	18.0	80,5	43,2	3.480,1	19,3	1.554,8
	19.0	82,3	0,1	12,0	1,3	109,1
	20.0	284,7	1,1	318,2	7,5	2.143,9
Subtotal	Area Estim.	367,0	BM. Estimada	3.810,2	BM. Estimada	3.807,8
			LI	2.728,9	LI	3.582,9
			LS	4.891,5	LS	4.032,7
8	21	487,0	2,4	1.159,1	74,2	36.123,6
	22	483,6	0,1	58,0	23,7	11.465,9
	23	205,8	10,6	2.186,1	12,1	2.498,5
	24	154,3	3,1	483,3	42,2	6.508,9
Subtotal	Area Estim.	1,330,8	BM. Estimada	3.886,4	BM. Estimada	56.596,9
			LI	3.307,6	LI	54.190,7
			LS	4.465,3	LS	59.003,0
TOTAL	Area Estim.	5.773,2	BM. Estimada	69.002,8	BM. Estimada	96.413,5
			LI	65.945,9	LI	93.368,2
			LS	72.059,6	LS	99.458,9

4.7. Objetivo Específico 3.

Determinar la condición reproductiva del langostino amarillo y langostino colorado, en el área y período de estudio.

4.7.1. Condición reproductiva del langostino amarillo

4.7.1.1. Estados de madurez embrionaria de las hembras ovíferas

Durante el período de estudio se analizaron 7.361 hembras ovíferas de langostino amarillo con huevos en distintos estados de desarrollo embrionario, sin embargo el 79,53% de las hembras portadoras se encontraba con huevos en estado 3, con un escaso número de estados tempranos (2). Las hembras ovíferas analizadas, de las distintas zonas de pesca, se distribuyeron en los siguientes estados de desarrollo:

- Estado 2: 138 individuos equivalentes al 1,82% del total.
- Estado 3: 5.789 individuos equivalentes al 79,53% del total.
- Estado 4: 527 individuos equivalentes al 6,83% del total.
- Estado 5: 907 individuos equivalentes al 11,82% del total.

4.7.1.2. Distribución de hembras ovíferas por Región.

Al analizar la distribución de hembras ovíferas por Región, se observó que en todas las regiones el estado de desarrollo predominante era el Estado 3 (78,64%). No se observaron ejemplares en estado 1 (Tabla 42).

Tabla 42. Distribución por región de las hembras ovíferas de langostino amarillo, según estado de desarrollo.

REGIÓN	DATO	ESTADO				TOTAL
		2	3	4	5	
II	N		63	1	2	66
	%	0,00%	95,45%	1,52%	3,03%	100%
III	N	2	89	43	118	252
	%	0,79%	35,32%	17,06%	46,83%	100%
IV	N	104	3.754	346	535	4.739
	%	2,19%	79,22%	7,30%	11,29%	100%
V	N	24	1.257	72	152	1.505
	%	1,59%	83,52%	4,78%	10,10%	100%
VI	N	1	353	15	29	398
	%	0,25%	88,69%	3,77%	7,29%	100%
VII	N	4	49	8	9	70
	%	5,71%	70,00%	11,43%	12,86%	100%
VIII	N	3	224	42	62	331
	%	0,91%	67,67%	12,69%	18,73%	100%
Total N		138	5.789	527	907	7.361
Total %		1,87%	78,64%	7,16%	12,32%	100%

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

La longitud cefalotorácica de las hembras ovíferas fluctuó entre un mínimo de 15,2 mm y un máximo de 51,8 mm, determinándose para el total de ejemplares de cada estado de desarrollo, los rangos de talla corporal, talla promedio y su desviación estándar (Tabla 43).

Tabla 43. Características morfométricas de las hembras de langostino amarillo, por estado de desarrollo de los huevos.

DATO	ESTADO				TOTAL
	2	3	4	5	
N	138	5.789	527	907	7.361
Prom.LC	33,68	35,02	33,02	33,22	34,63
D.E. LC	4,86	5,44	5,40	5,80	5,52
Mín LC	21,90	18,70	15,20	16,60	15,20
Máx LC	45,90	50,40	46,60	51,80	51,80

Se determinó que la talla promedio de hembras portadoras correspondió a 34,6 mm de LC (D.E. = 5,52 mm) con un mínimo y máximo de 15,2 y 51,8 mm, respectivamente. Sin embargo, la estructura de talla mostró distribuciones de frecuencia multimodales en todos los estados de desarrollo (Fig. 47, Tabla 44).

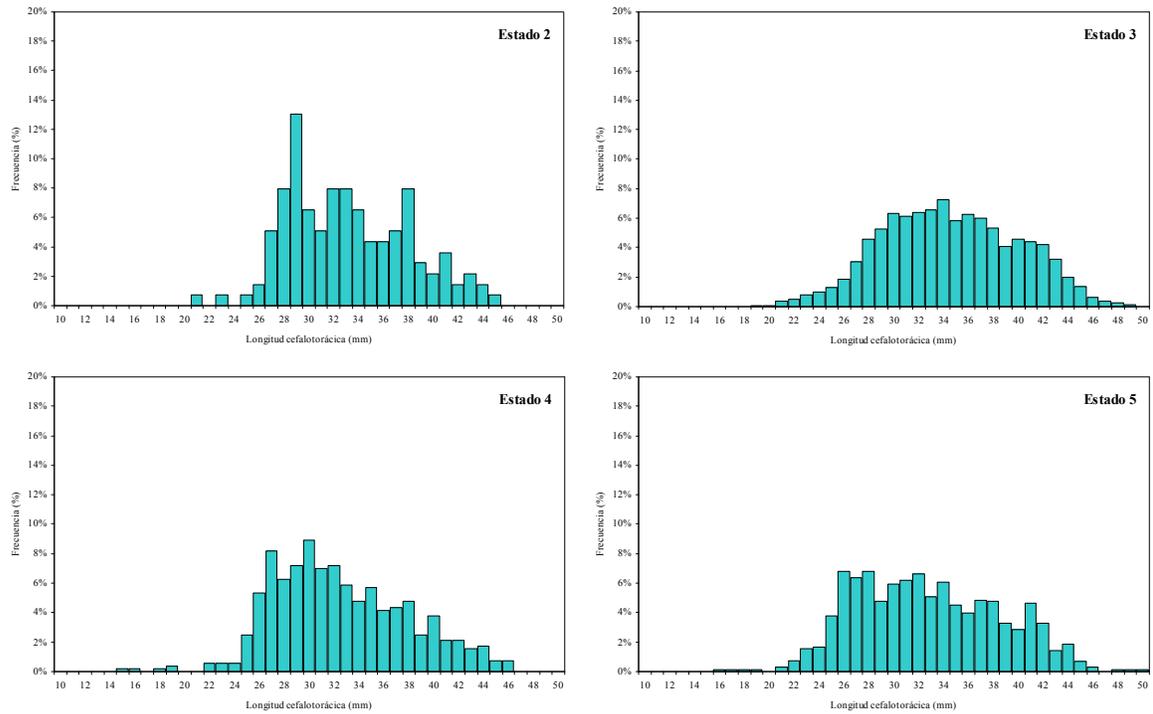


Fig. 47. Distribución de frecuencia de tamaños de las hembras ovíferas de langostino amarillo por estado de desarrollo de los huevos.

Tabla 44. Distribución de frecuencia de tamaño (%) y estados de madurez del langostino amarillo.

RANGO	ESTADO				TOTAL
	2	3	4	5	
15	0,00%	0,00%	0,19%	0,00%	0,01%
16	0,00%	0,00%	0,19%	0,11%	0,03%
17	0,00%	0,00%	0,00%	0,11%	0,01%
18	0,00%	0,02%	0,19%	0,11%	0,04%
19	0,00%	0,05%	0,38%	0,11%	0,08%
20	0,00%	0,09%	0,00%	0,00%	0,07%
21	0,72%	0,35%	0,00%	0,33%	0,33%
22	0,00%	0,47%	0,57%	0,77%	0,50%
23	0,72%	0,83%	0,57%	1,54%	0,90%
24	0,00%	1,00%	0,57%	1,65%	1,03%
25	0,72%	1,30%	2,47%	3,75%	1,67%
26	1,45%	1,88%	5,31%	6,84%	2,73%
27	5,07%	3,02%	8,16%	6,39%	3,84%
28	7,97%	4,59%	6,26%	6,84%	5,05%
29	13,04%	5,27%	7,21%	4,74%	5,49%
30	6,52%	6,31%	8,92%	5,95%	6,45%
31	5,07%	6,15%	7,02%	6,17%	6,19%
32	7,97%	6,36%	7,21%	6,62%	6,48%
33	7,97%	6,56%	5,88%	5,07%	6,36%
34	6,52%	7,27%	4,74%	6,06%	6,93%
35	4,35%	5,82%	5,69%	4,52%	5,62%
36	4,35%	6,25%	4,17%	3,97%	5,79%
37	5,07%	5,99%	4,36%	4,85%	5,72%
38	7,97%	5,30%	4,74%	4,74%	5,24%
39	2,90%	4,06%	2,47%	3,31%	3,83%
40	2,17%	4,56%	3,80%	2,87%	4,25%
41	3,62%	4,39%	2,09%	4,63%	4,24%
42	1,45%	4,18%	2,09%	3,31%	3,87%
43	2,17%	3,25%	1,52%	1,43%	2,88%
44	1,45%	1,97%	1,71%	1,87%	1,93%
45	0,72%	1,36%	0,76%	0,66%	1,22%
46	0,00%	0,60%	0,76%	0,33%	0,57%
47	0,00%	0,36%	0,00%	0,00%	0,29%
48	0,00%	0,22%	0,00%	0,11%	0,19%
49	0,00%	0,14%	0,00%	0,11%	0,11%
50	0,00%	0,02%	0,00%	0,11%	0,03%

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

El conjunto de hembras ovíferas analizadas provino de las distintas regiones donde se efectuaron lances de pesca, pero la cantidad de ejemplares procedentes de cada región geográfica fue muy diferente. Las diferentes regiones estuvieron bien representadas en las capturas, encontrándose los máximos entre la IV y V Regiones (Tabla 45). A continuación, se indica la distribución de las 7.361 hembras analizadas en cada región geográfica:

II Región	:	66 ejemplares con el 0,8% del total.
III Región	:	252 ejemplares con el 2,75% del total.
IV Región	:	4.739 ejemplares con el 62,94% del total.
V Región	:	1.505 ejemplares con el 22,31% del total.
VI Región	:	398 ejemplares con el 5,53% del total.
VII Región	:	70 ejemplares con el 1,05% del total.
VIII Región	:	331 ejemplares con el 4,62% del total.

La distribución de hembras ovíferas por región, no sólo presentó diferencias importantes en el número de ejemplares examinados, sino también en su estado de maduración (Tabla 45). Los resultados obtenidos en las distintas regiones indicaron que en todas las mayores proporciones de hembras se encontraron en Estado 3.

Tabla 45. Distribución del estado de madurez embrionario de hembras ovíferas de langostino amarillo por Región.

REGIÓN	DATO	ESTADO				TOTAL
		2	3	4	5	
II	N		63	1	2	66
	%	0,00%	1,09%	0,19%	0,22%	0,90%
	Prom. LC		30,81	31,10	32,15	30,86
	D.E. LC		1,16	0,00	0,78	1,16
	Min. LC		28,30	31,10	31,60	28,30
	Máx. LC		35,90	31,10	32,70	35,90
III	N	2	89	43	118	252
	%	1,45%	1,54%	8,16%	13,01%	3,42%
	Prom. LC	31,25	28,52	28,01	27,15	27,81
	D.E. LC	0,49	2,20	1,84	1,67	2,01
	Min. LC	30,90	23,10	23,70	23,60	23,10
	Máx. LC	31,60	37,10	31,20	31,60	37,10
IV	N	104	3.754	346	535	4.739
	%	75,36%	64,85%	65,65%	58,99%	64,38%
	Prom. LC	32,02	34,12	32,17	33,45	33,85
	D.E. LC	3,90	5,16	4,76	5,51	5,18
	Min. LC	21,90	18,70	15,20	16,60	15,20
	Máx. LC	43,30	48,90	46,60	51,80	51,80
V	N	24	1.257	72	152	1.505
	%	17,39%	21,71%	13,66%	16,76%	20,45%
	Prom. LC	38,99	37,96	37,02	36,53	37,79
	D.E. LC	3,84	5,08	5,21	5,25	5,10
	Min. LC	32,20	21,10	24,80	21,10	21,10
	Máx. LC	45,90	50,40	46,10	46,50	50,40
VI	N	1	353	15	29	398
	%	0,72%	6,10%	2,85%	3,20%	5,41%
	Prom. LC	44,00	35,64	34,73	32,76	35,42
	D.E. LC	0,00	5,08	8,06	7,01	5,42
	Min. LC	44,00	19,30	19,80	22,40	19,30
	Máx. LC	44,00	48,00	44,20	50,90	50,90
VII	N	4	49	8	9	70
	%	2,90%	0,85%	1,52%	0,99%	0,95%
	Prom. LC	39,25	38,35	37,56	37,63	38,22
	D.E. LC	2,34	5,34	2,77	3,97	4,78
	Min. LC	36,40	30,10	33,30	32,30	30,10
	Máx. LC	41,70	49,20	41,30	43,30	49,20
VIII	N	3	224	42	62	331
	%	2,17%	3,87%	7,97%	6,84%	4,50%
	Prom. LC	39,53	35,65	36,85	34,28	35,58
	D.E. LC	1,12	6,01	5,36	5,63	5,87
	Min. LC	38,30	21,20	26,10	22,30	21,20
	Máx. LC	40,50	47,80	46,10	44,40	47,80

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

En el área de estudio, las hembras ovíferas examinadas se capturaron en los lances de pesca efectuados entre 100 y 450 m de profundidad (Tabla 46). Sin embargo, el mayor porcentaje de las hembras ovíferas (42,41%) se obtuvo en los lances efectuados entre 150 y 200 m, seguido del estrato 200-250 m con un 22,54%, siendo escasos los especímenes capturados en los estratos más someros (100-150 m) y profundos (>350 m) con porcentajes menores al 15%.

Tabla 46. Distribución de frecuencia por rango de profundidad y estados de madurez del langostino amarillo.

RANGO PROF (m)	DATO	ESTADO				TOTAL
		2	3	4	5	
100-150	N	69	786	67	129	1.051
	%	50,00%	13,58%	12,71%	14,22%	14,28%
150-200	N	37	2.553	214	318	3.122
	%	26,81%	44,10%	40,61%	35,06%	42,41%
200-250	N	3	1.371	101	184	1.659
	%	2,17%	23,68%	19,17%	20,29%	22,54%
250-300	N	29	878	125	248	1.280
	%	21,01%	15,17%	23,72%	27,34%	17,39%
300-350	N		178	12	24	214
	%	0,00%	3,07%	2,28%	2,65%	2,91%
350-400	N		23			23
	%	0,00%	0,40%	0,00%	0,00%	0,31%
400-450	N			8	4	12
	%	0,00%	0,00%	1,52%	0,44%	0,16%
Total N		138	5.789	527	907	7.361
Total %		1,87%	78,64%	7,16%	12,32%	100%

4.7.2. Condición reproductiva del langostino colorado

4.7.2.1. Estados de madurez embrionaria de las hembras ovíferas

Durante el período de estudio se analizaron 5.834 hembras ovíferas de langostino colorado con huevos en estados intermedios de desarrollo embrionario (estado 3), indicando así que su ciclo reproductivo estaba en plena etapa de desarrollo. Sin embargo, se observó que los estadios iniciales y finales (1 y 5) presentan alta frecuencia con un 16,3% y 18,3%, respectivamente. Las hembras ovíferas analizadas, procedentes de las distintas zonas de pesca, se distribuyeron en los siguientes estados de desarrollo:

- Estado 1: 949 individuos equivalentes al 16,27% del total.
- Estado 2: 184 individuos equivalentes al 3,15% del total.
- Estado 3: 3.197 individuos equivalentes al 54,80% del total.
- Estado 4: 436 individuos equivalentes al 7,47% del total.
- Estado 5: 1.068 individuos equivalentes al 18,31% del total.

4.7.2.2. Distribución de hembras ovíferas por Región.

A diferencia del caso del langostino amarillo, en esta especie se registraron hembras portando huevos en estado de desarrollo 1. A diferencia de años anteriores, en la zona norte (II-III) predominaron las hembras en estados finales de desarrollo (5), seguido de las regiones IV-VII con estados de desarrollo intermedio (3), terminando en la VIII Región con un 50,6% de ejemplares en los estados iniciales (1) (Tabla 47).

Tabla 47. Distribución por región de las hembras ovíferas de langostino colorado según su estado de desarrollo.

REGIÓN	DATOS	ESTADO				
		1	2	3	4	5
II	N		48	140	71	286
	%	0,00%	8,81%	25,69%	13,03%	52,48%
III	N			33	20	127
	%	0,00%	0,00%	18,33%	11,11%	70,56%
IV	N			1.159	149	289
	%	0,00%	0,00%	72,57%	9,33%	18,10%
V	N		94	896	144	195
	%	0,00%	7,07%	67,42%	10,84%	14,67%
VI	N			257	14	2
	%	0,00%	0,00%	94,14%	5,13%	0,73%
VII	N			25	1	9
	%	0,00%	0,00%	71,43%	2,86%	25,71%
VIII	N	949	42	687	37	160
	%	50,61%	2,24%	36,64%	1,97%	8,53%
TOTAL N		949	184	3.197	436	1.068
TOTAL %		16,27%	3,15%	54,80%	7,47%	18,31%

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

La longitud cefalotorácica de las hembras ovíferas fluctuó entre un mínimo de 14,1 mm y un máximo de 48,7 mm, determinándose para el total de ejemplares de cada estado de desarrollo, los rangos de talla corporal, talla promedio y su desviación estándar (Tabla 48).

Tabla 48. Características morfométricas de las hembras de langostino colorado por estado de desarrollo del huevo.

DATO	ESTADO					TOTAL
	1	2	3	4	5	
N	949	184	3.197	436	1.068	5.834
Prom. LC	27,51	32,92	33,04	32,88	32,11	31,95
D.E. LC	3,70	2,84	3,75	3,32	3,49	4,15
Mín LC	17,00	26,10	19,20	20,50	14,10	14,10
Máx. LC	40,00	42,10	42,70	41,30	48,70	48,70

Se determinó que la talla promedio de hembras portadoras correspondió a 31,95 mm de longitud cefalotorácica (D.E. = 4,15 mm) con un mínimo y máximo de 14,1 y 48,7 mm, respectivamente; sin embargo, se observó una tendencia a la bimodalidad en todos los estados de desarrollo con una moda principal para el estado 1 alrededor de los 23 mm de LC y una secundaria alrededor de los 28 mm de LC; en el estado 2 se observó una distribución bimodal con una moda principal en los 32 mm LC y una secundaria en los 30 mm LC, en el estado 3 una moda principal en los 33 mm LC y una secundaria en los 28 mm LC, en el estado 4 con una moda principal en los 33 mm LC y una secundaria en los 27 mm LC, y finalmente el estado 5, donde se observó una moda principal en los 33 mm LC y una secundaria en los 29-30 mm LC (Fig. 48, Tabla 49).

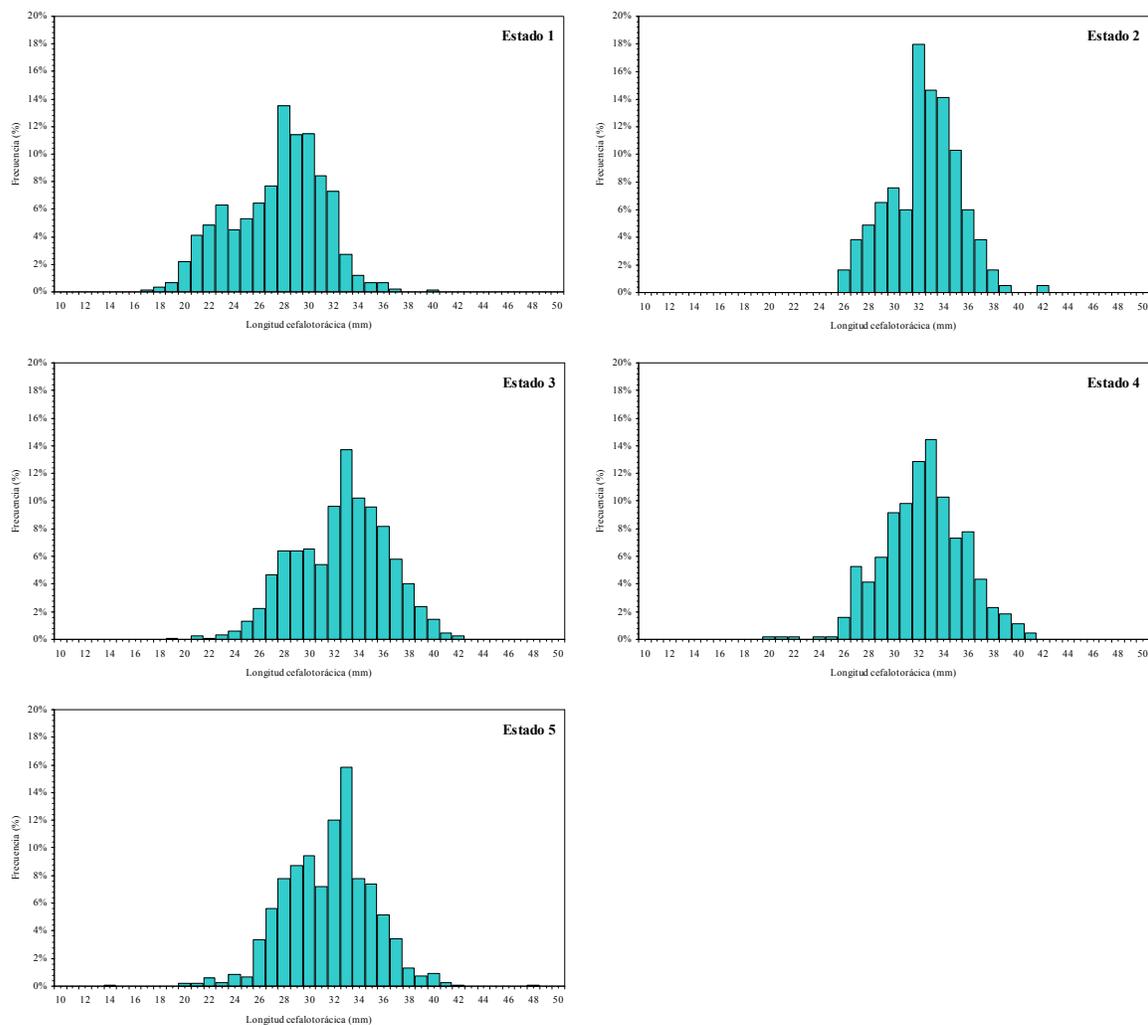


Fig. 48. Distribución de frecuencia de tamaños de las hembras ovíferas de langostino colorado por estado de desarrollo del huevo.

Tabla 49. Distribución de frecuencia de tamaño y estados de madurez del langostino colorado.

RANGO	ESTADO					TOTAL
	1	2	3	4	5	
10	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
11	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
12	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
13	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
14	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,09%	0,02%
15	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
16	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
17	0,11%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,02%
18	0,32%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,05%
19	0,63%	0,00%	0,09%	0,00%	0,00%	0,15%
20	2,21%	0,00%	0,03%	0,23%	0,19%	0,43%
21	4,11%	0,00%	0,25%	0,23%	0,19%	0,86%
22	4,85%	0,00%	0,06%	0,23%	0,56%	0,94%
23	6,32%	0,00%	0,31%	0,00%	0,28%	1,25%
24	4,53%	0,00%	0,59%	0,23%	0,84%	1,23%
25	5,27%	0,00%	1,31%	0,23%	0,66%	1,71%
26	6,43%	1,63%	2,25%	1,61%	3,37%	3,07%
27	7,69%	3,80%	4,66%	5,28%	5,62%	5,35%
28	13,49%	4,89%	6,41%	4,13%	7,77%	7,59%
29	11,38%	6,52%	6,41%	5,96%	8,71%	7,61%
30	11,49%	7,61%	6,54%	9,17%	9,46%	8,11%
31	8,43%	5,98%	5,38%	9,86%	7,21%	6,56%
32	7,27%	17,93%	9,63%	12,84%	11,99%	10,18%
33	2,74%	14,67%	13,70%	14,45%	15,82%	12,39%
34	1,16%	14,13%	10,26%	10,32%	7,77%	8,45%
35	0,63%	10,33%	9,57%	7,34%	7,40%	7,58%
36	0,63%	5,98%	8,16%	7,80%	5,15%	6,29%
37	0,21%	3,80%	5,82%	4,36%	3,46%	4,30%
38	0,00%	1,63%	4,04%	2,29%	1,31%	2,67%
39	0,00%	0,54%	2,35%	1,83%	0,75%	1,58%
40	0,11%	0,00%	1,44%	1,15%	0,94%	1,06%
41	0,00%	0,00%	0,44%	0,46%	0,28%	0,33%
42	0,00%	0,54%	0,28%	0,00%	0,09%	0,19%
43	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
44	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
45	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
46	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
47	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
48	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,09%	0,02%
49	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
50	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

4.7.3. Proporción sexual

4.7.3.1. Langostino amarillo

4.7.3.1.1. Proporción sexual por Región

En la Tabla 50 se muestra la proporción sexual de los ejemplares por región y sexo. Los machos predominan sin excepción en todas las Regiones. El porcentaje de machos es mayor en la VI Región (84,21%), siendo de 64,6% para toda el área de estudio.

Tabla 50. Proporción sexual (%) de los ejemplares de langostino amarillo medidos en el muestreo de frecuencia de tallas por región.

REGIÓN	MACHOS	HEMBRAS
II	55,84%	44,16%
III	61,95%	38,05%
IV	56,69%	43,31%
V	72,19%	27,81%
VI	84,21%	15,79%
VII	64,55%	35,45%
VIII	77,31%	22,69%
TOTAL	64,60%	35,40%

4.7.3.1.2. Proporción sexual a la talla por Región.

Las muestras obtenidas de langostino amarillo en la II Región fueron escasas, mostrando solo presencia del recurso en el área de estudio. Sin embargo, la proporción sexual a la talla mostró una alternancia entre machos y hembras, se encontró mayor proporción de hembras entre los 28-32 mm LC para luego predominar los machos entre los 33 y 39 mm LC. Sobre los 36 mm LC se observó un 100% de machos (Tabla 51).

La proporción sexual a la talla del langostino amarillo en la III Región muestra una marcada dominancia de hembras en los rangos de talla pequeños (14-29 mm LC). Los machos

predominaron en el rango de 30-46 mm de LC, mostrando una proporción de un 100% sobre los 30 mm de LC (Tabla 51).

En la IV Región, la proporción sexual, se observa una alternancia en la proporción sexual, mostrando un total predominio de machos en el rango de tallas pequeño (14-24 mm LC), con un 100% de ejemplares entre 14-17 mm LC, luego, se observa un predominio de hembras entre el rango de 25-35 mm LC, para luego dominar nuevamente los machos entre los 36 y 49 mm LC. Sobre los 40 mm LC se observa un predominio superior al 90% (Tabla 51).

La proporción sexual a la talla del langostino amarillo en la V Región, al igual que la regiones IV Región, muestra una alternancia entre machos y hembras, con mayor abundancia de los primeros en las tallas hasta los 28 mm LC y grandes desde los 34 mm LC en adelante, y las hembras a tallas medias entre 29 y 33 mm LC. En el rango de 39-50 mm LC se observa un predominio superior al 90% (Tabla 51).

En la VI Región se observa un claro predominio de machos en los rangos de tamaño 27-50 mm LC, incrementando la proporción sexual de machos a medida que aumenta el rango de tallas. Las hembras predominan solo en el rango de tallas menores (19-26 mm LC) (Tabla 51).

En la VII Región se observa la misma situación de la VI Región. La proporción sexual muestra un completo predominio de las hembras hasta los 34 mm LC, para luego predominar los machos con proporciones sobre los 35 mm de LC (Tabla 51).

En la VIII Región, a diferencia de la VII Región, la proporción sexual muestra una alternancia de machos y hembras. Los machos predominan en los rangos de tallas menores, con la excepción del rango de los 25 mm LC donde predominan las hembras. Desde los 28-33 mm LC hay un claro y creciente predominio de los machos, y desde allí en adelante predominan machos, con frecuencias superiores al 90% entre los 36 y 49 mm LC (Tabla 51).

Tabla 51. Proporción sexual a la talla en langostino amarillo, entre la II y VIII Regiones.

RANGO	II REGIÓN		III REGIÓN		IV REGIÓN		V REGIÓN		VI REGIÓN		VII REGIÓN		VIII REGIÓN	
	MC	HE	MC	HE	MC	HE	MC	HE	MC	HE	MC	HE	MC	HE
12														
13														
14			0,00%	100,00%	100,00%	0,00%								
15					100,00%	0,00%								
16			100,00%	0,00%	100,00%	0,00%								
17			100,00%	0,00%	100,00%	0,00%								
18			100,00%	0,00%		87,50%	12,50%							
19			50,00%	50,00%	91,67%	8,33%			0,00%	100,00%				
20			44,44%	55,56%	85,71%	14,29%	0,00%	100,00%	50,00%	50,00%			100,00%	0,00%
21			33,33%	66,67%	72,09%	27,91%	71,43%	28,57%	100,00%	0,00%			57,14%	42,86%
22			48,21%	51,79%	63,41%	36,59%	50,00%	50,00%	40,00%	60,00%			61,54%	38,46%
23			44,19%	55,81%	64,71%	35,29%	80,00%	20,00%	28,57%	71,43%			58,82%	41,18%
24			40,56%	59,44%	52,94%	47,06%	90,00%	10,00%	54,55%	45,45%	0,00%	100,00%	57,89%	42,11%
25			28,63%	71,37%	39,92%	60,08%	58,82%	41,18%	40,00%	60,00%			41,38%	58,62%
26			21,26%	78,74%	35,09%	64,91%	65,38%	34,62%	41,18%	58,82%	0,00%	100,00%	67,65%	32,35%
27			22,66%	77,34%	41,98%	58,02%	56,82%	43,18%	53,85%	46,15%	0,00%	100,00%	58,62%	41,38%
28	25,00%	75,00%	32,04%	67,96%	37,17%	62,83%	50,00%	50,00%	59,02%	40,98%	0,00%	100,00%	45,71%	54,29%
29	0,00%	100,00%	46,96%	53,04%	40,11%	59,89%	33,91%	66,09%	59,48%	40,52%	14,81%	85,19%	50,00%	50,00%
30	3,45%	96,55%	68,48%	31,52%	42,59%	57,41%	34,84%	65,16%	65,52%	34,48%	20,45%	79,55%	39,13%	60,87%
31	11,76%	88,24%	85,03%	14,97%	44,69%	55,31%	35,61%	64,39%	70,70%	29,30%	9,09%	90,91%	33,33%	66,67%
32	47,06%	52,94%	91,02%	8,98%	47,33%	52,67%	41,02%	58,98%	84,46%	15,54%	13,51%	86,49%	33,96%	66,04%
33	93,33%	6,67%	98,21%	1,79%	43,50%	56,50%	49,34%	50,66%	83,09%	16,91%	24,14%	75,86%	49,18%	50,82%
34	100,00%	0,00%	98,36%	1,64%	41,87%	58,13%	55,50%	44,50%	84,26%	15,74%	32,61%	67,39%	73,68%	26,32%
35	95,45%	4,55%	98,86%	1,14%	46,35%	53,65%	60,69%	39,31%	87,36%	12,64%	58,82%	41,18%	77,05%	22,95%
36	100,00%	0,00%	98,64%	1,36%	54,00%	46,00%	65,12%	34,88%	92,05%	7,95%	71,67%	28,33%	91,25%	8,75%
37	100,00%	0,00%	98,44%	1,56%	67,56%	32,44%	75,00%	25,00%	86,79%	13,21%	77,50%	22,50%	99,10%	0,90%
38	100,00%	0,00%	97,85%	2,15%	78,92%	21,08%	85,81%	14,19%	93,02%	6,98%	92,86%	7,14%	97,14%	2,86%
39	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%	89,04%	10,96%	91,73%	8,27%	93,02%	6,98%	89,58%	10,42%	96,63%	3,37%
40			100,00%	0,00%	94,89%	5,11%	94,59%	5,41%	99,20%	0,80%	98,18%	1,82%	100,00%	0,00%
41			100,00%	0,00%	97,42%	2,58%	97,46%	2,54%	98,25%	1,75%	97,67%	2,33%	100,00%	0,00%
42			100,00%	0,00%	97,69%	2,31%	99,16%	0,84%	98,32%	1,68%	96,15%	3,85%	100,00%	0,00%
43			100,00%	0,00%	98,77%	1,23%	99,38%	0,62%	99,01%	0,99%	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%
44			100,00%	0,00%	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%	96,77%	3,23%	100,00%	0,00%
45					100,00%	0,00%	99,32%	0,68%	100,00%	0,00%	91,67%	8,33%	100,00%	0,00%
46			100,00%	0,00%	89,66%	10,34%	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%
47					100,00%	0,00%	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%
48					100,00%	0,00%	94,74%	5,26%	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%		
49					100,00%	0,00%	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%
50							100,00%	0,00%	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%		

4.7.3.1.3. Proporción sexual por foco de abundancia.

En la proporción sexual de langostino amarillo estimada por foco de abundancia se aprecia un claro predominio de los machos en la mayoría de los focos del área de estudio, con la excepción del foco 5, 6 y 16 en que se observa predominio de hembras con una proporción cercana al 60%. La mayor fracción de machos se encontró en el foco 23 con un 95,12% (Fig. 49).

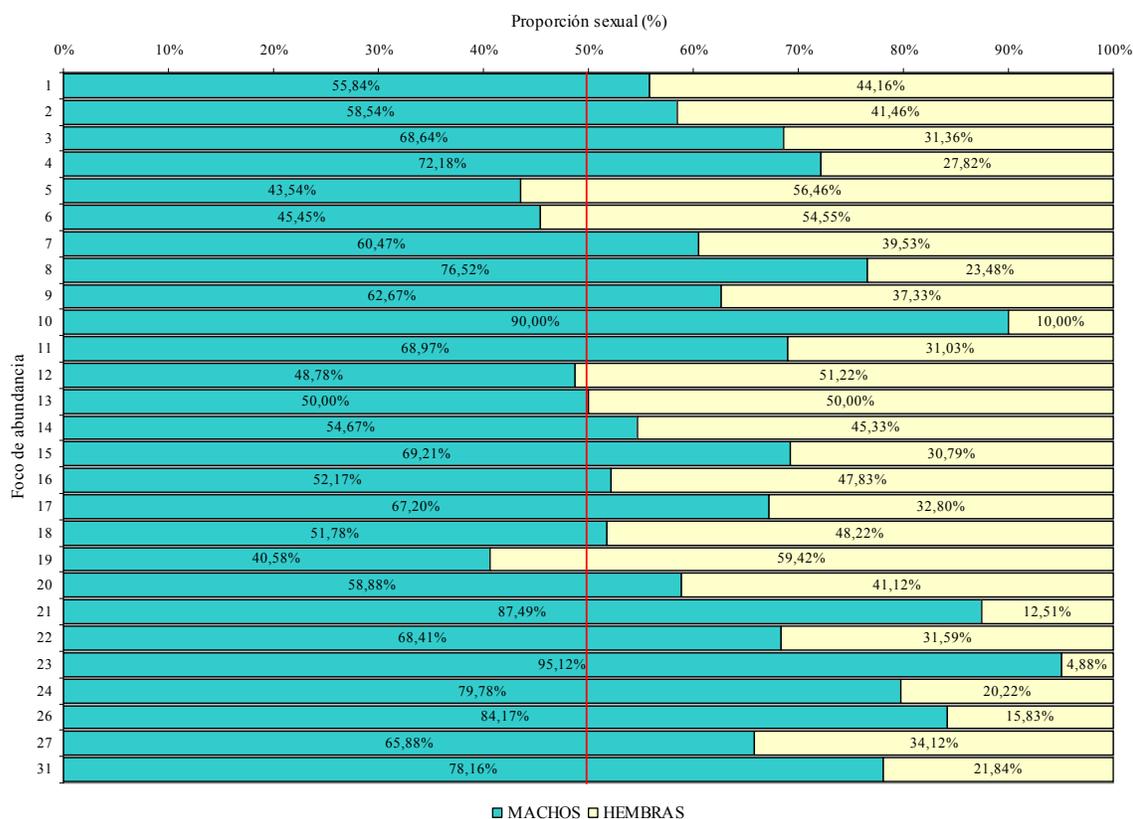


Fig. 49. Proporción sexual en langostino amarillo, por foco de abundancia.

4.7.3.2. Langostino colorado

4.7.3.2.1. Proporción sexual por Región

En la Tabla 52 se muestra la proporción sexual de los ejemplares medidos por región y sexo, observándose un claro predominio de machos desde la IV Región al sur, generándose una mayor fracción de hembras en el norte II y III Regiones, con un 54,61% y 50,99%, respectivamente. Al considerar toda el área de estudio, los machos (62,38%) predominan considerablemente sobre las hembras.

Tabla 52. Proporción sexual (%) de los ejemplares de langostino colorado medidos en el muestreo de frecuencia de tallas por región.

REGIÓN	MACHOS	HEMBRAS
2	45,39%	54,61%
3	49,01%	50,99%
4	65,54%	34,46%
5	59,41%	40,59%
6	62,99%	37,01%
7	97,88%	2,12%
8	63,40%	36,60%
TOTAL	62,38%	37,62%

4.7.3.2.2. Proporción sexual a la talla

En la II Región se observa un claro predominio de machos en las tallas mayores (31-38 mm LC). Las hembras muestran un predominio en las tallas más pequeñas del langostino colorado entre los 25 y 30 mm LC. Cabe destacar que en esta Región no se encontraron ejemplares de tallas superiores a los 38 mm LC (Tabla 53).

La proporción sexual a la talla del langostino colorado en la III Región muestra, al igual que la descrita en la II Región, un predominio de machos en las tallas superiores a los 31 mm LC. Las tallas menores (20-30 mm LC) mostraron un claro predominio de hembras, con proporciones sobre el 70% en la mayoría de los casos. Al igual que la II Región, no se encontraron ejemplares de tallas superiores a los 38 mm LC (Tabla 53).

La proporción sexual a la talla del langostino colorado en la IV Región, a diferencia de las otras dos regiones, muestra un predominio de los machos en prácticamente todo el rango de tallas de la especie, con la sola excepción de los rangos de 12-14 mm LC donde se observa una proporción superior al 60% de hembras y en tallas intermedias (26-28 y 32-33 mm LC) donde la proporción es cercana a 1:1 (Tabla 53).

Al igual que el estudio anterior, se obtuvo capturas de este recurso en la V Región donde se observó una alternancia de machos y hembras entre los 24-36 mm LC, para luego predominar

claramente los machos. Cabe destacar que en esta Región se encontró el más amplio rango de tallas, alcanzando ejemplares de hasta 49 mm LC (Tabla 53).

Tabla 53. Proporción sexual a la talla en langostino colorado, entre la II y VIII Regiones.

RANGO	II REGIÓN		III REGIÓN		VI REGIÓN		V REGIÓN		VI REGIÓN		VII REGIÓN		VIII REGIÓN	
	MC	HE	MC	HE	MC	HE	MC	HE	MC	HE	MC	HE	MC	HE
10														
11					100,00%	0,00%								
12					40,00%	60,00%								
13					33,33%	66,67%								
14					14,29%	85,71%								
15					54,55%	45,45%							100,00%	0,00%
16					52,63%	47,37%							100,00%	0,00%
17					60,71%	39,29%							88,24%	11,76%
18					62,96%	37,04%							62,50%	37,50%
19					75,76%	24,24%			100,00%	0,00%			68,42%	31,58%
20			40,00%	60,00%	54,55%	45,45%							39,47%	60,53%
21			100,00%	0,00%	53,85%	46,15%							34,85%	65,15%
22					69,05%	30,95%					100,00%	0,00%	35,06%	64,94%
23			40,00%	60,00%	78,05%	21,95%			0,00%	100,00%			50,98%	49,02%
24			25,93%	74,07%	59,68%	40,32%	0,00%	100,00%			100,00%	0,00%	58,23%	41,77%
25	16,67%	83,33%	25,33%	74,67%	67,11%	32,89%			50,00%	50,00%			50,50%	49,50%
26	16,88%	83,12%	18,39%	81,61%	49,44%	50,56%	0,00%	100,00%	20,00%	80,00%			47,12%	52,88%
27	23,35%	76,65%	21,41%	78,59%	52,47%	47,53%	35,00%	65,00%	26,67%	73,33%			43,95%	56,05%
28	25,00%	75,00%	25,43%	74,57%	43,13%	56,88%	52,83%	47,17%	52,17%	47,83%	50,00%	50,00%	43,95%	56,05%
29	33,20%	66,80%	30,57%	69,43%	50,82%	49,18%	50,00%	50,00%	60,00%	40,00%	66,67%	33,33%	50,92%	49,08%
30	48,43%	51,57%	44,13%	55,87%	57,48%	42,52%	61,59%	38,41%	90,00%	10,00%	77,27%	22,73%	63,25%	36,75%
31	64,67%	35,33%	65,10%	34,90%	59,48%	40,52%	54,00%	46,00%	50,00%	50,00%	80,43%	19,57%	70,60%	29,40%
32	62,94%	37,06%	74,28%	25,72%	48,34%	51,66%	46,32%	53,68%	60,00%	40,00%	94,21%	5,79%	72,85%	27,15%
33	65,29%	34,71%	86,59%	13,41%	45,42%	54,58%	32,67%	67,33%	20,00%	80,00%	98,42%	1,58%	72,74%	27,26%
34	56,63%	43,37%	84,12%	15,88%	66,38%	33,62%	43,93%	56,07%	42,86%	57,14%	99,54%	0,46%	80,74%	19,26%
35	72,55%	27,45%	90,80%	9,20%	76,97%	23,03%	40,18%	59,82%	42,62%	57,38%	100,00%	0,00%	74,00%	26,00%
36	80,00%	20,00%	96,55%	3,45%	89,25%	10,75%	40,62%	59,38%	52,48%	47,52%	100,00%	0,00%	77,32%	22,68%
37	84,62%	15,38%	100,00%	0,00%	93,04%	6,96%	53,57%	46,43%	57,01%	42,99%	98,30%	1,70%	79,57%	20,43%
38	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%	91,71%	8,29%	65,16%	34,84%	63,95%	36,05%	95,77%	4,23%	80,84%	19,16%
39					75,00%	25,00%	81,94%	18,06%	66,10%	33,90%	97,22%	2,78%	87,50%	12,50%
40					62,16%	37,84%	89,60%	10,40%	84,62%	15,38%	93,75%	6,25%	83,52%	16,48%
41					26,67%	73,33%	97,61%	2,39%	98,04%	1,96%	100,00%	0,00%	94,29%	5,71%
42					58,33%	41,67%	97,78%	2,22%	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%	87,50%	12,50%
43					100,00%	0,00%	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%
44					100,00%	0,00%	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%			100,00%	0,00%
45					100,00%	0,00%	100,00%	0,00%	100,00%	0,00%			100,00%	0,00%
46									100,00%	0,00%				
47							100,00%	0,00%						
48							0,00%	100,00%						
49							100,00%	0,00%						
50													100,00%	0,00%

Al igual que la V Región, se obtuvo capturas de este recurso en la VI Región donde, se observó que los machos predominaron en casi todo el rango de distribución, con excepción de los rangos 26-27 y 33-35 mm LC donde predominaron las hembras. Para las tallas mayores existió un predominio de un 100% los machos sobre los 42 mm de LC (Tabla 53). La proporción sexual a la talla del langostino colorado en la VII Región muestra un claro predominio de los machos en todo el rango de talla, con valores sobre el 60%, en el rango de 22 y 43 mm de LC (Tabla 53).

En la VIII Región se observa una alternancia de machos y hembra entre las tallas pequeñas hasta los 28 mm LC, para predominar los primeros sobre los 29 mm LC. Cabe destacar que en esta Región se encontraron los mayores ejemplares de tallas (50 mm LC) (Tabla 53).

4.7.3.2.3. Proporción sexual a la talla por foco de abundancia

En la proporción sexual de langostino colorado estimada por foco de abundancia se aprecia un claro predominio de las hembras en la mayoría de los focos del área nrt, con la excepción de los focos 4 en que se observa predominio de machos con una proporción superior al 65%. A partir del foco 10, se observa un claro predominio de machos, con excepción de los focos 18 y 27. La mayor fracción de machos se encontró en los focos 17 con un 100% y 20-22 con un porcentaje sobre el 97% (Fig. 50).

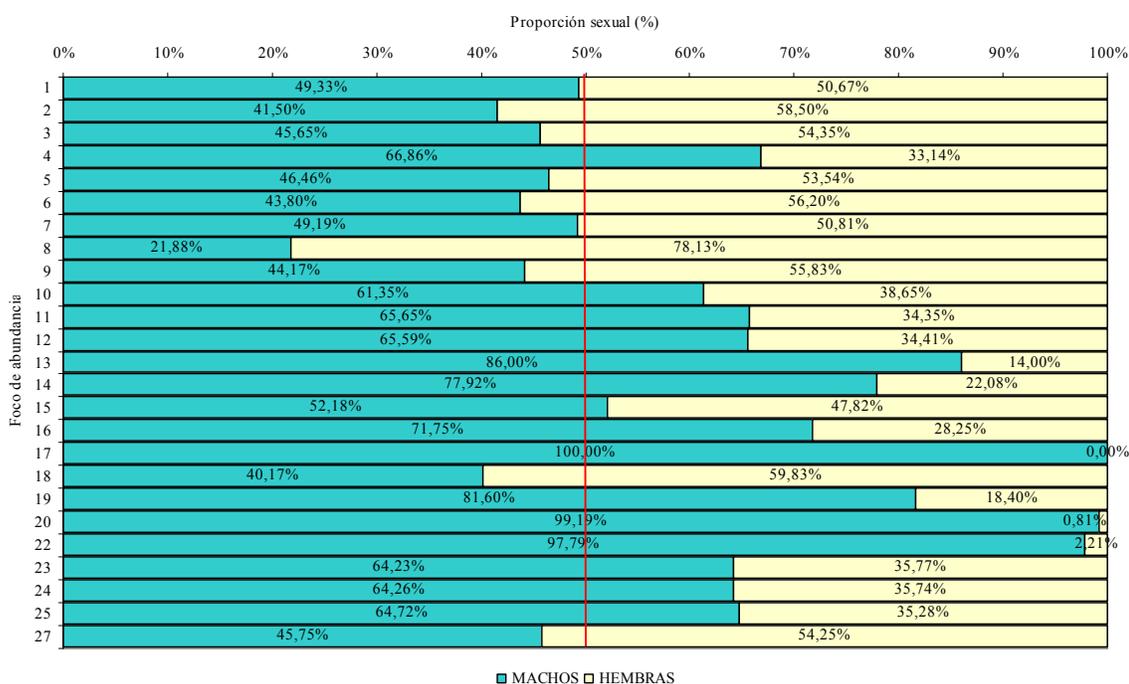


Fig. 50. Proporción sexual en langostino amarillo, por foco de abundancia.

4.8. Objetivo Específico 5.

Determinar la composición e importancia relativa de las especies que constituyan fauna acompañante de estos dos recursos durante los cruceros de evaluación.

4.8.1. Descripción de la abundancia de la fauna acompañante

4.8.1.1. Composición específica general de la fauna acompañante

La fauna acompañante estuvo compuesta por 37 taxa, de los cuales 17 fueron peces óseos, 6 peces cartilaginosos, 9 crustáceos, 3 moluscos (cefalópodos) y 2 mixinoídeos (Tabla 54). El 97,4% de la captura total en peso de la fauna acompañante estuvo compuesta sólo por 6 especies, destacando el camarón nailon (*Heterocarpus reedi*), la merluza común (*Merluccius gayi*), los pejerratas (*Coelorinchus aconcagua*, *Coelorinchus chilensis* y *Nezumia pulchella*) y el lenguado de ojos grandes (*Hippoglossina macrops*); estas seis especies aportan conjuntamente con el 27,7% respecto a la captura total (en peso), incluida las especies objetivos (langostino amarillo y langostino colorado).

Tabla 54. Listado de especies que conforman la fauna acompañante en las capturas de langostino colorado y langostino amarillo en el proyecto. CPUE = captura por unidad de esfuerzo estandarizada; IRFA= índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante (excluidos langostinos colorado y amarillo); IRRO= índice de importancia relativa respecto a la captura total en peso de los recursos objetivo (excluidos langostinos colorado y amarillo). Clave: 0,0 = <0,05

Nombre vernacular	Nombre científico	Acrónimo	CPUE total (ton * km ⁻²)	IRRO (%)	IRFA (%)	Lances Positivos (%)
Camarón nailon	<i>Heterocarpus reedi</i>	<i>Heterree</i>	3083,4	16,0	56,3	47,4
Merluza común	<i>Merluccius gayi</i>	<i>Merlgay</i>	1591,8	8,3	29,1	95,5
Pejerrata	<i>Coelorinchus aconcagua</i>	<i>Coeaco</i>	304,2	1,6	5,6	23,4
Lenguado de ojos grandes	<i>Hippoglossina macrops</i>	<i>Hipmac</i>	225,2	1,2	4,1	76,6
Pejerrata	<i>Nezumia pulchella</i>	<i>Nezpu</i>	72,6	0,4	1,3	14,1
Pejerrata	<i>Coelorinchus chilensis</i>	<i>Coechi</i>	55,4	0,3	1,0	2,8
Jaiba paco	<i>Mursia gaudichaudii</i>	<i>Murgau</i>	30,6	0,2	0,6	34,8
Jaiba limón	<i>Cancer porteri</i>	<i>Canpor</i>	23,1	0,1	0,4	24,5
Raya volantín	<i>Dipturus chilensis</i>	<i>Dipchi</i>	18,3	0,1	0,3	0,9

Congrio negro	<i>Genypterus maculatus</i>	Genmac	17,2	0,1	0,3	1,1
Tiburón gato	<i>Aculeola nigra</i>	Acunig	15,6	0,1	0,3	1,5
Jibia	<i>Dosidicus gigas</i>	Dosgig	15,5	0,1	0,3	1,5
Besugo	<i>Epigonus crassicaudus</i>	Epicra	12,2	0,1	0,2	5,6
Corvina	<i>Cilus gilberti</i>	Cilgil	3,6	0,0	0,1	0,2
Tollo negro	<i>Centroscyllum granulatum</i>	Cengra	2,2	0,0	0,0	0,6
Centollón	<i>Paralomis granulosa</i>	Pargra	1,3	0,0	0,0	3,7
Pulpo	<i>Opisthoteuthis</i> sp.	Opispp	1,3	0,0	0,0	3,5
Raya espinosa	<i>Dipturus trachyderma</i>	Diptra	1,0	0,0	0,0	0,6
Lamprea negra	<i>Eptatretus polytrema</i>	Eptpol	0,4	0,0	0,0	3,7
Blanquillo	<i>Prolatilus jugularis</i>	Projug	0,3	0,0	0,0	0,9
Meluzza de cola	<i>Macruronus magellanicus</i>	Macmag	0,3	0,0	0,0	0,6
Cabrilla	<i>Sebastes oculatus</i>	Sebocu	0,3	0,0	0,0	0,9
Torpedo	<i>Discopyge tschudii</i>	Distsc	0,3	0,0	0,0	0,2
Raya chica	<i>Bathyraja multispinis</i>	Batmul	0,3	0,0	0,0	0,4
Zoarcido	<i>Pachycara suspectum</i>	Pacsus	0,2	0,0	0,0	4,1
Anguila	<i>Ophichthus pacifici</i>	Ophpac	0,2	0,0	0,0	2,8
Jaiba puñete	<i>Hepatus chiliensis</i>	Hepchi	0,2	0,0	0,0	0,4
Pulpo	<i>Octopus mimus</i>	Octmim	0,1	0,0	0,0	0,9
Pejerrata	<i>Trachyrincus villegai</i>	Travil	0,1	0,0	0,0	1,5
Alfonsino	<i>Beryx splendens</i>	Berspl	0,1	0,0	0,0	0,6
Jaiba mochilera	<i>Lophorochinia parabranchia</i>	Loppar	0,1	0,0	0,0	1,3
Bagre	<i>Aphos porosus</i>	Aphpor	0,0	0,0	0,0	1,1
Lamprea bicolor	<i>Eptatretus nanni</i>	Eptnan	0,0	0,0	0,0	0,2
Camarón acorazado	<i>Glyphorangon alata</i>	Glyala	0,0	0,0	0,0	0,4
Congrio colorado	<i>Genypterus chilensis</i>	Genchi	0,0	0,0	0,0	0,2
Zapateador	<i>Pterygosquilla armata</i>	Ptearm	0,0	0,0	0,0	0,4
Langosta enana	<i>Projasus bahamondei</i>	Probah	0,0	0,0	0,0	0,2

4.8.1.2. Distribución de la fauna acompañante en sentido latitudinal

Regionalmente la fauna acompañante exhibe un patrón en el que 4 a 8 especies constituyen de 97% a 99% del peso total en la captura. Las especies que conforman esta fracción de la fauna acompañante son las mismas en todas las Regiones y corresponden a los peces *H. macrops*, *M. gayi*, *Aculeola nigra* y *C. aconcagua* y al crustáceo *H. reedi*. La particularidad en cada Región estuvo dada por el orden de importancia en peso de estas especies (Tabla 55).

Tabla 55. Listado de las especies que conforman la fauna acompañante en las capturas de langostino amarillo y langostino colorado, ordenados por región. Nomenclatura igual a Tabla 54. Clave: 0,0 = <0,05

Región	Especie	Total lances	Lances positivos (%)	CPUA total (ton * km ⁻²)	IRFA (%)	Fauna acompañante,		<i>Cervjo/ Pleumon</i>
						CPUA total (ton * km ⁻²)	IRRO (%)	
III	<i>Heteree</i>	49	49,0	120,2	74,4	161,7	9,5	1106,5
	<i>Merlgay</i>		98,0	18,6	11,5		1,5	
	<i>Acunig</i>		14,3	15,6	9,6		1,2	
	<i>Hipmac</i>		42,9	2,3	1,4		0,2	
	<i>Cengra</i>		6,1	2,2	1,3		0,2	
	<i>Epicra</i>		2,0	1,3	0,8		0,1	
	<i>Nezpul</i>		46,9	1,1	0,7		0,1	
	<i>Travil</i>		14,3	0,1	0,1		0,0	
	<i>Murgau</i>		10,2	0,1	0,1		0,0	
	<i>Loppar</i>		12,2	0,1	0,0		0,0	
	<i>Hepchi</i>		2,0	0,1	0,0		0,0	
	<i>Coechi</i>		2,0	0,0	0,0		0,0	
	<i>Etpol</i>		4,1	0,0	0,0		0,0	
	IV	<i>Heteree</i>	141	58,9	1110,2	74,4	1493,0	23,3
<i>Merlgay</i>			97,2	237,1	15,9		5,0	
<i>Hipmac</i>			90,1	72,7	4,9		1,5	
<i>Murgau</i>			56,7	20,9	1,4		0,4	
<i>Dosgig</i>			4,3	13,7	0,9		0,3	
<i>Coeco</i>			19,9	12,4	0,8		0,3	
<i>Nezpul</i>			19,1	7,9	0,5		0,2	
<i>Epicra</i>			10,6	5,7	0,4		0,1	
<i>Canpor</i>			22,7	5,3	0,4		0,1	
<i>Cilgil</i>			0,7	3,6	0,2		0,1	
<i>Coechi</i>			0,7	1,2	0,1		0,0	
<i>Diptra</i>			2,1	1,0	0,1		0,0	
<i>Projug</i>			2,1	0,3	0,0		0,0	
<i>Opispp</i>			0,7	0,2	0,0		0,0	
<i>Pacsus</i>			11,3	0,2	0,0		0,0	
<i>Octmim</i>			2,8	0,1	0,0		0,0	
<i>Batmul</i>			0,7	0,1	0,0		0,0	
<i>Sebocu</i>			0,7	0,1	0,0		0,0	
<i>Berspl</i>			0,7	0,1	0,0		0,0	
<i>Ophpac</i>			4,3	0,1	0,0		0,0	
<i>Aphpor</i>			3,5	0,0	0,0		0,0	
<i>Pargra</i>			2,8	0,0	0,0		0,0	
<i>Glyala</i>			0,7	0,0	0,0		0,0	
<i>Etpol</i>			1,4	0,0	0,0		0,0	

	<i>Probah</i>		0,7	0,0	0,0		0,0	
V	<i>Heteree</i>	97	55,7	951,8	66,8	1425,6	25,3	2335,9
	<i>Merlgay</i>		97,9	302,0	21,2		8,0	
	<i>Coeco</i>		36,1	85,0	6,0		2,3	
	<i>Hipmac</i>		90,7	62,1	4,4		1,7	
	<i>Dipchi</i>		2,1	7,6	0,5		0,2	
	<i>Nezpul</i>		5,2	5,0	0,4		0,1	
	<i>Murgau</i>		37,1	4,8	0,3		0,1	
	<i>Coechi</i>		3,1	3,4	0,2		0,1	
	<i>Canpor</i>		23,7	2,0	0,1		0,1	
	<i>Epicra</i>		7,2	0,9	0,1		0,0	
	<i>Opispp</i>		4,1	0,2	0,0		0,0	
	<i>Macmag</i>		2,1	0,2	0,0		0,0	
	<i>Batmul</i>		1,0	0,2	0,0		0,0	
	<i>Ophpac</i>		7,2	0,1	0,0		0,0	
	<i>Genmac</i>		1,0	0,1	0,0		0,0	
	<i>Pacsus</i>		3,1	0,1	0,0		0,0	
	<i>Etpol</i>		5,2	0,1	0,0		0,0	
	<i>Eptnan</i>		1,0	0,0	0,0		0,0	
	<i>Pargra</i>		2,1	0,0	0,0		0,0	
	<i>Glyala</i>		1,0	0,0	0,0		0,0	
VI	<i>Heteree</i>	46	58,7	469,6	61,2	767,0	18,8	1729,6
	<i>Merlgay</i>		95,7	165,4	21,6		6,6	
	<i>Coeco</i>		45,7	80,6	10,5		3,2	
	<i>Hipmac</i>		95,7	29,1	3,8		1,2	
	<i>Coechi</i>		4,3	12,5	1,6		0,5	
	<i>Nezpul</i>		2,2	6,5	0,9		0,3	
	<i>Murgau</i>		30,4	1,5	0,2		0,1	
	<i>Opispp</i>		17,4	0,6	0,1		0,0	
	<i>Canpor</i>		10,9	0,6	0,1		0,0	
	<i>Distsc</i>		2,2	0,3	0,0		0,0	
	<i>Macmag</i>		2,2	0,1	0,0		0,0	
	<i>Etpol</i>		6,5	0,1	0,0		0,0	
	<i>Berspl</i>		2,2	0,0	0,0		0,0	
	<i>Ptearm</i>		4,3	0,0	0,0		0,0	
VII	<i>Merlgay</i>	29	86,2	272,7	45,2	603,3	33,0	224,2
	<i>Heteree</i>		51,7	249,9	41,4		30,2	
	<i>Coeco</i>		31,0	25,6	4,2		3,1	
	<i>Hipmac</i>		72,4	16,3	2,7		2,0	
	<i>Nezpul</i>		17,2	14,1	2,3		1,7	
	<i>Coechi</i>		13,8	8,6	1,4		1,0	
	<i>Dipchi</i>		3,4	8,2	1,4		1,0	
	<i>Epicra</i>		10,3	4,3	0,7		0,5	

	<i>Murgau</i>		27,6	1,5	0,2		0,2	
	<i>Canpor</i>		31,0	1,5	0,2		0,2	
	<i>Opispp</i>		10,3	0,2	0,0		0,0	
	<i>Etpol</i>		13,8	0,2	0,0		0,0	
	<i>Pargra</i>		3,4	0,2	0,0		0,0	
	<i>Sebocu</i>		3,4	0,2	0,0		0,0	
	<i>Berspl</i>		3,4	0,0	0,0		0,0	
VIII	<i>Merlgay</i>	100	93,0	596,0	58,0	1026,8	9,7	5108,7
	<i>Heteree</i>		16,0	181,6	17,7		3,0	
	<i>Coeco</i>		15,0	100,6	9,8		1,6	
	<i>Hipmac</i>		53,0	42,8	4,2		0,7	
	<i>Nezpul</i>		4,0	38,0	3,7		0,6	
	<i>Coechi</i>		2,0	29,6	2,9		0,5	
	<i>Genmac</i>		4,0	17,1	1,7		0,3	
	<i>Canpor</i>		44,0	13,7	1,3		0,2	
	<i>Dipchi</i>		1,0	2,5	0,2		0,0	
	<i>Murgau</i>		18,0	1,8	0,2		0,0	
	<i>Dosgig</i>		1,0	1,8	0,2		0,0	
	<i>Pargra</i>		10,0	1,1	0,1		0,0	
	<i>Hepchi</i>		1,0	0,1	0,0		0,0	
	<i>Projug</i>		1,0	0,0	0,0		0,0	
	<i>Sebocu</i>		2,0	0,0	0,0		0,0	
	<i>Genchi</i>		1,0	0,0	0,0		0,0	
	<i>Etpol</i>		1,0	0,0	0,0		0,0	

4.8.1.3. Distribución de la fauna acompañante en sentido batimétrico

Batimétricamente se observa también el patrón general de distribución de la fauna acompañante (en peso), la que está compuesta principalmente por 6 a 7 especies que aportan entre 97% y 99% del peso total cuando no se considera las especies objetivo en este recuento. Además, *M. gayi* y *H. reedi* son las especies más importantes de la fauna acompañante entre 100 y 400 m de profundidad, acompañadas por *C. aconcagua* y *H. macrops*. La particularidad en cada estrato batimétrico está dada por el orden de importancia en peso de estas especies (Tabla 56).

Tabla 56. Fauna acompañante en las capturas de langostino amarillo y langostino colorado, ordenados por estratos de profundidad. Nomenclatura igual a Tabla 54. Clave: 0,0 = <0,05

Prof (m)	Especie	Total lances	Lances positivos (%)	CPUA total (ton * km ⁻²)	IRFA (%)	Fauna acompañante		<i>Cervjo/Pleumon</i>
						CPUA total (ton * km ⁻²)	IRRO (%)	
100 - 199	<i>Merlgay</i>	245	98,4	1187,5	65,7	1808,5	9,2	11160,8
	<i>Heteree</i>		15,9	368,7	20,4		2,8	
	<i>Hipmac</i>		77,6	134,3	7,4		1,0	
	<i>Coeco</i>		7,8	41,6	2,3		0,3	
	<i>Canpor</i>		40,4	19,3	1,1		0,1	
	<i>Genmac</i>		2,0	17,2	1,0		0,1	
	<i>Murgau</i>		39,6	16,9	0,9		0,1	
	<i>Nezpul</i>		3,3	9,9	0,5		0,1	
	<i>Dosgig</i>		1,6	4,6	0,3		0,0	
	<i>Cilgil</i>		0,4	3,6	0,2		0,0	
	<i>Dipfla</i>		0,4	2,5	0,1		0,0	
	<i>Pargra</i>		2,4	1,0	0,1		0,0	
	<i>Projug</i>		1,6	0,3	0,0		0,0	
	<i>Coechi</i>		0,4	0,3	0,0		0,0	
	<i>Diptra</i>		0,4	0,3	0,0		0,0	
	<i>Batmul</i>		0,4	0,2	0,0		0,0	
	<i>Hepchi</i>		0,4	0,1	0,0		0,0	
	<i>Etpol</i>		1,6	0,1	0,0		0,0	
	<i>Epicra</i>		0,4	0,1	0,0		0,0	
	<i>Aphpor</i>		2,0	0,0	0,0		0,0	
	<i>Opispp</i>		0,8	0,0	0,0		0,0	
	<i>Genchi</i>		0,4	0,0	0,0		0,0	
	<i>Ophpac</i>		0,8	0,0	0,0		0,0	
<i>Pacsus</i>		1,2	0,0	0,0		0,0		
<i>Octmim</i>		0,4	0,0	0,0		0,0		
200 - 299	<i>Heteree</i>	139	79,1	1384,2	69,6	1988,3	32,9	2223,8
	<i>Merlgay</i>		91,4	254,8	12,8		6,1	
	<i>Coeco</i>		37,4	182,8	9,2		4,3	
	<i>Hipmac</i>		80,6	65,2	3,3		1,5	
	<i>Nezpul</i>		16,5	40,4	2,0		1,0	
	<i>Coechi</i>		2,2	29,8	1,5		0,7	
	<i>Murgau</i>		33,1	11,3	0,6		0,3	
	<i>Acunig</i>		2,9	7,0	0,4		0,2	
	<i>Canpor</i>		8,6	3,7	0,2		0,1	
	<i>Epicra</i>		5,8	3,0	0,1		0,1	
	<i>Dosgig</i>		0,7	2,8	0,1		0,1	
	<i>Cengra</i>		1,4	1,2	0,1		0,0	
	<i>Diptra</i>		0,7	0,7	0,0		0,0	
	<i>Pargra</i>		4,3	0,3	0,0		0,0	
	<i>Distsc</i>		0,7	0,3	0,0		0,0	

	<i>Opispp</i>		3,6	0,3	0,0		0,0	
	<i>Etpol</i>		3,6	0,2	0,0		0,0	
	<i>Sebocu</i>		2,2	0,1	0,0		0,0	
	<i>Ophpac</i>		5,8	0,1	0,0		0,0	
	<i>Hepchi</i>		0,7	0,1	0,0		0,0	
	<i>Loppar</i>		2,9	0,1	0,0		0,0	
	<i>Travil</i>		2,2	0,0	0,0		0,0	
	<i>Eptnan</i>		0,7	0,0	0,0		0,0	
	<i>Pacsus</i>		5,0	0,0	0,0		0,0	
	<i>Ptearm</i>		0,7	0,0	0,0		0,0	
300 +	<i>Heteree</i>	78	89,7	1330,5	79,2	1680,7	64,3	387,0
	<i>Merlgay</i>		92,3	149,5	8,9		7,2	
	<i>Coeco</i>		47,4	79,8	4,7		3,9	
	<i>Hipmac</i>		66,7	25,7	1,5		1,2	
	<i>Coechi</i>		10,3	25,3	1,5		1,2	
	<i>Nezpul</i>		43,6	22,3	1,3		1,1	
	<i>Dipchi</i>		3,8	15,8	0,9		0,8	
	<i>Epicra</i>		23,1	9,1	0,5		0,4	
	<i>Acunig</i>		3,8	8,6	0,5		0,4	
	<i>Dosgig</i>		2,6	8,2	0,5		0,4	
	<i>Murgau</i>		23,1	2,4	0,1		0,1	
	<i>Cengra</i>		1,3	1,0	0,1		0,0	
	<i>Opispp</i>		11,5	1,0	0,1		0,0	
	<i>Macmag</i>		3,8	0,3	0,0		0,0	
	<i>Pacsus</i>		11,5	0,2	0,0		0,0	
	<i>Sebocu</i>		1,3	0,2	0,0		0,0	
	<i>Etpol</i>		9,0	0,2	0,0		0,0	
	<i>Octmim</i>		3,8	0,1	0,0		0,0	
	<i>Berspl</i>		2,6	0,1	0,0		0,0	
	<i>Batmul</i>		1,3	0,1	0,0		0,0	
	<i>Diptra</i>		1,3	0,1	0,0		0,0	
	<i>Travil</i>		5,1	0,1	0,0		0,0	
	<i>Canpor</i>		2,6	0,1	0,0		0,0	
	<i>Ophpac</i>		3,8	0,0	0,0		0,0	
	<i>Pargra</i>		6,4	0,0	0,0		0,0	
	<i>Loppar</i>		2,6	0,0	0,0		0,0	
	<i>Glyala</i>		2,6	0,0	0,0		0,0	
	<i>Berspl</i>		1,3	0,0	0,0		0,0	
	<i>Ptearm</i>		1,3	0,0	0,0		0,0	
	<i>Probah</i>		1,3	0,0	0,0		0,0	

4.8.2. Identificación y caracterización espacial de las asociaciones específicas

El número de especies con aporte en peso mayor a 0,1% fue de 14, destacando *H. reedi*, *M. gayi*, *C. aconcagua* y *H. macrops* por sus altos valores en la captura de la fauna acompañante (Tabla 57). Los lances utilizados en los análisis multivariados con el propósito de identificar ensambles multiespecíficos fue de 462; el 83 % se concentró entre 100 y 300 m de profundidad. La distribución de lances por Región muestra que el 51,5% se concentra de la III a la IV Regiones (Tabla 58).

Tabla 57. Especies con aportes mayores a 0,1% respecto a la captura total de la fauna acompañante utilizados en los análisis multivariados; $n_{\text{lances}} = 462$. IRFA= importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante.

Nombre vernacular	Nombre científico	Acrónimo	IRFA (%)
Camarón nailon	<i>Heterocarpus reedi</i>	<i>Heterree</i>	56,3
Merluza común	<i>Merluccius gayi</i>	<i>Merlgay</i>	29,1
Pejerrata	<i>Coelorinchus aconcagua</i>	<i>Coeaco</i>	5,6
Lenguado de ojos grandes	<i>Hippoglossina macrops</i>	<i>Hipmac</i>	4,1
Pejerrata	<i>Nezumia pulchella</i>	<i>Nezpul</i>	1,3
Pejerrata	<i>Coelorinchus chilensis</i>	<i>Coechi</i>	1,0
Jaiba paco	<i>Mursia gaudichaudii</i>	<i>Murgau</i>	0,6
Jaiba limón	<i>Cancer porteri</i>	<i>Canpor</i>	0,4
Raya volantín	<i>Dipturus chilensis</i>	<i>Dipchi</i>	0,3
Congrio negro	<i>Genypterus maculatus</i>	<i>Genmac</i>	0,3
Tiburón gato	<i>Aculeola nigra</i>	<i>Acunig</i>	0,3
Jibia	<i>Dosidicus gigas</i>	<i>Dosgig</i>	0,3
Besugo	<i>Epigonus crassicaudus</i>	<i>Epicra</i>	0,2
Corvina	<i>Cilus gilberti</i>	<i>Cilgil</i>	0,1

Tabla 58. Lances utilizados en los análisis multivariados ordenados por Región (latitud) y profundidad (m); $n_{\text{lances}} = 462$.

Profundidad (m)	Región						Total lances
	III	IV	V	VI	VII	VIII	
100 - 199	5	56	61	21	16	86	245
200 - 299	27	51	24	17	6	14	139
300 - 400	17	34	12	8	7	0	78
Total lances	49	141	97	46	29	100	462

4.8.2.1. Identificación de asociaciones específicas

De acuerdo a la matriz de similitud de Bray-Curtis, el análisis de dendrograma permite distinguir dos grupos de estaciones de muestreo (lances), las cuales presentan una estructura de CPUE de especies con similitud mayor a 40% (Fig. 45). En análisis posteriores no se consideró aquellos grupos que, al nivel de corte de 40% de similitud, no estén presentes en al menos 10 lances.

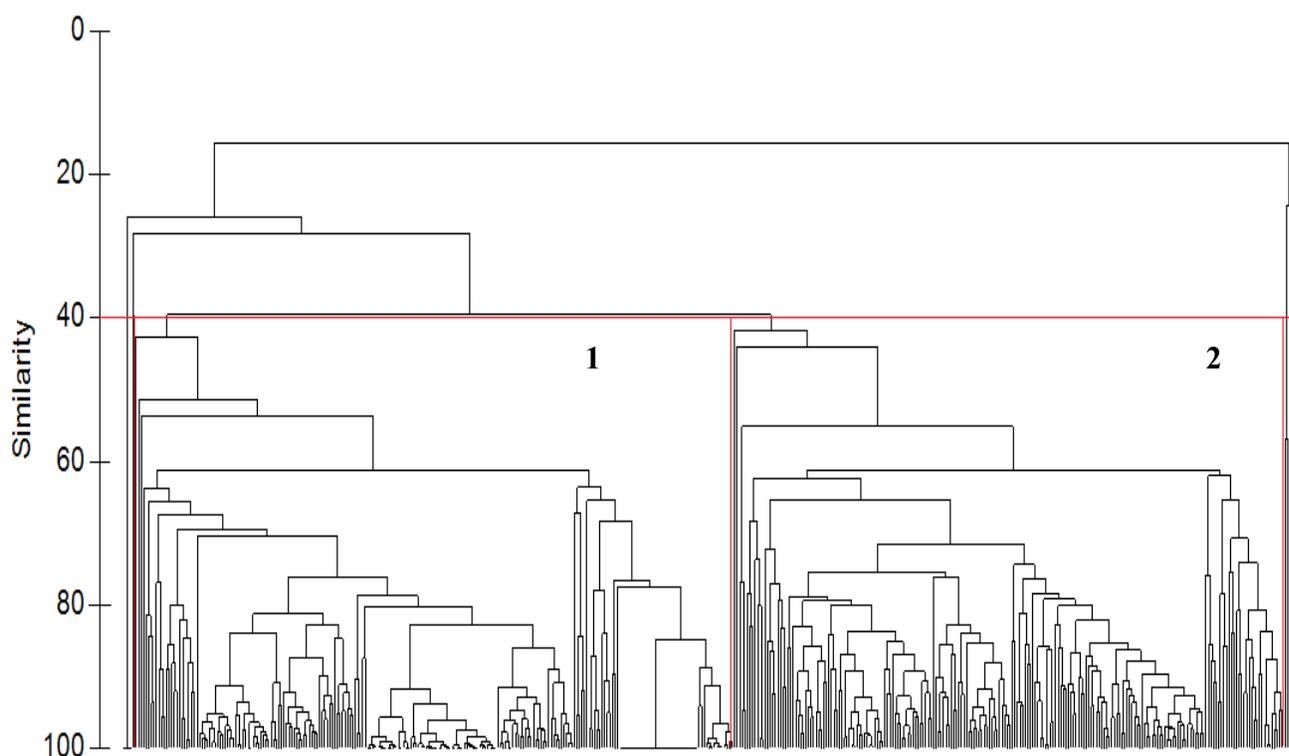


Fig. 51. Análisis de clasificación de la CPUE de la fauna acompañante presente en las capturas de langostino amarillo y langostino colorado de las Regiones III a VIII; n_{lances} : 462. Nomenclatura: 1 y 2 corresponden a los grupos de estaciones de muestreo (lances) o ensambles identificados.

El análisis de ordenación distinguió, con un nivel de significancia moderadamente alto ($\text{Stress} = p = 0,1$), los mismos dos grupos de estaciones (lances) que el análisis de clasificación (Fig. 52), lo que permite validar el criterio de corte de un mínimo de 40% de similitud en el dendrograma e identificar la existencia de dos ensambles comunitarios de la fauna acompañante; “ne” corresponde a aquellas estaciones (lances) cuya composición específica no logró constituir un ensamble propiamente tal.

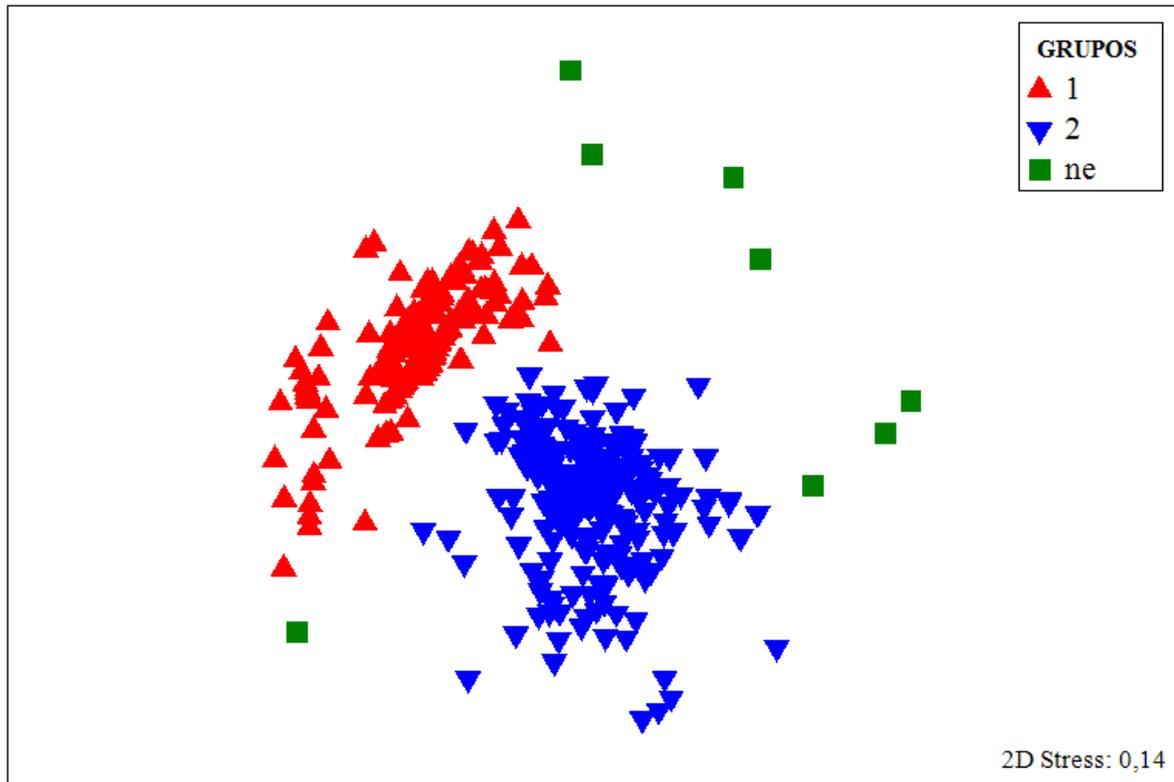


Fig. 52. Análisis de ordenación (MDS) de la CPUE (ton * km⁻²) de la fauna acompañante presente en las capturas de langostino amarillo y langostino colorado de las Regiones III a VIII. Los símbolos corresponden los dos ensambles identificados; “ne” corresponde a aquellos lances que en el dendrograma no constituyen un grupo propiamente tal; n_{lances} = 462.

Latitudinalmente ambos ensambles se encuentran distribuidos en toda la zona de estudio (26°S – 37°S). Batimétricamente los ensambles se distribuyen en diferentes estratos, quedando en evidencia una sobreposición de estos. El grupo 1 se encuentra entre 100 y 300 m de profundidad asociado a la plataforma continental; el grupo 2 se encuentra entre 250 y 400 m de profundidad asociado al talud continental.

Las especies presentes en las dos asociaciones específicas se presentan en la Tabla 59; acá también son pocas las especies (3 a 4) que en total aportan con más de 91% al peso total. En el grupo 1, *M. gayi* es la especie de mayor importancia respecto al peso total de la fauna acompañante, mientras que en el grupo 2 la especie más importante respecto al peso total de la fauna acompañante es *H. reedi*.

Tabla 59. Fauna acompañante en las capturas de langostino amarillo y langostino colorado, ordenados por ensambles identificados mediante métodos de clasificación y ordenación. Nomenclatura igual a Tabla 54. Clave: 0,0 = <0,05.

Ensamble	Clave Especie	Total lances	Lances positivos (%)	CPUE total (ton * km ⁻²)	IRFA (%)	Fauna acompañante		<i>Cervjo/ Pleumon</i>
						CPUE total (ton * km ⁻²)	IRRO (%)	
1	<i>Merlgay</i>	235	100,0	1095,0	86,0	1273,8	8,8	11237,8
	<i>Hipmac</i>		74,5	113,8	8,9		0,9	
	<i>Canpor</i>		38,7	18,8	1,5		0,2	
	<i>Murgau</i>		36,2	16,7	1,3		0,1	
	<i>Coeco</i>		5,5	10,4	0,8		0,1	
	<i>Dosgig</i>		2,1	7,4	0,6		0,1	
	<i>Cilgil</i>		0,4	3,6	0,3		0,0	
	<i>Dipchi</i>		0,4	2,5	0,2		0,0	
	<i>Genmac</i>		1,7	2,1	0,2		0,0	
	<i>Epicra</i>		0,4	1,1	0,1		0,0	
	<i>Nezpul</i>		6,0	1,1	0,1		0,0	
	<i>Acunig</i>		0,4	1,0	0,1		0,0	
	<i>Heteree</i>		0,4	0,3	0,0		0,0	
	<i>Coechi</i>		0,4	0,0	0,0		0,0	
2	<i>Heteree</i>	216	100,0	3079,0	75,0	4107,4	50,8	1956,9
	<i>Merlgay</i>		94,0	495,4	12,1		8,2	
	<i>Coeco</i>		41,7	230,5	5,6		3,8	
	<i>Hipmac</i>		81,0	110,8	2,7		1,8	
	<i>Nezpul</i>		23,1	70,8	1,7		1,2	
	<i>Coechi</i>		5,6	55,3	1,3		0,9	
	<i>Dipchi</i>		1,4	15,8	0,4		0,3	
	<i>Acunig</i>		2,8	14,6	0,4		0,2	
	<i>Murgau</i>		34,3	13,7	0,3		0,2	
	<i>Epicra</i>		11,6	11,0	0,3		0,2	
	<i>Dosgig</i>		0,9	8,2	0,2		0,1	
	<i>Canpor</i>		9,3	2,0	0,0		0,0	

4.8.2.2. Detección de diferencias entre asociaciones

4.8.2.2.1. Análisis de similitud (ANOSIM)

De acuerdo al criterio de clasificación utilizando la matriz de similitud de Bray-Curtis, los ensambles identificados (nivel de similitud de 40%) son estadísticamente distintos entre sí, lo

que lo que se observa en los valores de contraste entre los ensambles (Tabla 60), pues todos se aproximan a 1. La interpretación es que, desde un punto de vista comunitario, existen diferencias entre los grupos, aun cuando se encuentren en una misma área geográfica. Estas diferencias están dadas principalmente por la variación en los valores de CPUE de *M. gayi*, *H. reedi*, *H. macrops* y *C. aconcagua*.

Tabla 60. Análisis de Similitud (ANOSIM) para probar la existencia de diferencias significativas entre los ensambles identificados desde la matriz de similitud de Bray-Curtis; $p = 0,001$. Los dos ensambles son identificados con números arábigos; “ne” corresponde a aquellos lances que en el dendrograma no constituyeron un grupo propiamente tal.

Contrastes ensambles	R	Valor-p	R global
1 – 2	0,9	0,001	0,866
1 – ne	1,0	0,001	
2 – ne	1,0	0,001	

4.8.2.2.2. Contribución de cada especie en la similitud en los ensambles identificados mediante análisis de clasificación por medio de análisis de Porcentaje de Similitud (SIMPER)

La especie que es responsable de la mayor similitud interna en el grupo 1 es *M. gayi*, acompañada de *C. aconcagua*, mientras que en el grupo 2 la especie responsable es *H. reedi*, acompañada de *M. gayi* y *C. aconcagua*. Las especies restantes al interior de cada grupo contribuyen en muy baja magnitud (Tabla 61).

Tabla 61. Especies con mayor contribución relativa (porcentual) a la similitud de la CPUE de los lances en cada grupo.

Ensamble	Clave Especie	Similitud Promedio (%)	d. e.	Contribución (%)
1	<i>Merlgay</i>	51,2	3,4	71,83
	<i>Coeco</i>	15,4	1,1	21,57
2	<i>Heterree</i>	37,7	4,6	53,78
	<i>Merlgay</i>	17,7	2,2	25,22
	<i>Coeco</i>	9,8	1,3	13,99

4.8.2.2.3. Contribución de cada especie en la disimilitud entre los ensambles identificados mediante análisis de clasificación utilizando SIMPER

Las especies que aportan mayormente a la diferenciación entre grupos faunísticos son *H. reedi*, *M. gayi* y *C. aconcagua* (Tabla 62).

Tabla 62. Especies con mayor contribución relativa (porcentual) a la disimilitud de la CPUE de los lances en cada grupo.

Grupos	Clave Especies	Disimilitud Promedio	d.e.	Contribución (%)
1 -2	<i>Heteree</i>	22,51	4,42	37,31
	<i>Merlgay</i>	10,4	1,55	17,24
	<i>Coeco</i>	7,91	1,44	13,11
	<i>Nezpul</i>	5,16	0,79	8,55
	<i>Acunig</i>	4,82	0,95	7,99
	<i>Genmac</i>	3,74	0,8	6,19

4.9. Objetivo Específico 5

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

4.9.1. Langostino colorado

4.9.1.1. Unidad de Pesquería XV-IV

En la zona centro-norte la pesquería de langostino colorado se inició en 1998 con 630 t de desembarque. Entre los años 2000 y 2002 el desembarque se incrementó por sobre 1.500 t, disminuyendo luego a 1078 ton en el 2003. Entre el 2004 y 2006, el desembarque ha fluctuado en alrededor de 730 t, incrementándose a 1.500 toneladas en 2007 y 2008. En el 2009, hasta octubre de ese año el desembarque total fue de 756 t (Fig. 53).

Los cambios de langostino colorado en la biomasa total fluctúan entre 18 y 34 mil t en el periodo 1990-2009. Sin embargo, de 1990 a 1997 la biomasa total fue estimada con mayor incertidumbre debido a la falta de información para ese periodo. No obstante, los cambios observados en la biomasa explotable no son muy bien explicados por la biomasa explotable estimada por el modelo de evaluación (Fig. 53). En efecto, en las evaluaciones directas de biomasa se observa una tendencia decreciente desde el 2001 hasta el 2005, con una leve recuperación en el 2006, para continuar con tendencia a la disminución hasta el 2009. En dicho periodo la biomasa explotable evaluada por el modelo indica un aumento de biomasa de langostino colorado II-IV Regiones desde el 2001 al 2006, y posteriormente una disminución que se explica por los bajos niveles de reclutamiento en el periodo 2005-2009 (Fig. 53).

Las tasas de explotación más altas en langostino colorado ocurrieron en el periodo 2000-2002, habiéndose removido entre 18 y 20% de la biomasa explotable. En el 2003 el desembarque fue menor que en 2002, determinando una disminución en la tasa de explotación y, consecuentemente, una acumulación de biomasa en el stock en el periodo 2003-2006 (Fig. 53).

Aun cuando la biomasa presenta una disminución hasta el 2009, la tasa de explotación la hemos estimado en 6% para ese año (Fig. 53).

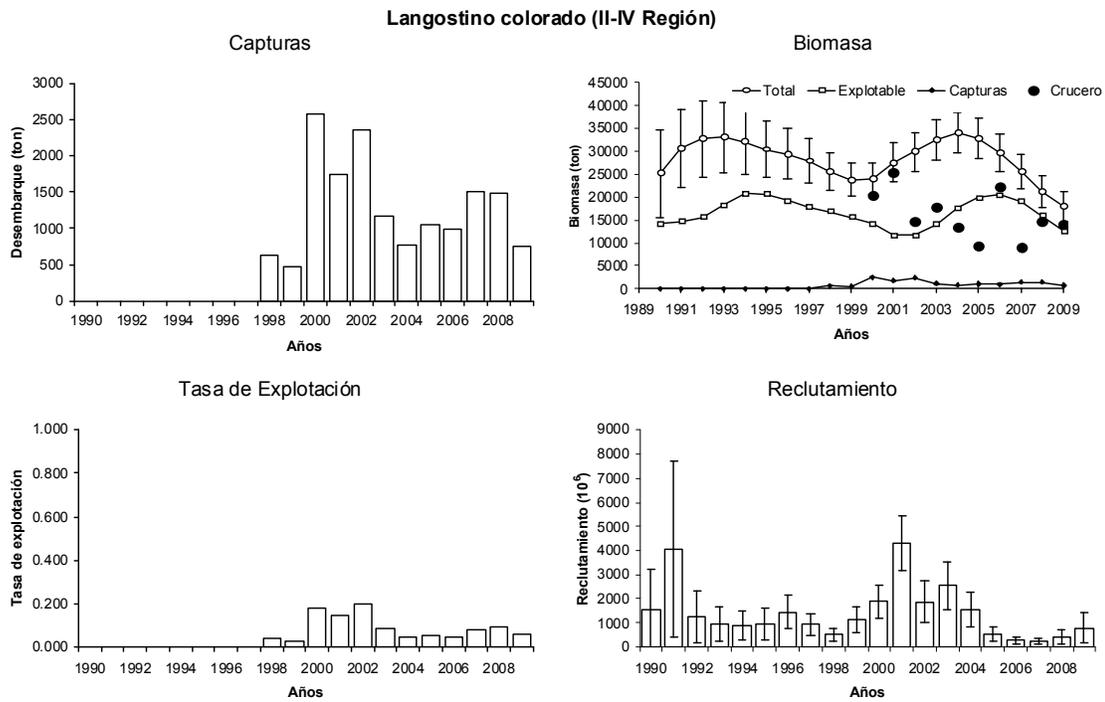


Fig. 53. Langostino colorado, capturas, biomasa, tasa de explotación y reclutamiento en la unidad de pesquería centro-norte (II-IV Región).

4.9.1.2. Unidad de Pesquería V-VIII Regiones

La situación del stock de langostino colorado en la zona centro-sur se analiza sobre la base de las evaluaciones directas que han sido realizadas en el periodo 1990-2009, habiéndose registrado cambios importantes en la biomasa del stock y en la actividad pesquera. En efecto, la pesquería estuvo regulada por vedas totales que se aplicaron en los años 1989 a 1991, para posteriormente levantarse ésta en el año 1992 bajo el régimen de “Pesquería en Recuperación” con cuotas individuales y globales.

Se destaca que para los años 1993 y 1996 se estimó niveles de biomasa por sobre 60 mil t, las que se redujeron a 17 mil t pocos años después, en 1999, y a menos de 10 mil t a contar del

año 2000, razón por la cual la autoridad normativa estableció una veda total desde enero de 2001. Esta veda fue levantada para permitir la explotación del recurso bajo la figura de “Pesca de Investigación”, estableciéndose una cuota de 2.500 t para el 2009. Hasta octubre de 2009 se habrían desembarcado 1500 t (Fig. 54). Destacamos nuevamente aquí el uso de la figura legal de “Pesca de Investigación” para realizar actividades comerciales.

Durante el periodo en que la pesquería de langostino colorado estuvo abierta en la zona centro-sur los desembarques exhibieron tendencia creciente del año 1994 al 1998, desde cerca de 3,3 mil hasta 12,5 mil t (Fig. 54), lo que estuvo determinado por el establecimiento de cuotas globales anuales.

En el periodo 1990-2009 los cambios en biomasa de langostino colorado de la zona centro-sur se explican por la gran variabilidad en el reclutamiento anual, particularmente por las fallas que ocurrieron en los periodos 1994-1996 y 1998-2001 (Fig. 54). Del año 2000 al 2006 se observa un aumento importante en la magnitud del reclutamiento, identificándose el ingreso de tres clases anuales abundantes en los años 2005, 2006 y 2007; tales reclutamientos permitieron el crecimiento de la biomasa del stock de langostino colorado, registrado desde el año 2006, en ausencia de explotación pesquera (veda total, Fig. 54).

Los cambios en la biomasa explotable se ajustan a las evaluaciones directas (Fig. 54). Debido a la veda total impuesta desde el año 1989 a 1991, más los importantes reclutamientos del periodo 1990-1993, se observa niveles de biomasa total del orden de 80 mil t del año 1991 al 1994. Las tasas de explotación son inferiores al 10% hasta 1994, por lo que la disminución progresiva de la biomasa total, que se inicia en el año 1993, se habría debido a fallas en el reclutamiento del periodo 1994-1996. Tal disminución progresiva en la biomasa de la fracción explotable, lo que, en conjunto con capturas crecientes, determinaron tasas de explotación altas en el período 1998-2000, conduciendo al stock a una severa disminución en el 2001.

Durante el segundo periodo de veda total (años 2001 a 2008) no se observa fallas en el reclutamiento, sino más bien una tendencia creciente en aquellos, lo que estaría posibilitando la recuperación de la biomasa de langostino colorado en la zona centro-sur, la que es detectada

en las evaluaciones directas de biomasa, observándose un fortalecimiento de la estructura de tamaños del stock.

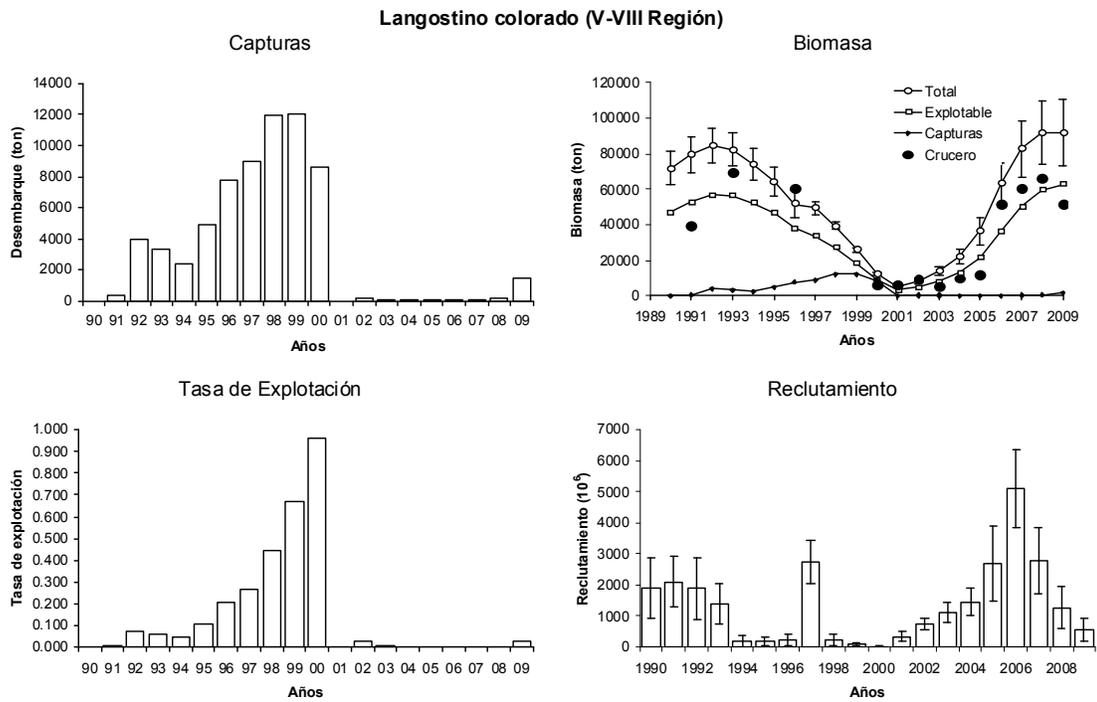


Fig. 54. Langostino colorado, capturas, biomasa, tasa de explotación y reclutamiento en la unidad de pesquería centro-sur (V-VIII Región).

4.9.2. Langostino amarillo

4.9.2.1. Unidad de Pesquería III-IV Regiones

Para la zona centro-norte el estado de situación del langostino amarillo es evaluado en el periodo 1990-2009 sobre la base de evaluaciones directas realizadas en igual periodo. Los desembarques de esta pesquería se presentan en la Figura 55, observándose niveles por sobre 4 mil t anuales del año 1995 al 2000, para posteriormente disminuir a niveles inferiores a 2 mil t anuales del año 2001 al 2004. En el año 2009 el desembarque acumulado hasta octubre fue de 2,4 mil t (Fig. 55).

Los cambios en las biomazas total y explotable se presentan en la Figura 55, observándose una tendencia decreciente en la biomasa total a contar del año 2007, lo que se debe a una disminución importante del reclutamiento en 2008 y 2009 (Fig. 55), ya que la tasa de explotación anual se ha mantenido moderada a baja (< 13 %, Fig. 55).

Las biomazas total y explotable de langostino amarillo exhibe un importante aumento desde el 2001 al 2007, cuyo crecimiento fue iniciado por el ingreso de una clase anual abundante el 2003 (Fig. 55). El crecimiento de la biomasa y las bajas capturas han determinado que desde el 2002 la tasa de explotación se mantenga baja y estable (Fig. 55).

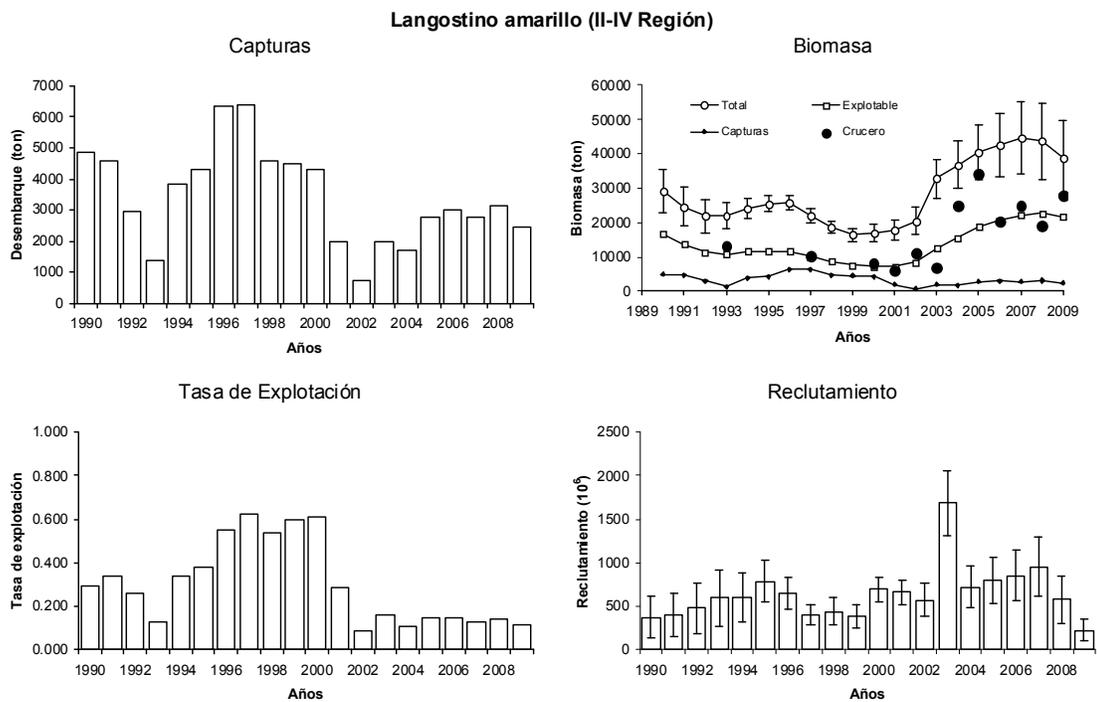


Fig. 55. Langostino amarillo, capturas, biomasa, tasa de explotación y reclutamiento en la unidad de pesquería centro-norte (III-IV Región).

4.9.2.2. Unidad de Pesquería V-VIII Regiones

El stock de langostino amarillo de la unidad de pesquería V-VIII Regiones estuvo sometido a capturas menores a 1.000 t entre 1990 y 1996, excepto en 1991 y 1995 cuando se

desembarcaron 2364 t y 1429 t respectivamente. Los desembarques más altos ocurrieron entre 1997 y 1999, disminuyendo a 744 t en el 2000 (Fig. 56). Entre 2001 y 2005 la pesquería estuvo en veda y a contar de 2006 se autoriza montos de captura para ser extraídos como pesca de investigación, lográndose 1182 y 1388 t en 2006 y 2007, respectivamente. En el 2008, se desembarcaron 2428 t y a octubre de 2009 se habían desembarcado 1873 t (Fig. 56). Nuevamente destacada aquí el uso de la figura de “Pesca de Investigación” para realizar actividades extractivas comerciales en la explotación del recurso langostino.

La biomasa explotable se recuperó en 2004 debido al ingreso de una clase anual importante que reclutó el 2000. En el periodo 2006-2009 se observa que el reclutamiento ha disminuido, determinando que la biomasa total exhiba una tendencia decreciente desde el 2005 hasta el 2009 (Fig. 56). No obstante, la tasa de explotación se mantiene inferior al 10% en los últimos dos años (2008 y 2009).

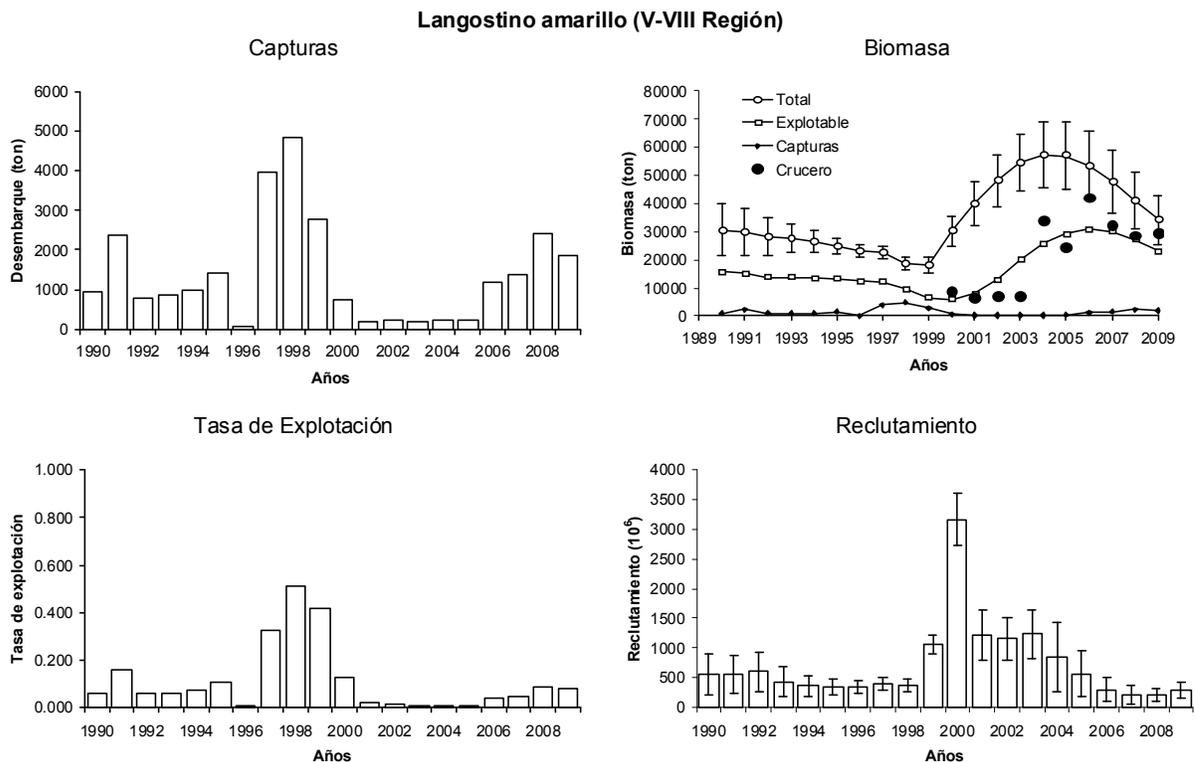


Fig. 56. Langostino amarillo, capturas, biomasa, tasa de explotación y reclutamiento en la unidad de pesquería centro-sur (V-VIII Región).

4.9.3. Diagnóstico del estado de situación

La relación entre la tasa de explotación y la biomasa explotable de los recursos langostinos colorado y amarillo se presenta en la Figura 57, observándose en el caso del langostino colorado de la unidad de pesquería XV - IV Regiones que la biomasa está disminuyendo, aunque las tasas de explotación se mantienen bajas. En cambio, el langostino colorado de la V-VIII Regiones incrementó su biomasa significativamente desde el 2001 al 2009, lográndose una tasa de explotación de 2,4 % en el 2009. El langostino amarillo de la III-IV Regiones presenta un crecimiento de la biomasa explotable desde el 2001 hasta el 2007, con tasas de explotación menores a 15%. A su vez, el langostino amarillo en la zona centro-sur (V-VIII Regiones) muestra que la biomasa explotable comenzó a disminuir después de alcanzar un máximo el 2006 (31 mil t) hasta alcanzar a cerca de 23 mil t el 2009, con tasas de explotación del orden de 9% entre 2008 y 2009 (Fig. 57).

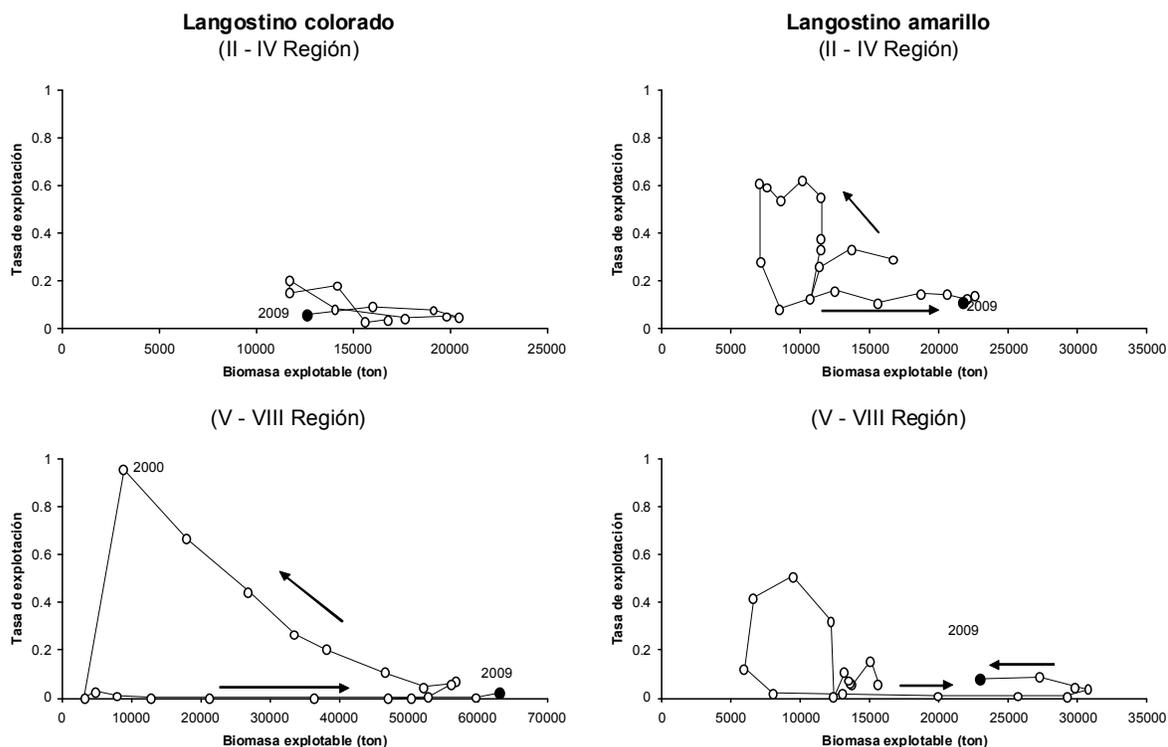


Fig. 57. Evolución de la tasa de explotación en función de la biomasa explotable de langostino colorado y amarillo en el periodo 1990-2009.

La situación comparada de los stocks de langostino colorado y langostino amarillo se resume en la Figura 58, donde se grafica la tasa de explotación y la biomasa explotable promedio de los últimos tres años (2007 a 2009). Las referencias corresponden a una tasa de explotación objetivo de 13% (línea verde) y tasa de explotación límite de 40%. Se observa que los recursos langostinos colorado y amarillo se encuentran en una región saludable, con tasas de explotación que son menores a la tasa de explotación objetivo. Los langostinos amarillo y colorado en la macro-zona norte (III-IV y XV - IV Regiones, respectivamente) son los recursos con la menor biomasa explotable, y en el caso del langostino colorado con tendencia decreciente. El langostino amarillo en la macro-zona sur (V-VIII Regiones) se encuentra con tendencia decreciente en su biomasa explotable. En ambos casos las causas se deben a una disminución importante del reclutamiento en el periodo 2006-2009.

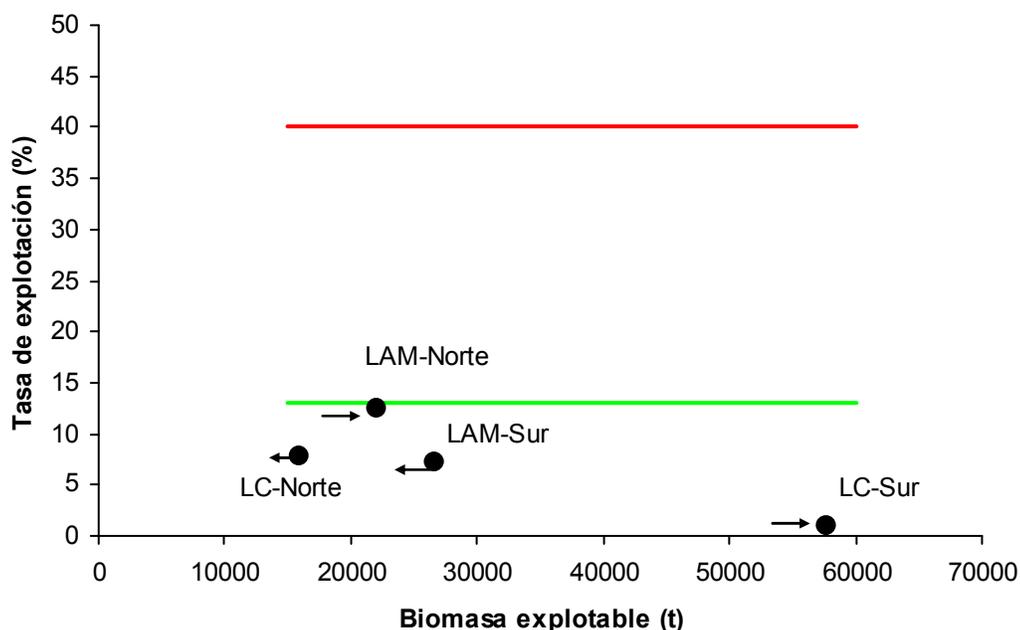


Fig. 58. Situación de los recursos langostino colorado y amarillo, comparados con una tasa de explotación objetivo de 13% (línea verde) y tasa de explotación objetivo límite de 40% (línea roja). LAM = langostino amarillo, LC = langostino colorado.

4.10. Objetivo Específico 6 (Adicional)

Analizar el efecto del colapso en el stock de merluza común y la aplicación de cuotas de pesca en la recuperación potencial de los stocks de langostino colorado y langostino amarillo entre la V y VIII Regiones.

4.10.1. Ajuste del modelo

En la Figura 59 se muestra los ajustes de las biomásas esperadas (predichas por EwE) a las biomásas observadas de los tres grupos funcionales que son el foco de este objetivo específico.

4.10.2. Efecto de la pesca

En la Figura 60 se presenta el efecto de los escenarios de pesca para los recursos langostino colorado y langostino amarillo. Claramente, el efecto de cambios simulados de la mortalidad por pesca (F) revela que ésta es más importante en langostino colorado que en langostino amarillo. En el primer caso el modelo pronostica una recuperación en el corto plazo de langostino colorado, pero un colapso de su biomasa en el largo plazo, incluso bajo el escenario de $F=0$, lo que se interpreta como que cambios en la biomasa de langostino colorado estarían intrínsecamente ligados a otros procesos, además de la pesca, como por ejemplo muy bajos reclutamientos por muchos años seguidos, lo que conduce luego a muy baja incorporación de ejemplares al stock parental.

En el caso de langostino amarillo, la simulación de cambios en la mortalidad por pesca (F) conduce a cambios en su biomasa, aunque mucho más tenues que los observados en langostino colorado. En el caso de aplicar $F=0$ al stock de langostino amarillo por el período de simulación (10 años), se observa una caída en la biomasa, cuya causa podría ser la predación por merluza común. El efecto de aplicar un criterio de F constante, derivado de la cuota de pesca de 2.500 toneladas anuales, genera una caída en la biomasa a partir del mismo año de aplicación de dicha medida. En otras palabras, el stock de langostino amarillo no alcanza a auto-compensar las pérdidas por pesca.

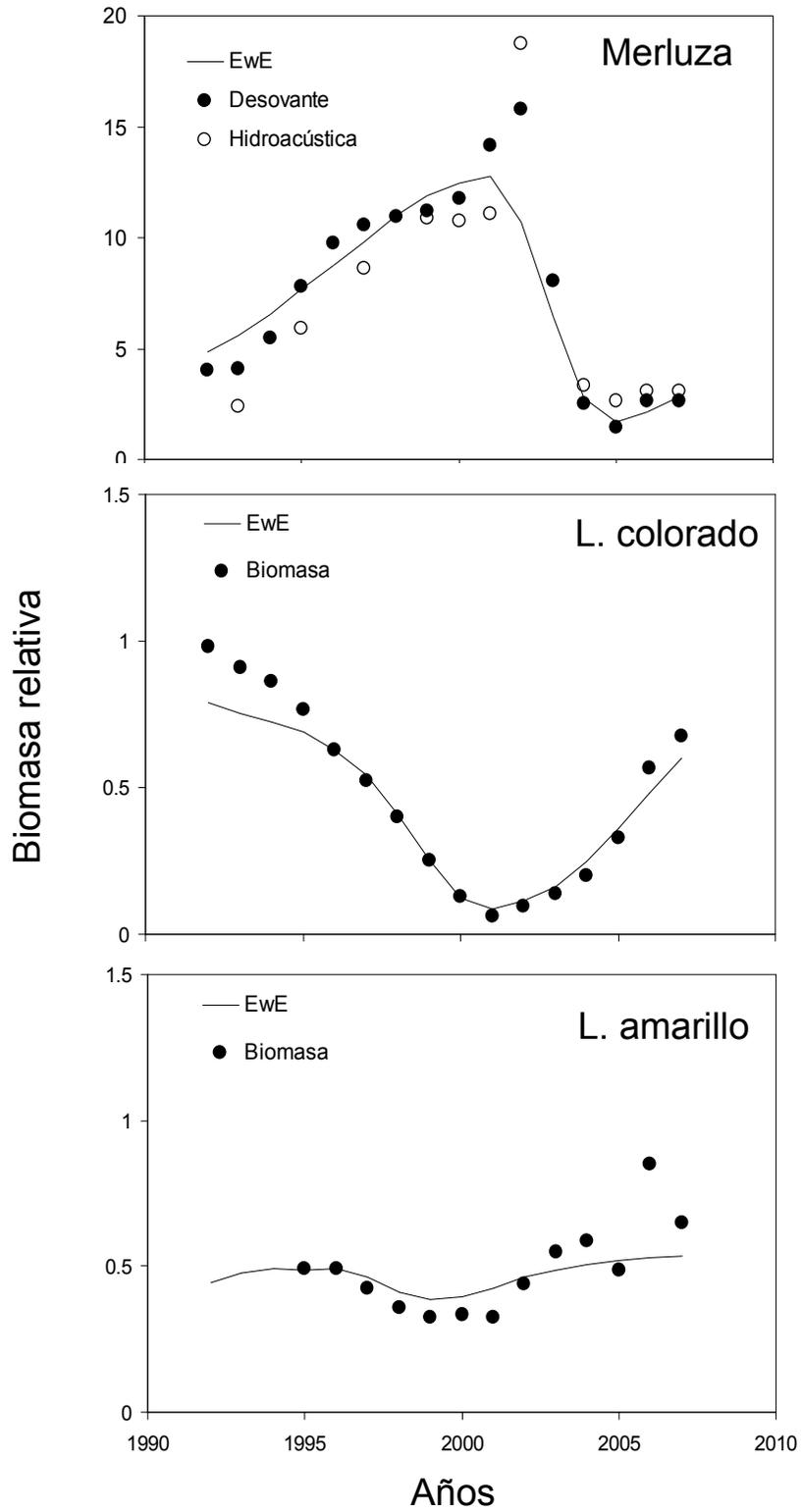


Fig. 59. Ajustes de las biomosas esperadas (EwE) a las biomosas observadas de los tres grupos funcionales que son el foco de este objetivo específico.

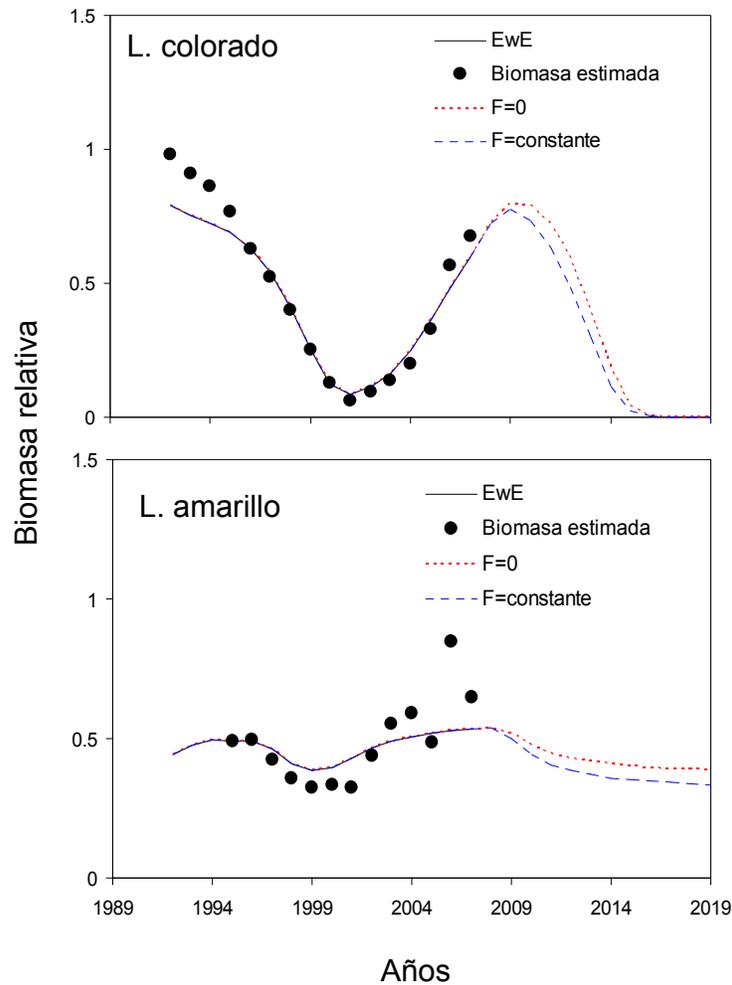


Fig. 60. Cambios en la mortalidad por pesca y su efecto en la biomasa de los recursos langostino colorado y langostino amarillo.

4.10.3. Efecto de la predación

En la Figura 61 se presenta el efecto de los escenarios de mortalidad por predación para los recursos langostino colorado y langostino amarillo.

Tanto la biomasa de langostino colorado como la de langostino amarillo proyectadas por EwE, parecen insensible al cambio en la depredación por merluza común (simulado en este objetivo específico como mantención de biomasa común constante y biomasa de merluza en recuperación).

Tal como se observa en la Figura 61, la biomasa de los recursos langostino colorado y langostino amarillo no cambia notoriamente bajo ambos escenarios de predación, esto es, biomasa de merluza común constante o biomasa de merluza común en recuperación, lo que podría indicar que bajos niveles de biomasa del predador pueden causar cambios igualmente drásticos solo en la biomasa de langostino colorado, pero no en la biomasa de langostino amarillo. Probablemente ello se debe a que langostino colorado es presa mucho más importante que langostino colorado en la alimentación de merluza común (predador).

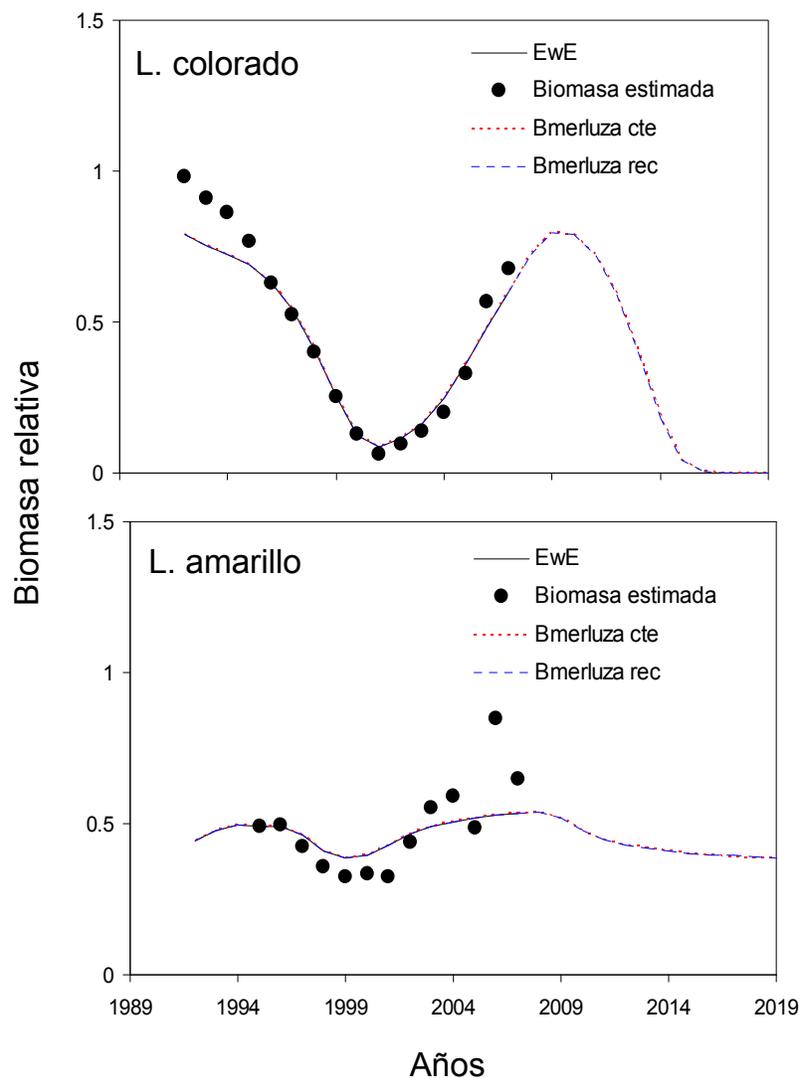


Fig. 61. Cambios en la mortalidad por pesca (simulados como mantención de biomasa común constante y biomasa de merluza común en recuperación) y su efecto en la biomasa de los recursos langostino colorado y langostino amarillo.

5. Discusión

En este capítulo se incluye una discusión de los antecedentes disponibles de las últimas seis evaluaciones directas de los recursos langostino amarillo y langostino colorado de las Regiones II a VIII, del año 2004, 2005, 2006, 2007, 2008 y actual.

5.1. Langostino amarillo

En los trabajos de Acuña *et al.* (2005), Acuña *et al.* (2006) y Acuña *et al.* (2007) el enfoque muestral para la evaluación directa de la biomasa del langostino amarillo consideró la información existente de investigaciones anteriores (Acuña *et al.*, 1995; Acuña *et al.*, 2000b; Acuña *et al.*, 2002a; Acuña *et al.*, 2002b y Acuña *et al.*, 2002c), las que confirmaron la distribución latitudinalmente discontinua de esta especie, permitiendo determinar los límites latitudinales y longitudinales de las zonas de abundancia. Al interior de esas zonas históricas se realizaron muestreos estratificados por celdas, estrategia que permitió evaluar integralmente la abundancia y los focos de mayor densidad. La principal ventaja de este esquema de muestreo es permitir la intensificación del esfuerzo de muestreo en las áreas en que la pesca ha sido históricamente exitosa, como lo muestran los resultados alcanzados.

En la Tabla 63 se compara los lances realizados en la II y VIII Regiones en los Proyectos FIP N° 2004-11, FIP N° 2005-09, FIP N° 2006-04, FIP N° 2007-19, FIP N° 2008-16 y el actual FIP N° 2009-15, y se entrega la información de los lances totales realizados, aquellos con pesca y los positivos para *C. johni*. Ahora se observa una disminución de la proporción de lances positivos respecto del 2008, no obstante lo anterior, la proporción de lances positivos de langostino amarillo sigue siendo superior a lo observado en años anteriores. La disminución en los porcentajes de éxito del año 2005 con respecto al 2004, se podría deber como hipótesis a un proceso de expansión de la especie, que se vendría verificando en los últimos años, lo que sería responsable de un aumento en la variabilidad, y que aparentemente podría estar culminado en el año 2008, con una aparente concentración de la biomasa en los caladeros al sur de Valparaíso.

Tabla 63. Número de lances totales, con pesca, positivos para langostino amarillo (*C. johni*) y efectividad de pesca (en paréntesis) según el diseño de muestreo utilizado.

Proyecto	Diseño muestreo	Lances		
		Totales	Con pesca	<i>C. johni</i>
FIP N° 2004-11	Estratificado por celdas	876	595 (67,9%)	397 (45,3%)
FIP N° 2005-09	Estratificado por celdas	807	594 (73,6%)	327 (40,5%)
FIP N° 2006-04	Estratificado por celdas	835	650 (77,8%)	368 (44,1%)
FIP N° 2007-19	Estratificado por celdas	709	491 (69,3%)	323 (45,6%)
FIP N° 2008-16	Estratificado por celdas	658	586 (89,7%)	338 (51,4%)
Este estudio	Estratificado por celdas	571	513 (89,8%)	272 (47,6%)

Según los antecedentes recopilados por la Universidad Católica del Norte en los últimos 8 años, tanto de evaluaciones directas como de monitoreos de la pesquería realizados por las flotas industrial y artesanal de la III y VIII Región, los caladeros de langostino amarillo son conocidos. En el caso de los caladeros detectados en la IV Región, éstos fueron ratificados en el monitoreo de las capturas realizadas por la flota durante una Pesca de Investigación de langostino amarillo a fines del año 2001 (Acuña *et al.*, 2002c) y las evaluaciones directas posteriores (Acuña *et al.*, 2004, 2005, 2006, 2007) y en este estudio en la III y IV Región.

En el estudio de Acuña *et al.*, (2005) la biomasa estimada de langostino amarillo entre la II y VIII Regiones fluctuó entre 47.859,3 y 71.121,4 tons, dependiendo del método utilizado para la estimación de la densidad local, mientras que en el estudio FIP 2005-09 (Acuña *et al.*, 2006) la biomasa estimada de langostino amarillo entre la II y VIII Regiones fluctuó entre 40.895,8 y 58.349,9 ton (Tabla 53), lo que corresponde a niveles similares de biomasa, con la diferencia que la estimación mayor del 2005 corresponde al método geoestadístico.

En el FIP N° 2006-04 (Acuña *et al.*, 2007), la biomasa de langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, fluctuó entre 57.057,6 y 67.532,8 tons. Mientras que en el año 2007, en el marco del estudio FIP N° 2007-19, la biomasa de langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, fluctuó entre 52.210,1 y 57.627,5 tons, manteniéndose dentro de los niveles observados en los años anteriores. En el año 2008, se observó una disminución de la biomasa de langostino en el área de estudio, fluctuando entre 35.159,0 y 59.269,7, dependiendo del método de estimación. En este estudio, se observó un incremento de la biomasa de langostino amarillo en el área de evaluación de 20,8% respecto del año 2008 (Tabla 64).

Tabla 64. Estimaciones de biomasa (ton) de langostino amarillo (*C. johni*) entre la II y VIII Región y metodologías de estimación.

II-VIII Región	Nº Focos	Geoestadística	Razón	Media	Distribución Delta	Microceldas	Estratificado
FIP Nº 2004-11	30	58.392,3	64.560,0	51.270,8	71.121,4	59.459,2	47.859,3
FIP Nº 2005-09	22	58.349,9	40.895,8	43.957,6	51.955,1	56.258,9	50.740,3
FIP Nº 2006-04	31	62.100,0			57.057,6	61.172,0	67.532,8
FIP Nº 2007-19	25	56.918,8	37.382,1		54.657,7	54.568,3	67.356,60
FIP Nº 2008-16	31	47.278,8	35.159,0		59.269,7	46.344,5	44.471,3
Este estudio	31	57.124,9	33.949,3		49.140,0	55.144,9	

Comparando sólo las estimaciones obtenidas mediante el enfoque geoestadístico, la biomasa de langostino amarillo presentó el año 2007 una disminución de 16,9% respecto del año anterior, y un fuerte incremento en el presente año respecto del 2008. Al respecto, cabe hacer notar que la estabilización de los niveles de biomasa de langostino amarillo entre los años 2004 y 2009 se atribuye al incremento de la biomasa de focos de abundancia localizados entre la V y VIII Regiones, dado que entre la II y IV Regiones, la biomasa de langostino amarillo presentó una reducción cercana a 58% respecto del 2005 (Fig. 62).

La disminución de la biomasa de langostino amarillo, entre la II y IV Región, en el año 2008, se atribuye a la reducción del área de distribución del recurso en el presente año, alcanzando a 1.293,8 km², la que resulta ser 32,4% menor que el área de distribución del recurso en el año 2005 (Área 2005 = 1.914,1 km²), aunque no se puede descartar en este momento un efecto del periodo durante el cual se realizó la estimación. Por el contrario, el incremento de la biomasa en el presente estudio se atribuye al incremento de la densidad media, dado que el área de evaluación observada fue inferior en 35,2% respecto del año 2008. La densidad media en el año 2009 fue 26,321 ton/km², mientras que en el año 2008 alcanzó a 18,821 ton/km².

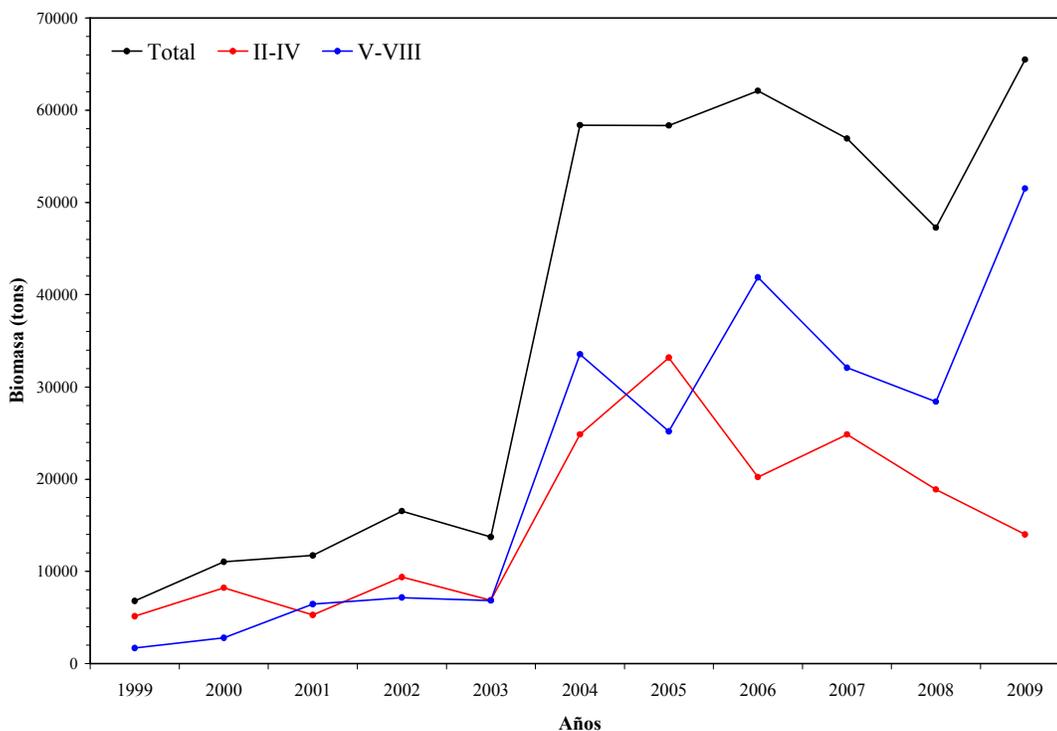


Fig. 62. Evolución temporal de la biomasa (toneladas) de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) entre 1999 y 2009.

5.2. Langostino colorado

En los estudios de Acuña *et al.* (2004, 2005) el enfoque muestral para la evaluación directa de la biomasa del langostino colorado también consideró la información existente de investigaciones anteriores (Acuña *et al.*, 1995; Acuña *et al.*, 2000a; Acuña *et al.*, 2002a; Acuña *et al.*, 2002b y Acuña *et al.*, 2002c), que confirmaron la distribución latitudinalmente discontinua de esta especie y, al igual que para el langostino amarillo, al interior de estas zonas históricas se realizó un *muestreo estratificado por celdas*, estrategia que permitió evaluar integralmente la abundancia y los focos de mayor densidad.

En la Tabla 65 se compara los lances realizados entre la II y VIII Regiones en los Proyectos N° 2004-11, 2005-09, FIP N° 2006-04, FIP N° 2007-19, FIP N° 2008-16 y el actual, y se entrega la información de los lances totales realizados, aquellos con pesca y los positivos para

P. monodon. Se observa una disminución gradual de los porcentajes de éxito entre el año 2004 y 2007, a pesar del aumento del número de lances, lo que probablemente se debe al proceso de cambio de la distribución espacial del recurso que se ha venido observando en los últimos años, lo que habría generado una modificación dentro de los focos y la probable disminución de las áreas ocupadas por este recurso. Sin embargo, en el año 2008 se observó un aumento del éxito de captura de langostino colorado respecto del año anterior, situación que se ha mantuvo en el presente estudio. El incremento del número de lances de pesca con langostino colorado en los dos últimos años se atribuye al incremento de la biomasa y disponibilidad del recurso en la VIII región, fundamentalmente.

Tabla 65. Número de lances totales, con pesca, positivos para langostino colorado (*P. monodon*) y efectividad de pesca (en paréntesis) según el diseño de muestreo utilizado, en la II y IV Región.

Proyecto	Diseño muestreo	Lances		
		Totales	Con pesca	<i>P. monodon</i>
FIP N° 2004-11	Estratificado por celdas	876	595 (67,9%)	266 (44,7%)
FIP N° 2005-09	Estratificado por celdas	807	594 (73,6%)	196 (24,3%)
FIP N° 2006-04	Estratificado por celdas	835	650 (77,8%)	289 (34,6%)
FIP N° 2007-19	Estratificado por celdas	709	491 (69,3%)	218 (30,8%)
FIP N° 2008-16	Estratificado por celdas	658	586 (89,7 %)	285 (43,3%)
Este estudio	Estratificado por celdas	571	513 (89,8%)	249 (43,6%)

De acuerdo con los antecedentes recopilados por la Universidad Católica del Norte en los últimos años, tanto de evaluaciones directas como de monitoreos de la pesquería realizados por la flota industrial y artesanal de la III y IV Región, principalmente, y también de la V Región, los caladeros de langostino colorado son conocidos. Los antecedentes de la IV Región fueron ratificados en las evaluaciones directas (Acuña *et al.*, 2004, FIP N° 2003-03; FIP N° 2004-11, FIP N° 2005-09, FIP N° 2006-04, FIP N° 2007-19, FIP N° 2008-16) y en este estudio.

Acuña *et al.* (2004), en el proyecto FIP N° 2003-03 “Evaluación directa de langostino colorado entre la III y IV Regiones, año 2003”, identificaron la presencia de 14 focos o caladeros, mientras que Acuña *et al.* (2005, FIP N° 2004-11) observaron la presencia de 13 focos de abundancia. Una cantidad levemente mayor de focos de abundancia de langostino

colorado (15) fue observada por Acuña *et al.* (2006), quienes sugirieron un desmembramiento en focos menores, coincidente con la observación de la contracción del recurso hasta el año 2005. En este estudio, se identificaron 27 focos de abundancia, lo cual ratifica la “teoría del desmembramiento” o subdivisión de focos, principalmente en el área norte de distribución.

En el año 2006 (Acuña *et al.* 2007) se observó una mantención del número de focos de abundancia, entre la II y IV Regiones, alcanzando a 14. No obstante, se observó un aumento cercano al 2% del área cubierta por el recurso (Área 2006 = 1.151,7 km²), respecto del año anterior (Área 2005 = 1.128,1 km²), suponiéndose que la concentración del recurso habría terminado.

Sin embargo, entre la V y VIII Regiones, se observó un aumento del área de distribución de langostino colorado. Al respecto, cabe destacar el surgimiento de nuevos focos de abundancia de esta especie entre la VI y VIII Región que no se encontraban presentes en el año 2005 y anteriores. En efecto, en la VIII Región destaca el surgimiento del Foco 20 en el año 2006, que no se encontraba previamente, así como otros focos pequeños (Focos 15, 16 y 17) en la VII Región y el Foco 14, gran parte de él localizado en la VI Región (Fig. 63). Lo anterior se ha visto fortalecido en los años 2008 y 2009 con la presencia de grandes focos de abundancia de langostino colorado en la VIII Región.

Acuña *et al.* (2005), en el Proyecto FIP N° 2004-11, determinaron una biomasa de langostino colorado que fluctuó entre 16.257,7 (media aritmética) y 24.207,5 ton. Acuña *et al.* (2006, FIP N° 2005-09) estimaron una biomasa total que fluctuó entre 14.481,7 y 23.491,8 ton, según el método utilizado para la estimación de la densidad local. En el año 2006, las estimaciones de biomasa presentaron valores similares, salvo por el método de la distribución Delta Lognormal, que entregó un valor menor (Tabla 66).

En el caso de la estimación de biomasa a través del método de la distribución Delta Lognormal, en el presente estudio se observó una estimación alta de biomasa, probablemente debido al sesgo que presentaron las distribuciones de frecuencia de los valores positivos logtransformados, las que no se ajustaron a una curva normal.

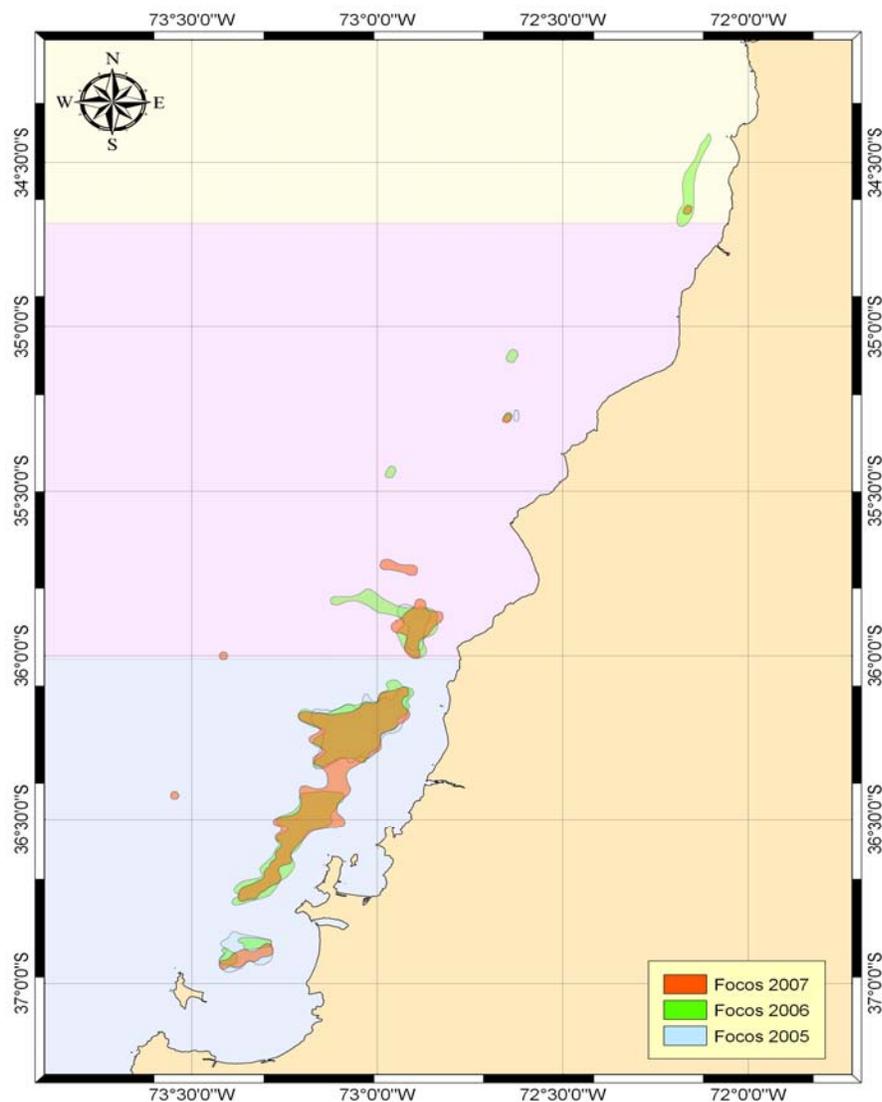


Fig. 63. Disposición espacial de los focos de abundancia de langostino colorado (*P. monodon*) entre la VI y VIII Regiones en el año 2005, 2006 y 2007. Celeste = 2005, verde = 2006, naranja = 2007.

Tabla 66. Estimaciones de biomasa (ton) de langostino colorado (*P. monodon*) entre la II y VIII Región y metodologías de estimación.

II-VIII Región	Nº Focos	Geoestadística	Razón	Media	Distribución Delta	Microceldas	Estratificado
FIP Nº 2004-11	18	22.833,1	24.207,5	16.257,7	19.815,2	22.950,1	23.668,4
FIP Nº 2005-09	19	20.969,0	18.844,3	14.481,7	18.977,8	19.874,2	23.491,8
FIP Nº 2006-04	22	73.283,5			60.258,1	71.739,1	72.155,6
FIP Nº 2007-19	27	68.888,7	25.046,9		64.444,3	65.677,9	82.207,3
FIP Nº 2008-16	32	80.347,9	61.641,3		134.491,7	81.140,3	102.047,4
Este estudio	27	65.494,4	41.905,8		72.443,7	64.208,9	

En el presente estudio la biomasa estimada de langostino colorado entre la II y VIII Regiones es inferior a la observada en el año 2008 (reducción de 18,5%), siendo casi equivalente a la biomasa estimada en el año 2007, pero sigue siendo significativamente mayor que la observada en los años 2004 y 2005 (Fig. 64).

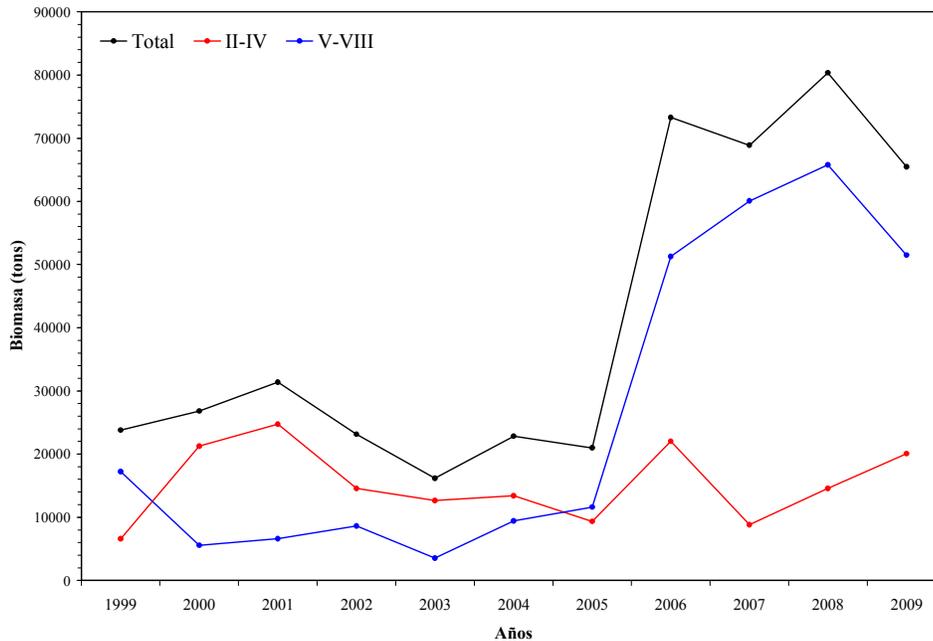


Fig. 64. Evolución temporal de la biomasa (toneladas) de langostino colorado (*P. monodon*) entre 1999 y 2009.

El análisis de similitud faunística basada en la CPUE de las principales especies permitió determinar que la similitud entre las asociaciones fue de 40%. El número de especies con aporte mayor a 0,1% de las capturas totales fue de 14, aunque sólo cuatro son las más importantes en términos de CPUE, a saber: *H. reedi*, *M. gayi*, *C. aconcagua* y *H. macrops*.

Se detectó la existencia de dos ensambles que mostraron marcada discontinuidad batimétrica; el primero se ubica entre los 100 y 300 m de profundidad sobre la plataforma continental y parte del talud; el segundo se encuentra en el talud continental entre los 250 y 400 m de profundidad. Estos resultados coinciden con estudios en el Mar Mediterráneo (Biagi et al., 2002; Colloca et al., 2003) y en la costa norte de Chile (Sielfeld, 1996), donde la composición

faunística varía gradualmente con la profundidad. En efecto, la fauna que se captura sobre la plataforma y parte del talud continental parecen conectadas por algunas especies que no presentan rangos restringidos de distribución batimétrica, como es el caso de *M. gayi*, *M. gaudichaudii*, *H. macrops* y *C. aconcagua*, coincidiendo con Arancibia (1992) y Menares y Sepúlveda (2005).

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

El número de especies que definen las similitudes entre grupos es reducida y coinciden con lo reportado por Arancibia (1992) y Jung & Houde (2003). En efecto, en el ensamble 1 (entre 100 y 300 m de profundidad) las especies más relevantes en cuanto al aporte a la similitud entre grupos son siempre *M. gayi* y *C. aconcagua*; mientras en el ensamble 2 (entre 250 y 400 m de profundidad) las especies más relevantes corresponden a *H. reedi* y *M. gayi*.

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

Se analiza el estado de situación de los recursos langostino colorado y langostino amarillo sobre la base de un modelo de evaluación de stock estructurado por edad, con la flexibilidad suficiente para adaptarse a la información disponible. En estudios previos se usaba un modelo de dinámica poblacional estructurado por tallas, cuya desventaja radicaba en que el tamaño poblacional podría ser más bajo que lo real, que la fuerza de los reclutamientos fuera mayor, y que si la población ha sido agotada la recuperación podría ser más rápida que lo real (Xiao, 2006).

La principal limitante para la evaluación de stock aquí realizada radica en el acceso a información adicional que dé cuenta de aspectos relacionados con la actividad comercial, tal como la estructura de tallas de las capturas y datos de captura por unidad de esfuerzo. No obstante, tal información es solo importante en un contexto histórico, principalmente antes del 2001 en el caso de todos los recursos aquí analizados. En consecuencia, como se trata de establecer un diagnóstico de la situación actual, tal restricción se considera superada.

La dinámica del langostino colorado en la unidad de pesquería centro-norte parece no ser consistente con los cambios de biomasa evaluados directamente, lo que se podría deber a que este recurso exhibe alta heterogeneidad espacial en su estructura de tamaños. En este contexto, la evaluación realizada solo debe ser considerada referencial. Si la dinámica del recurso es la correcta, entonces se advierte una sostenida disminución de la biomasa explotable como consecuencia de una disminución importante del reclutamiento en el periodo 2006-2009. Por lo tanto se recomienda que las cuotas de captura sean más bajas con el objeto de revertir la tendencia decreciente observada en la biomasa total y en la biomasa explotable.

El stock de langostino colorado en la unidad de pesquería centro-sur (V-VIII Regiones) se caracteriza por que la biomasa explotable ha alcanzado una recuperación importante, desde cerca de 10 mil t en el 2001 hasta cerca de 60 mil t en el en el 2008. En este recurso se identifica fallas importantes en el reclutamiento anual que, en conjunto con tasas de explotación altas, son determinantes en la reducción de la biomasa explotable después del año 1998. En este contexto, la recuperación observada se ha expresado fuertemente debido al ingreso de clases anuales fuertes. No obstante, tan pronto ocurra una seguidilla de clases anuales débiles, como la de 2009, la biomasa podría exhibir una disminución importante en los años siguientes pues el stock no alcanzará a compensar las pérdidas por pesca.

El stock de langostino amarillo de la unidad de pesquería centro-norte está declinando en biomasa total desde el año 2005, lo que se debe a una disminución sostenida de los reclutamientos en el periodo 2006-2009. El alto reclutamiento del año 2003 permitió que la biomasa del stock creciera hasta el año 2005, ya que las tasas de explotación han sido bajas en el periodo 2002-2009. Consecuentemente, se recomienda restringir las cuotas de captura de

langostino amarillo de la unidad de pesquería III-IV Regiones para que la biomasa no continúe disminuyendo en el año 2010 y siguientes.

El langostino amarillo en la unidad de pesquería centro-sur (V-VIII Regiones) exhibe una tendencia decreciente de las biomasa total y explotable, situación que se debe al ingreso de clases anuales con baja abundancia en el periodo 2006-2009. La tasa de explotación ha sido menor al 10% en el periodo 2006-2009, por lo que la disminución de la biomasa es un proceso natural. Se destaca que niveles de biomasa altos son la excepción más que la regla y, por consiguiente, se podría establecer que la magnitud de la biomasa de langostino amarillo podría continuar declinando en los próximos años a no ser que ocurra un reclutamiento importante, como la clase anual que reclutó el 2000 y que posibilitó el crecimiento reciente de la biomasa de langostino amarillo. Lo que queda claro, entonces, es que la recuperación de la biomasa del stock es un proceso que obedece a reclutamientos fuertes, los que son muy excepcionales. Complementariamente, también queda claro que indicadores del stock responden rápidamente a la pesca. En otras palabras, ante la presencia de reclutamientos débiles de manera continua, la extracción por pesca se reflejará casi instantáneamente en disminución de la biomasa del stock.

Las simulaciones de cambios en la mortalidad por pesca (F) y en la presión de predación (M_2) por merluza común en langostino colorado y langostino amarillo conducen al colapso en langostino colorado y disminución más conservadora de la biomasa de langostino colorado. La tendencia al colapso de la biomasa de langostino colorado, incluso en el caso de $F=0$, se interpreta como que la mortalidad por pesca no es la principal causal forzante de este crustáceo en el modelo. Consecuentemente, el efecto más importante parece ser la predación por merluza común, ya que las simulaciones de cambios en la presión de predación indicaron que la biomasa de langostino colorado tendía al colapso, incluso ante la situación de biomasa constante del predador, esto es, de merluza común.

En el caso de langostino amarillo, tanto la mortalidad por pesca como cambios en la predación por merluza común parecen ser menos importantes que en langostino colorado, lo anterior

podría deberse a su menor aporte a la dieta de merluza común, comparado con la reconocida contribución de langostino colorado a la alimentación de este predador (Cubillos *et al.*, 2006).

Se concluye que, de acuerdo a los resultados del modelo EwE, el stock de langostino colorado se encuentra en situación más vulnerable a la pesca debido a un potencialmente alto efecto de la mortalidad por predación por merluza común (incluso si la biomasa del predador se mantiene en los niveles actuales). Por otro lado, el stock de langostino amarillo parece más resiliente a la pesca debido a que no está bajo una fuerte presión de predación de merluza común.

6. Conclusiones

- En el área de estudio, a partir del análisis de la distribución espacial de los lances de pesca (tanto negativos como positivos) se identificó 31 focos de abundancia para langostino amarillo y 27 focos para langostino colorado, respectivamente. Los límites de los focos de abundancia para cada especie fueron determinados aplicando el enfoque geoestadístico transitivo.
- El análisis de la biomasa de langostino amarillo consideró 100% de los lances realizados entre la II y VIII Regiones ($n = 571$), mientras que en el caso del langostino colorado, se consideró 77,2% de los lances totales. Se descartó de los análisis de ambas especies aquellos lances de pesca “nulos” debido a fondos no rastreables, ya sea por obstáculos submarinos o profundidades (> 900 m).
- El análisis de variogramas unidireccionales reveló la presencia de efecto anisotrópico de la distribución espacial de la densidad poblacional de langostino amarillo en las ZAGs 2 y 3 en la dirección NW-SE y N-S, respectivamente. Mientras que, en el caso del langostino colorado, el análisis de variogramas unidireccionales reveló la presencia de efecto anisotrópico en la dirección N-S en la ZAG-1 y en la dirección NE-SW en la ZAG-2. En las ZAGs 3 y 4, no se observó anisotropía.
- El modelo de variograma teórico que mostró el mejor ajuste, mediante el procedimiento de mínimos cuadrados ponderados fue el modelo exponencial en el caso de la ZAG-1 y el modelo esférico en las ZAGs 2 y 3). En tanto, en el caso del langostino colorado, el modelo que mostró el mejor ajuste, fue el exponencial en las ZAGs 1 a 3, y el modelo gaussiano en la ZAG-4.
- La estimación de biomasa vulnerable del stock de *C. johni* en la plataforma y talud continental de las Regiones II a VIII, estimada mediante geoestadística, alcanzó a 57.124,9 toneladas (D.E. = 57.260,2 tons; IC: 55.465,5 - 58.784,3 tons). La biomasa vulnerable estimada mediante el estimador de la Distribución Delta lognormal alcanzó a

49.140,0 tons (IC: 32.637,9 – 68.579,4 tons). Mediante el método de las microceldas de estimación geoestadística se obtuvo una biomasa de 55.144,9 ton (IC: 54.427,0 - 55.862,8) y de 69.002,8 (IC: 65.945,9 - 72.059,6) con la estrategia de muestreo estratificado.

- En *P. monodon*, la biomasa vulnerable del stock en la plataforma y talud continental de las Regiones II a VIII, estimada mediante geoestadística, alcanzó a 65.494,4 ton (D.E. = 23.300,1 ton; IC: 64.918,3 - 66.070,5). La biomasa vulnerable estimada mediante la Distribución Delta lognormal alcanzó 72.443,7 ton (IC: 54.189,3 – 93.732,4 ton). La biomasa estimada mediante el método de microceldas geoestadísticas, fue de 64.208,9 ton (IC: 63.304,0 - 65.113,9) y con la estrategia de muestreo estratificado de 96.413,5 (IC: 93.368,2 - 99.458,9).
- Las especies de mayor importancia relativa de la fauna acompañante son camarón nailon (*H. reedi*) y merluza común (*M. gayi*), tanto respecto a la captura total de las especies objetivo como respecto a la captura total de la fauna acompañante (Tabla 67).

Tabla 67. Especies de la fauna acompañante con mayor CPUE y mayor importancia relativa respecto a la captura total. IRFA = importancia relativa respecto a la captura total en peso de la fauna acompañante (se excluye los recursos objetivo langostinos colorado y amarillo); IRRO = importancia relativa respecto a la captura total en peso de los recursos objetivo (incluidos los langostinos colorado y amarillo).

Nombre vernacular	Nombre científico	Acrónimo	CPUE	IRRO	IRFA	Lances positivos
			total (ton * km ⁻²)			
Camarón nailon	<i>Heterocarpus reedi</i>	<i>Heteree</i>	3083,4	16,0	56,3	47,4
Merluza común	<i>Merluccius gayi</i>	<i>Mercom</i>	1591,8	8,3	29,1	95,5
Pejerrata	<i>Coelorinchus aconcagua</i>	<i>Coeaco</i>	304,2	1,6	5,6	23,4
Lenguado de ojos grandes	<i>Hippoglossina macrops</i>	<i>Hipmac</i>	225,2	1,2	4,1	76,6

- Latitudinalmente, las especies más importantes son las mismas especies señaladas anteriormente, las que presentan una alternancia a lo largo del gradiente latitudinal. Batimétricamente, *M. gayi* se encuentra entre 100 y 300 m de profundidad, mientras

que entre 250 y 400 m de profundidad las especies más importantes fueron camarón nailon (*H. reedi*), merluza común (*M. gayi*) y pejerrata (*C. aconcagua*).

- La fauna acompañante en la pesquería de langostino amarillo y langostino colorado está constituida por dos asociaciones de especies en el área de distribución de estos recursos, la primera sobre la plataforma continental entre 100 y 300 m de profundidad, y la segunda sobre el talud continental entre 250 y 400 m de profundidad.
- La distribución de las asociaciones se explica por la componente batimétrica. Esta discontinuidad se encuentra entre 250 y 300 m de profundidad. Por su parte, la componente latitudinal juega un papel secundario en la distribución de la fauna acompañante.
- Las asociaciones de la fauna acompañante son dominadas por pocas especies. En las asociaciones sobre la plataforma continental y sobre el talud continental solo son dos las especies más relevantes, a saber, *M. gayi* y *H. macrops* en la plataforma, mientras que en el talud lo son *H. reedi* y *M. gayi*.
- La biomasa total del stock de langostino colorado en la zona centro-norte (II-IV Regiones) exhibe una biomasa total cercana a 18 mil t a comienzos del año 2009, de las cuales cerca de 13 mil t constituyen la fracción explotable. Las tasas de explotación han sido bajas y menores al 10% en el periodo 2003-2009, y en consecuencia la disminución de la biomasa se debe exclusivamente a que los reclutamientos han sido débiles en el periodo 2006-2009. Es altamente recomendable mantener tasas de explotación del 5% en el corto plazo para permitir una oportunidad de recuperación del stock.
- La biomasa total del langostino colorado en la unidad de pesquería de la V-VIII Regiones es alta y del orden de 92 mil t, de las cuales cerca de 63 mil t constituyen la fracción explotable. Este recurso se caracteriza porque el reclutamiento podría ser muy débil, afectando la estabilidad de la magnitud de la biomasa. En efecto, la importante

recuperación observada hacia el 2007-2009, solo se debe exclusivamente al ingreso de clases anuales importante y a la nula tasa de explotación que se aplicó durante el periodo de veda. En el periodo 2008-2009, el reclutamiento ha sido moderado por lo que se prevé que tal vez la biomasa explotable disminuirá por razones naturales el 2010 y 2011.

- El stock de langostino amarillo de la zona centro-norte ha sido sometido a altas tasas de explotación antes del año 2001. No obstante, el 2003 ingresó una clase anual abundante, lo que, asociado a tasas de explotación menores a 15% en el periodo 2004-2009, han permitido el crecimiento de la biomasa total y de la biomasa explotable hasta el 2009.
- El langostino amarillo de la zona centro-sur (V - VIII Región), presenta una biomasa total de 34 mil t y de las cuales cerca de 23 mil t corresponden a la fracción explotable en el 2009. En esta población se observa el ingreso de una serie de clase anuales débiles entre el 2006 y 2009, lo que podría determinar que la biomasa de este recurso disminuya en los próximos años por causas naturales. En efecto, la tasa de explotación de los últimos dos años (2008-2009) ha sido inferior a 9%.
- La eventual recuperación de la biomasa del stock de langostino colorado en el mediano-largo plazo parece difícil, tendiendo más bien al colapso por el efecto combinado de la pesca y la predación por merluza común.
- Por el contrario, el recurso langostino amarillo no se ve tan afectado por la predación por merluza común y su recuperación se debería más bien al control que se pueda hacer de la mortalidad por pesca.

7. Taller de difusión.

En el Punto 5.6 de los TBR se señala considerar la realización de un Taller de Difusión del Proyecto con la participación de científicos y técnicos relacionados con el tema, personas del sector extractivo y profesionales involucrados en el manejo de la pesquería. En respuesta a esta solicitud de la Secretaría Ejecutiva del FIP, se acordó realizar la Reunión Técnica para revisar diversos aspectos del proyecto FIP N° 2009-15. En este evento se contó con la presencia de representantes de las instituciones participantes y representantes del sector pesquero artesanal de la IV y V Regiones, cuya lista de participantes se presenta en la Tabla 68.

Al estar aprobado el Informe de Avance, se programó la realización de un Taller de Difusión de los resultados obtenidos entre la II-VIII Regiones, contenido fundamental de dicho documento. En la Fig. 65 se presenta una copia de la invitación y díptico enviada a los representantes de las distintas instituciones gubernamentales, de investigación pesquera y empresarial.

Tabla 68. Lista de participantes al Taller Técnico de Difusión de Resultados del Proyecto FIP N° 2009-15.

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



Universidad Católica del Norte
ver más allá



ENZO ACUÑA SOTO, Director del Proyecto FIP N° 2009-15 y **RUBEN PINOCHET POLLASTRI**, Secretario Ejecutivo del Fondo de Investigación Pesquera, le saludan muy cordialmente y tienen el especial agrado de invitarle a participar del Taller de Difusión de Resultados del Proyecto de "Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2009", actividad organizada por el Departamento de Biología Marina de la Universidad Católica del Norte-Sede Coquimbo.

Esta actividad tendrá lugar a las 15:00 horas del día jueves 8 de abril de 2010, en la Sala Jorge Olivares de la Facultad de Ciencias del Mar, Campus Guayaacán de la Universidad Católica del Norte, Sede Coquimbo.

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

COQUIMBO, 31 de marzo de 2010.



Fondo de Investigación Pesquera
Bellavista 168 - Piso 21
Valparaíso

Fono: (56) (32) 502442
Fax: (56) (32) 502440
e-mail: fip@salpesca.cl




TALLER DE DIFUSIÓN DE RESULTADOS

Proyecto FIP N° 2009-15. Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2009



AREA DE PESQUERIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA MARINA
UNIVERSIDAD CATOLICA DEL NORTE / COQUIMBO

DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA
UNIVERSIDAD DE CONCEPCION

8 de abril de 2010

Universidad Católica del Norte
COQUIMBO

A solicitud del Fondo de Investigación Pesquera, y en el espíritu de difundir los resultados obtenidos, se realizará un taller técnico en el que se informará sobre las actividades realizadas durante la ejecución de los cruces de evaluación directa de las especies langostino amarillo (*Carinideca setacea*) y langostino colorado (*Platycorides monodon*) en el litoral entre la II y VIII Regiones (FIP N° 2009-15).

Objetivo del taller:

Dar a conocer los resultados obtenidos en los proyectos "Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2009" (FIP N° 2009-15).

Fecha y lugar de realización:

El taller se realizará el jueves 8 de abril de 2010 en la Sala Jorge Olivares de la Facultad de Ciencias del Mar, Campus Guayaacán de la Universidad Católica del Norte, ubicado en Lameda 1281, Coquimbo.

Organización:

Area de Pesquerías
Departamento de Biología Marina
Universidad Católica del Norte, Sede Coquimbo.

PROGRAMA

Proyecto FIP N° 2009-15

15:00 – 15:15 Palabras de bienvenida e introducción.
Expositor: Enzo Acuña

15:15 – 15:30 Distribución espacial de los recursos y estructura de tallos.
Expositor: Enzo Acuña

15:30 – 16:00 Métodos de análisis de biomasa y abundancia.
Expositor: Rubén Alarcón

16:00 – 16:15 Café

16:15 – 16:30 Composición, importancia relativa y análisis comunitario de la fauna acompañante.
Expositor: Enzo Acuña

16:30 – 17:00 Situación actual de los recursos.
Expositor: Rubén Alarcón

17:00 – 18:00 Comentarios y discusión final. Mesa redonda.

Fig. 65. Invitación a participar en el Taller de Difusión de resultados del proyecto FIP 2009-15 y díptico con las actividades, realizado en Coquimbo, el 9 de abril de 2010.

Listado de presentaciones.

Para iniciar la sesión de charlas, el Jefe del Proyecto FIP N° 2009-15, Sr. Enzo Acuña da las palabras de bienvenida y agradecimiento por la asistencia a los participantes, comenzando a su vez con la introducción al Taller “Proyecto FIP N° 2009-15: Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2009”. Posteriormente, la serie de exposiciones continuó como sigue:

1. La Introducción y el tema “Distribución espacial de los recursos” fue presentado por el Sr. Enzo Acuña en el cual se expuso los resultados obtenidos en el Objetivo Específico 1: “Determinar la distribución espacial de los recursos langostino amarillo y langostino colorado, en el área de estudio” en toda el área de estudio, considerando Región y Foco de Abundancia, los cuales fueron contrastados con la información obtenida en los años 2004, 2005, 2006, 2007 y 2008 (FIP N° 2004-11, FIP N° 2005-09, FIP N° 2006-04, FIP N° 2007-19 y FIP N° 2008-16). Aquí se entregó información sobre las estructuras de tallas y porcentaje acumulado de las mismas en cada foco de abundancia de las dos especies, destacando especialmente la porción superior a 27 mm LC, considerada como adecuada para su procesamiento.
2. El Sr. Enzo Acuña, a solicitud del Sr. Rubén Alarcón, presentó el tema “Métodos de análisis de biomasa y abundancia”, en el cual se detalló el análisis y resultados obtenidos del Objetivo Específico 2: “Determinar la biomasa vulnerable total (en peso) y la abundancia vulnerable total (en número), según talla y sexo, del recurso en el área de estudio, y por región y focos de abundancia, según corresponda”, analizando a su vez, la importancia de la apertura de punta de alas (APA) en la estimación de abundancia y biomasa.
3. El expositor, Sr. Hugo Arancibia presentó el tema “Fauna acompañante y predación por merluza común”, en el cual se presentó el análisis del Objetivo Específico 4: “Determinar la composición e importancia relativa de las especies que constituyan fauna acompañante de estos recursos durante los cruceros de evaluación”. En forma adicional a los antecedentes tradicionales sobre la fauna acompañante, se presentaron

resultados del análisis del efecto del colapso en el stock de merluza común y la aplicación de cuotas de pesca en la recuperación potencial de los stocks de langostino colorado y langostino amarillo entre la V y VIII Regiones..

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

8. Referencias Bibliográficas

- Acuña, E., H. Arancibia, 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., M. Berríos, L. Cid, C. Díaz, J. Moraga, A. Mujica, J. Olivares & R. Roa. 1998. Evaluación directa del stock de langostino amarillo en la III y IV Regiones. Informes Técnicos FIP. FIP/IT N° 97-25, 140 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 pp.
- 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. 2002a. Monitoreo de la pesca de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) en la IV Región. Informe Final Pesca de Investigación resoluciones N° 850, 1.022 y 1.795. Depto. Biología Marina. Universidad Católica del Norte – Sede Coquimbo, 32 p.
- Acuña, E., H. Arancibia y R. Alarcón. 2002b. Monitoreo y Evaluación de la pesquería de langostino amarillo *Cervimunida johni* Porter, 1903, en la III y IV Región; Noviembre-diciembre 2001. Informe Final, Convenio ARPESCA - Depto. Biología Marina. Universidad Católica del Norte – Sede Coquimbo, 48 p.
- Acuña, E., H. Arancibia, L. Cid, R. Alarcón, L. Cubillos, A. Sepúlveda & A. Bodini. 2002c. Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones, año 2001. Informes Técnicos FIP, FIP/IT N° 2001-05. 230 pp.
- Acuña, E., González, M.T., González, M. 2003. Pesquerías de langostinos y camarón nailon en el norte de Chile. In: Actividad pesquera y de acuicultura en Chile, E. Yáñez (Ed.), Escuela de Ciencias del Mar, UCV, p. 263-287.
- Acuña, E., G. Conan, L. Cid, R. Alarcón y L. Cubillos. 2004. Evaluación directa de langostino colorado entre la III y IV regiones, año 2003. Informes Técnicos FIP. FIP/IT N° 2003-03, 141 pp.

- Acuña, E., R. Alarcón, H. Arancibia, L. Cid, A. Cortés, L. Cubillos, R. León y S. Neira. 2005. Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII regiones, año 2004. Informes Técnicos FIP, FIP/IT N° 2004-11, 398 pp.
- Acuña, E., R. Alarcón, L. Cid, H. Arancibia, L. Cubillos y A. Cortés. 2006. Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2005. Informes Técnicos FIP. FIP/IT N° 2005-09, 348 pp.
- Acuña, E., R. Alarcón, H. Arancibia, L. Cid, A. Cortés, L. Cubillos, R. León y S. Neira. 2007. Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII regiones, año 2006. Informes Técnicos FIP, FIP/IT N° 2006-04, 424 pp.
- Acuña, E., R. Alarcón, L. Cid, A. Cortés, L. Cubillos, O. Godø, R. León, V. López, E. Pérez y P. Rodríguez. 2008. “Estandarización de procedimientos metodológicos para la evaluación de crustáceos demersales a través del método de área barrida”. Informes Técnicos FIP. FIP/IT N° 2006-19, 326 pp.
- Acuña, E., R. Alarcón, A. Cortés, H. Arancibia, L. Cid y L. Cubillos. 2009. “Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2007”. Pre-Informe Final. Proyecto FIP N° 2007-19, 420 pp.
- Alverson, D.L. & W.T. Pereyra. 1969. Demersal fish explorations in the northeastern Pacific Ocean. An evaluation of exploratory fishing methods and analytical approaches to stock size and yield forecasts. J. Fish. Res. Bd. Canada, 26: 1985-2001.
- Arana, P., M. Ahumada 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.
- Arana, P., A. Guerrero, M. Ahumada, C. Casanova, S. Salinas, M. Ibarra & A. Arellano, 2007. Evaluación de langostino colorado en la unidad de pesquería sur, año 2007. Informe Final. Estud. Doc., Pont. Univ. Católica Valparaíso, 22/2007: 83 pp.
- Arana, P., A. Guerrero, C. Casanova, M. Ahumada & M. Ibarra. 2008. Monitoreo del stock de langostino amarillo de la V y VI Región, año 2007. Informe final. Estud. Doc., Pont. Univ. Católica Valparaíso, 05/2008: 176 pp.
- Arancibia, H. 1992. Distribution patterns of the demersal fish assemblage off Central Chile. *Biología Pesquera*, 21: 43-53.
- Arancibia, H., Milessi A., Neira S., Cubillos L., León R., Aedo G. y Acuña E. 2006. Evaluación del canibalismo y mortalidad por predación por merluza común sobre langostino colorado y langostino amarillo. Fase metodológica. Informes FIP. FIP/IT N° 2004-43., 294 pp. + Appendices.

- Bahamonde, R., C. Canales, M.A. Barbieri, B. Leiva, P. Arana, S. Palma y T. Melo. 2002. Evaluación directa de langostino colorado y langostino Amarillo entre la II y VIII Regiones, 2001. Informes Técnicos FIP 2001/06, 190 pp.
- Bahamonde, R., C. Canales, M.A. Barbieri, B. Leiva, P. Arana, S. Palma, T. Melo, J. Cortes, E. Molina y D. Queirolo. 2003. Evaluación directa de langostino colorado y langostino Amarillo entre la II y VIII Regiones, 2002. Informes Técnicos FIP, FIP/IT N° 2002-06, 217 p. + Figuras y Anexos.
- Bahamonde, R., B. Leiva, C. Canales, M.A. Barbieri, J. Cortes, J.C. Quiroz, P. Arana, A. Guerrero, M. Ahumada, T. Melo, D. Queirolo, C. Hurtado, P. Gálvez y E. Molina. 2004. Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2002. Informes Técnicos FIP. FIP/IT N° 2003-31, 325 pp.
- Beentjes, M., B. Bull, R. Hurst & N. Bagley. 2002. Demersal fish assemblages along the continental shelf and upper slope of the east coast of the South Island, New Zealand. *New Zealand Journal of marine and Freshwater Research*, 36: 197-223.
- Beyer, J. 1987. On length-weight relationship. Part. I. Computing the mean weight of the fish in a given length class. *Fishbyte* 5(1): 12 - 14.
- Bez, N. & J. Rivoirard. 2001. Transitive geostatistics to characterize spatial aggregations with diffuse limits: an application on mackerel ichthyoplankton. *Fish. Res.* 50: 41-58.
- Bez, N., 2002. Global fish abundance estimation from regular sampling: the geostatistical transitive method. *Canadian Journal Fisheries and Aquatic Science*. 59: 1921-1931.
- Biagi, F., P. Sartor, G. D. Ardizzone, P. Belcari, A. Belluscio & F. Serena. 2002. Analysis of demersal assemblages off the Tuscany and Latium coast (north-western Mediterranean). *Scientia Marina*, 66 (2): 233-242.
- Bray, J. & J. Curtis. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, 27: 325-349.
- Breen, P.A., Kim, S.W., y Andrew, N.L. 2003. A length-based Bayesian stock assessment model for the New Zealand abalone *Haliotis iris*. *Marine and Freshwater Research* 54:619-634.
- Caddy, J.F. & R. Mahon. 1995. Puntos de referencia para la ordenación pesquera. FAO Documento Técnico de Pesca. 347. Roma, FAO. 109 p.
- Canales, C. y B. Espejo. 2002. Informe de avance Proyecto "Investigación CTP Langostino colorado 2002". Diagnóstico actualizado del estado de situación del recurso langostino colorado. 27 pp. + 6 Anexos

- Canales, C., M.A. Barbieri, R. Bahamonde, B. Leiva, P. Arana, S. Palma y T. Melo, 2002. Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, Año 2001. Informes Técnicos FIP. FIP/IT 2001-06: 202 p. + Figs. y Anexos.
- Canales, C., Barbieri, M.A., Bahamonde, R., Leiva, B., Arana, P., Guerrero, A., Ahumada, M., Melo, T., Queirolo, D., Hurtado, C., Galvez, P., 2003. Determinación de biomasa y abundancia de los recursos objetivos. En: Evaluación directa langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII regiones, año 2002. Informe Final FIP 2002-06.
- 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. *Biología Marina*, 40: 195-202.
- Catalán, I., M. Jiménez, J. Alconchel, L. Prieto & J. Muñoz. 2006. Spatial and temporal changes of coastal demersal assemblages in the Gulf of Cadiz (SW Spain) in relation to environmental conditions. *Deep-Sea Research II*, 53: 1402-1419.
- Chapman, M. & A. Underwood. 1999. Ecological patterns in multivariate assemblages: information and interpretation of negative values in ANOSIM tests. *Marine Ecology Progress Series*, 180: 257-265.
- Christensen, V. y D. Pauly. 1992. ECOPATH II. A software for balancing steady state ecosystem models and calculating network characteristics. *Ecological Modelling*, 61: 169-185.
- Christensen V., C.J. Walters and D. Pauly. 2005. ECOPATH with ECOSIM: a User's Guide. Fisheries Centre, University of British Columbia, Vancouver. November 2005 edition, 154 pp.
- Clarke K. & R. Green. 1988. Statistical design and analysis for a biological effects study. *Marine Ecology Progress Series*, 92: 205-219.
- Clarke, K. & R. Warwick. 1994. Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth: Plymouth Marine Laboratory, 144 p.
- Clifford, H. & W. Stephenson. 1975. An introduction to numerical classification. Academic Press, Incorporated, London, 229 pp.
- Cochran, W.G. 1977. Sampling Techniques. 3rd. Ed. John Wiley and Sons, New York.
- Cohen, M.D., y G.S. Fishman. 1980. Modeling growth-time and weight-length relationships in a single year-class fishery with examples on North Carolina pink and brown shrimp. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37: 1000-1011.
- Colloca, F., M. Cardinale, A. Belluscio & G. Ardiozzone. 2003. Pattern of distribution and diversity of demersal assemblages in the central Mediterranean sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 56: 469-480.

- Cressie, N.A.C. 1993. Statistics for spatial data. Wiley, New York.
- Cubillos, L.A, C. Alarcon, y H. Arancibia. 2006. Selectividad por tamaño de las presas en merluza común (*Merluccius gayi gayi*), zona centro-sur de Chile (1992-1997). Investigaciones Marinas, 35(1): 55-69.
- Dell, Q., D. Brewer, S. Griffiths, D. Heales & M. Tonks. 2009. Bycatch in a tropical schooling – penaeid fishery and comparisons with a related, specialized trawl regime. Fisheries Management and Ecology, 16: 191-201.
- Deriso, R.B. y A. Parma. 1988. Dynamics of age and size for a stochastic population model. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 45:1054-1068.
- Deutsch, C.V. & A.G. Journel. 1998 GSLIB: Geostatistical Software Library and User's Guide. 2nd Ed. Oxford University Press, New York. 369 p.
- Efron, B. 1982. The jackknife, the bootstrap and other resampling plans. SIAM Monograph N° 38.
- Escuela de Ciencias del Mar. (2000a). Evaluación directa de langostino amarillo entre la III y VIII Regiones, 1999. Informes FIP. FIP/IT N° 99-09, 288 p.
- Escuela de Ciencias del Mar. (2000b). Evaluación directa de camarón nailon, langostino amarillo y langostino colorado, Año 2000. Informes FIP. FIP/IT N° 2000-05: 315 p.
- FAO. 1972. Catálogo de aparejos de pesca. Dirección de Industrias Pesqueras. Fishing News (Books)Ltd. England. 165 pp.
- FAO. 1996. FAO Fishing Technology Service. Fishing operations. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries. No. 1. Rome, FAO. 1996. 26p. 6 annexes.
- FAO. 2003. Fisheries Management 2. The Ecosystem Approach to Fisheries. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome 4(Suppl. 2): 112 pp.
- Fennessy, S., C. Villacastin & J. Field. 1994. Distribution and seasonality of ichthyofauna associated with commercial prawn trawl catches on the Tugela Bank of Natal, South Africa. Fisheries Research, 20:263-282.
- Fournier, D.A., J.R. Sibert, J. Majkowski y J. Hampton. 1990. MULTIFAN a likelihood-based method for estimating growth parameters and age composition from multiple length frequency data sets illustrated using data for southern bluefin tuna (*Thunnus maccoyii*). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 47: 635-643.
- Fu, C., T.J. Quinn II, y M. Adkison. 1999. Retrospective projection using Monte Carlo simulation: an application of a length-based model to Kachemak Bay pink shrimp. Ecosystem Approaches for Fisheries Management, University of Alaska Sea Grant College Program, AK-SG-99-01, Fairbanks, pp. 59-77.

- Fu, C., Quinn II, T.J. 2000. Estimability of natural mortality and other population parameter in a length-based model: *Pandalus borealis* in Kachemak Bay, Alaska. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 57:2420-2432.
- Fu, C., Quinn II, T.J., Shirley, T.C. 2001. The role of sex change, growth, and mortality in *Pandalus* population dynamics and management. ICES Journal of Marine Science 58(3):607-621.
- Gelman, A., J.B. Carlin, H.S. Stern, y D.B. Rubin. 1995. Bayesian data analysis. Chapman and Hall, New York.
- Grosslein, M.D. 1971. Some observations on accuracy of abundance indices derived from research vessel surveys. International Commission for the Northwest Atlantic Fisheries Redbook, Part III: 249–266.
- Hecker, B. 1990. Variation in megafaunal assemblages on the continental margin south of New England. Deep-Sea Research, 37: 37-57.
- Hilborn, R. y M. Liermann. 1988. Standing on the shoulders of giants: learning from experience in fisheries. Rev. Fish Biol. Fisheries 8: 1-11.
- Hilborn, R., M. Maunder, A. Parma, B. Ernst, J. Payne, y P. Starr. 2000. Coleraine: a generalized age structured stock assessment model. 55 p.
- Hobday, D., A.E. Punt. 2001. Size-structured population modelling, and risk assessment of the Victorian southern rock lobster, *Jasus edwardsii*, fishery. Marine and Freshwater Research 52:1495-1507.
- Isaaks, E.H. & R.M. Srivastava. 1989. An Introduction to Applied Geostatistics. Oxford University Press, New York. 561 p.
- Journel, A.G. & C.J. Huijbregts, 1978. Mining geostatistics. Academic Press, London.
- Jung, S. & E. Houde. 2003. Spatial and temporal variabilities of pelagic fish community structure and distribution in Chesapeake Bay, USA. Estuarine, Coastal and Shelf Science. 58(2): 335-351.
- Kraufvelin, P. 1999. Baltic hard bottom mesocosms unplugged: replicability, repeatability and ecological realism examined by non-parametric multivariate techniques. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 240: 229-258.
- Land, C.E. 1975. Tables of confidence limits for linear functions of the normal mean and variance. Sel. Tables Math. Stat. 3:385-419.
- Matheron, G. 1971. La théorie des variables regionalices et ses applications. Fasc. 5 Ecole Nat. Sup. des Mines. Paris.

- McConnaughey, R.A. & P.A. Conquest. 1993. Trawl survey estimation using a comparative approach based on lognormal theory. *Fish. Bull. (U.S.)* 91:107-118.
- Menares, B. & J. Sepúlveda. 2005. Grupos recurrentes de peces y crustáceos demersales en la zona centro-sur de Chile. *Investigaciones Marinas*, 33(1): 91-100.
- Menezes, G., A. Rosa, O. Melo & M. Pinho. 2009. Demersal fish assemblages off the Seine and Sedlo seamounts (northeast Atlantic). *Deep-Sea Research II*, 56: 2683-2704.
- Moranta, J., E. Massutí, C. Stefanescu, M. Palmer & B. Morales-Nin. 2008. Short-term temporal variability in fish community structure at two western Mediterranean slope locations. *Deep-Sea Research I*, 55: 866-880.
- Myers, R.A. & N.G. Cadigan. 1995. Was an increase in natural mortality responsible for the collapse of northern cod? *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 52: 1274-1285.
- Myers, R.A., & P. Pepin. 1990. The robustness of lognormal-based estimators of abundance. *Biometrics*, 46: 1185–1192.
- Neira, S., C. Moloney, P. Cury y H. Arancibia. 2007. Analyzing changes in the southern Humboldt ecosystem for the period 1970-2004 by means of food web modeling (*in preparation to be submitted to Fish and Fisheries*).
- Neira, S., H. Arancibia y L. Cubillos. 2004. Comparative analysis of trophic structure of commercial fishery species off Central Chile in 1992 and 1998. *Ecological Modelling*, 172(2-4): 233-248.
- Otter Research Ltd. 1999. AD Model Builder documentation on line. <http://otter-sch.com/admodel.htm>
- Páramo, J. & R. Roa, 2003. Acoustic-geostatistical assessment and habitat–abundance relations of small pelagic fish from the Colombian Caribbean. *Fisheries Research*, 60: 309–319.
- Pavez, P., C. Falcón, V. Espejo, y C. González. 1994. Evaluación directa del stock de langostino amarillo en la zona centro-norte de Chile. *Informes Técnicos FIP, FIP/IT N°93-06*, 293 pp.
- Pennington, M. 1983. Efficient estimators of abundance, for fish and plankton surveys. *Biometrics* 39:281-286.
- Pennington, M. 1986. Some statistical techniques for estimating abundance indices from trawl surveys. *Fish. Bull.* 84:519-525.
- Pennington, M. 1996. Estimating the mean and variance from highly skewed marine data. *Fishery Bulletin, US*, 47: 1623–1624.

- Petitgas, P., 1993. Geostatistics for fish stock assessments: a review and an acoustic application. *ICES Journal Marine Science*, 50: 258-298.
- 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.
- Pierce, D. A. and L. Haugh, 1977: Causality in temporal systems: Characterization and a survey. *J. Econometrics*, 5, 265-293.
- 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. 2003. The performance of a size-structured stock assessment method in the face of spatial heterogeneity in growth. *Fisheries Research* 65:391-409.
- Quinn II, T.J., C.T. Turnbull y C. Fu. 1998. A length-based population model for hard-to-age invertebrate populations. In: F. Funk, T.J. Quinn II, J.N. Ianelli, J.E. Powers, J.F. Schweigert, P.J. Sullivan, y C.-I. Zhang (eds.), *Fishery stock assessment models*. University of Alaska Sea Grant, AK-SG-98-01, Fairbanks, pp. 531-556.
- Rivoirard, J., Simmonds, J., Foote, K., Fernandes, P., and Bez, N. 2000. *Geostatistics for estimating fish abundance*. Blackwell Sciences, Oxford.
- Roa, R. & R. Bahamonde. 1993. Growth and expansion of an exploited population of the squat lobster (*Pleuroncodes monodon*) after 3 year without harvesting. *Fisheries Research*. 18 305-319.
- Roa, R., F. Tapia. 1998. Spatial differences in growth and sexual maturity between branches of a large population of the squat lobster *Pleuroncodes monodon*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 167, 185-196.
- Roa, R., Gallardo, V.A., Ernst, B., Baltazar, M., Cañete, J.I., Enríquez-Brionnes, S., 1995. Nursery ground, age structure and abundance of juvenile squat lobster *Pleuroncodes monodon* on the continental shelf off central Chile. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 116, 47-54.
- 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, I. López, C. Diaz & H. Arancibia. 1999. Evaluación directa de camarón nailon entre la II y VIII Regiones. *Informes Técnicos FIP, FIP/IT N  98-03*, 138 p.
- Seber, G.A.F. y C.J. Wild. 1989. *Nonlinear Regression*. John Wiley & Sons.

- Sielfeld, W. & M. Vargas. 1996. Composición y estructura de la ictiofauna demersal en la zona norte de Chile. *Investigaciones Marinas*, 24: 3-17.
- Smith, S.J. 1988. Evaluating the efficiency of the Δ -distribution mean estimator. *Biometrics*, 44: 485–493.
- Sokal, R. R. & F. J. Rohlf (1981). *Biometry*. W. H. Freeman and Co., San Francisco, California, 859 pp.
- Sparre, P. and Venema, S.C. 1997. FAO 306. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual. FAO Fisheries Technical Paper. N° 306.1, Rev. 2. Rome.
- Stenseth, N.C. & T. Rouyer. 2008. Destabilized fish stocks. *Nature* 452, 825-826.
- Syrjala, S. E. 2000. Critique on the use of the delta distribution for the analysis of trawl survey data. – *ICES Journal of Marine Science*, 57: 831–842.
- Trenkel, V.M., & M.J. Rochet. 2003. Performance of indicators derived from abundance estimates for detecting the impact of fishing on community. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 60:67-85.
- Thompson, S.K., 1992 *Sampling*. Wiley and Sons Inc. New York.
- Walters, C., V. Christensen y D. Pauly. 1997. Structuring dynamic models of exploited ecosystems from trophic mass-balance assessments. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 7: 139-172.
- Warwick, R. M., A. J. McEvoy & S. F. Thrush. 1997. The influence of *Atrina zelandica* Gray on meiobenthic nematode diversity and community structure. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 214: 231-247.
- Xiao, Y., 2006. Several traps in size-dependent population models published in fisheries journals. *Fish. Res.* 77, 265-270.

9. Anexos

A N E X O S

Anexo 1. Registro fotográfico de la maniobra de pesca

ANEXO 1

REGISTRO FOTOGRAFICO DE LA MANIOBRA DE PESCA



Secuencia fotográfica de la operación de pesca: (a) Instalación del sensor de ángulo, (b) ubicación del sensor Netmind (master), (c y d) Inicio del calado, (e) Inicio del virado, (f) Puesta de la captura a bordo.

Anexo 2. Fechas y lugares geográficos de los muestreos

ANEXO 2

**FECHAS Y LUGARES
GEOGRÁFICOS DE LOS
MUESTREOS**

FECHA	REGIÓN						
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
16/07/2009			x				
17/07/2009			x				
18/07/2009			x				
19/07/2009			x				
20/07/2009			x				
21/07/2009			x				
22/07/2009			x				
23/07/2009			x				
24/07/2009			x				
25/07/2009			x				
26/07/2009			x				
28/07/2009			x				
29/07/2009			x				
30/07/2009			x				
31/07/2009			x				
01/08/2009			x				
02/08/2009			x				
03/08/2009			x				
05/08/2009			x				
06/08/2009			x				
07/08/2009			x				
08/08/2009			x				
10/08/2009			x				
11/08/2009			x				
12/08/2009			x				
13/08/2009			x				
14/08/2009				x			
15/08/2009				x			
17/08/2009				x			
18/08/2009				x			
19/08/2009				x			
21/08/2009				x			
22/08/2009				x			
23/08/2009				x			
24/08/2009				x			
26/08/2009				x			
27/08/2009				x	x		
28/08/2009				x			

29/08/2009				x			
30/08/2009				x			
01/09/2009				x			
02/09/2009				x			
03/09/2009					x		
04/09/2009					x	x	
05/09/2009					x		
06/09/2009					x		
07/09/2009				x			
08/09/2009					x		
09/09/2009						x	
10/09/2009							x
11/09/2009							x
13/09/2009						x	
14/09/2009						x	
15/09/2009						x	
16/09/2009				x			
22/09/2009						x	
23/09/2009							x
24/09/2009							x
28/09/2009							x
29/09/2009						x	
30/09/2009						x	x
02/10/2009							x
03/10/2009							x
04/10/2009							x
05/10/2009							x
06/10/2009							x
07/10/2009							x
15/10/2009		x					
16/10/2009		x					
17/10/2009		x					
18/10/2009	x	x					
19/10/2009	x						
20/10/2009	x						
28/10/2009		x					
29/10/2009		x					
02/11/2009		x					
04/11/2009		x					
06/11/2009		x					
09/11/2009		x					

Anexo 3. Registros de posición media del lance, profundidad media (Prof., m), distancia lineal recorrida (DR, Km), área barrida (AB, Km²), capturas (Capt., Kg) y CPUA (ton/Km²) de langostino amarillo (*C. johni*, Cervjoh) y langostino colorado (*P. monodon*, Pleumon). ID: identificador de la base de datos del proyecto.

ANEXO 3

REGISTROS DE POSICIÓN, DISTANCIA LINEAL RECORRIDA, ÁREA BARRIDA, ABERTURA DE PUNTA DE ALAS, CAPTURA Y CPUA DE ESPECIE OBJETIVO

IDP	LATITUD	LONGITUD	A.P.A.	DR (Km)	AB (Km2)	CAPT. LA	CAPT. LC	CPUA LA (Ton/Km2)	CPUA LC (Ton/Km2)
1	-25,576392	-70,717925	13,89	0,976	0,01356	0,00	90,00	0,000	6,559
2	-25,604583	-70,744292	13,76	0,984	0,01354	0,00	0,00	0,000	0,000
3	-25,623225	-70,763675	14,07	0,987	0,01388	0,00	0,00	0,000	0,000
4	-25,638292	-70,732975	13,25	1,207	0,01599	0,00	234,00	0,000	19,075
5	-25,656350	-70,764075	14,11	0,919	0,01296	0,00	27,00	0,000	2,067
7	-25,690425	-70,762167	13,86	1,008	0,01398	0,00	192,88	0,399	15,026
8	-25,722408	-70,761442	13,85	0,893	0,01237	15,48	0,00	1,207	0,150
9	-25,762233	-70,796908	13,86	0,890	0,01233	0,00	0,00	0,000	0,000
10	-25,771208	-70,782708	13,24	1,043	0,01380	0,00	54,00	0,000	4,405
11	-25,806483	-70,795767	13,85	0,643	0,00891	0,00	0,00	0,000	0,000
12	-25,837433	-70,797067	13,57	1,108	0,01503	0,00	0,00	0,000	0,000
13	-25,852350	-70,802592	13,81	1,038	0,01433	0,00	0,00	0,000	0,000
14	-25,887650	-70,788108	13,52	0,832	0,01125	0,00	504,00	0,000	40,257
15	-25,921150	-70,766617	13,30	0,853	0,01135	0,00	0,00	0,000	0,000
16	-25,936325	-70,789658	13,55	1,325	0,01795	0,00	576,00	0,000	45,899
20	-25,952658	-70,756158	13,60	1,021	0,01389	0,00	360,00	0,000	28,592
21	-25,971025	-70,752542	13,55	0,892	0,01208	0,00	108,00	0,000	8,609
22	-25,972058	-70,785275	13,77	0,834	0,01149	0,00	0,00	0,000	0,000
23	-26,001083	-70,748833	13,86	1,241	0,01720	0,00	6,60	0,000	1,028
24	-26,039792	-70,747858	13,63	0,869	0,01185	0,00	0,00	0,000	0,000
25	-26,052500	-70,765708	13,55	1,261	0,01709	0,00	1.350,00	0,000	80,713
26	-26,072175	-70,759492	13,25	0,867	0,01148	0,00	54,00	0,000	4,403
27	-26,091983	-70,734142	12,70	1,112	0,01411	0,00	0,00	0,000	0,000
28	-26,083583	-70,761083	13,92	1,256	0,01748	0,00	720,00	0,000	41,893
30	-26,120417	-70,784083	13,73	1,241	0,01704	0,00	0,00	0,000	0,000
31	-26,159750	-70,749633	12,71	0,778	0,00989	0,00	0,00	0,000	0,000
32	-26,208850	-70,767642	12,96	0,855	0,01107	0,00	0,00	0,000	0,000
33	-26,242342	-70,805025	13,78	1,162	0,01601	0,00	0,00	0,000	0,000
34	-26,257042	-70,780317	12,98	1,124	0,01459	0,00	0,00	0,000	0,000
35	-26,288167	-70,810500	13,19	1,224	0,01615	0,00	936,00	0,000	45,970
36	-26,324475	-70,812875	13,25	1,061	0,01406	0,00	162,00	0,000	9,429
37	-26,360258	-70,802150	11,99	1,191	0,01428	0,00	234,00	0,000	21,069
38	-26,382750	-70,847275	13,77	1,427	0,01964	0,00	0,00	0,000	0,000
40	-26,420733	-70,839683	13,53	0,961	0,01299	0,00	1.080,00	0,000	80,826
41	-26,459042	-70,805592	11,67	0,848	0,00989	0,00	0,00	0,000	0,000
42	-26,453633	-70,838892	13,54	1,097	0,01486	0,00	900,00	0,000	56,670
43	-26,485933	-70,824542	13,55	1,128	0,01528	0,00	25,48	0,063	1,636
44	-26,504333	-70,843283	13,55	0,964	0,01306	23,49	0,00	4,389	0,193
46	-26,588342	-70,801408	12,64	1,164	0,01471	0,00	0,00	0,000	0,000
47	-26,625142	-70,785550	11,71	1,281	0,01500	0,00	0,00	0,000	0,000
48	-26,640342	-70,821242	13,80	0,858	0,01184	0,00	0,02	0,000	0,073
49	-26,653617	-70,804017	13,63	1,099	0,01498	0,00	123,82	0,000	11,324
51	-26,708208	-70,826208	13,57	1,077	0,01461	0,00	90,00	0,000	5,969
52	-26,722467	-70,834025	13,49	0,884	0,01192	0,00	2,95	0,072	0,417
53	-26,757433	-70,847075	13,92	0,944	0,01314	0,00	81,45	0,553	5,266
55	-26,791242	-70,862692	13,24	1,075	0,01424	0,00	450,90	5,449	27,577

IDP	LATITUD	LONGITUD	A.P.A.	DR (Km)	AB (Km2)	CAPT. LA	CAPT. LC	CPUA LA (Ton/Km2)	CPUA LC (Ton/Km2)
56	-26,805083	-70,900883	13,54	1,140	0,01544	0,66	0,00	0,721	0,000
57	-26,825292	-70,880358	13,99	0,887	0,01240	5,79	1,29	1,411	0,314
59	-26,870350	-70,921767	13,54	1,014	0,01374	0,00	0,00	0,000	2,285
60	-26,905725	-70,920967	13,51	1,287	0,01738	0,00	0,00	0,000	0,000
61	-26,931750	-70,890517	11,68	0,329	0,00384	0,00	0,00	0,000	0,000
62	-26,926950	-70,919358	13,54	0,739	0,01000	0,00	0,00	0,000	0,000
63	-26,958383	-70,918125	13,51	0,973	0,01315	0,00	0,00	0,000	0,000
67	-27,025792	-70,939300	13,60	0,992	0,01349	0,00	68,58	0,000	0,000
68	-27,055750	-70,948625	13,52	0,835	0,01130	4,41	0,09	1,006	0,144
69	-27,075192	-70,977283	13,30	0,918	0,01220	43,20	97,20	8,770	13,156
72	-27,110517	-71,004642	13,60	0,823	0,01120	53,57	0,01	9,896	0,160
73	-27,141708	-71,006542	13,22	0,804	0,01063	3,00	3,00	0,734	0,734
74	-27,191917	-71,009900	13,56	0,800	0,01085	4,32	0,00	0,860	0,000
75	-27,276708	-71,004508	12,97	0,808	0,01048	0,60	0,00	0,150	0,000
76	-27,296125	-71,018817	13,53	1,086	0,01470	1,44	0,00	0,575	0,000
77	-27,375250	-71,018958	12,02	1,135	0,01364	0,00	936,00	0,000	84,102
78	-27,424033	-71,001000	11,70	0,339	0,00396	0,00	0,00	0,000	0,000
79	-27,410933	-71,017675	12,02	0,877	0,01054	0,00	450,00	0,000	40,445
80	-27,425875	-71,015633	12,01	0,973	0,01169	0,00	342,00	0,000	30,742
81	-27,425708	-71,026683	11,88	1,205	0,01431	0,00	0,00	0,000	0,000
82	-27,414017	-71,009400	12,05	0,914	0,01102	0,00	0,00	0,000	0,000
83	-27,426542	-71,011658	12,03	0,926	0,01114	0,00	72,00	0,000	6,461
84	-27,461083	-71,030742	13,84	1,006	0,01393	0,00	0,00	0,000	0,000
85	-27,477533	-71,013983	13,37	1,149	0,01536	20,16	181,44	8,142	24,425
86	-27,511750	-71,017500	13,26	0,826	0,01095	45,00	1,80	7,328	1,466
87	-27,543783	-70,990833	11,69	1,073	0,01255	0,00	0,00	0,000	0,000
88	-27,557017	-71,003033	12,32	0,234	0,00288	0,00	126,00	0,000	27,621
89	-27,592542	-71,027142	12,97	0,961	0,01246	17,82	7,92	4,947	3,298
90	-27,610533	-71,042600	12,92	1,001	0,01294	3,24	0,00	0,903	0,000
91	-27,627783	-71,037425	12,68	1,009	0,01279	28,58	40,50	9,655	11,493
92	-27,744750	-71,113250	13,33	0,981	0,01307	252,00	0,00	20,420	0,000
93	-27,773167	-71,131775	13,29	0,938	0,01246	180,00	180,00	31,342	31,342
94	-27,795400	-71,140167	13,20	0,902	0,01190	57,60	14,40	11,780	5,890
95	-27,861500	-71,155333	13,22	0,952	0,01259	360,00	360,00	58,802	58,802
96	-27,894208	-71,159750	13,24	0,886	0,01173	0,00	954,00	0,000	77,806
97	-27,965700	-71,190408	14,04	0,892	0,01253	0,00	161,62	0,000	13,691
98	-27,993975	-71,186533	12,95	0,967	0,01252	161,28	362,88	33,629	50,443
100	-28,041333	-71,202200	12,91	0,960	0,01239	1.080,00	0,00	90,313	0,000
102	-28,076892	-71,233917	13,20	0,732	0,00966	0,00	0,00	0,000	0,000
104	-28,136892	-71,247725	13,27	0,775	0,01029	90,00	0,00	7,323	0,000
105	-28,149025	-71,265667	13,85	0,830	0,01149	0,00	0,00	0,000	0,000
106	-28,195675	-71,261475	13,28	1,071	0,01423	162,45	0,00	13,903	0,000
107	-28,242425	-71,267983	13,57	0,740	0,01005	540,00	0,00	42,967	0,000
108	-28,363667	-71,272525	13,83	0,946	0,01308	0,00	0,00	0,000	0,000
110	-28,475375	-71,326433	13,87	0,873	0,01212	3,60	0,00	1,401	0,000
111	-28,509892	-71,325633	13,21	0,789	0,01042	13,50	0,00	2,207	0,000
112	-28,572967	-71,354000	13,64	0,986	0,01345	31,50	0,00	4,988	0,000
113	-28,602583	-71,358033	12,63	1,013	0,01279	47,00	0,00	4,018	0,000
115	-28,643700	-71,374317	13,59	0,754	0,01025	342,00	0,00	27,187	0,000

IDP	LATITUD	LONGITUD	A.P.A.	DR (Km)	AB (Km2)	CAPT. LA	CAPT. LC	CPUA LA (Ton/Km2)	CPUA LC (Ton/Km2)
116	-28,671875	-71,380350	13,25	0,919	0,01218	360,00	0,00	29,346	0,000
117	-28,699175	-71,392542	13,39	0,104	0,00139	0,00	0,00	0,000	0,000
118	-28,711933	-71,413250	12,62	0,976	0,01232	0,00	0,00	0,000	0,000
119	-28,753833	-71,444633	13,26	0,718	0,00952	126,00	0,00	10,261	0,000
123	-28,829250	-71,528575	13,81	1,035	0,01430	0,00	0,00	0,000	0,000
124	-28,860592	-71,533867	13,58	0,893	0,01213	21,06	0,00	5,582	0,000
125	-28,929775	-71,547208	13,78	1,225	0,01687	0,72	0,00	0,564	0,000
126	-29,084650	-71,574667	13,27	0,775	0,01028	1.304,64	0,00	106,187	11,017
127	-29,133917	-71,577475	13,26	0,691	0,00917	27,54	12,24	7,479	4,986
128	-29,145392	-71,577833	13,28	1,128	0,01498	408,60	0,00	33,222	3,366
129	-29,209250	-71,575083	12,34	0,856	0,01056	423,85	0,00	39,748	0,000
130	-29,246750	-71,578417	12,36	0,836	0,01033	296,68	0,00	27,045	0,000
131	-29,234000	-71,599333	11,76	0,896	0,01055	0,00	0,00	0,000	0,000
132	-29,275083	-71,591583	12,23	0,795	0,00972	0,00	0,00	0,000	0,000
133	-29,272083	-71,583167	12,37	1,032	0,01277	7,87	0,00	2,975	0,000
134	-29,290917	-71,599500	12,61	0,839	0,01058	74,39	0,00	20,072	29,757
135	-29,318250	-71,472667	13,47	1,092	0,01471	0,00	0,00	0,000	0,000
136	-29,325750	-71,547000	12,91	0,907	0,01171	11,12	0,00	0,930	0,111
138	-29,320083	-71,607583	12,87	0,841	0,01082	486,00	0,00	40,790	4,532
139	-29,334583	-71,539167	12,18	0,929	0,01132	12,64	0,00	1,121	0,077
140	-29,348000	-71,426167	13,35	0,924	0,01234	0,00	0,00	0,000	0,000
141	-29,364083	-71,438667	12,84	0,911	0,01170	0,00	0,00	0,000	0,000
142	-29,376833	-71,566083	12,48	0,931	0,01162	0,00	0,00	0,000	0,000
143	-29,381833	-71,456583	12,93	0,840	0,01086	0,00	0,00	34,583	0,000
144	-29,392833	-71,489500	12,47	0,888	0,01107	0,00	0,00	78,928	2,117
145	-29,396333	-71,438000	13,03	0,933	0,01216	0,00	0,00	4,476	0,000
146	-29,412583	-71,413000	12,76	0,977	0,01247	0,00	0,00	4,569	0,000
147	-29,428833	-71,473000	12,69	0,925	0,01174	0,00	0,00	83,729	5,087
148	-29,414833	-71,531667	12,29	0,831	0,01022	503,91	0,00	50,165	0,000
149	-29,429667	-71,391417	12,90	0,823	0,01063	0,00	0,00	1,506	0,000
150	-29,431333	-71,448833	12,75	1,023	0,01305	792,00	0,00	67,061	0,000
151	-29,430583	-71,565583	12,44	0,887	0,01103	434,55	0,00	37,739	0,000
152	-29,463667	-71,411667	12,16	1,076	0,01309	199,71	0,00	17,734	0,173
153	-29,450000	-71,507000	11,79	0,780	0,00920	3,94	0,00	2,526	0,057
154	-29,465417	-71,390333	12,66	0,911	0,01153	0,00	0,00	9,211	0,000
155	-29,455917	-71,488167	13,07	0,933	0,01220	287,31	0,00	33,915	0,000
156	-29,458167	-71,583000	12,21	0,915	0,01117	0,00	0,00	0,000	0,000
157	-29,464250	-71,583583	12,36	0,888	0,01097	0,00	0,00	0,726	0,000
158	-29,472250	-71,511167	12,57	1,028	0,01292	0,00	0,00	0,000	0,000
159	-29,508167	-71,386417	12,02	0,813	0,00977	0,00	0,00	24,268	0,000
160	-29,489583	-71,456500	13,11	0,908	0,01190	134,23	0,00	13,821	0,000
161	-29,492333	-71,502500	12,49	1,043	0,01303	0,00	0,00	1,304	0,835
162	-29,542750	-71,409250	12,54	0,973	0,01220	303,06	0,00	26,099	0,468
163	-29,525000	-71,471500	12,65	0,851	0,01076	0,00	0,00	0,000	0,000
164	-29,554667	-71,422917	12,48	0,861	0,01074	18,67	0,00	2,692	0,000
165	-29,574000	-71,436833	12,39	0,819	0,01014	0,18	0,00	0,880	0,000
166	-29,592083	-71,387667	12,90	0,932	0,01201	0,00	1.885,68	95,323	157,907
167	-29,611917	-71,371750	12,66	0,876	0,01109	540,00	0,00	46,055	0,000

IDP	LATITUD	LONGITUD	A.P.A.	DR (Km)	AB (Km2)	CAPT. LA	CAPT. LC	CPUA LA (Ton/Km2)	CPUA LC (Ton/Km2)
168	-29,605667	-71,423333	12,32	0,968	0,01193	229,50	0,00	40,227	0,000
169	-29,627417	-71,389417	12,70	0,923	0,01172	0,00	355,94	13,842	50,453
170	-29,647417	-71,372333	12,38	0,884	0,01095	0,00	897,07	3,395	78,233
171	-29,661083	-71,359250	12,64	0,870	0,01100	34,08	500,08	10,397	65,385
172	-29,677667	-71,370750	12,27	0,888	0,01090	163,21	197,27	28,738	34,737
173	-29,692917	-71,361167	12,62	0,985	0,01243	0,27	165,93	0,457	14,945
174	-29,702333	-71,370417	13,20	0,962	0,01270	288,29	461,32	78,648	53,937
175	-29,689500	-71,402167	12,31	0,933	0,01148	1,17	0,00	1,028	1,471
176	-29,711083	-71,373583	12,82	0,986	0,01264	12,56	858,14	10,756	80,179
177	-29,721833	-71,403083	12,09	0,815	0,00985	2,85	0,00	5,087	0,000
182	-29,770667	-71,363667	12,76	0,901	0,01151	0,00	0,00	0,000	0,000
183	-29,771833	-71,384833	12,04	0,938	0,01129	70,89	28,11	19,662	7,796
184	-29,763917	-71,419917	11,95	0,958	0,01145	0,00	0,00	0,381	1,133
185	-29,778992	-71,385308	12,86	0,959	0,01233	0,00	1.030,27	6,579	86,523
186	-29,795100	-71,353967	12,80	0,934	0,01196	0,00	0,00	0,000	0,000
187	-29,811892	-71,347833	12,92	0,945	0,01222	0,00	180,00	0,000	15,041
188	-29,855250	-71,356667	12,48	0,834	0,01041	0,00	5,96	174,007	12,900
189	-29,862500	-71,369250	12,55	1,009	0,01265	0,00	384,81	45,647	47,322
190	-29,883833	-71,415500	12,89	0,888	0,01144	92,69	0,00	15,535	0,000
191	-29,895500	-71,398333	12,88	0,794	0,01022	98,52	0,00	13,771	4,345
192	-29,897833	-71,420167	12,91	0,987	0,01274	143,07	0,00	19,949	1,690
193	-29,926417	-71,422833	12,61	0,966	0,01218	55,63	0,00	9,532	4,347
194	-29,939417	-71,435167	12,31	0,897	0,01104	33,54	0,00	5,887	0,000
195	-29,986167	-71,438917	12,30	0,827	0,01017	0,00	3,67	4,711	1,609
196	-30,024250	-71,438750	12,82	0,983	0,01260	0,00	0,00	0,000	0,000
197	-30,010250	-71,468083	12,29	0,959	0,01179	18,38	0,00	1,615	18,948
198	-30,038000	-71,437500	12,80	0,966	0,01237	0,00	0,00	0,000	0,000
199	-30,053000	-71,454333	12,91	0,787	0,01016	0,00	566,40	21,155	67,694
200	-30,057750	-71,466500	12,25	0,978	0,01198	88,76	0,00	15,650	0,426
201	-30,075083	-71,492083	12,37	0,810	0,01002	0,00	0,00	0,444	0,042
202	-30,108667	-71,472417	12,48	0,941	0,01174	13,85	0,00	2,396	0,000
203	-30,091750	-71,499750	11,99	0,777	0,00932	0,00	0,00	0,183	0,000
204	-30,123167	-71,509750	12,34	0,767	0,00947	90,59	0,00	19,816	0,000
205	-30,139917	-71,496583	13,08	0,963	0,01260	185,05	0,00	15,281	0,146
206	-30,128167	-71,501250	12,62	0,843	0,01063	72,26	0,00	7,068	0,000
207	-30,143667	-71,521250	12,05	0,905	0,01091	183,49	0,00	16,443	0,000
208	-30,140500	-71,567583	12,05	1,064	0,01283	0,00	0,00	0,000	0,000
209	-30,157167	-71,570583	12,25	0,951	0,01165	0,00	0,00	0,000	0,140
210	-30,181000	-71,502000	12,64	0,996	0,01259	180,41	0,00	15,411	1,022
211	-30,187417	-71,606417	12,10	0,821	0,00993	31,99	0,00	7,615	0,000
212	-30,198833	-71,583750	12,96	0,922	0,01194	551,48	0,00	45,953	0,000
213	-30,199167	-71,606083	12,76	0,754	0,00963	312,76	0,00	26,473	0,000
214	-30,215583	-71,561333	12,34	0,931	0,01149	0,00	360,00	0,000	31,508
215	-30,208917	-71,571583	12,53	0,937	0,01174	0,00	144,54	25,644	12,459
216	-30,390417	-71,732917	12,16	0,851	0,01035	0,00	0,00	0,000	0,000
217	-30,410917	-71,741333	11,64	0,811	0,00944	0,00	0,00	0,000	0,000
218	-30,443000	-71,735250	12,44	0,780	0,00971	406,92	0,00	35,338	0,000
219	-30,568000	-71,774167	12,61	0,962	0,01213	0,00	0,00	0,000	0,000
220	-30,620333	-71,770500	11,74	0,929	0,01091	0,00	0,00	0,000	0,000

IDP	LATITUD	LONGITUD	A.P.A.	DR (Km)	AB (Km2)	CAPT. LA	CAPT. LC	CPUA LA (Ton/Km2)	CPUA LC (Ton/Km2)
221	-30,662500	-71,760250	11,57	0,862	0,00997	42,58	0,00	3,976	0,000
222	-30,743667	-71,757167	11,93	0,926	0,01105	41,42	0,00	3,749	0,000
223	-30,805083	-71,760333	12,19	0,945	0,01152	100,14	0,00	8,869	0,000
224	-30,880000	-71,742500	12,47	0,901	0,01124	0,00	0,00	0,000	0,000
225	-30,937500	-71,740917	11,99	0,848	0,01017	157,32	0,00	14,169	0,000
226	-30,937167	-71,747333	12,23	0,974	0,01192	0,00	0,00	0,000	0,000
227	-30,996750	-71,732333	12,16	0,879	0,01069	0,00	0,00	0,000	0,000
228	-31,021917	-71,737083	12,33	0,799	0,00985	0,00	0,00	0,000	0,000
229	-31,053583	-71,739167	12,52	0,834	0,01044	0,00	0,00	0,000	0,000
230	-31,042583	-71,746750	12,13	0,950	0,01152	0,00	0,00	0,000	0,000
231	-31,124417	-71,729583	12,51	0,965	0,01208	306,00	0,00	26,411	0,000
232	-31,162167	-71,722833	12,72	0,888	0,01129	274,59	0,00	23,316	0,000
233	-31,182250	-71,704667	12,53	0,817	0,01024	0,00	0,00	0,000	0,000
234	-31,181333	-71,730583	12,18	0,902	0,01099	0,00	0,00	0,000	0,000
235	-31,226167	-71,723333	12,43	0,819	0,01018	0,00	0,00	0,000	0,000
236	-31,265833	-71,732417	12,42	0,925	0,01148	0,00	0,00	0,000	0,000
237	-31,284750	-71,704417	12,16	0,816	0,00992	0,00	0,00	0,000	0,000
238	-31,382083	-71,668333	12,54	1,041	0,01305	0,00	0,00	0,000	0,000
239	-31,245000	-71,700833	12,80	0,924	0,01183	0,00	0,00	1,646	0,000
240	-31,401000	-71,645417	12,59	0,998	0,01257	0,00	0,00	0,000	0,000
241	-31,436083	-71,666750	11,84	0,814	0,00963	0,00	0,00	0,000	0,000
242	-31,452583	-71,635000	13,08	0,920	0,01203	9,00	0,00	0,743	0,000
243	-31,465167	-71,670000	12,71	0,843	0,01071	0,00	0,00	0,000	0,000
244	-31,504000	-71,632667	13,24	0,779	0,01032	90,00	0,00	7,339	0,000
245	-31,527417	-71,651333	12,64	0,869	0,01098	1.908,00	0,00	163,050	0,000
246	-31,562417	-71,673333	12,86	1,021	0,01314	489,49	0,00	28,020	0,000
247	-31,618417	-71,668083	10,98	0,943	0,01036	0,00	0,00	0,000	0,000
248	-31,629000	-71,678083	13,18	0,845	0,01113	0,00	0,00	1,523	0,000
249	-31,678250	-71,661083	13,18	0,922	0,01215	198,00	0,00	16,229	0,000
250	-31,753583	-71,649333	13,04	0,878	0,01145	229,40	0,00	18,997	0,000
251	-31,780833	-71,641167	13,08	0,892	0,01167	180,00	0,00	14,859	0,000
252	-31,842000	-71,663250	12,50	0,937	0,01171	0,00	0,00	0,000	0,000
253	-31,841417	-71,679417	13,13	0,940	0,01234	0,00	0,00	0,000	0,000
254	-31,880167	-71,657167	12,94	0,817	0,01057	684,00	0,00	57,101	0,000
255	-31,904250	-71,647917	12,83	0,836	0,01072	810,00	0,00	68,173	0,000
256	-31,926250	-71,674667	12,01	0,810	0,00973	0,00	0,00	0,000	0,000
257	-31,960667	-71,658750	12,60	1,087	0,01370	0,00	0,00	0,000	0,000
258	-31,968333	-71,633250	12,80	1,041	0,01332	234,00	0,00	19,750	0,000
259	-31,950083	-71,649667	12,90	0,905	0,01167	30,46	0,00	2,550	0,000
260	-32,032250	-71,599583	12,45	0,876	0,01090	270,00	0,00	23,426	0,000
261	-32,032833	-71,643000	12,12	0,895	0,01085	0,00	0,00	0,000	0,000
262	-32,048083	-71,621500	13,04	0,736	0,00960	198,00	0,00	16,396	0,000
263	-32,060250	-71,649583	12,19	0,933	0,01137	0,00	0,00	0,000	0,000
264	-32,072083	-71,609417	12,84	0,880	0,01130	180,00	0,00	15,145	0,000
265	-32,091917	-71,601333	12,32	1,020	0,01257	270,00	0,00	23,663	0,000
266	-32,098583	-71,626750	12,46	0,865	0,01077	41,34	0,00	5,376	0,000
267	-32,092917	-71,638750	12,22	0,946	0,01156	0,00	0,00	2,772	0,000
268	-32,120750	-71,611583	13,06	0,943	0,01231	288,00	0,00	23,820	0,000

IDP	LATITUD	LONGITUD	A.P.A.	DR (Km)	AB (Km2)	CAPT. LA	CAPT. LC	CPUA LA (Ton/Km2)	CPUA LC (Ton/Km2)
269	-32,133083	-71,596500	13,81	0,795	0,01097	342,00	0,00	26,753	0,000
270	-32,137000	-71,623083	12,98	0,940	0,01221	50,25	0,00	4,180	0,000
271	-32,128750	-71,603167	12,63	0,903	0,01139	360,00	0,00	30,793	0,000
272	-32,132000	-71,613083	13,02	0,917	0,01193	138,30	0,00	11,474	0,000
273	-32,141917	-71,602083	12,61	0,898	0,01132	252,00	0,00	21,590	0,000
274	-32,142083	-71,617833	12,47	0,839	0,01046	252,00	0,00	21,827	0,000
275	-32,155083	-71,627750	12,64	1,027	0,01297	0,00	0,00	1,157	0,000
276	-32,155667	-71,614167	12,99	0,901	0,01171	252,00	0,00	20,945	0,000
277	-32,190750	-71,646500	12,61	0,889	0,01121	0,00	0,00	0,000	0,000
279	-32,187417	-71,652583	12,81	0,949	0,01216	0,00	0,00	0,000	0,000
291	-32,357000	-71,598250	13,09	0,874	0,01145	0,00	0,00	0,224	0,000
293	-32,393083	-71,586167	13,02	0,874	0,01138	18,82	0,00	1,561	0,000
294	-32,390167	-71,605000	12,50	0,757	0,00947	0,00	0,00	0,000	0,000
295	-32,439500	-71,597750	13,07	1,073	0,01401	0,00	0,00	2,405	0,000
296	-32,459250	-71,627167	12,63	0,911	0,01151	0,00	0,00	0,000	0,000
297	-32,469000	-71,615667	12,75	0,851	0,01084	0,00	0,00	0,000	0,000
298	-32,489750	-71,595500	12,73	0,878	0,01119	0,00	0,00	0,958	0,000
299	-32,518667	-71,591000	12,53	0,856	0,01072	80,57	0,00	6,945	0,000
300	-32,530917	-71,632250	12,81	0,839	0,01075	0,00	0,00	3,007	0,000
301	-32,557083	-71,586833	13,07	0,943	0,01233	216,00	0,00	17,842	0,000
302	-32,593333	-71,638417	12,68	1,035	0,01313	0,00	0,00	15,328	0,000
303	-32,609583	-71,618583	12,83	0,873	0,01121	0,00	0,00	6,461	0,000
304	-32,605500	-71,646500	12,59	1,003	0,01262	0,00	0,00	0,000	0,000
305	-32,642500	-71,605667	12,75	1,035	0,01320	702,00	0,00	59,475	0,000
306	-32,669000	-71,620583	12,65	0,814	0,01029	378,00	0,00	32,281	0,000
307	-32,691667	-71,655000	12,24	1,000	0,01225	0,00	0,00	0,000	0,000
308	-32,714167	-71,655750	12,39	1,005	0,01244	0,00	0,00	0,389	0,000
309	-32,733500	-71,653000	11,93	0,938	0,01118	129,23	0,00	11,702	0,000
310	-32,780500	-71,652333	12,27	0,909	0,01115	0,00	0,00	1,548	0,000
311	-32,816250	-71,683750	12,90	0,832	0,01073	130,90	0,00	10,962	0,000
312	-32,834667	-71,664500	13,62	0,880	0,01199	254,04	0,00	20,138	0,000
313	-32,843417	-71,653167	13,05	0,889	0,01160	360,00	0,00	29,791	0,000
314	-32,873417	-71,672000	12,93	0,874	0,01130	720,00	0,00	60,144	0,000
315	-32,884167	-71,689583	12,85	0,872	0,01121	630,00	0,00	52,954	0,000
316	-32,903583	-71,700833	12,75	1,002	0,01278	900,00	0,00	76,247	0,000
317	-32,924250	-71,716583	13,13	0,821	0,01078	1.260,00	0,00	103,601	0,000
318	-32,939917	-71,725167	13,09	0,891	0,01167	1.530,00	0,00	126,186	0,000
319	-32,955417	-71,759417	12,51	0,936	0,01172	1.175,04	0,00	101,418	0,000
320	-32,973083	-71,786667	12,86	0,926	0,01190	0,00	0,00	0,000	0,000
321	-33,009917	-71,803500	12,67	0,866	0,01097	0,00	0,00	0,000	0,000
322	-33,012833	-71,799917	12,34	0,915	0,01128	0,00	0,00	0,000	0,000
327	-33,026833	-71,826500	12,11	0,938	0,01137	0,00	0,00	0,000	0,000
330	-33,050417	-71,836917	12,19	0,919	0,01120	0,00	0,00	0,000	0,000
334	-33,136167	-71,855583	12,54	0,910	0,01141	0,00	0,00	0,000	0,000
335	-33,161250	-71,871583	12,33	1,017	0,01254	0,00	0,00	0,000	0,000
336	-33,192667	-71,871250	12,61	1,038	0,01309	0,00	0,00	0,000	0,000
337	-33,222500	-71,857583	13,14	0,925	0,01215	425,77	0,00	34,997	0,000
338	-33,241750	-71,865083	12,86	0,876	0,01126	0,00	0,00	0,000	2,845
339	-33,273500	-71,849833	12,83	1,001	0,01284	594,00	0,00	49,994	0,000

IDP	LATITUD	LONGITUD	A.P.A.	DR (Km)	AB (Km2)	CAPT. LA	CAPT. LC	CPUA LA (Ton/Km2)	CPUA LC (Ton/Km2)
340	-33,270917	-71,870500	12,80	1,056	0,01352	0,00	0,00	0,700	0,000
341	-33,273333	-71,883250	12,37	0,851	0,01053	0,00	0,00	0,000	0,000
342	-33,326917	-71,851500	12,73	1,011	0,01287	124,47	0,00	10,559	7,339
343	-33,345000	-71,869833	12,32	0,853	0,01051	0,00	0,00	0,000	0,000
344	-33,356083	-71,868917	12,50	0,797	0,00996	0,00	0,00	0,000	0,000
345	-33,372500	-71,878750	12,41	0,868	0,01077	0,00	0,00	0,000	0,000
346	-33,397083	-71,853083	12,73	0,873	0,01111	82,37	0,00	6,988	7,402
347	-33,418583	-71,847083	12,99	0,832	0,01081	630,00	0,00	52,363	0,000
348	-33,438083	-71,860167	12,69	0,990	0,01256	233,65	0,00	19,884	1,558
349	-33,457000	-71,839167	12,81	0,816	0,01045	720,00	0,00	60,712	0,000
350	-33,476833	-71,800667	13,05	0,895	0,01168	378,00	0,00	31,281	0,000
351	-33,461083	-71,820000	12,91	0,868	0,01121	342,00	0,00	28,612	0,000
352	-33,455333	-71,863583	12,58	0,910	0,01145	0,00	0,00	0,000	0,000
353	-33,484917	-71,822500	12,67	0,870	0,01102	38,40	0,00	3,274	0,000
354	-33,572167	-71,888917	12,52	0,895	0,01120	295,40	0,00	25,471	13,014
355	-33,586000	-71,876833	12,75	0,957	0,01220	148,61	0,00	12,590	4,184
356	-33,580625	-71,906608	12,89	0,775	0,00999	182,16	0,00	15,264	22,443
357	-33,586500	-71,953833	12,39	0,888	0,01100	504,26	0,00	43,962	0,000
358	-33,593083	-71,992500	12,26	1,158	0,01419	0,00	0,00	0,000	0,000
359	-33,603667	-71,906500	13,01	0,860	0,01118	0,00	180,00	0,000	14,942
360	-33,612250	-71,972583	12,83	0,963	0,01235	591,11	0,00	49,750	0,000
361	-33,623750	-71,921583	13,05	0,945	0,01233	0,00	864,00	0,000	71,498
362	-33,637917	-71,955417	12,89	0,928	0,01197	0,00	270,00	0,000	22,624
363	-33,630417	-71,970833	13,20	0,961	0,01269	1.152,00	0,00	94,282	0,000
364	-33,654333	-71,955083	13,03	0,789	0,01028	0,00	828,00	0,000	68,629
365	-33,646667	-71,987750	13,22	0,904	0,01195	1.086,56	0,00	88,792	6,819
366	-33,690325	-72,032500	12,22	0,905	0,01106	0,00	0,00	0,000	0,000
367	-33,705583	-72,024500	12,95	0,891	0,01154	588,53	0,00	49,069	0,000
368	-33,724167	-72,025333	13,17	0,943	0,01243	671,78	0,00	55,065	0,000
369	-33,752083	-71,954667	12,92	0,843	0,01089	0,00	141,24	0,231	11,801
370	-33,741500	-72,050667	12,90	0,815	0,01051	0,00	0,00	0,639	0,000
371	-33,767083	-71,976250	12,82	0,785	0,01006	0,00	216,00	0,000	18,190
372	-33,765833	-72,070083	12,79	1,061	0,01356	0,00	0,00	0,000	0,000
373	-33,783167	-71,992333	12,72	0,835	0,01062	0,00	180,00	0,000	15,279
374	-33,765750	-72,006083	13,11	0,910	0,01193	0,00	144,00	0,000	11,862
375	-33,812083	-71,991167	12,86	0,919	0,01183	0,00	144,00	0,000	12,089
376	-33,815500	-72,101417	12,97	0,910	0,01181	0,00	0,00	0,000	0,000
377	-33,874583	-72,122250	13,08	0,913	0,01194	0,00	0,00	1,727	0,000
378	-33,887333	-72,119750	13,24	0,814	0,01078	0,00	0,00	2,372	0,534
379	-33,929583	-72,136417	12,79	0,873	0,01117	0,00	0,00	0,437	0,000
380	-34,089083	-72,172667	13,22	0,841	0,01112	0,00	56,63	21,842	4,626
381	-34,090000	-72,204500	12,84	0,853	0,01095	1.224,00	0,00	102,952	0,000
382	-34,106500	-72,223333	12,21	0,914	0,01116	0,00	0,00	7,776	0,000
383	-34,118667	-72,152667	12,97	0,895	0,01161	0,00	97,85	9,835	8,146
384	-34,133417	-72,172750	12,71	1,056	0,01342	0,00	460,95	2,129	39,165
385	-34,162333	-72,189083	12,92	0,925	0,01195	0,00	168,00	28,093	14,046
386	-34,175083	-72,206250	12,55	1,094	0,01374	142,10	0,00	12,225	0,000
387	-34,170083	-72,247417	12,28	1,027	0,01261	0,00	0,00	0,000	0,000

IDP	LATITUD	LONGITUD	A.P.A.	DR (Km)	AB (Km2)	CAPT. LA	CAPT. LC	CPUA LA (Ton/Km2)	CPUA LC (Ton/Km2)
388	-34,206333	-72,185250	12,84	0,888	0,01140	0,00	0,00	0,000	0,000
389	-34,191250	-72,231500	12,17	0,968	0,01178	0,00	0,00	0,512	0,000
390	-34,246500	-72,186250	12,78	0,945	0,01207	108,00	0,00	9,130	0,000
391	-34,250667	-72,212500	12,53	0,964	0,01208	49,09	0,00	4,230	0,000
392	-34,274083	-72,168167	12,86	0,842	0,01083	103,91	0,00	8,729	0,000
393	-34,295583	-72,205917	12,56	0,892	0,01120	0,00	0,00	0,000	0,000
394	-34,310000	-72,173667	13,10	0,933	0,01223	316,70	0,00	26,103	0,000
395	-34,297667	-72,239083	12,41	0,946	0,01174	0,00	0,00	0,000	0,000
396	-34,341750	-72,150000	12,94	0,864	0,01118	342,00	0,00	28,551	0,000
397	-34,327000	-72,210833	12,75	0,840	0,01071	0,00	0,00	0,000	0,000
402	-34,358500	-72,151250	12,84	0,875	0,01123	414,00	0,00	34,833	0,000
403	-34,359917	-72,204083	12,55	0,871	0,01093	0,00	0,00	0,000	0,000
404	-34,392833	-72,170583	12,84	0,852	0,01094	0,00	0,00	1,812	0,000
405	-34,406917	-72,158333	12,67	0,970	0,01229	989,59	0,00	84,320	0,000
406	-34,382333	-72,148083	12,90	0,831	0,01072	882,00	0,00	73,859	0,000
407	-34,389917	-72,197750	12,47	0,871	0,01086	0,00	0,00	0,000	0,000
408	-34,388750	-72,200333	12,61	0,981	0,01237	0,00	0,00	0,000	0,000
409	-34,437333	-72,171583	13,17	0,849	0,01117	0,00	0,00	2,707	0,000
410	-34,464417	-72,196083	12,07	0,864	0,01042	0,00	0,00	0,000	0,000
411	-34,451583	-72,156250	12,82	0,834	0,01069	614,80	0,00	51,809	0,000
412	-34,474583	-72,194833	12,57	0,810	0,01018	0,00	0,00	0,000	0,000
413	-34,490667	-72,156750	13,12	0,899	0,01179	558,00	0,00	45,936	0,000
414	-34,506583	-72,154167	12,85	0,944	0,01213	648,00	0,00	54,454	0,000
415	-34,524417	-72,193833	12,50	0,797	0,00996	0,00	0,00	0,000	0,000
416	-34,554833	-72,173417	12,88	0,910	0,01172	854,27	0,00	71,647	0,000
417	-34,556750	-72,204083	11,89	0,943	0,01122	0,00	0,00	0,125	0,000
418	-34,578333	-72,205417	12,45	0,946	0,01178	0,00	0,00	0,474	0,000
419	-34,579250	-72,161833	12,79	0,907	0,01160	0,00	757,27	1,413	63,934
420	-34,607167	-72,204583	12,90	0,925	0,01194	0,00	0,00	0,000	0,000
421	-34,623333	-72,184083	12,84	0,955	0,01226	185,75	0,00	15,629	0,000
422	-34,656833	-72,158583	12,73	0,862	0,01097	0,00	743,92	8,662	63,128
423	-34,645333	-72,177833	12,73	1,036	0,01319	0,00	1.263,96	4,245	107,225
424	-34,658000	-72,220250	12,72	0,858	0,01091	0,00	0,00	0,000	0,000
425	-34,695833	-72,209083	12,98	0,982	0,01275	2.484,00	0,00	206,712	0,000
426	-34,695417	-72,242500	12,81	0,937	0,01201	0,00	0,00	0,000	0,000
427	-34,727000	-72,224417	13,12	0,831	0,01090	2.304,00	0,00	189,672	0,000
428	-34,771333	-72,256583	13,22	0,921	0,01217	2.196,00	0,00	179,400	0,000
429	-34,804167	-72,272750	12,63	0,887	0,01119	0,00	1.099,53	10,647	94,051
430	-34,850083	-72,303583	13,05	0,966	0,01262	559,32	0,00	46,271	0,000
431	-34,903333	-72,337667	12,39	0,828	0,01026	0,00	0,00	0,000	0,000
432	-34,973083	-72,573417	12,48	0,898	0,01121	0,00	0,00	0,144	0,000
433	-34,990500	-72,582167	11,74	1,112	0,01305	0,00	0,00	0,042	0,000
434	-35,085667	-72,627667	12,25	0,958	0,01174	0,00	0,00	0,793	0,000
435	-35,118250	-72,645583	12,23	0,913	0,01117	0,00	0,00	0,039	0,000
436	-35,273500	-72,623750	12,78	0,929	0,01187	0,00	0,00	0,000	0,000
437	-35,387833	-72,974333	12,24	0,697	0,00854	0,00	0,00	0,000	0,000
438	-35,439833	-72,972583	12,57	0,927	0,01165	0,00	108,00	0,000	9,279
439	-35,748000	-72,908333	13,05	0,852	0,01111	0,00	306,00	0,000	25,322
440	-35,808083	-73,019250	12,86	1,093	0,01406	0,00	0,00	0,000	0,000

IDP	LATITUD	LONGITUD	A.P.A.	DR (Km)	AB (Km2)	CAPT. LA	CAPT. LC	CPUA LA (Ton/Km2)	CPUA LC (Ton/Km2)
441	-35,839917	-72,886417	12,81	0,834	0,01068	0,00	0,00	0,000	0,000
442	-35,886417	-72,863667	12,79	0,877	0,01121	0,00	144,00	0,000	12,161
447	-35,838833	-73,049667	12,48	0,928	0,01158	0,00	0,00	0,000	0,000
448	-35,859000	-72,902583	13,11	0,926	0,01214	0,00	144,00	0,000	11,858
449	-35,866083	-72,917500	12,99	0,984	0,01279	0,00	180,00	0,000	14,961
450	-35,859583	-72,952000	13,22	0,967	0,01279	0,00	105,65	0,192	8,631
451	-35,876333	-72,852083	12,93	0,926	0,01197	0,00	108,00	0,000	9,022
452	-35,842500	-73,029917	12,78	0,986	0,01260	0,00	0,00	0,000	0,000
453	-35,891167	-72,936000	13,16	0,889	0,01170	0,00	102,08	0,486	8,378
454	-35,922000	-72,878000	12,57	0,984	0,01236	0,00	66,30	0,490	5,698
455	-35,909500	-72,888917	13,05	0,954	0,01246	0,00	82,97	0,581	6,864
456	-35,915417	-72,902333	12,95	0,847	0,01097	0,00	72,00	0,000	6,003
457	-35,906000	-72,956083	13,26	0,983	0,01303	0,00	0,00	0,000	0,000
458	-35,911333	-72,885000	13,03	0,928	0,01209	0,00	101,25	0,419	6,292
459	-35,938917	-72,902167	12,85	0,983	0,01263	0,00	252,00	0,000	21,176
460	-35,959167	-72,917917	13,02	0,892	0,01161	0,00	129,84	0,000	10,771
461	-35,992250	-72,903500	12,71	0,907	0,01153	0,00	201,22	1,256	17,097
462	-36,007833	-72,892000	12,81	0,939	0,01203	290,83	0,00	24,516	24,038
463	-36,052417	-73,455917	12,21	0,850	0,01038	0,00	0,00	0,000	0,000
464	-36,053167	-73,445750	12,68	0,969	0,01228	0,00	0,00	0,000	2,066
465	-36,071083	-73,418583	12,63	0,907	0,01146	144,00	0,00	12,313	0,000
466	-36,092417	-72,956083	12,71	0,987	0,01255	0,00	0,00	0,000	0,000
467	-36,109083	-72,972333	12,61	0,920	0,01160	0,00	0,00	0,000	0,000
468	-36,114750	-72,937833	13,09	0,900	0,01179	0,00	216,00	0,000	17,814
469	-36,136083	-72,941417	13,07	0,893	0,01167	0,00	335,26	4,356	27,709
470	-36,139917	-72,979500	13,40	0,923	0,01237	0,00	957,24	5,543	77,162
471	-36,137750	-73,026083	12,82	1,027	0,01316	0,00	0,00	0,000	0,000
472	-36,151750	-72,953583	13,15	0,876	0,01152	0,00	864,00	0,000	70,970
473	-36,154250	-72,994167	12,92	0,898	0,01161	0,00	727,85	41,456	60,817
474	-36,143250	-73,086417	12,25	0,955	0,01170	0,00	0,00	0,000	0,000
475	-36,167917	-72,938250	13,25	0,900	0,01192	0,00	1.188,00	0,000	96,840
476	-36,164167	-73,004917	12,92	0,859	0,01111	0,00	1.246,47	4,139	104,150
477	-36,167700	-73,021667	12,88	0,922	0,01187	0,00	1.224,00	0,000	102,593
478	-36,167583	-73,111667	12,43	0,675	0,00839	0,00	153,59	0,000	13,343
479	-36,174417	-73,151500	13,06	0,857	0,01119	0,00	69,60	0,000	5,754
480	-36,183750	-72,992250	12,54	0,897	0,01125	0,00	1.008,00	0,000	86,827
481	-36,182083	-73,019083	12,90	0,967	0,01248	0,00	2.700,00	0,000	225,958
482	-36,181583	-73,060167	13,21	0,982	0,01298	0,00	1.206,00	0,000	98,581
483	-36,187333	-73,077250	13,17	0,894	0,01177	0,00	1.296,00	0,000	106,263
488	-36,185417	-73,096917	13,50	0,981	0,01324	0,00	1.098,00	0,000	87,846
489	-36,187417	-73,163917	12,98	0,900	0,01167	0,00	450,00	0,000	37,449
490	-36,182083	-73,196333	12,88	0,751	0,00967	0,00	486,00	0,000	40,762
491	-36,203917	-72,958667	12,70	0,939	0,01192	0,00	504,00	0,000	42,863
492	-36,197500	-73,067917	12,78	0,890	0,01138	0,00	2.430,00	0,000	205,287
493	-36,200750	-73,131250	13,56	0,909	0,01232	0,00	1.386,00	0,000	110,392
494	-36,201500	-73,161917	13,34	0,868	0,01158	0,00	2.430,00	0,000	196,769
495	-36,225000	-72,975500	12,72	0,750	0,00954	0,00	1.314,00	0,000	111,574
496	-36,215333	-73,026333	12,54	0,912	0,01144	0,00	954,00	0,000	82,175

IDP	LATITUD	LONGITUD	A.P.A.	DR (Km)	AB (Km2)	CAPT. LA	CAPT. LC	CPUA LA (Ton/Km2)	CPUA LC (Ton/Km2)
497	-36,214833	-73,057250	12,40	0,987	0,01223	0,00	990,00	0,000	86,253
498	-36,228083	-73,140333	13,27	0,842	0,01117	0,00	990,00	0,000	80,555
499	-36,235250	-72,978583	12,74	0,960	0,01223	0,00	1.656,00	0,000	140,383
500	-36,230083	-73,116417	12,84	0,999	0,01283	0,00	576,00	0,000	48,430
501	-36,222250	-73,525333	12,08	0,873	0,01054	0,00	0,00	26,047	0,000
503	-36,212250	-73,539083	12,94	0,808	0,01046	0,00	0,00	0,000	0,000
504	-36,253583	-73,003250	12,74	0,981	0,01250	0,00	2.934,00	0,000	248,722
505	-36,253167	-73,074667	12,46	0,857	0,01067	0,00	684,00	0,000	59,301
506	-36,259167	-73,137833	12,99	1,001	0,01299	0,00	936,00	0,000	77,843
507	-36,242500	-73,164750	12,82	0,874	0,01121	0,00	522,00	0,000	43,961
508	-36,269417	-73,007500	12,76	0,920	0,01173	0,00	1.348,59	0,119	114,144
509	-36,257917	-73,041000	12,64	0,883	0,01116	0,00	1.170,00	0,000	99,976
510	-36,267750	-73,072417	12,60	0,909	0,01144	0,00	1.224,00	0,000	104,931
511	-36,272167	-73,145917	13,03	1,025	0,01335	0,00	684,00	0,000	56,709
512	-36,264750	-73,161750	12,99	1,022	0,01327	0,00	738,00	0,000	61,376
513	-36,258500	-73,555000	12,77	1,135	0,01449	357,00	0,00	30,188	0,000
514	-36,287000	-73,011500	12,80	1,025	0,01311	0,00	1.134,00	0,000	95,681
515	-36,276750	-73,034833	12,74	0,985	0,01255	0,00	324,00	0,000	27,466
516	-36,285750	-73,101833	13,13	0,895	0,01175	0,00	1.134,00	0,000	93,297
517	-36,284833	-73,554500	13,03	0,934	0,01217	0,00	0,00	52,202	0,000
518	-36,305333	-73,022417	12,86	0,907	0,01166	0,00	252,00	0,000	21,162
519	-36,305250	-73,070833	12,68	0,944	0,01197	0,00	972,00	0,000	82,795
520	-36,319417	-73,055750	13,29	0,945	0,01256	0,00	324,00	0,000	26,331
525	-36,315417	-73,156167	12,58	0,897	0,01128	0,00	846,00	0,000	72,641
526	-36,334000	-73,090750	12,74	0,953	0,01214	0,00	0,00	0,000	0,000
527	-36,336167	-73,152250	12,60	0,974	0,01228	0,00	1.116,00	0,000	95,672
528	-36,351000	-73,105250	12,74	0,969	0,01234	0,00	9,00	0,000	0,763
529	-36,370917	-73,105000	12,78	0,867	0,01108	0,00	0,00	0,000	0,000
530	-36,372583	-73,530167	13,24	0,903	0,01196	0,00	319,35	29,745	26,050
531	-36,386083	-73,137833	12,70	0,875	0,01111	0,00	0,00	0,000	0,000
532	-36,407833	-73,190250	13,09	0,910	0,01191	0,00	144,00	0,000	11,883
533	-36,388083	-73,536083	13,12	0,899	0,01180	923,35	0,00	75,989	6,967
534	-36,421583	-73,102917	12,78	0,984	0,01258	0,00	0,00	0,000	0,000
535	-36,419667	-73,178167	12,66	0,877	0,01111	0,00	72,00	0,000	6,143
536	-36,436417	-73,107000	12,88	0,788	0,01015	0,00	0,00	0,000	0,000
537	-36,427083	-73,187750	12,60	1,050	0,01323	0,00	72,00	0,000	6,172
538	-36,424250	-73,527083	12,67	0,950	0,01204	0,00	286,70	3,179	24,436
539	-36,453083	-73,122500	12,80	0,920	0,01177	0,00	0,00	0,000	0,000
540	-36,453167	-73,544417	12,57	0,779	0,00980	0,00	0,00	4,191	0,000
541	-36,469500	-73,121333	12,86	0,885	0,01138	0,00	0,00	0,000	0,000
542	-36,472667	-73,195000	12,60	0,948	0,01194	0,00	216,00	0,000	18,517
543	-36,445250	-73,536083	12,51	0,877	0,01097	50,04	0,00	4,320	0,000
544	-36,490333	-73,204083	12,56	0,926	0,01163	0,00	252,00	0,000	21,672
545	-36,508417	-73,087583	13,06	0,760	0,00993	0,00	0,00	0,000	0,000
546	-36,506750	-73,153167	12,78	0,886	0,01132	0,00	0,00	0,000	0,000
547	-36,504083	-73,226583	12,50	1,039	0,01299	0,00	4,50	0,000	0,389
548	-36,506450	-73,275825	12,88	0,890	0,01146	0,00	288,00	0,000	24,140
549	-36,486833	-73,527917	12,97	0,983	0,01275	0,00	42,01	0,998	3,498
550	-36,520167	-73,172833	12,74	0,795	0,01012	0,00	0,00	0,000	0,000

IDP	LATITUD	LONGITUD	A.P.A.	DR (Km)	AB (Km2)	CAPT. LA	CAPT. LC	CPUA LA (Ton/Km2)	CPUA LC (Ton/Km2)
551	-36,527500	-73,180333	12,68	0,841	0,01067	0,00	36,00	0,000	3,066
556	-36,518000	-73,277583	12,86	0,884	0,01138	0,00	288,00	0,000	24,178
557	-36,542833	-73,206917	12,54	0,892	0,01118	0,00	288,00	0,000	24,809
558	-36,543833	-73,563417	12,55	0,852	0,01069	126,00	0,00	10,846	0,000
559	-36,525333	-73,571083	13,10	0,966	0,01266	0,00	0,00	0,863	0,000
560	-36,539333	-73,533000	12,83	0,894	0,01146	0,00	0,00	0,000	0,000
561	-36,556417	-73,255750	12,88	0,959	0,01235	0,00	630,00	0,000	52,805
562	-36,569417	-73,220417	12,99	1,096	0,01423	0,00	450,00	0,000	37,425
563	-36,569833	-73,581000	12,98	1,000	0,01298	0,00	0,00	0,000	0,000
564	-36,597333	-73,253000	12,86	0,977	0,01256	0,00	1.116,00	0,000	93,688
565	-36,620833	-73,255250	12,86	1,000	0,01287	0,00	486,00	0,000	40,800
566	-36,639583	-73,257333	12,88	1,176	0,01516	0,00	684,00	0,000	57,332
567	-36,654167	-73,265583	12,82	1,013	0,01299	0,00	576,00	0,000	48,507
568	-36,658667	-73,291250	12,02	1,087	0,01306	0,00	846,00	0,000	60,794
569	-36,642833	-73,563167	13,02	0,885	0,01152	0,00	0,00	0,881	0,000
570	-36,678417	-73,568500	12,86	0,941	0,01211	0,00	0,00	0,000	0,000
571	-36,703417	-73,307333	12,64	0,945	0,01195	0,00	540,00	0,000	46,130
572	-36,690833	-73,355083	12,11	0,932	0,01129	0,00	288,00	0,000	25,677
573	-36,723000	-73,322417	13,07	1,013	0,01324	0,00	324,00	0,000	26,771
574	-36,705583	-73,364000	13,09	1,070	0,01401	0,00	324,00	0,000	26,730
575	-36,728833	-73,361167	13,05	0,826	0,01078	0,00	324,00	0,000	26,813
576	-36,847250	-73,395750	12,48	0,909	0,01135	0,00	0,00	0,000	0,000
577	-36,866083	-73,333750	12,99	0,888	0,01153	318,88	0,00	26,512	1,922
578	-36,861833	-73,361583	12,83	0,859	0,01101	72,00	0,00	6,062	0,000
579	-36,882167	-73,291500	12,56	0,876	0,01099	0,00	648,00	0,000	55,729
580	-36,883917	-73,319333	12,76	0,894	0,01142	0,00	756,00	0,000	63,968
581	-36,874667	-73,399000	12,93	0,913	0,01180	123,78	0,00	10,340	0,185
582	-36,895583	-73,355917	12,50	0,928	0,01159	0,00	720,00	0,000	62,223
583	-36,894500	-73,402250	13,19	0,929	0,01226	0,00	76,50	4,052	6,263
584	-36,922250	-73,333333	12,56	0,805	0,01011	0,00	810,00	0,000	69,661
585	-36,911417	-73,370000	12,54	0,982	0,01231	0,00	630,00	0,000	54,267
586	-36,922167	-73,402833	13,35	0,854	0,01140	0,00	90,00	0,000	7,279
587	-36,928417	-73,308583	12,35	0,946	0,01168	0,00	810,00	0,000	70,823
588	-36,924000	-73,366750	12,58	0,895	0,01126	0,00	810,00	0,000	69,550
589	-36,939167	-73,417167	13,43	0,938	0,01260	0,00	954,00	0,000	76,694
590	-36,950667	-73,344333	12,74	0,927	0,01181	0,00	990,00	0,000	83,925
591	-36,952083	-73,378750	12,64	0,904	0,01142	0,00	846,00	0,000	72,290
2998	-29,478417	-71,469417	13,01	4,604	0,05989	709,99	0,00	17,672	0,000
2999	-29,487667	-71,453333	12,80	4,972	0,06365	713,97	0,00	10,212	0,000
3000	-30,208333	-71,551667	12,67	1,885	0,02387	0,00	2.520,00	0,000	87,106
3001	-30,212417	-71,540333	12,64	1,308	0,01654	0,00	0,00	0,000	17,823
3002	-30,220833	-71,552750	12,76	1,855	0,02368	0,00	0,00	0,000	17,134
3003	-30,228583	-71,578667	12,92	3,663	0,04734	0,00	1.692,00	0,000	35,344
3004	-30,223250	-71,576333	12,86	4,135	0,05319	0,00	1.242,00	0,000	19,797
3005	-30,230417	-71,576167	13,05	4,559	0,05947	0,00	2.088,00	0,000	31,618
3006	-30,221000	-71,711000	12,92	2,216	0,02865	0,00	532,67	1,989	13,352
3007	-30,226000	-71,527000	12,92	3,916	0,05062	0,00	0,00	10,712	23,128
3008	-30,226667	-71,580250	12,82	2,914	0,03736	0,00	522,00	0,000	13,737

IDP	LATITUD	LONGITUD	A.P.A.	DR (Km)	AB (Km2)	CAPT. LA	CAPT. LC	CPUA LA (Ton/Km2)	CPUA LC (Ton/Km2)
3009	-30,236167	-71,587667	12,86	3,890	0,05004	0,00	1.062,00	0,000	16,309
3010	-30,243583	-71,558500	13,41	3,987	0,05348	0,00	900,00	0,000	14,688
3011	-30,219917	-71,555500	13,35	5,829	0,07783	0,00	2.700,00	0,000	31,195
3012	-30,230250	-71,564833	13,05	5,027	0,06558	0,00	1.944,00	0,000	26,238
3013	-30,229917	-71,568917	12,99	4,797	0,06229	0,00	1.944,00	0,000	29,940
3014	-30,217167	-71,566917	12,92	3,162	0,04087	0,00	2.016,00	0,000	194,371
3015	-30,228583	-71,576250	13,03	4,451	0,05797	0,00	2.430,00	0,000	30,838
3016	-30,227500	-71,610917	13,01	4,573	0,05947	0,00	1.746,00	0,000	21,967
3017	-30,230667	-71,558333	13,05	3,403	0,04439	0,00	1.440,00	0,000	24,833
3018	-31,924917	-71,641083	12,79	4,928	0,06304	1.764,00	0,00	25,678	0,000
3019	-33,369667	-71,824417	12,85	1,830	0,02351	506,08	0,00	20,583	0,000
3020	-33,399750	-71,819500	12,87	3,891	0,05007	659,54	0,00	12,392	15,678
3021	-32,649333	-71,608750	12,73	5,747	0,07314	2.592,00	0,00	38,363	0,000
3022	-33,433333	-71,845167	13,09	5,106	0,06685	1.764,00	0,00	25,979	0,000
3023	-33,430167	-71,843583	13,17	4,940	0,06508	1.494,00	0,00	21,359	0,000
3024	-33,638750	-71,930667	13,05	5,379	0,07020	0,00	0,00	0,000	0,000
3025	-33,641417	-71,930250	13,09	3,661	0,04792	0,00	0,00	0,000	0,000
3026	-33,627417	-71,904500	13,11	4,065	0,05329	0,00	2.484,00	0,000	42,044
3027	-33,637000	-71,920500	13,13	5,279	0,06932	0,00	3.996,00	0,000	56,020
3028	-33,642750	-71,931333	13,07	6,312	0,08249	0,00	4.716,00	0,000	53,136
3029	-33,619833	-71,922750	12,99	3,102	0,04030	0,00	2.016,00	0,000	48,349
3030	-33,636750	-71,923917	13,07	7,377	0,09641	0,00	3.114,00	0,000	31,897
3031	-33,626083	-71,921583	13,05	7,676	0,10017	0,00	3.294,00	0,000	32,196
3032	-33,634500	-71,923667	13,07	7,161	0,09360	0,00	3.348,00	0,000	30,967
3033	-33,637500	-71,934333	13,03	6,490	0,08457	0,00	2.034,00	0,000	23,856
3034	-33,654000	-71,921500	13,19	1,869	0,02465	0,00	900,00	0,000	36,840
3035	-34,369833	-72,156750	12,67	2,258	0,02862	1.062,00	0,00	34,805	0,000
3036	-33,442333	-71,848333	12,91	6,153	0,07945	2.360,55	0,00	28,204	0,000
3037	-33,801167	-72,026083	12,99	2,358	0,03062	0,00	810,00	0,000	24,051
3038	-33,759333	-72,006917	13,07	4,235	0,05535	0,00	671,34	0,838	11,556
3039	-35,753583	-73,158083	12,67	9,289	0,11768	0,00	0,00	0,000	0,000
3040	-35,827083	-73,139667	12,45	7,875	0,09801	0,00	0,00	0,000	0,000
3041	-35,816917	-73,146083	12,51	6,573	0,08221	0,00	0,00	0,000	0,000
3042	-35,745833	-73,172917	12,53	7,313	0,09164	0,00	0,00	0,000	0,000
3043	-35,863583	-73,099333	12,57	8,375	0,10526	0,00	0,00	0,000	0,000
3044	-28,041100	-71,188433	13,27	1,831	0,02430	0,00	0,00	0,000	0,000
3045	-28,073092	-71,217342	13,91	0,403	0,00560	933,42	0,00	135,905	0,000
3046	-28,160083	-71,265558	13,86	0,807	0,01118	200,00	0,00	15,585	0,000
3047	-28,159583	-71,272550	13,85	0,618	0,00856	0,00	0,00	0,000	0,000
3048	-28,180067	-71,276108	13,84	2,043	0,02828	2.000,00	0,00	75,502	0,000

Anexo 4. Características técnicas de las embarcaciones y planos de las redes utilizadas.

ANEXO 4

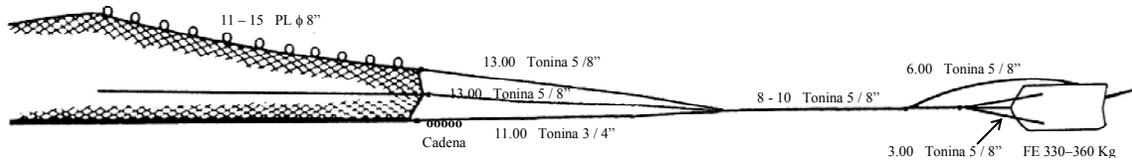
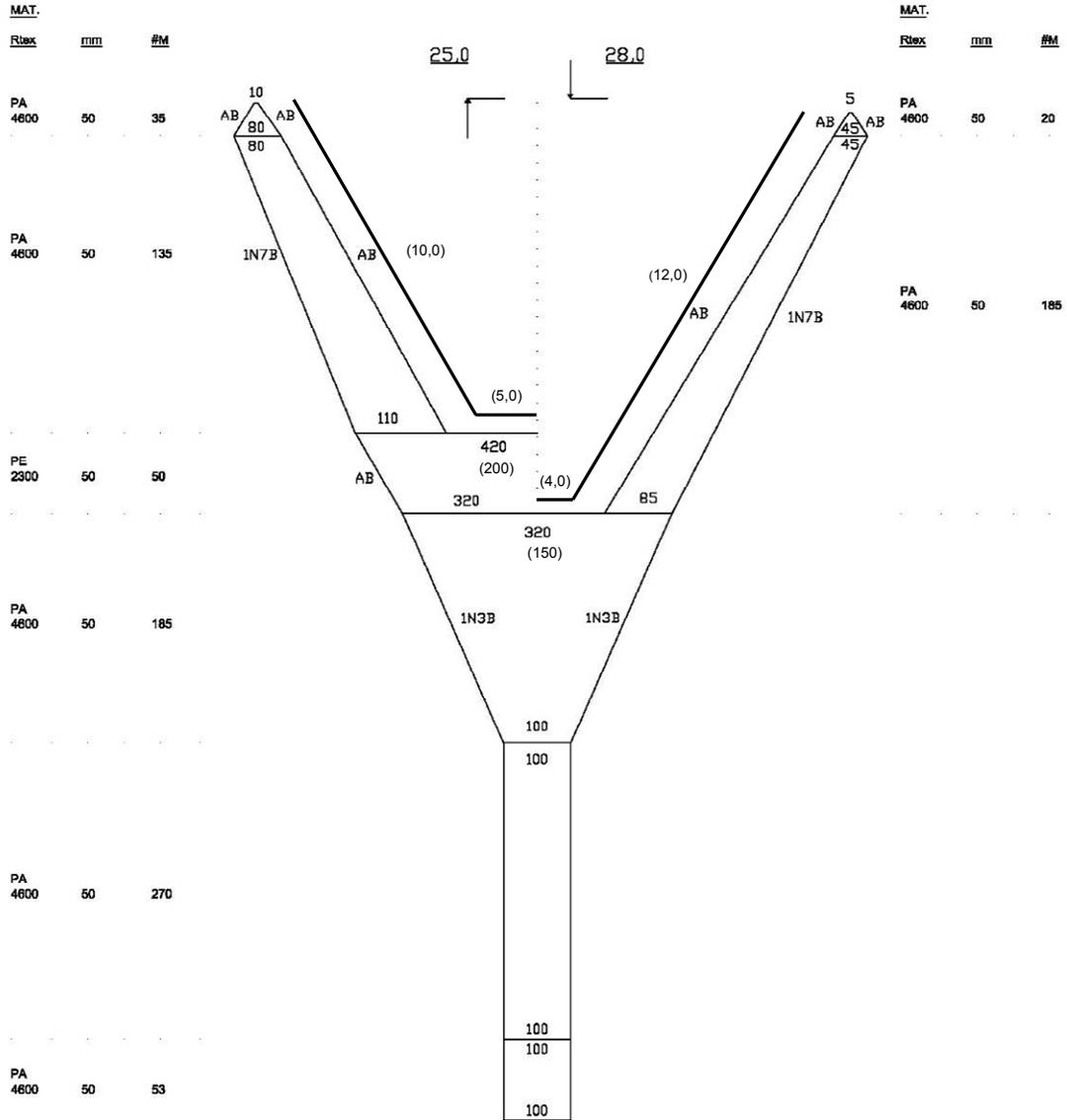
**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS
EMBARCACIONES Y PLANOS DE
LAS REDES UTILIZADAS.**

RED DE ARRASTE
Camarón-langostino
Chile

BARCO
PAM 'Foche'
Eslora 22,2 m

Bodega 138,17 m³.
T.R.G. 84,1
T.R.N. 31,6

Manga 6,63 m
Puntal 2,2 m

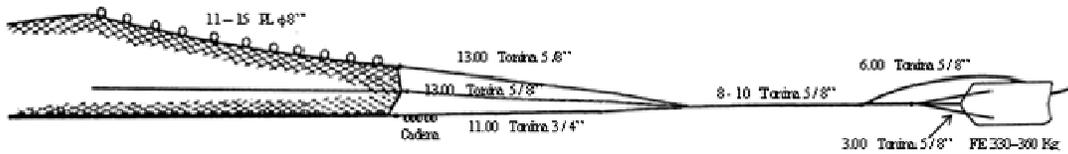
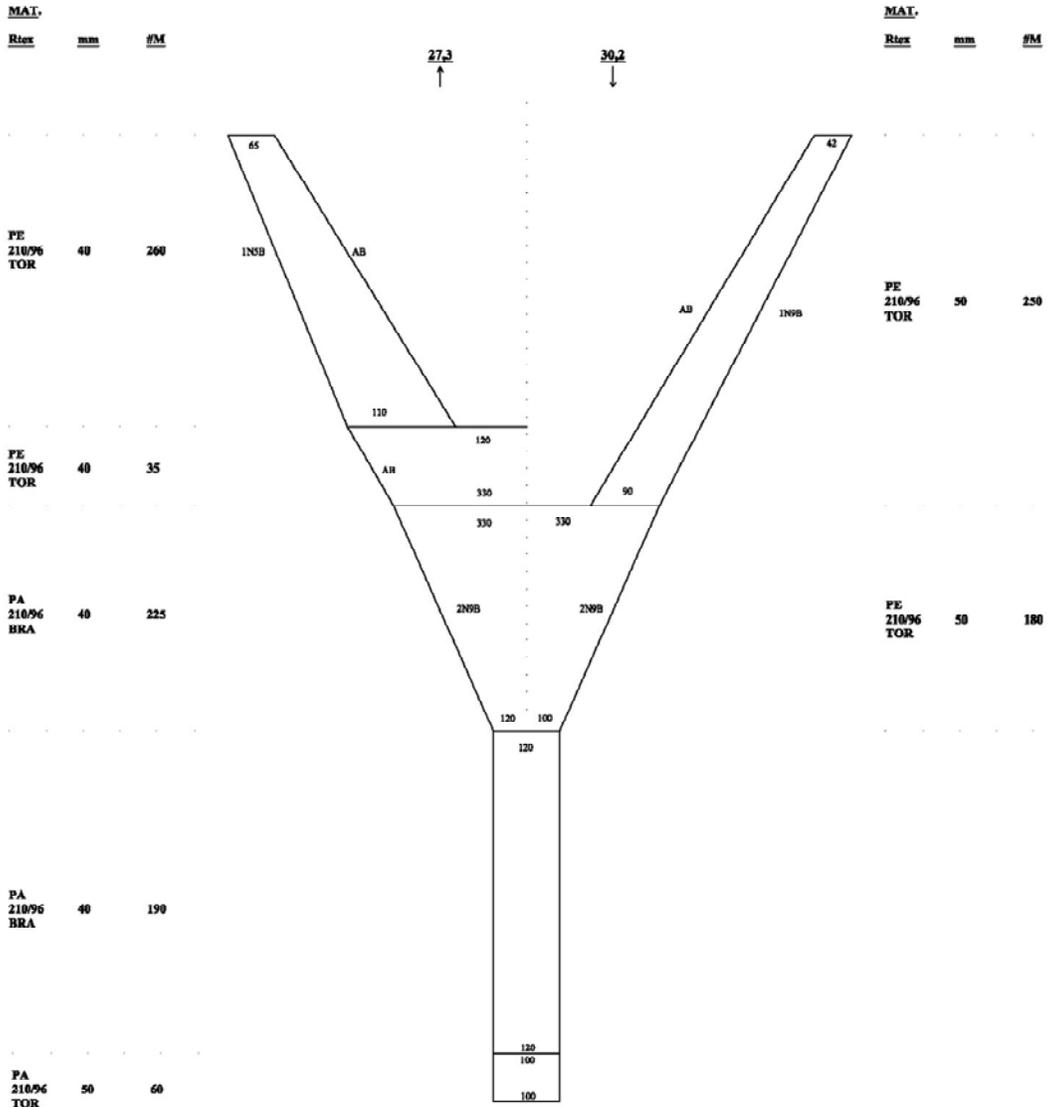


RED DE ARRASTE
Camarón-langostino
Chile

BARCO
LM "Don Jose Miguel"
Eslora 16,3 m

Bodega 47 m³.
T.R.G. 48,9

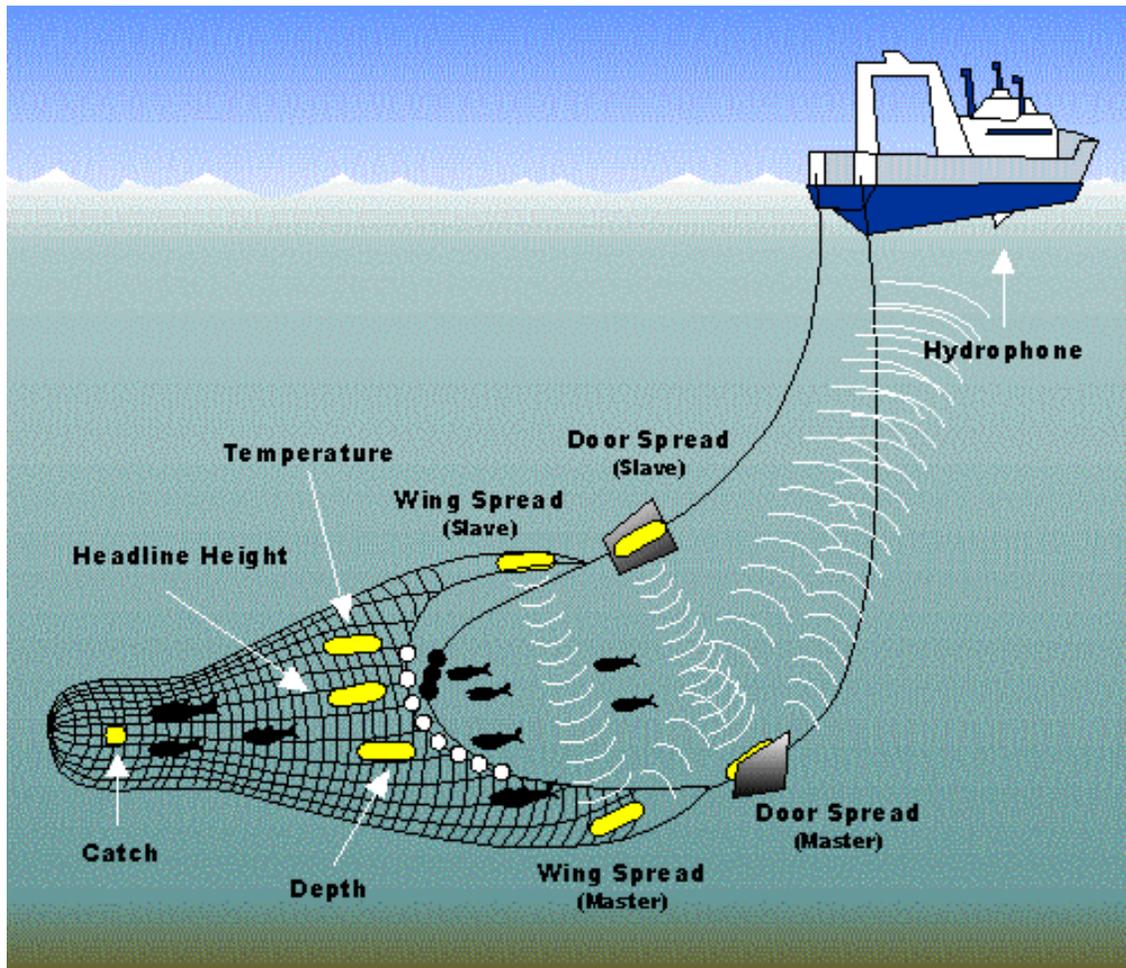
Manga 5,50 m
Puntal 2,38 m



Anexo 5. Sistema NETMIND para medición de APA.

ANEXO 5

SISTEMA NETMIND PARA MEDICIÓN DE APA



a)



b)



c)



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

Anexo 6. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de langostino amarillo y langostino colorado por zona de análisis geoestadístico

ANEXO 6

**DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA
DENSIDAD (Tons/Km²) DE
LANGOSTINO AMARILLO y
LANGOSTINO COLORADO POR
ZONA DE ANÁLISIS
GEOESTADÍSTICO.**

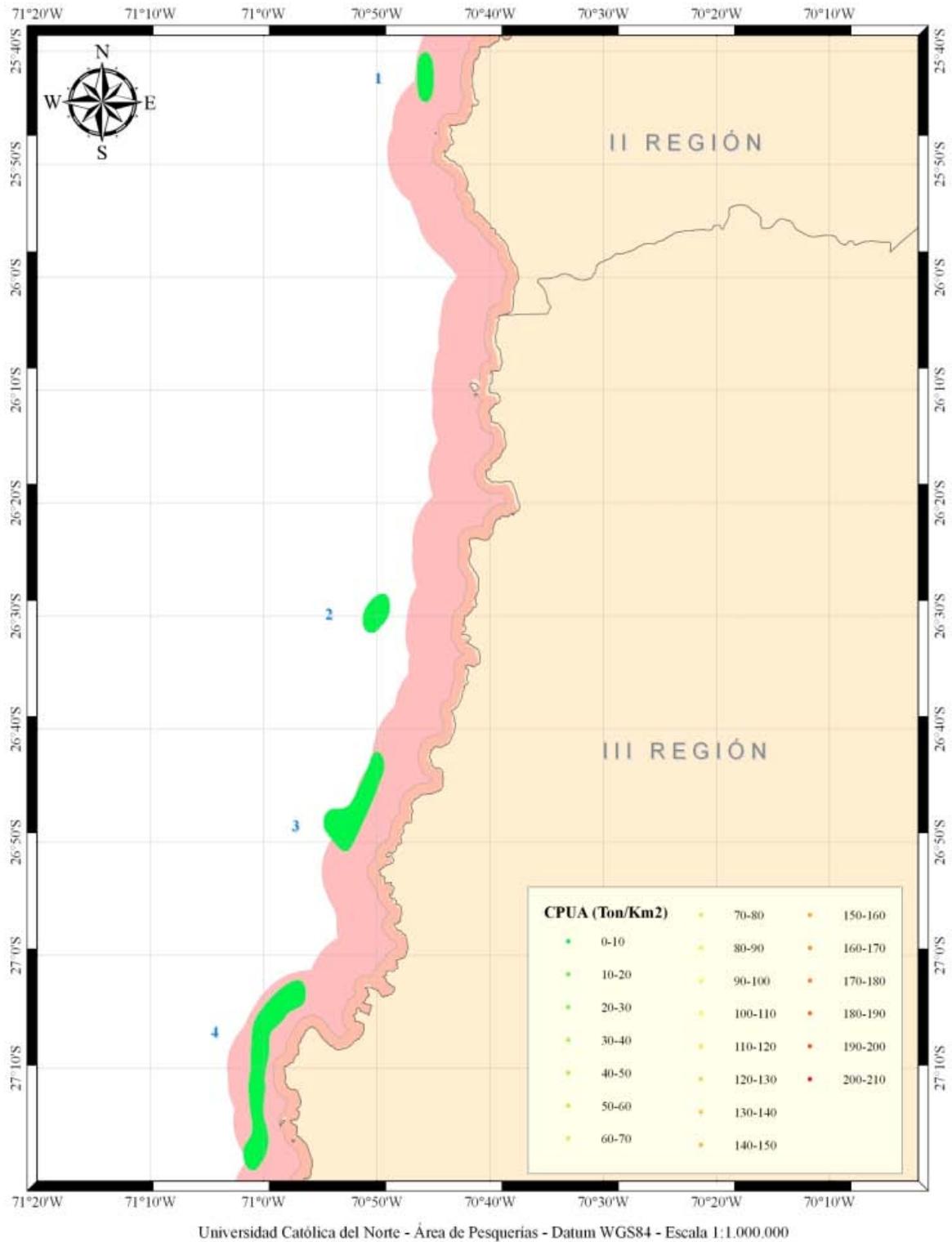


Figura 1. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de langostino amarillo (*C. johni*) en la ZAG-1 (Focos 1 a 4).

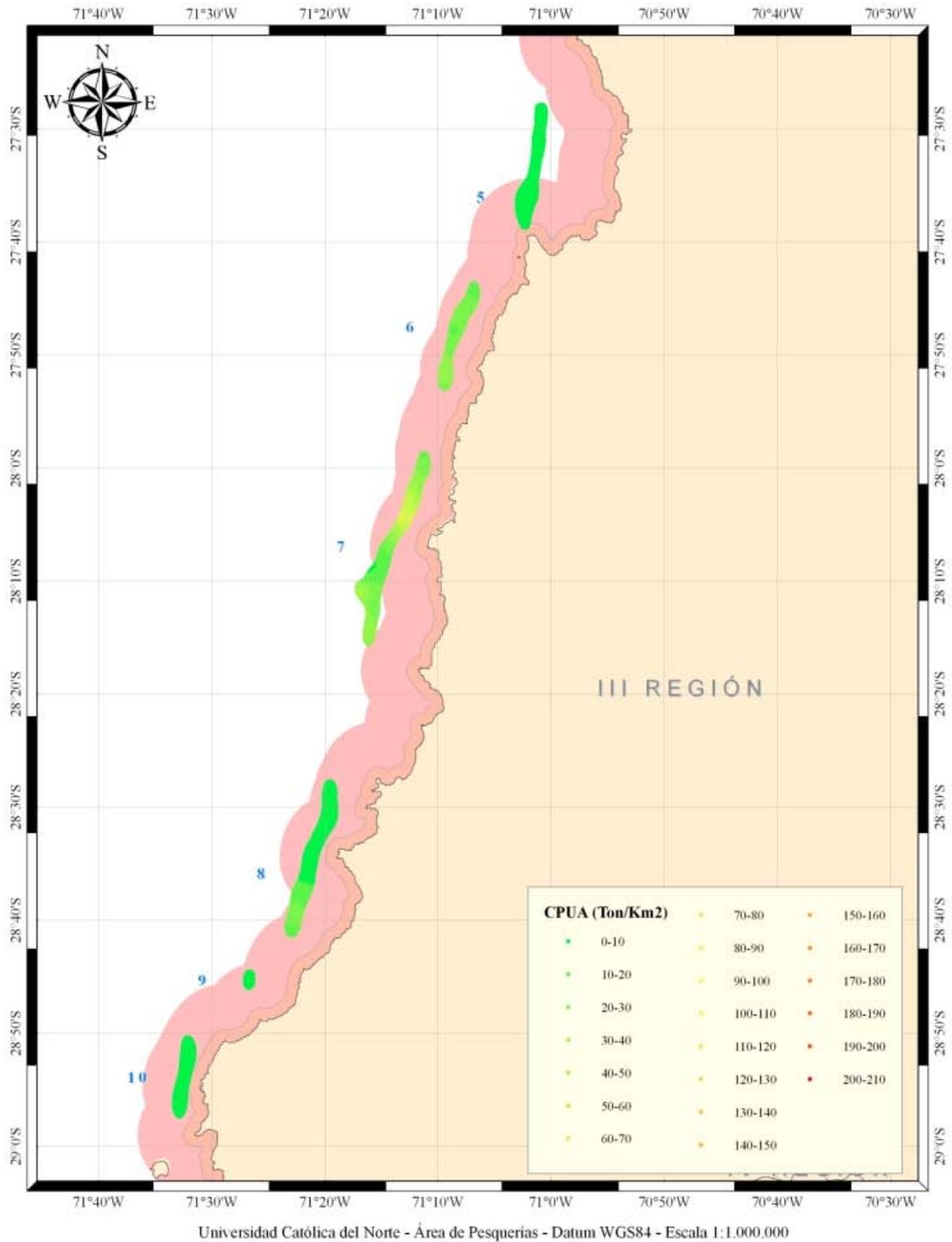


Figura 2. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de langostino amarillo (*C. johni*) en la ZAG-1 (Focos 10).

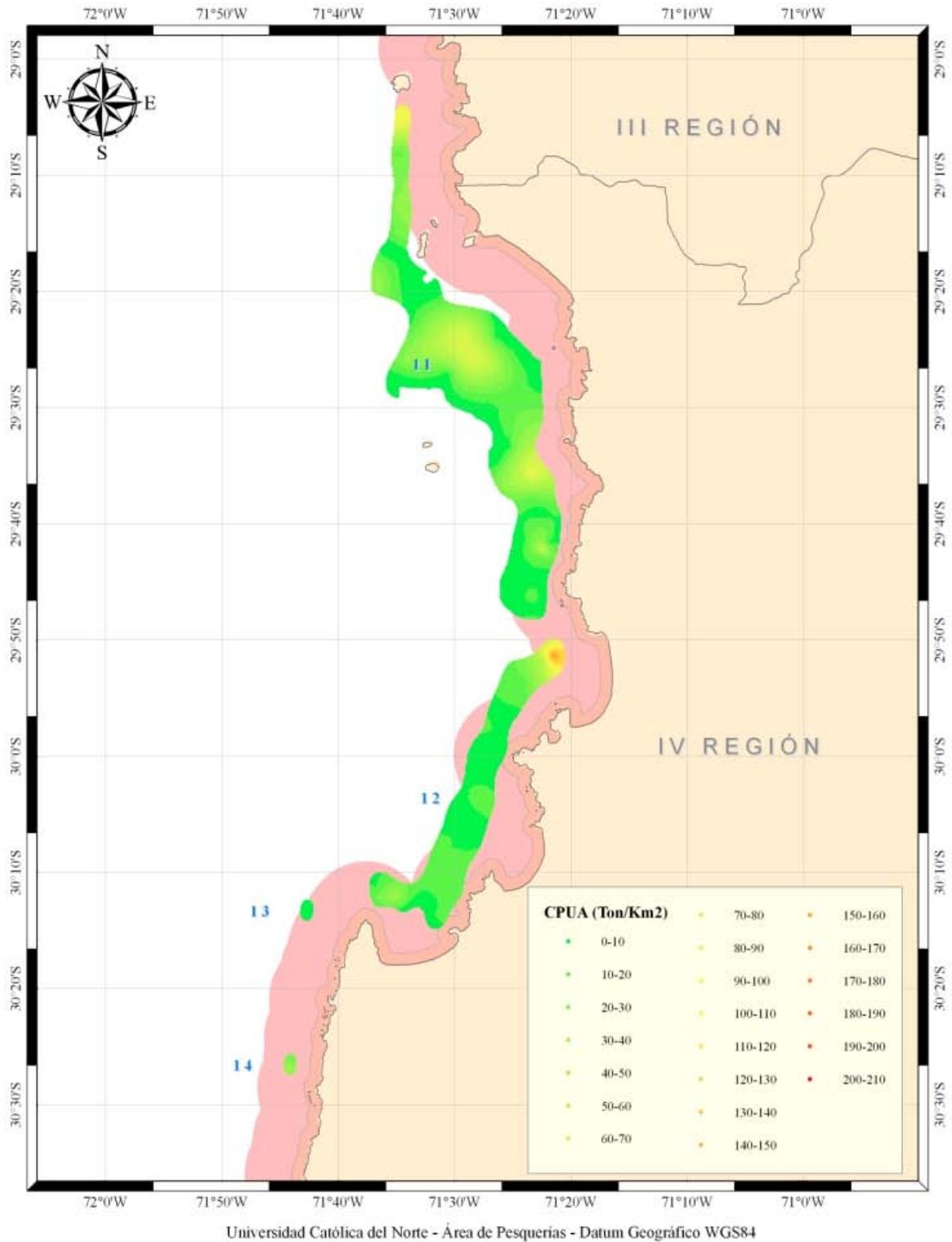


Figura 3. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de langostino amarillo (*C. johni*) en la ZAG-2 (Focos 11 a 14).

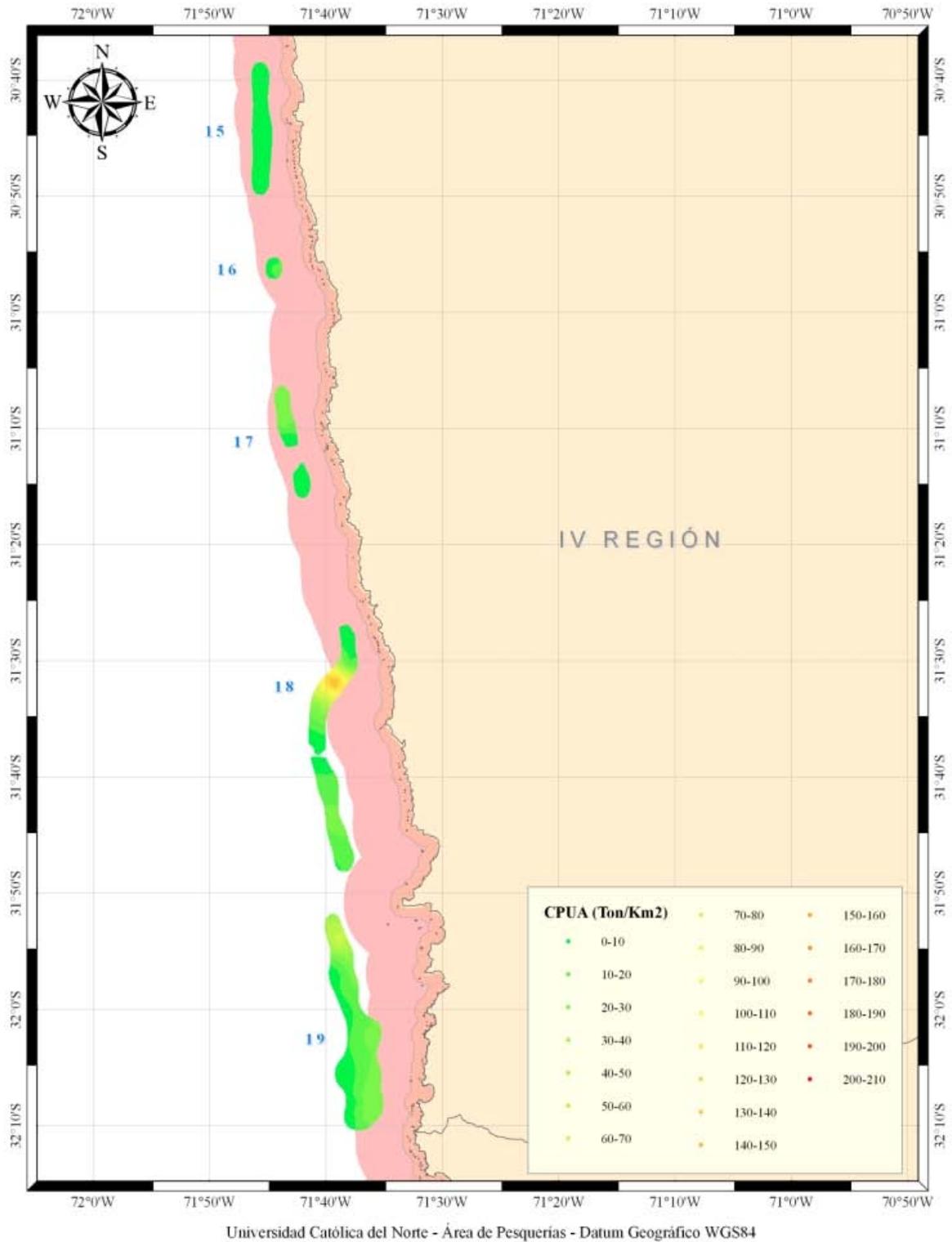


Figura 4. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de langostino amarillo (*C. johni*) en la ZAG-2 (Focos 12) y ZAG-3 (Focos 15 a 19).

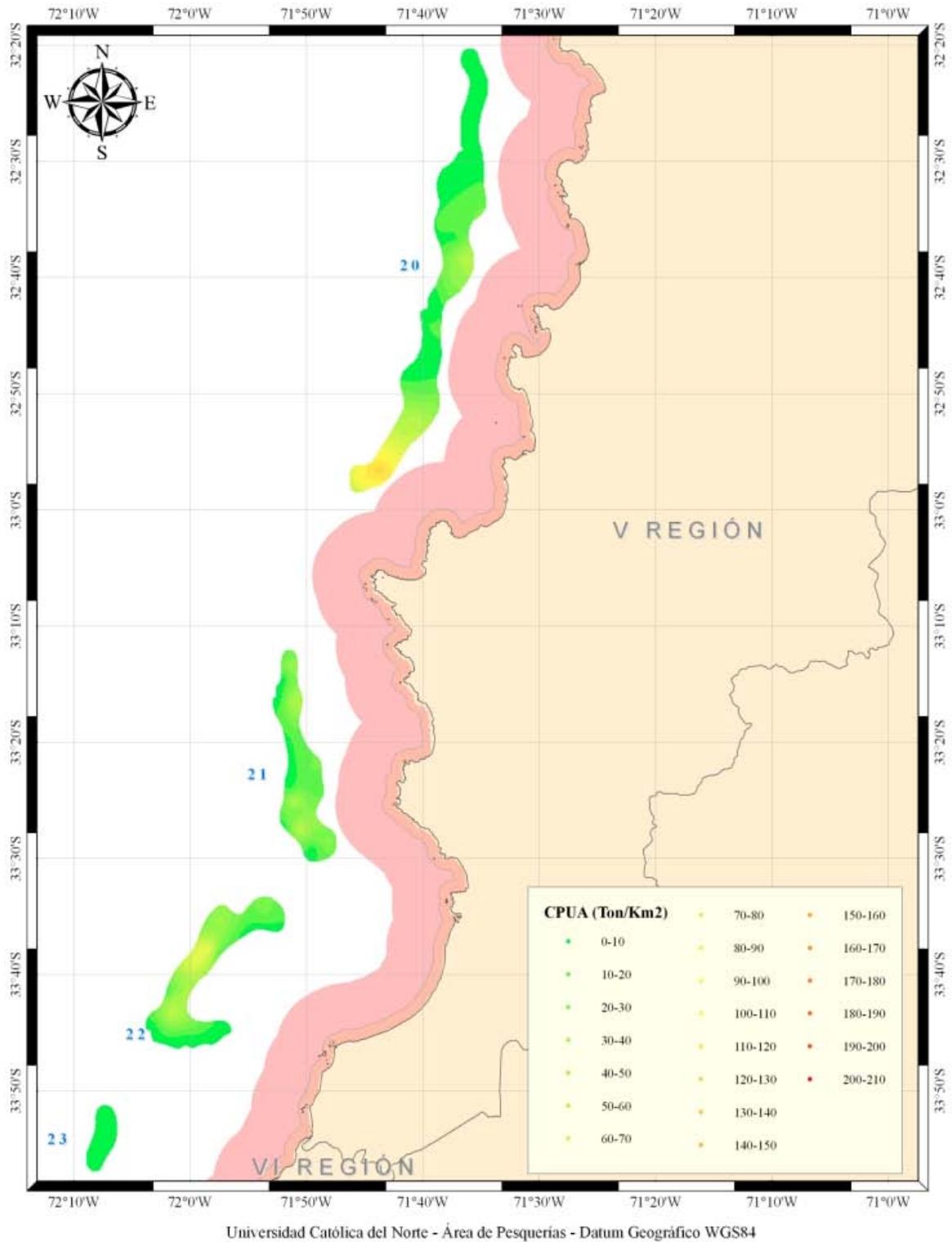


Figura 5. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de langostino amarillo (*C. johni*) en la ZAG-3 (Focos 20 a 23).

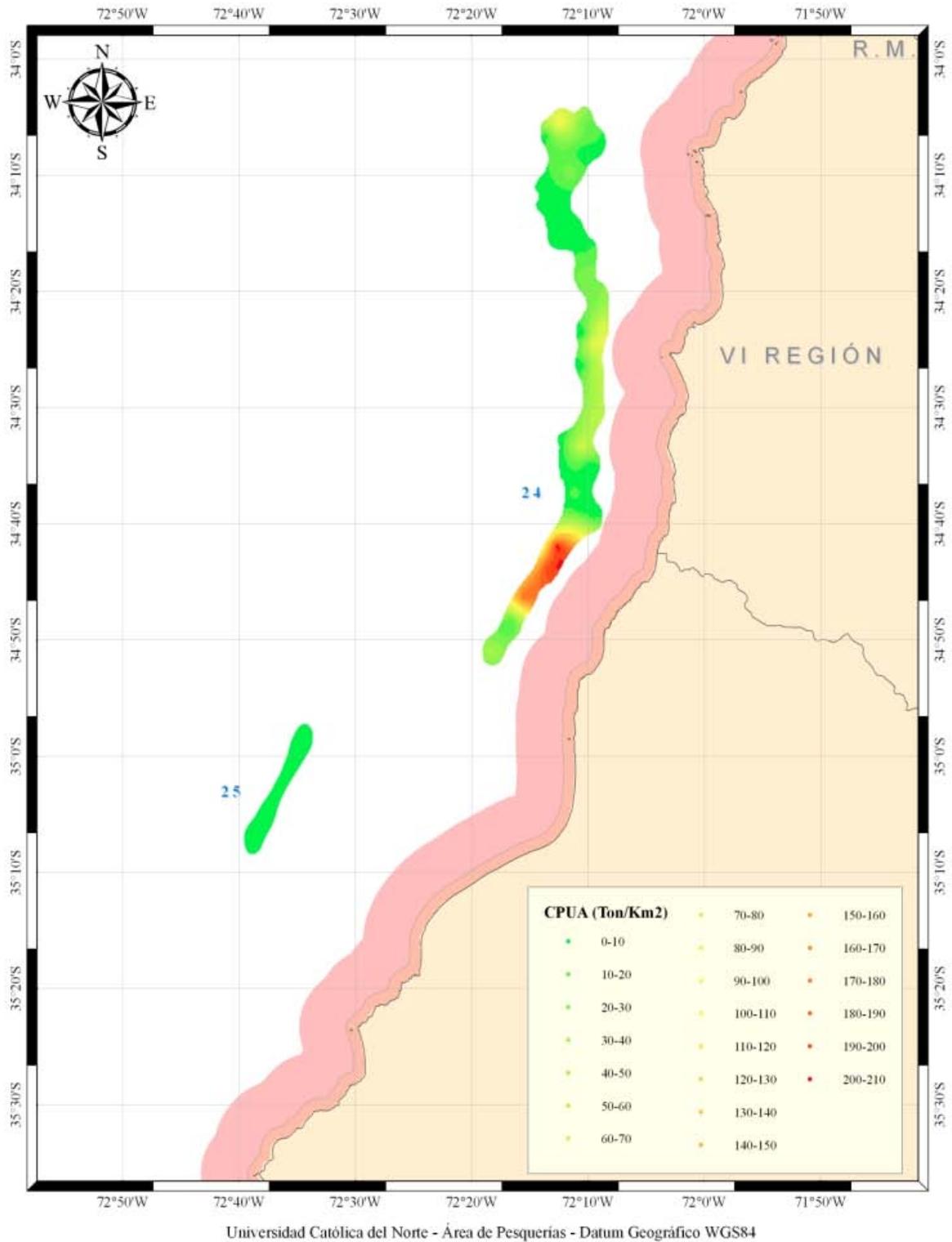


Figura 6. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de langostino amarillo (*C. johni*) en la ZAG-3 (Focos 24 a 25).

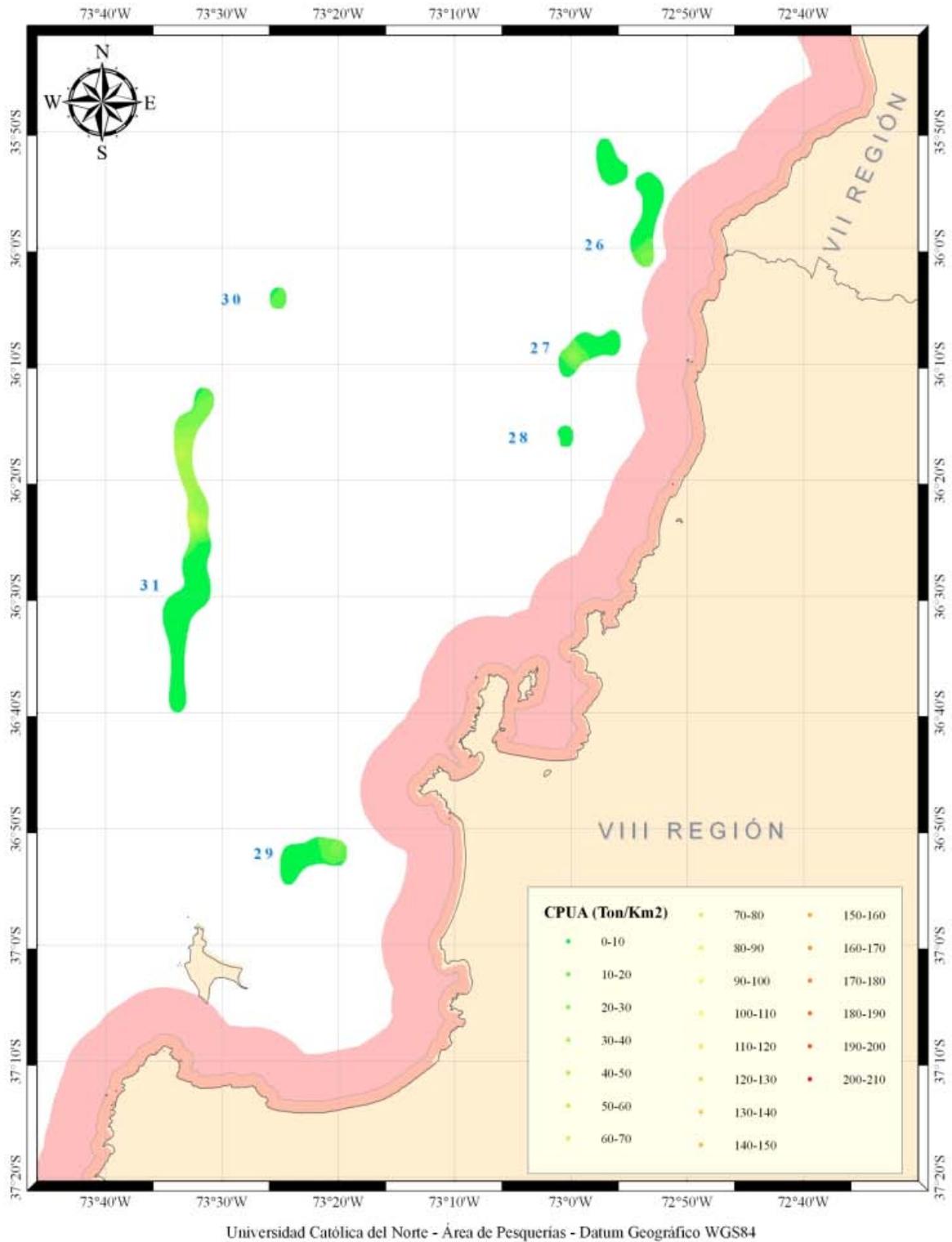


Figura 7. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de langostino amarillo (*C. johni*) en la ZAG-3 (Focos 26 a 31).

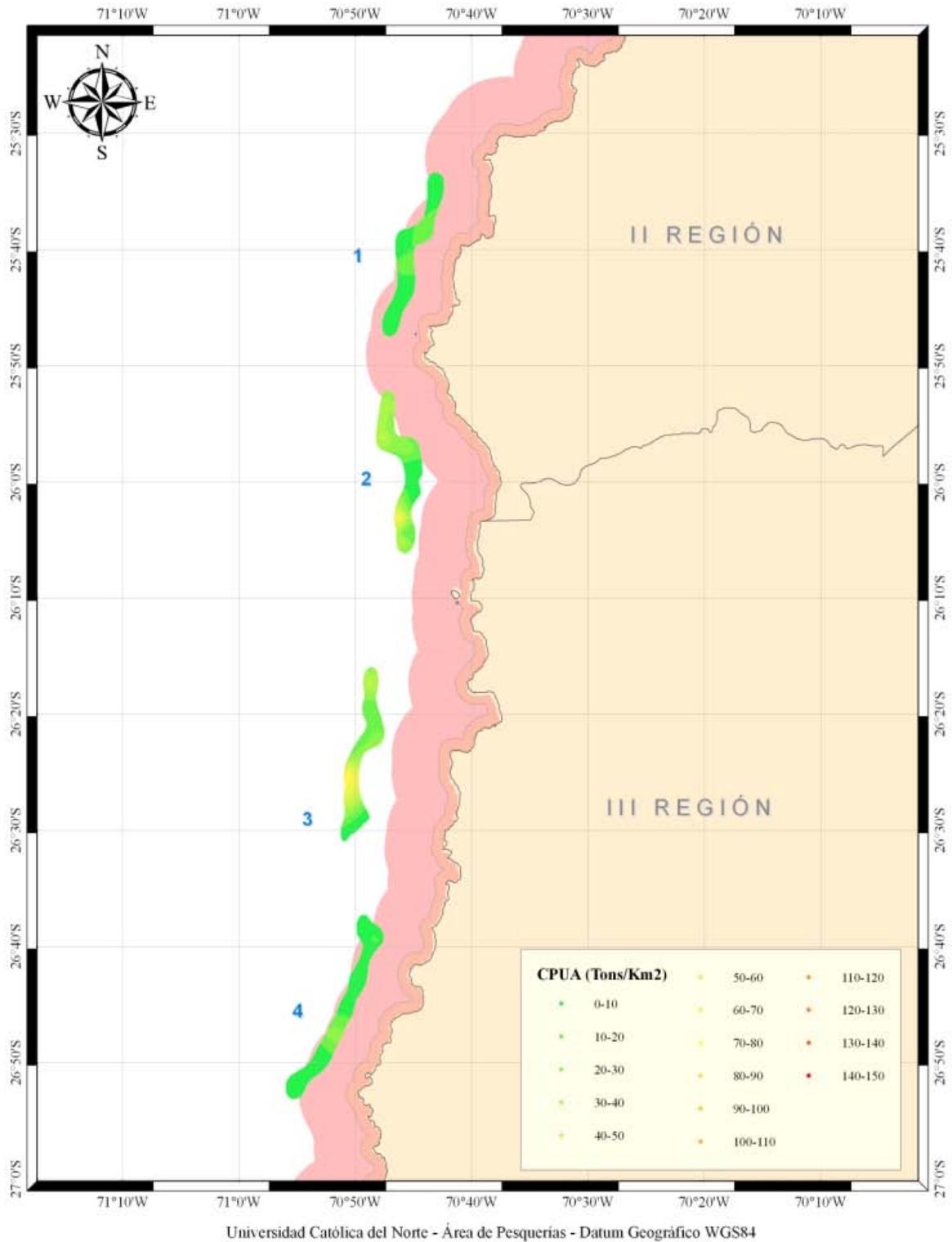


Figura 8. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de langostino colorado (*P. monodon*) en la ZAG-1 (Focos 1 a 4).

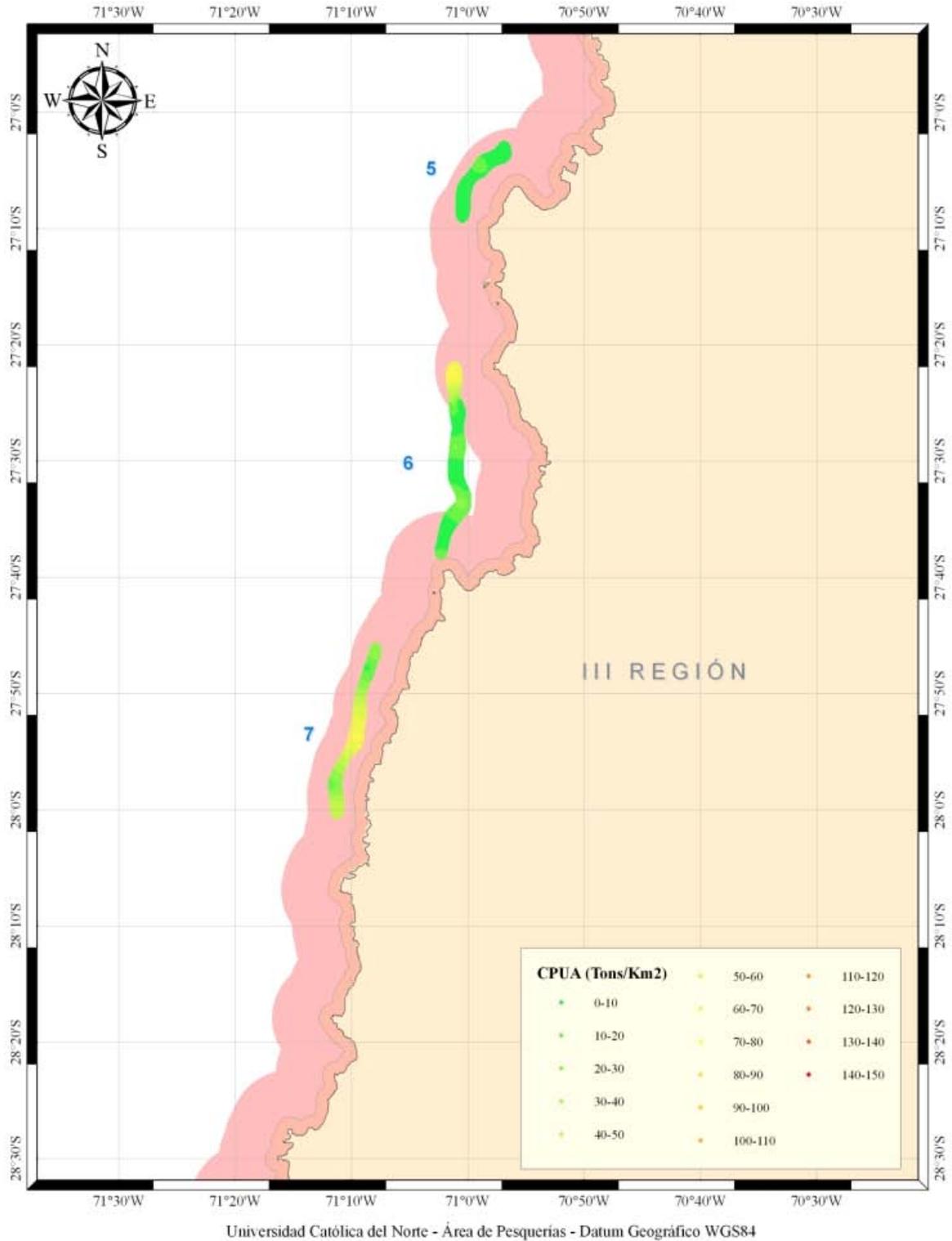


Figura 9. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de langostino colorado (*P. monodon*) en la ZAG-1 (Focos 5 a 7).

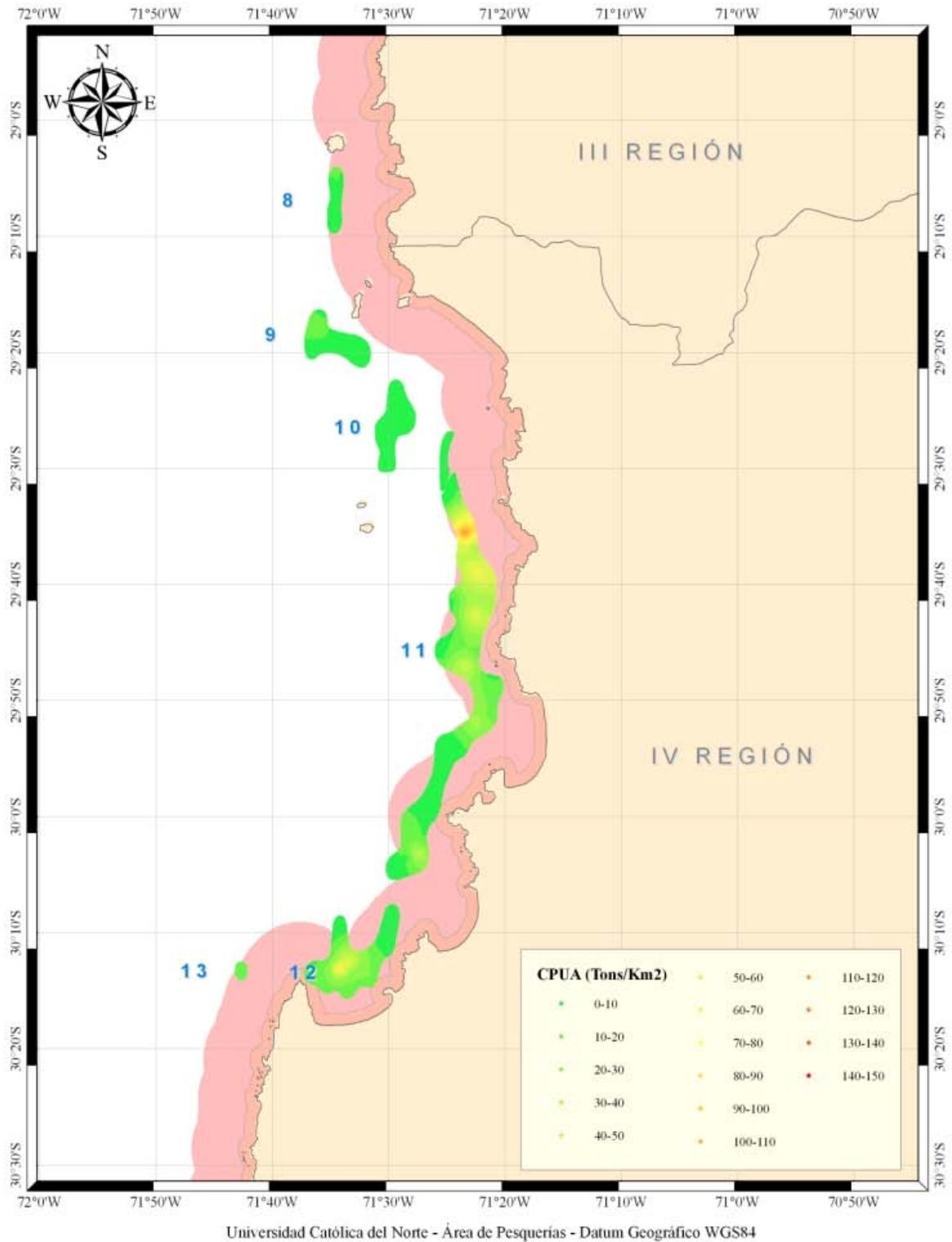


Figura 10. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de langostino colorado (*P. monodon*) en la ZAG-2 (Focos 8 a 13).

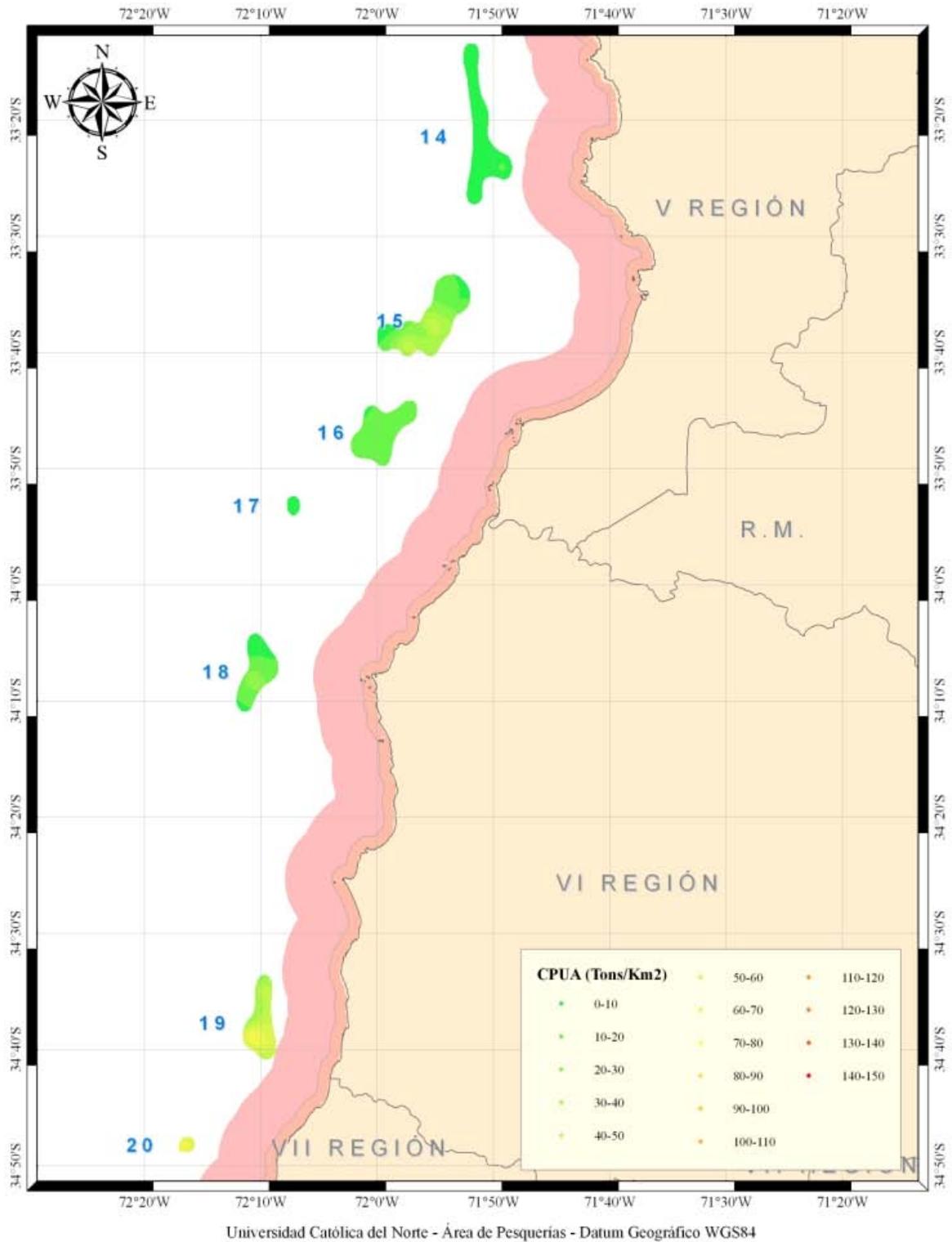


Figura 11. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de langostino colorado (*P. monodon*) en la ZAG-3 (Focos 14 a 20).

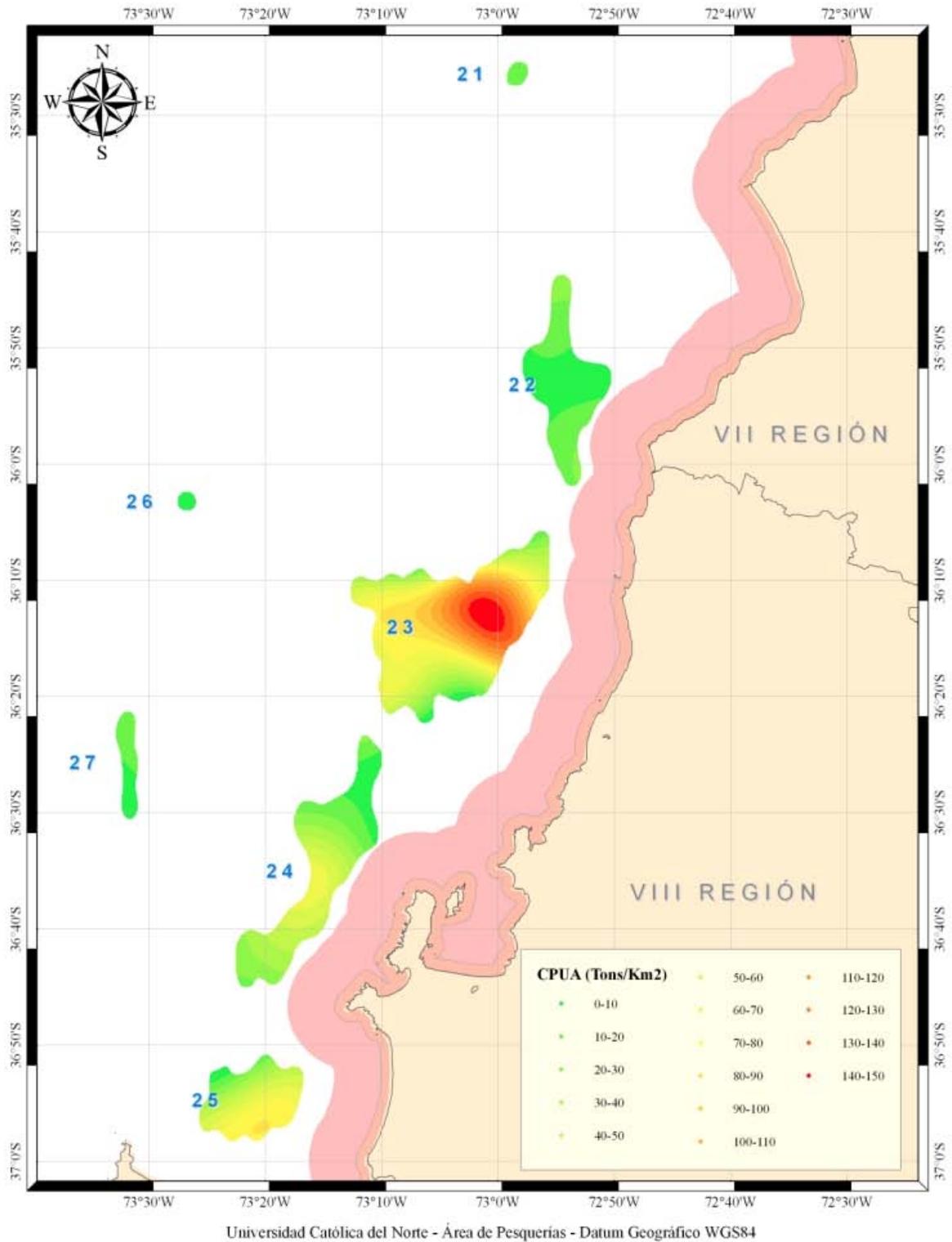


Figura 12. Distribución espacial de la densidad (tons/km²) de langostino colorado (*P. monodon*) en la ZAG-4 (Focos 21 a 27).

Anexo 7. Biomasa (tons) y abundancia (miles de ejemplares) de langostino amarillo y langostino colorado, por caladero, sexo, dentro y fuera del arpa y región

ANEXO 7

BIOMASA (TONS) Y ABUNDANCIA (MILES DE EJEMPLARES) DE LANGOSTINO AMARILLO Y LANGOSTINO COLORADO, POR CALADERO, SEXO, DENTRO Y FUERA DEL ARPA Y REGIÓN.

Anexo 7.1. Biomasa (tons) de machos de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) por caladero dentro de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Caladeros 1 a 16.

MC	CALADERO															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
10,5																
11,5																
12,5																
13,5																
14,5												0,108				
15,5											0,207					
16,5								0,097			0,507					
17,5								0,231								
18,5							0,529					0,197				
19,5								0,160		0,102	1,319	0,470				
20,5				0,401				0,933			0,519	1,112				
21,5								0,646			6,680	0,652				
22,5				1,573				3,708		0,318	10,587	0,759				
23,5				2,378		0,935	1,069	3,383	0,054	0,726	18,790	3,949			0,422	
24,5			0,296	4,692		1,073	2,417	6,395	0,061	1,856	30,921	7,561			0,242	
25,5			0,656	2,633			4,078	3,969	0,139	1,633	36,800	12,663			1,106	
26,5			0,362	8,404			9,133	5,269	0,158	1,575	48,635	17,655			2,198	
27,5			0,796	4,208		3,151	6,790	9,973	0,089	2,060	123,563	24,394	0,003	0,256	1,774	
28,5	0,046		1,310	5,700		8,871	15,085	9,089	0,199	4,926	42,422	24,394	0,004	0,286	1,597	
29,5			1,909	7,441	0,528	19,896	10,434	12,329	0,554	5,111	199,831	37,285	0,004	0,318	3,578	
30,5	0,056		4,159	7,561	0,585	24,450	4,604	22,313	0,739	3,641	248,972	59,304	0,019	1,410	3,993	0,273
31,5	0,121		3,390	8,989	0,647	17,320	5,062	19,131	1,091	4,020	313,048	76,366	0,021	1,558	6,105	0,600
32,5	0,528		4,898	9,079	0,713	21,959	38,848	21,026	0,301	6,884	354,976	93,612	0,024	1,716	7,380	0,986
33,5	1,003		13,240	28,071	4,701	51,607	39,437	23,041	1,327	5,398	418,105	124,667	0,026	1,413	10,189	0,719
34,5	1,009		9,283	19,770	8,585	43,517	105,849	29,679	1,274	2,363	377,659	145,113	0,065	3,093	16,456	
35,5	1,760		3,843	39,030	7,505	69,937	187,092	33,336	2,392	3,226	425,452	164,515	0,056	3,940	14,785	0,426
36,5	1,446		3,302	19,027	4,091	56,515	218,639	31,989	3,048	4,918	289,672	168,935	0,061	3,065	13,493	0,463
37,5	0,486		2,655	10,284	8,899	61,825	207,144	42,811	3,084	2,291	324,518	174,321	0,086	4,663	14,740	2,004
38,5	0,209			6,163		24,098	100,489	20,044	1,548	4,967	237,999	203,417	0,124	8,666	20,346	3,247
39,5	0,336			7,963	3,922	15,745	39,405	20,305	0,560	0,896	183,138	167,734	0,056	3,906	13,973	1,750
40,5							26,508	14,599	0,303	0,967	111,011	176,742	0,061	2,530	17,687	2,511
41,5				1,530	1,524		5,696	7,858			111,011	179,978	0,146	9,089	12,311	3,371
42,5								8,444		1,122	32,990	148,210	0,072	4,888	7,391	0,723
43,5								3,623	0,380		46,567	133,245	0,046	3,149	11,162	0,774
44,5											19,088	68,162			1,717	1,654
45,5												34,713			3,692	
46,5												20,700			3,962	
47,5								2,216				4,437				
48,5																
49,5													0,025	1,655		
>50,5																
Total	7,000	0,000	50,099	194,897	41,700	420,899	1035,302	356,597	17,301	59,000	3968,296	2293,398	0,899	55,601	190,299	19,501

Anexo 7.2. Biomasa (tons) de machos de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) por caladero dentro de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Caladeros 17 a 31.

MC	CALADERO														
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
10,5															
11,5															
12,5															
13,5															
14,5															
15,5															
16,5															
17,5															
18,5															
19,5															
20,5															
21,5															
22,5															
23,5															
24,5															
25,5															
26,5															
27,5	0,419														
28,5		2,070	0,248												
29,5			0,274												
30,5		1,261	0,602												
31,5	0,610		0,990												
32,5	2,661	3,033	1,804												
33,5	2,894	1,656													
34,5	0,785	3,608	0,856												
35,5	6,797	17,642	2,785												
36,5	9,176	72,254	2,010												
37,5	11,867	85,055	4,342												
38,5	22,338	136,486	8,775												
39,5	37,686	101,596	18,880												
40,5	35,493	123,631	39,198												
41,5	45,831	83,332	52,889												
42,5	26,576	62,844	71,337												
43,5	22,378	46,006	60,484												
44,5	9,533	26,464	30,941												
45,5	6,759	32,263	20,721												
46,5	7,178		11,023												
47,5	1,904		5,324												
48,5	2,017		4,520												
49,5			1,198												
>50,5															
Total	252,902	799,201	339,201	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Anexo 7.3. Biomasa (tons) de hembras de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) por caladero dentro de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Caladeros 1 a 16.

MC	CALADERO															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
10,5																
11,5																
12,5																
13,5																
14,5				0,074	0,058											
15,5																
16,5																
17,5																
18,5											0,356					
19,5				0,174	0,146			0,160								
20,5				0,200	0,171			1,305	0,035							
21,5				0,460	0,396			1,292								
22,5						1,618		3,953			0,635	0,380	0,002		0,548	
23,5				1,188	1,043		1,069	3,381			4,312	2,194	0,010		1,055	
24,5			0,590	3,350	2,968	6,441	4,834	2,556	0,186	0,205	32,687	11,512	0,054		0,553	
25,5			0,654	4,511	4,034	19,618	23,112	1,803	0,281	0,232	52,140	20,925	0,098	0,456	1,257	
26,5			2,165	7,979	7,198	43,192	54,806	8,101	1,272	0,783	87,792	45,091	0,212	0,768	3,906	0,201
27,5			5,160	10,280	9,351	67,757	59,418	7,701	1,163	0,293	105,300	84,845	0,399	1,430	4,395	
28,5	0,138		6,963	6,733	6,174	60,328	41,488	7,569	1,202	0,653	146,075	159,395	0,750	3,818	4,476	0,495
29,5	0,557		1,902	5,720	5,287	27,856	37,569	5,601	0,335	1,453	90,208	213,284	1,004	3,880	1,998	0,819
30,5	1,551		2,591	2,519	2,346	8,891	23,022	8,052	0,373	0,402	75,921	290,420	1,368	1,948	3,333	0,601
31,5	0,907		0,563			9,898	2,531	3,414			72,064	264,165	1,245	3,862	4,308	1,317
32,5	0,592			1,512	1,429		5,550		0,152	0,978	44,536	188,417	0,888	1,884	2,719	1,080
33,5	0,071										41,193	135,750	0,640	1,032		1,570
34,5			0,712								34,232	102,821	0,485	4,505	3,288	
35,5	0,084					3,681		0,980			6,403	56,311	0,266	1,227	9,002	1,853
36,5											21,055	57,423	0,271	2,666	4,917	1,505
37,5											11,671	42,471	0,201	0,723	2,143	2,709
38,5						4,820		1,252			8,026	9,724	0,046		4,661	
39,5												5,276	0,025			
40,5												2,857	0,014		1,369	1,350
41,5																
42,5												3,331	0,016			
43,5																
44,5																
45,5																
46,5																
47,5																
48,5																
49,5																
>50,5																
Total	3,900	0,000	21,300	44,700	40,601	254,100	253,399	59,098	4,999	4,999	847,702	1697,600	7,999	28,199	54,897	13,500

Anexo 7.4. Biomasa (tons) de hembras de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) por caladero dentro de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Caladeros 17 a 31.

MC	CALADERO														
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
10,5															
11,5															
12,5															
13,5															
14,5															
15,5															
16,5															
17,5															
18,5															
19,5															
20,5															
21,5															
22,5															
23,5															
24,5															
25,5															
26,5	0,378														
27,5		4,666													
28,5															
29,5	0,509	12,588	0,274												
30,5	1,116	11,348	2,107												
31,5	3,662	20,773	7,922												
32,5	9,318	19,714	24,536												
33,5	10,134	9,937	49,960												
34,5	10,209	21,648	66,309												
35,5	13,600	13,722	57,084												
36,5	17,442	17,001	47,221												
37,5	7,915	16,092	39,067												
38,5	5,321	4,963	19,301												
39,5	2,285	5,347	8,180												
40,5			4,730												
41,5	1,310		0,724												
42,5															
43,5			2,485												
44,5															
45,5															
46,5															
47,5															
48,5															
49,5															
>50,5															
Total	83,199	157,799	329,900	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Anexo 7.5. Biomasa (tons) de machos de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) por caladero fuera de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Caladeros 1 a 16.

MC	CALADERO															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
10,5																
11,5																
12,5											0,139					
13,5																
14,5																
15,5											0,292					
16,5								0,004								
17,5								0,010								
18,5											2,092	0,011				
19,5								0,007				0,150				
20,5							0,352	0,039			4,407	0,367				
21,5							0,809	0,027			9,460	0,358				
22,5					0,204		0,462	0,154			11,992	0,789				
23,5					0,233		2,102	0,140			20,769	1,425				
24,5	0,072				0,266		2,970	0,265			34,432	1,085				
25,5	0,333				0,301		12,029	0,165			46,857	0,824				
26,5	0,095	0,082			1,017		16,464	0,219			85,826	0,533				
27,5	0,109				1,142		23,366	0,414			131,927	0,753				
28,5	0,494				0,425		16,686	0,377			174,668	0,377				
29,5	0,558						17,442	0,512			181,080	0,140				
30,5	0,785				2,100		20,370	0,926			254,084					
31,5	1,937	0,128			0,580		18,666	0,794			227,969	0,172				
32,5	2,360	0,416			1,919		23,192	0,873			252,774					
33,5	4,160	1,800			6,324		29,828	0,956			245,883					
34,5	2,673	1,942			10,010		65,049	1,232			373,655	0,231				
35,5	2,420	0,697			1,683		68,986	1,384			518,977	0,253				
36,5	2,670	0,374			0,917		65,262	1,328			707,401	0,651				
37,5	1,632				1,995		45,724	1,777			892,543	2,816				
38,5					1,083		20,211	0,832			944,153	0,628				
39,5							14,530	0,843			790,037	1,363				
40,5								0,606			844,150					
41,5		0,260					2,800	0,326			362,992	0,266				
42,5								0,350			261,814					
43,5								0,150			150,204	0,309				
44,5											28,575					
45,5																
46,5								0,092			22,030					
47,5											11,818					
48,5																
49,5																
>50,5																
Total	0,000	20,298	5,699	0,000	30,199	0,000	467,300	14,802	0,000	0,000	7593,000	13,501	0,000	0,000	0,000	0,000

Anexo 7.6. Biomasa (tons) de machos de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) por caladero fuera de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Caladeros 17 a 31.

MC	CALADERO															
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
10,5																
11,5																
12,5																
13,5																
14,5																
15,5																
16,5																
17,5																
18,5																
19,5																
20,5																
21,5				2,262	0,244		0,001	0,500					0,043	0,007	0,311	
22,5					0,836		0,001	0,577					0,200	0,030	1,438	
23,5				2,170	1,578		0,003	1,322				0,001	0,460	0,069	3,299	
24,5			0,306	4,060	1,424		0,011	5,114				0,001	0,818	0,123	5,866	
25,5				2,722	2,396	1,122	0,013	3,842				0,002	1,006	0,152	7,220	
26,5				3,027	6,245		0,016	7,542				0,004	2,166	0,327	15,542	
27,5				3,355	10,421	1,393	0,059	25,275				0,003	1,790	0,270	12,845	
28,5			0,471	1,235	19,798	6,175	0,128	48,208				0,003	1,877	0,283	13,466	
29,5			0,520	5,434	20,648	1,704	0,222	112,609	0,065	0,624		0,004	2,473	0,373	17,745	
30,5			1,143	7,449	44,786	9,378	0,373	213,786	0,321			0,004	2,591	0,391	18,590	
31,5		3,400	2,507	16,291	55,007	18,518	0,511	214,633	0,078	0,383	1,752	0,005	3,015	0,454	21,628	
32,5			2,740	31,975	101,912	18,007	0,773	360,118	0,215		3,836	0,005	2,790	0,421	20,015	
33,5		8,131	3,735	21,253	137,459	44,197	1,006	424,469	0,283	0,464	2,095	0,009	5,540	0,835	39,749	
34,5		8,857	0,812	39,826	161,988	48,093	1,073	523,729	0,721	0,508	11,409	0,013	7,725	1,165	55,422	
35,5		4,812	7,050	34,032	169,658	81,207	1,264	521,908	0,617	4,998	14,878	0,016	9,331	1,407	66,944	
36,5		23,476	11,446	51,456	187,139	69,103	1,315	773,822	1,767	8,477	8,064	0,029	17,324	2,611	124,286	
37,5		39,503	40,180	150,527	182,890	118,808	1,470	646,495	1,255	7,904	17,447	0,047	27,925	4,210	200,346	
38,5		21,322	51,084	207,360	173,760	153,758	1,575	611,027	1,215	6,434	9,417	0,048	28,779	4,338	206,476	
39,5		49,225	58,544	247,026	146,278	228,558	1,687	688,628	2,238	10,840	30,439	0,040	24,185	3,646	173,512	
40,5		105,871	105,208	388,944	172,298	338,712	2,636	1030,627	3,076	14,229	29,097	0,043	25,741	3,880	184,678	
41,5		174,262	116,912	549,024	129,703	304,247	2,461	865,119	2,236	15,351	11,713	0,040	24,426	3,682	175,242	
42,5		146,155	122,180	735,882	125,009	393,851	3,025	829,455	1,728	6,807	16,737	0,030	18,411	2,775	132,089	
43,5		104,250	116,399	729,073	83,536	436,637	3,146	864,440	2,162	9,409	13,431	0,023	14,287	2,154	102,499	
44,5		55,686	68,809	521,883	69,364	249,686	1,816	851,369	3,195	1,122	4,783	0,014	8,551	1,289	61,345	
45,5		34,651	44,701	392,580	44,366	212,912	1,594	483,318	1,295		5,102	0,007	4,331	0,653	31,074	
46,5			15,219	191,702	22,490	176,264	1,064	387,769	1,633	2,574		0,004	2,569	0,387	18,433	
47,5				132,174	14,346	73,609	0,471	194,505	0,803	1,375		0,001	0,548	0,083	3,931	
48,5			4,290	43,085	5,077	49,730	0,304	180,775	0,855							
49,5				39,893	2,692	30,132	0,164	171,238	0,909				0,002	1,241	0,187	8,904
>50,5			2,545		2,852		0,017	157,977	0,832							
Total	0,000	779,601	776,801	4555,700	2096,200	3065,801	28,202	11201,701	27,499	91,499	180,200	0,399	240,798	36,301	1727,598	

Anexo 7.7. Biomasa (tons) de hembras de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) por caladero fuera de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Caladeros 1 a 16.

MC	CALADERO															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
10,5																
11,5																
12,5																
13,5																
14,5			0,017													
15,5																
16,5																
17,5																
18,5																
19,5			0,037					0,007								
20,5			0,042				0,352	0,053			1,469					
21,5			0,095				0,405	0,052			4,300	0,051				
22,5							0,925	0,161			11,992	0,296				
23,5			0,239		1,166		5,782	0,137			25,384	0,136				
24,5	0,073	0,666			1,592		10,695	0,104			56,944	1,553				
25,5	0,168	0,886			8,114		20,052	0,073			128,474	2,824				
26,5	1,923	1,549			11,853		47,901	0,329			181,944	6,085				
27,5	2,303	1,973			9,120		52,582	0,313			228,923	11,450				
28,5	1,991	1,278			5,944		42,649	0,307			312,208	21,511				
29,5	0,984	1,074			2,363		20,523	0,227			354,808	28,784				
30,5	0,158	0,468			1,048		4,527	0,327			349,695	39,194				
31,5							1,245	0,139			206,685	35,651				
32,5			0,276				1,364				171,881	25,428				
33,5								0,033			78,233	18,320				
34,5											65,695	13,876				
35,5								0,040			4,512	7,600				
36,5											19,787	7,750				
37,5								0,047			10,818	5,732				
38,5								0,051			5,901	1,313				
39,5											12,846	0,712				
40,5												0,386				
41,5																
42,5												0,450				
43,5																
44,5																
45,5																
46,5																
47,5																
48,5																
49,5																
>50,5																
Total	0,000	7,600	8,600	0,000	41,200	0,000	209,002	2,400	0,000	0,000	2232,499	229,102	0,000	0,000	0,000	0,000

Anexo 7.8. Biomasa (tons) de hembras de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) por caladero fuera de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Caladeros 17 a 31.

MC	CALADERO														
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
10,5															
11,5															
12,5															
13,5															
14,5															
15,5															
16,5															
17,5															
18,5															
19,5							0,003	1,293							
20,5				0,496			0,001	0,500							
21,5			0,211	1,131									0,150	0,023	1,079
22,5				1,283		0,783	0,007	1,983				0,001	0,287	0,043	2,062
23,5			0,544		0,631		0,008	3,763				0,001	0,458	0,069	3,292
24,5			0,306	0,812			0,009	10,961	0,037	0,350		0,002	0,594	0,090	4,266
25,5				3,629	1,198		0,012	5,763				0,004	1,424	0,215	10,228
26,5				2,018	2,677	1,253	0,028	19,243	0,047	0,447		0,003	1,035	0,156	7,433
27,5			1,277	7,828	2,978	8,360	0,080	35,854	0,079	0,753		0,003	1,263	0,191	9,067
28,5			1,413	7,408	7,700	32,419	0,206	70,314	0,204	1,963		0,006	2,227	0,336	15,990
29,5		5,619	0,520	17,659	10,932	76,699	0,473	203,938	0,743	7,181	1,447	0,006	2,341	0,353	16,810
30,5		9,286	4,573	70,022	22,729	118,163	0,678	301,097	1,213	11,775	3,189	0,010	3,739	0,564	26,851
31,5		28,898	21,310	131,957	39,608	72,018	0,490	260,469	0,982	9,573	7,006	0,015	5,707	0,861	40,978
32,5		53,983	47,961	241,592	35,310	90,035	0,519	285,402	1,251	12,239	11,508	0,014	5,052	0,763	36,275
33,5		103,683	84,410	264,691	25,392	61,387	0,436	203,893	0,708	6,957	23,041	0,010	3,818	0,576	27,412
34,5		135,079	125,099	266,205	20,011	48,094	0,375	352,818	1,547	15,248	4,563	0,007	2,712	0,409	19,472
35,5		149,185	117,208	247,297	11,380	46,405	0,338	191,203	0,730	7,222	4,959	0,007	2,729	0,412	19,592
36,5		166,952	107,791	230,328	6,724	34,552	0,243	226,584	1,037	10,297	2,688	0,004	1,484	0,224	10,653
37,5		101,585	65,941	179,576	1,211	40,735	0,328	135,518	0,397	3,953		0,001	0,268	0,040	1,926
38,5		76,155	41,092	76,695	7,839	32,949	0,217	55,443	0,143	1,430		0,002	0,871	0,132	6,257
39,5		39,383	17,923	48,795	2,813	15,763	0,121	91,061	0,386	3,873		0,002	0,941	0,142	6,760
40,5		17,646	11,548	32,684	1,511	29,638	0,145	18,860	0,083	0,837					
41,5		11,366	6,878	10,491	3,243	13,623	0,082	24,400	0,090	0,903					
42,5		12,180	5,889	3,735		9,725	0,066	26,199	0,096	0,972					
43,5				3,984		5,198	0,035	4,736							
44,5									0,110	1,122					
45,5					2,113			21,286	0,118	1,202					
46,5			5,707												
47,5															
48,5				5,386											
49,5															
>50,5															
Total	0,000	911,000	667,601	1855,702	206,000	737,799	4,900	2572,500	10,001	98,297	58,401	0,098	37,100	5,599	266,403

Anexo 7.9. Biomasa (tons) de machos de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) por caladero dentro de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII 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											0,249			
12,5												0,053		
13,5												0,033		
14,5											0,253			
15,5											0,930	0,050		
16,5											0,376	0,305		
17,5												0,655		
18,5											0,533	1,206		
19,5											1,253	2,323		
20,5						0,695					5,841	1,057		
21,5						0,495					6,759	1,221		
22,5											17,479	0,934		
23,5				0,199		0,532					17,750	1,597		
24,5						0,277	8,366	0,399			30,251	1,208	0,012	
25,5		0,081		0,494		7,559	9,466	0,450			42,748	2,498	0,014	
26,5	1,278	0,726				6,377	42,634	2,023			54,502	1,786		
27,5	4,027	2,525		0,905		17,401	91,606	4,337			113,125	3,995		
28,5	5,804	4,251		4,310		29,851	102,284	4,831			112,185	1,907	0,020	
29,5	8,279	7,039		9,807		28,078	133,557	6,295			169,208	4,233	0,022	
30,5	20,020	12,094		22,614		36,968	71,272	3,352			293,440	7,413	0,048	
31,5	19,974	11,030		35,000	2,342	45,793	72,681	3,411			440,969	5,592	0,080	
32,5	26,976	8,476		53,039	5,092	44,041	86,707	4,061			572,128	18,436	0,204	
33,5	30,258	4,090		53,401	9,202	42,103	65,916	3,081			535,750	43,517	0,255	
34,5	23,149	1,547		28,038	9,953	13,988	56,137	2,619			435,201	121,170	0,803	
35,5	21,459	0,840		13,045	15,039	3,259	35,037	1,632			270,870	188,265	1,141	
36,5	14,212			3,191	8,099	0,482	19,086	0,887			217,994	272,557	1,324	
37,5	8,522			2,057	8,705						130,012	221,449	0,449	
38,5	0,843				2,668			11,251	0,521		120,793	100,959	0,243	
39,5											76,222	29,830	0,158	
40,5											29,389	13,788	0,057	
41,5											25,334			
42,5											34,064	1,063		
43,5											51,212		0,070	
44,5											15,687			
45,5											16,792			
46,5														
47,5														
48,5														
49,5														
>50,5														
Total	184,801	52,699	0,000	226,100	61,100	277,899	806,000	37,899	0,000	0,000	3839,299	1049,100	4,900	0,000

Anexo 7.10. Biomasa (tons) de machos de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) por caladero dentro de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Caladeros 15 a 27.

MC	CALADERO												
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
10,5													
11,5													
12,5													
13,5													
14,5													
15,5													
16,5													
17,5													
18,5													
19,5													
20,5													
21,5													
22,5													
23,5													
24,5													
25,5													
26,5													
27,5													
28,5													
29,5													
30,5													
31,5													
32,5													
33,5													
34,5													
35,5													
36,5													
37,5													
38,5													
39,5													
40,5													
41,5													
42,5													
43,5													
44,5													
45,5													
46,5													
47,5													
48,5													
49,5													
>50,5													
Total	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Anexo 7.11. Biomasa (tons) de hembras de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) por caladero dentro de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII 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											0,321	0,026	0,002	
13,5											0,406			
14,5											1,264	0,041	0,003	
15,5											0,620	0,050	0,003	
16,5											0,751	0,244	0,015	
17,5											0,899	0,364	0,022	
18,5											0,533	0,689	0,042	
19,5											0,626	0,505	0,031	
20,5				0,139		0,347					3,651	1,057	0,064	
21,5											7,604	0,949	0,058	
22,5											3,884	1,089	0,066	
23,5						1,065					5,547	0,355	0,022	
24,5				0,222		4,850	8,366	0,400			18,906	1,409	0,086	
25,5	0,452	0,245		0,494		17,335	34,707	1,654			21,373	1,590	0,097	
26,5	2,557	4,912		0,821		44,944	113,688	5,405			57,707	1,020	0,062	
27,5	8,921	9,812		2,112		88,708	135,413	6,422			111,327	3,424	0,209	
28,5	13,548	14,120		10,614	1,196	63,698	124,516	5,892			148,242	4,450	0,271	
29,5	19,808	13,113		22,165	5,244	68,127	89,035	4,204			155,847	5,997	0,365	
30,5	21,631	12,795		25,796	6,449	56,299	98,681	4,649			150,416	15,606	0,951	
31,5	20,427	2,837		12,535	13,277	16,907	54,509	2,563			114,323	31,395	1,913	
32,5	21,590	3,102		15,025	16,979	8,420	13,339	0,626			140,783	91,228	5,558	
33,5	22,163	0,178		2,035	5,523		14,647	0,686			157,764	131,057	7,985	
34,5	20,191	0,387		2,750	3,983						143,866	70,770	4,312	
35,5	9,108			0,593	2,149						137,396	41,352	2,519	
36,5	3,555										111,132	18,124	1,104	
37,5	1,550										88,221	1,457	0,089	
38,5											75,495			
39,5											87,109	0,852	0,052	
40,5											70,532			
41,5											57,002			
42,5											27,251			
43,5														
44,5														
45,5														
46,5														
47,5														
48,5														
49,5														
>50,5														
Total	165,501	61,501	0,000	95,301	54,800	370,700	686,901	32,501	0,000	0,000	1900,798	425,100	25,901	0,000

Anexo 7.12. Biomasa (tons) de hembras de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) por caladero dentro de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Caladeros 15 a 27.

MC	CALADERO												
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
10,5													
11,5													
12,5													
13,5													
14,5													
15,5													
16,5													
17,5													
18,5													
19,5													
20,5													
21,5													
22,5													
23,5													
24,5													
25,5													
26,5													
27,5													
28,5													
29,5													
30,5													
31,5													
32,5													
33,5													
34,5													
35,5													
36,5													
37,5													
38,5													
39,5													
40,5													
41,5													
42,5													
43,5													
44,5													
45,5													
46,5													
47,5													
48,5													
49,5													
>50,5													
Total	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Anexo 7.13. Biomasa (tons) de machos de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) por caladero fuera de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII 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											0,002			
12,5											0,002	0,001		
13,5														
14,5											0,004			
15,5											0,016	0,001		
16,5											0,007	0,005		
17,5												0,010		
18,5										0,047	0,010	0,018		
19,5											0,024	0,035		
20,5									0,464		0,111	0,016		
21,5										0,289	0,127	0,018		
22,5										0,413	0,332	0,014		
23,5				0,004						0,657	0,337	0,024		
24,5		0,517						0,139		0,637	0,573	0,018		
25,5		1,337	1,572	0,011				0,157	1,763	0,835	0,811	0,037		
26,5	0,058	8,056	7,005			2,413		0,705	0,987	0,267	1,034	0,027		
27,5	0,183	30,700	34,990	0,020		5,418		1,510	3,303	0,744	2,145	0,060		
28,5	0,264	52,336	40,848	0,093		8,329		1,683	2,446	0,661	2,128	0,029		0,645
29,5	0,376	79,611	80,554	0,264		17,710		2,192	1,353	0,548	3,209	0,063		
30,5	0,909	135,820	135,324	0,602		33,694		1,167	1,493	1,008	5,564	0,111		
31,5	0,908	130,297	136,799	1,184		22,776		1,188	1,641	0,664	8,361	0,084		
32,5	1,226	96,337	202,308	2,007		49,085		1,414	7,198	1,699	10,848	0,276		0,461
33,5	1,375	46,944	94,913	2,658		48,940		1,073	3,934	4,244	10,158	0,651		1,002
34,5	1,052	14,405	25,780	2,462		30,266		0,912	19,303	4,048	8,252	1,813		2,713
35,5	0,976	7,817	3,991	1,700		10,530		0,568	23,329	2,200	5,136	2,817		4,691
36,5	0,646	1,622	4,316	0,159		1,641		0,309	10,126	1,705	4,134	4,079		7,589
37,5	0,388			0,238					24,668	3,691	2,466	3,314		13,615
38,5	0,038							0,182	2,961	3,189	2,291	1,511		10,238
39,5									3,194	1,719	1,446	0,446		17,252
40,5									3,437	0,462	0,558	0,206		23,503
41,5											0,480			29,602
42,5										0,533	0,646	0,016		23,928
43,5										1,140	0,971			14,275
44,5											0,298			1,085
45,5											0,318			
46,5														
47,5														
48,5														
49,5														
>50,5														
Total	8,399	605,799	768,400	11,402	0,000	230,802	0,000	13,199	111,600	31,400	72,799	15,700	0,000	150,599

Anexo 7.14. Biomasa (tons) de machos de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) por caladero fuera de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Caladeros 15 a 27.

MC	CALADERO													
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
10,5														
11,5														
12,5														
13,5														
14,5														
15,5										2,773				
16,5										4,798				
17,5										12,550				
18,5										7,074	3,722			
19,5					0,552					4,831	4,446	10,732	0,010	
20,5										4,294	7,018	16,982	0,015	
21,5										5,047	16,485	29,989	0,027	
22,5								0,006	0,165	1,963	19,218	52,564	0,046	
23,5										20,474	69,559	149,123	0,131	
24,5								0,007	0,212	44,543	121,695	144,631	0,127	
25,5						1,211				72,022	212,596	85,183	0,075	
26,5						1,356				198,328	242,066	76,720	0,067	
27,5		2,477	0,011			12,091				449,727	435,128	58,061	0,051	
28,5	0,348	9,840	0,044			40,275	0,011	0,331		831,563	560,240	91,867	0,080	
29,5	0,765	21,805	0,097			33,421	0,051	1,462		1185,648	455,601	118,153	0,103	
30,5		44,784	0,199	0,582		16,378	0,237	6,855		1542,493	583,636	182,122	0,158	
31,5	5,032	22,792	0,101			6,750	0,567	16,402		1868,337	561,038	203,388	0,176	
32,5	12,950	35,482	0,158	0,703		4,932	0,638	1,899	54,905	2753,826	415,638	391,022	0,339	
33,5	24,882	32,463	0,144	1,539		2,695	0,699	4,555	131,706	3029,160	322,283	262,556	0,227	0,518
34,5	47,466	33,346	0,148			35,253	9,163	8,430	243,735	2694,427	223,724	340,888	0,294	1,145
35,5	58,272	24,958	0,111	2,745		73,468	13,319	7,098	205,241	1899,148	111,991	543,004	0,468	2,522
36,5	60,117	26,286	0,117	4,971		166,330	27,158	5,268	152,321	1985,523	86,100	490,029	0,422	4,848
37,5	71,326	29,376	0,131	7,544		202,543	25,539	3,759	108,697	1510,000	134,753	369,570	0,318	11,382
38,5	77,414	30,804	0,137	10,493		186,374	21,271	1,326	38,343	1019,736	29,454	330,897	0,284	25,707
39,5	103,340	33,245	0,148	11,327		131,033	9,193	0,804	23,253	662,166	32,117	140,495	0,120	28,936
40,5	148,697	35,812	0,159	39,328		70,497	3,718	0,385	11,121	446,876	17,473	109,325	0,094	38,371
41,5	142,435	27,676	0,123	45,217		95,912	5,336	0,103	2,987	187,908	56,918	118,853	0,102	13,888
42,5	80,639	33,581	0,149	26,623		70,366	2,867	0,074	2,135	152,786		51,581	0,044	11,577
43,5	62,779	15,225	0,068	20,144		63,741		0,119	3,429	18,370		83,785	0,072	2,505
44,5	18,747	7,404	0,033	17,966		24,775				19,842		60,379	0,051	
45,5	6,224	4,746	0,021	1,920		6,610				21,395				
46,5				4,097		21,136								
47,5	4,198													
48,5														
49,5	1,566													
>50,5										32,570				
Total	927,197	472,102	2,099	195,199	1267,699	118,901	34,699	1003,300	22690,198	4722,899	4511,899	3,901	141,399	

Anexo 7.15. Biomasa (tons) de hembras de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) por caladero fuera de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII 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											0,006			
13,5											0,008			
14,5											0,024	0,001		
15,5											0,011	0,001		
16,5											0,014	0,004		
17,5											0,016	0,005		
18,5											0,010	0,010		
19,5										0,109	0,011	0,007		
20,5			0,850	0,003							0,069	0,016		
21,5										0,145	0,145	0,014		
22,5										0,165	0,073	0,016		
23,5			1,248							0,188	0,104	0,005		
24,5		0,518	4,211	0,005				0,139	0,784	0,212	0,357	0,021		
25,5	0,021	5,173	9,428	0,011		0,535		0,575	1,764	0,119	0,404	0,024		
26,5	0,116	56,652	24,514	0,018		3,015		1,879	3,951	0,133	1,090	0,015		
27,5	0,404	126,473	99,125	0,047		12,185		2,233	3,305		2,103	0,051		
28,5	0,613	179,092	204,212	0,282		13,624		2,049	2,447	0,165	2,799	0,066		
29,5	0,897	149,150	246,369	0,540		21,919		1,462	1,354	0,183	2,944	0,089		
30,5	0,981	132,450	91,072	1,198		22,454		1,616		1,208	2,840	0,231		
31,5	0,925	30,611	42,744	0,775		9,314		0,891	3,285	1,548	2,160	0,465		
32,5	0,978	28,825	12,448	0,737		6,846		0,218	10,803	3,394	2,659	1,352		
33,5	1,004	1,655	6,779	0,265		2,509		0,238	19,682	2,914	2,980	1,942		1,001
34,5	0,915	3,601		0,220					34,337	2,887	2,716	1,049		1,085
35,5	0,413			0,099					32,680	1,570	2,595	0,613		4,104
36,5	0,162								12,665	0,681	2,099	0,269		6,956
37,5	0,070								2,743	1,474	1,667	0,022		8,849
38,5											1,426			6,581
39,5										0,858	1,646	0,013		4,705
40,5										0,924	1,332			2,518
41,5										0,992	1,077			
42,5										0,532	0,515			
43,5														
44,5														
45,5														
46,5														
47,5														
48,5														
49,5														
>50,5														
Total	7,499	714,200	743,000	4,200	0,000	92,401	0,000	11,300	129,800	20,401	35,900	6,301	0,000	35,799

Anexo 7.16. Biomasa (tons) de hembras de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) por caladero fuera de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Caladeros 15 a 27.

MC	CALADERO												
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
10,5													
11,5													
12,5													
13,5													
14,5													
15,5													
16,5													
17,5							0,003	0,079	0,837	1,028			
18,5							0,010	0,279	3,032		4,481	0,004	
19,5							0,008	0,217	2,416	2,964	3,577	0,003	
20,5							0,004	0,125	1,431	10,526	33,963	0,029	
21,5							0,005	0,144	1,682	14,425	87,467	0,075	
22,5							0,017	0,495	5,889	21,620	110,966	0,095	
23,5				0,267			0,104	3,003	36,398	52,865	135,564	0,116	
24,5		0,251	0,001				0,162	4,665	57,644	89,669	62,542	0,053	
25,5					1,212	0,307	0,380	10,970	138,042	150,282	53,799	0,046	
26,5		0,317	0,001		5,425	1,378	0,888	25,628	328,267	179,462	40,917	0,035	
27,5	0,316	4,246	0,018		33,261	8,477	2,125	61,308	798,656	312,155	34,836	0,030	
28,5	0,348	9,444	0,040		36,931	9,442	3,402	98,160	1299,868	480,202	45,933	0,039	
29,5	1,530	20,926	0,089		22,288	5,716	3,448	99,476	1338,163	281,751	14,769	0,012	
30,5	8,798	17,812	0,076		2,048	0,527	2,684	77,430	1057,713	207,961	24,834	0,021	
31,5	14,180	7,948	0,034		6,753	1,742	2,182	62,953	872,713	164,570	27,734	0,023	
32,5	41,834	10,467	0,045		4,934	1,276	2,745	79,207	1113,834	108,065	61,739	0,052	0,468
33,5	90,323	22,271	0,095	6,156	10,784	2,797	2,595	74,889	1067,782	55,248	136,983	0,115	6,736
34,5	85,548	15,973	0,068	13,443			1,204	34,740	502,069	30,508	138,878	0,117	8,584
35,5	108,298	15,121	0,064	30,195	6,391	1,666	1,047	30,223	442,521		167,075	0,140	19,537
36,5	118,172	7,391	0,031	46,725	3,466	0,906	0,426	12,296	182,345	12,300	229,697	0,192	25,611
37,5	83,083	3,560	0,015	47,419	7,504	1,966	0,282	8,135	122,133		83,992	0,070	23,508
38,5	52,130	1,925	0,008	34,974	4,053	1,064	0,083	2,396	36,419		18,383	0,015	23,206
39,5	27,103	1,039	0,004	25,171							20,070	0,017	10,844
40,5	19,945	1,119	0,005	10,849			0,096	2,781	43,246				11,799
41,5	4,844				5,050	1,335							2,135
42,5	2,067	1,291	0,005										3,471
43,5													
44,5													
45,5													
46,5													
47,5													
48,5	1,481												
49,5													
>50,5													
Total	660,000	141,101	0,599	215,199	150,100	38,599	23,900	689,599	9453,100	2175,601	1538,199	1,299	135,899

Anexo 7.17. Abundancia (miles de ejemplares) de machos de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) por caladero dentro de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Caladeros 1 a 16.

MC	CALADERO															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
10,5																
11,5																
12,5																
13,5																
14,5												58,8				
15,5											109,9					
16,5								33,5			219,0					
17,5								66,8					58,9			
18,5							126,6						117,7			
19,5								33,4		24,2	328,0	235,5				
20,5				73,0				167,4			109,4	117,8				
21,5								100,3			1202,7	117,8				
22,5				219,1				502,0		48,7	1640,4	530,1			59,6	
23,5				292,2		144,4	126,5	401,6	7,5	97,2	2521,5	883,7			29,8	
24,5			29,2	511,3		144,3	253,1	669,4	7,4	218,6	3615,2	1296,0			119,1	
25,5			58,3	255,7			379,6	368,2	14,8	170,0	3769,7	1590,5			208,4	
26,5			29,1	730,5			759,2	435,1	14,9	145,7	4387,1	1944,1			148,8	
27,5			58,3	328,8		288,6	506,2	736,4	7,5	170,1	9861,4	3004,4	0,2	20,7	119,1	
28,5	2,8		87,4	401,8		721,6	1012,3	602,5	14,9	364,4	14171,4	2356,4	0,2	20,7	238,1	
29,5			116,6	474,9	31,9	1443,3	632,6	736,4	37,2	340,0	15753,7	3357,9	1,0	82,8	238,1	14,2
30,5	2,8		233,1	438,3	31,8	1587,7	253,1	1205,0	44,7	218,6	17741,5	3888,1	1,0	82,8	327,5	28,3
31,5	5,6		174,9	474,9	31,9	1010,3	253,0	937,2	59,5	218,6	18082,4	4300,4	1,0	82,9	357,2	42,4
32,5	22,6		233,1	438,3	31,9	1154,6	1771,5	937,2	14,9	340,0	19208,2	5184,1	1,0	62,1	446,6	28,3
33,5	39,5		582,9	1241,9	191,2	2453,6	1644,9	937,2	59,5	242,9	15695,9	5478,7	2,2	124,3	654,9	
34,5	36,7		378,9	803,6	318,6	1876,3	4049,0	1104,6	52,1	97,1	16043,3	5655,4	1,7	145,0	535,9	14,1
35,5	59,3		145,7	1461,1	254,9	2742,3	6579,6	1138,1	89,3	121,5	9938,7	5301,9	1,7	103,5	446,6	14,1
36,5	45,2		116,6	657,5	127,4	2020,6	7085,8	1004,2	104,1	170,0	10157,4	5007,4	2,2	145,0	446,6	56,5
37,5	14,1		87,4	328,7	254,9	2020,6	6200,1	1238,5	96,7	72,9	6812,4	5360,8	2,9	248,5	565,6	84,8
38,5	5,7			182,6		721,6	2783,7	535,5	44,7	145,7	4805,4	4064,8	1,2	103,5	357,2	42,4
39,5	8,5			219,2	95,6	433,0	1012,3	502,1	14,9	24,3	2573,2	3947,0	1,2	62,1	416,8	56,5
40,5							632,7	334,7	7,4	24,3	2463,8	3711,3	2,7	207,1	267,9	70,7
41,5				36,5	31,9		126,5	167,4			675,5	2827,7	1,2	103,6	148,8	14,1
42,5								167,4		24,3	881,3	2356,4	0,7	62,1	208,4	14,1
43,5								66,9	7,4		334,5	1119,3			29,8	28,3
44,5							126,5					530,2			59,5	
45,5												294,5			59,5	
46,5								33,5				58,9				
47,5																
48,5																
49,5													0,2	20,7		
>50,5																
Total	242,7	0,0	2331,5	9570,0	1401,9	18763,0	36314,7	15162,6	699,4	3279,1	183102,7	74756,6	22,7	1698,3	6489,8	508,8

Anexo 7.18. Abundancia (miles de ejemplares) de machos de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) por caladero dentro de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Caladeros 17 a 31.

MC	CALADERO														
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
10,5															
11,5															
12,5															
13,5															
14,5															
15,5															
16,5															
17,5															
18,5															
19,5															
20,5															
21,5															
22,5															
23,5															
24,5															
25,5															
26,5															
27,5	25,7														
28,5		128,2	14,8												
29,5			14,8												
30,5		64,1	29,5												
31,5	25,7		44,3												
32,5	102,9	128,2	73,9												
33,5	102,9	64,1													
34,5	25,7	128,2	29,6												
35,5	205,8	576,8	88,7												
36,5	257,3	2179,0	59,1												
37,5	308,7	2371,3	118,2												
38,5	540,2	3524,9	221,7												
39,5	848,9	2435,4	443,3												
40,5	746,0	2755,8	857,1												
41,5	900,3	1730,4	1078,7												
42,5	488,8	1217,7	1359,5												
43,5	385,9	833,2	1078,7												
44,5	154,3	448,6	517,2												
45,5	102,9	512,7	325,1												
46,5	102,9		162,6												
47,5	25,7		73,9												
48,5	25,7		59,1												
49,5			14,8												
>50,5															
Total	5376,4	19098,3	6664,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Anexo 7.19. Abundancia (miles de ejemplares) de hembras de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) por caladero dentro de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Caladeros 1 a 16.

MC	CALADERO															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
10,5																
11,5																
12,5																
13,5																
14,5				36,6	31,8											
15,5																
16,5																
17,5																
18,5											105,4					
19,5				36,6	31,9			33,4								
20,5				36,4	32,0			234,1	7,5							
21,5				73,0	63,9			200,7								
22,5						288,7					114,3	59,0	0,3		89,4	
23,5								535,2			668,1	294,5	1,2		148,9	
24,5				146,0	127,7		126,5	401,4			1757,4	117,8	0,5		119,1	
25,5			58,1	365,1	319,2	866,1	506,2	267,6	22,5	24,1	3821,7	1178,2	5,0		59,5	
26,5			58,1	438,1	383,1	2309,4	2151,4	167,3	30,0	24,2	5341,1	1885,1	8,0	41,4	119,2	
27,5			174,3	693,6	606,5	4474,5	4555,8	669,0	120,1	72,4	7919,2	3593,5	15,2	62,2	327,7	14,2
28,5	8,4		377,6	803,1	702,2	6206,6	4429,2	568,6	97,6	24,2	8403,8	6008,9	25,4	103,6	327,7	
29,5	30,9		464,8	474,6	414,9	4907,5	2784,1	501,7	90,1	48,3	10359,2	10073,6	42,6	248,6	297,9	28,3
30,5	78,7		116,2	365,1	319,2	2020,7	2277,9	334,5	22,5	96,7	5707,9	12076,6	51,1	227,9	119,2	42,5
31,5	42,2		145,2	146,0	127,7	577,3	1265,5	434,8	22,5	24,1	4302,7	14786,4	62,6	103,6	178,8	28,3
32,5	25,3		29,0			577,4	126,5	167,3			3670,9	12135,5	51,3	186,5	208,5	56,6
33,5	2,8			73,0	63,9		253,1		7,5	48,3	2046,0	7835,0	33,1	82,9	119,2	42,5
34,5								33,4			1712,0	5125,2	21,7	41,5		56,6
35,5	2,8		29,1								1290,8	3534,6	14,9	165,8	119,2	
36,5						144,3					219,7	1767,3	7,5	41,5	297,9	56,6
37,5											659,0	1649,5	7,0	82,9	149,0	42,5
38,5								33,4			334,1	1119,3	4,7	20,7	59,6	70,8
39,5						144,3		33,5			210,6	235,6	1,0		119,2	
40,5												117,8	0,5			
41,5												58,9	0,3		29,8	28,3
42,5																
43,5												58,9	0,3			
44,5																
45,5																
46,5																
47,5																
48,5																
49,5																
>50,5																
Total	191,2	0,0	1452,5	3687,2	3224,0	22516,8	18476,1	4649,3	420,4	362,3	58644,0	83711,1	354,2	1409,0	2889,8	467,0

Anexo 7.20. Abundancia (miles de ejemplares) de hembras de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) por caladero dentro de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Caladeros 17 a 31.

MC	CALADERO														
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
10,5															
11,5															
12,5															
13,5															
14,5															
15,5															
16,5															
17,5															
18,5															
19,5															
20,5															
21,5															
22,5															
23,5															
24,5															
25,5															
26,5	25,7														
27,5		320,5													
28,5															
29,5	25,7	705,0	14,8												
30,5	51,5	576,8	103,4												
31,5	154,4	961,4	354,6												
32,5	360,3	833,2	1004,7												
33,5	360,3	384,5	1876,4												
34,5	334,6	769,1	2290,1												
35,5	411,8	448,6	1817,3												
36,5	489,0	512,7	1388,8												
37,5	205,9	448,6	1063,8												
38,5	128,7	128,2	487,6												
39,5	51,5	128,2	192,1												
40,5			103,4												
41,5	25,7		14,8												
42,5															
43,5			44,3												
44,5															
45,5															
46,5															
47,5															
48,5															
49,5															
>50,5															
Total	2625,1	6216,7	10755,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Anexo 7.21. Abundancia (miles de ejemplares) de machos de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) por caladero fuera de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Caladeros 1 a 16.

MC	CALADERO															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
10,5																
11,5																
12,5											150,3					
13,5																
14,5																
15,5											155,1					
16,5								1,4								
17,5								2,9								
18,5											619,1	2,8				
19,5								1,5				31,8				
20,5							62,3	7,0			929,0	66,3				
21,5							124,4	4,2			1703,3	55,6				
22,5					28,6		62,1	20,9			1858,1	105,9				
23,5					28,5		248,8	16,6			2787,0	166,6				
24,5	10,1				28,6		311,0	27,7			4025,7	111,0				
25,5	40,6				28,6		1119,7	15,3			4799,9	74,2				
26,5	10,1	6,6			85,7		1368,6	18,1			7741,8	42,5				
27,5	10,2				85,8		1741,8	30,6			10528,9	53,3				
28,5	40,6				28,6		1119,7	25,0			12386,9	23,8				
29,5	40,6						1057,5	30,6			11457,9	7,9				
30,5	50,8				114,3		1119,7	50,0			14399,8					
31,5	111,8	6,6			28,6		933,1	38,9			11612,7	7,9				
32,5	121,9	19,8			85,7		1057,5	38,9			11612,7					
33,5	193,1	79,2			257,2		1244,1	38,9			10219,2					
34,5	111,8	79,3			371,5		2488,3	45,9			14090,1	7,9				
35,5	91,5	26,4			57,2		2426,1	47,2			17806,1	7,9				
36,5	91,5	13,2			28,6		2115,1	41,7			22141,6	18,7				
37,5	50,8				57,1		1368,6	51,4			25547,9	74,2				
38,5					28,6		559,9	22,2			24773,8	15,2				
39,5							373,3	20,8			19044,8	30,4				
40,5								13,9			18735,2					
41,5		6,6					62,2	6,9			7432,1	5,1				
42,5								6,9			4954,8					
43,5								2,8			2632,2	5,1				
44,5											464,5					
45,5																
46,5								1,4			309,7					
47,5											154,8					
48,5																
49,5																
>50,5																
Total	0,0	975,3	237,7	0,0	1343,1	0,0	20963,8	629,6	0,0	0,0	265074,9	914,2	0,0	0,0	0,0	0,0

Anexo 7.22. Abundancia (miles de ejemplares) de machos de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) por caladero fuera de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Caladeros 17 a 31.

MC	CALADERO														
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
10,5															
11,5															
12,5															
13,5															
14,5															
15,5															
16,5															
17,5															
18,5															
19,5															
20,5															
21,5				292,5	34,8		0,2	92,5					7,3	1,2	52,9
22,5					104,7		0,2	92,6					29,5	4,4	211,8
23,5				219,3	174,4		0,5	185,2				0,1	59,1	8,9	423,7
24,5			28,0	365,5	139,6		0,4	185,1				0,1	73,8	11,2	529,7
25,5				219,4	209,4	96,3	1,4	555,4				0,1	81,2	12,2	582,6
26,5				219,3	488,6		1,5	370,3				0,2	88,6	13,4	635,6
27,5				219,3	732,9	96,3	1,6	648,0				0,3	169,8	25,6	1218,1
28,5			28,0	73,1	1256,4	385,1	5,3	1944,1				0,2	125,5	18,9	900,3
29,5			28,1	292,4	1186,5	96,2	10,2	3332,7				0,2	118,1	17,8	847,4
30,5			56,1	365,5	2338,2	481,4	15,9	7022,7	4,1	39,1		0,2	140,2	21,2	1006,3
31,5		157,3	112,2	731,1	2617,4	866,4	24,0	12068,8	18,1			0,2	132,9	20,1	953,3
32,5			112,2	1315,9	4432,1	770,2	29,7	11003,4	4,0	19,6	77,6	0,2	140,3	21,1	1006,3
33,5		314,6	140,3	804,2	5479,1	1732,9	40,7	16816,2	10,0		155,2	0,2	118,1	17,8	847,4
34,5		314,7	28,0	1389,0	5932,8	1732,9	48,2	18105,7	12,1	19,6	77,6	0,3	214,1	32,3	1535,9
35,5		157,3	224,4	1096,6	5723,4	2695,6	46,8	20460,6	28,2	19,6	387,9	0,4	273,1	41,2	1959,6
36,5		708,0	336,6	1535,2	5828,1	2118,0	50,3	18721,1	22,1	176,2	465,6	0,5	302,7	45,6	2171,5
37,5		1101,3	1094,1	4167,1	5269,7	3369,5	48,0	25547,1	58,3	274,0	232,8	0,8	516,8	77,9	3707,4
38,5		550,7	1290,5	5336,8	4641,5	4043,4	49,2	19687,4	38,2	234,9	465,5	1,3	767,7	115,7	5508,1
39,5		1180,0	1374,6	5921,6	3629,5	5583,7	48,5	17200,9	34,2	176,2	232,8	1,2	730,8	110,2	5243,3
40,5		2359,9	2300,4	8699,7	3978,4	7701,7	47,9	17955,9	58,4	274,0	698,3	0,9	568,4	85,7	4078,1
41,5		3618,5	2384,5	11477,7	2791,9	6450,1	69,1	24939,6	74,4	332,8	620,7	0,9	561,0	84,6	4025,2
42,5		2831,9	2328,4	14401,9	2512,7	7797,9	59,7	19463,2	50,3	332,8	232,8	0,8	494,6	74,6	3548,5
43,5		1887,9	2076,0	13378,5	1570,4	8086,8	68,1	17379,5	36,2	137,0	310,4	0,6	347,0	52,3	2489,2
44,5		944,0	1150,2	8992,1	1221,5	4332,2	65,8	16897,1	42,3	176,2	232,8	0,4	251,0	37,8	1800,7
45,5		550,7	701,3	6360,2	732,9	3465,8	35,3	15549,0	58,4	19,6	77,6	0,2	140,3	21,1	1006,3
46,5			224,4	2924,2	349,0	2695,6	28,9	8260,2	22,1		77,6	0,1	66,4	10,0	476,7
47,5				1900,8	209,4	1059,0	18,0	6210,5	26,2	39,2		0,1	36,9	5,6	264,8
48,5			56,1	584,8	69,8	673,9	7,4	2923,3	12,1	19,6		0,0	7,4	1,1	53,0
49,5				511,8	34,9	385,1	4,5	2553,0	12,1						
>50,5			28,1		34,9		2,3	2275,3	12,1			0,0	14,8	2,2	105,9
Total	0,0	16676,9	16102,7	93795,5	63724,8	66715,8	830,0	310357,9	643,8	2290,2	4345,1	10,5	6577,3	991,6	47189,5

Anexo 7.23. Abundancia (miles de ejemplares) de hembras de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) por caladero fuera de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Caladeros 1 a 16.

MC	CALADERO															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
10,5																
11,5																
12,5																
13,5																
14,5			6,5													
15,5																
16,5																
17,5																
18,5																
19,5			6,6					1,5								
20,5			6,5				62,3	9,5			309,7					
21,5			13,1				62,3	8,1			774,2	7,9				
22,5							124,4	21,8			1858,1	39,7				
23,5					142,7		684,4	16,3			3406,3	15,9				
24,5		10,3	65,6		171,2		1119,9	10,9			6657,8	158,9				
25,5		20,5	78,8		770,5		1866,5	6,8			13160,6	254,4				
26,5		204,6	124,7		998,7		3981,8	27,2			16412,1	484,9				
27,5		214,9	144,4		684,9		3919,6	23,1			18270,0	810,9				
28,5		163,7	85,3		399,5		2862,0	20,4			22140,8	1359,5				
29,5		71,6	65,6		142,7		1244,3	13,6			22450,5	1629,8				
30,5		10,2	26,2		57,0		248,8	17,7			19818,4	1995,5				
31,5								6,8			10528,5	1637,8				
32,5			13,1				62,2				7896,4	1057,4				
33,5								1,3			3251,4	691,7				
34,5											2477,3	477,0				
35,5								1,4			154,8	238,5				
36,5											619,3	222,6				
37,5								1,4			309,7	151,1				
38,5								1,4			154,8	31,8				
39,5											309,7	15,9				
40,5												8,0				
41,5																
42,5												8,0				
43,5																
44,5																
45,5																
46,5																
47,5																
48,5																
49,5																
>50,5																
Total	0,0	695,9	662,7	0,0	3367,2	0,0	16300,8	188,9	0,0	0,0	150960,4	11297,2	0,0	0,0	0,0	0,0

Anexo 7.24. Abundancia (miles de ejemplares) de hembras de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) por caladero fuera de las 5 mn de reserva artesanal entre la II y VIII Región. Enfoque geoestadístico. Caladeros 17 a 31.

MC	CALADERO														
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
10,5															
11,5															
12,5															
13,5															
14,5															
15,5															
16,5															
17,5															
18,5															
19,5							0,8	277,7							
20,5				73,2			0,2	92,5							
21,5			28,1	146,2									22,1	3,4	158,9
22,5				146,2		96,3	1,2	277,8				0,1	36,9	5,5	264,8
23,5			56,1		69,8		1,2	462,9				0,1	51,6	7,8	370,8
24,5			28,0	73,1			1,2	1190,5	4,0	39,1		0,2	59,0	8,9	423,7
25,5				292,4	104,7		1,4	555,4				0,3	125,4	18,9	900,4
26,5				146,2	209,4	96,3	2,8	1653,3	4,0	39,1		0,2	81,1	12,2	582,6
27,5			84,2	511,8	209,4	577,7	7,2	2757,8	6,1	58,8		0,2	88,5	13,4	635,5
28,5			84,1	438,7	488,6	2021,8	16,5	4861,0	14,1	137,1		0,4	140,1	21,1	1006,2
29,5		314,7	28,1	950,4	628,2	4332,3	33,9	12718,3	46,3	450,4	77,6	0,3	132,8	20,0	953,3
30,5		472,0	224,4	3436,0	1186,6	6065,2	43,7	16997,7	68,5	665,7	155,2	0,5	191,7	28,9	1377,0
31,5		1337,4	953,9	5921,6	1884,7	3369,6	28,5	13353,3	50,3	489,5	310,3	0,7	265,5	40,1	1906,6
32,5		2281,4	1963,8	9942,5	1535,6	3850,9	27,4	13327,2	58,4	567,9	465,5	0,6	213,9	32,3	1535,8
33,5		4012,2	3170,2	10015,6	1012,1	2406,9	20,9	8697,0	30,2	293,7	853,4	0,4	147,5	22,3	1059,2
34,5		4798,9	4320,5	9284,5	732,9	1732,9	16,4	13783,6	60,4	587,4	155,2	0,2	95,9	14,5	688,5
35,5		4877,6	3731,3	7968,6	383,9	1540,4	13,5	6858,6	26,2	254,6	155,2	0,2	88,5	13,4	635,5
36,5		5034,9	3170,2	6872,0	209,4	1059,0	8,9	7480,5	34,2	332,9	77,6	0,1	44,3	6,7	317,8
37,5		2832,1	1795,5	4971,2	34,9	1155,3	11,0	4126,9	12,1	117,5		0,0	7,4	1,1	53,0
38,5		1966,8	1038,0	1973,9	209,4	866,5	6,7	1560,8	4,0	39,2		0,0	22,1	3,4	158,9
39,5		944,1	420,8	1169,7	69,8	385,1	3,4	2374,4	10,1	97,9		0,0	22,1	3,3	158,9
40,5		393,3	252,5	731,1	34,9	673,9	3,8	456,4	2,0	19,6					
41,5		236,0	140,3	219,3	69,8	288,8	2,0	548,9	2,0	19,6					
42,5		236,0	112,2	73,1		192,5	1,5	548,9	2,0	19,6					
43,5				73,1		96,3	0,7	92,6							
44,5								363,8	2,0	19,6					
45,5					34,9			363,8	2,0	19,6					
46,5			84,2												
47,5															
48,5				73,1											
49,5															
>50,5															
Total	0,0	29737,3	21686,6	65503,4	9109,1	30807,6	254,5	115781,5	439,1	4268,6	2249,9	4,6	1836,4	277,2	13187,2

Anexo 7.25. 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 VIII 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											363,5			
11,5												49,3		
12,5												24,3		
13,5														
14,5											181,8			
15,5											544,5	24,3		
16,5											181,7	122,7		
17,5												220,5		
18,5											181,5	343,3		
19,5											363,1	564,0		
20,5						183,9					1452,3	220,6		
21,5						112,9					1452,3	220,7		
22,5											3267,7	147,2		
23,5				34,0		91,9					2904,6	220,6		
24,5						42,0	1369,5	59,9			4357,1	147,2	1,5	
25,5		12,3		68,0		1011,2	1369,5	59,8			5446,3	269,6	1,5	
26,5	168,9	98,7				756,5	5477,8	239,5			6172,4	171,6		
27,5	472,8	308,8		101,9		1838,7	10499,3	459,1			11437,2	343,2		
28,5	607,9	469,3		441,6		2820,9	10499,3	459,1			10166,3	147,1	1,5	
29,5	776,7	703,9		917,3		2382,3	12325,3	539,0			13797,1	294,2	1,5	
30,5	1688,6	1099,2		1936,6		2826,3	5934,4	259,5			21603,5	465,8	3,0	
31,5	1519,7	913,9		2752,0	175,5	3165,1	5477,9	239,6			29409,7	318,8	4,6	
32,5	1857,5	642,1		3839,2	351,0	2760,7	5934,4	259,5			34674,4	956,2	10,6	
33,5	1891,2	284,0		3567,4	585,0	2400,8	4108,5	179,7			29591,3	2059,5	12,1	
34,5	1317,1	98,8		1732,8	585,0	727,6	3195,4	139,7			21966,5	5246,8	34,8	
35,5	1114,5	49,4		747,5	818,9	155,0	1826,0	79,9			12526,4	7478,0	45,3	
36,5	675,4			169,9	409,5	21,0	913,0	39,9			9258,6	9954,2	48,4	
37,5	371,5			101,9	409,5						5083,2	7453,4	15,1	
38,5	33,8				117,0		456,5	20,0			4357,0	3138,3	7,6	
39,5											2541,6	858,1	4,5	
40,5											907,7	367,8	1,5	
41,5											726,2			
42,5											907,7	24,5		
43,5											1270,8		1,5	
44,5											363,1			
45,5											363,1			
46,5														
47,5														
48,5														
49,5														
>50,5														
Total	12495,6	4680,4	0,0	16410,2	3451,4	21296,8	69386,6	3034,2	0,0	0,0	237819,8	41851,9	195,0	0,0

Anexo 7.26. 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 VIII Región. Enfoque geoestadístico. Caladeros 15 a 27.

MC	CALADERO												
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
10,5													
11,5													
12,5													
13,5													
14,5													
15,5													
16,5													
17,5													
18,5													
19,5													
20,5													
21,5													
22,5													
23,5													
24,5													
25,5													
26,5													
27,5													
28,5													
29,5													
30,5													
31,5													
32,5													
33,5													
34,5													
35,5													
36,5													
37,5													
38,5													
39,5													
40,5													
41,5													
42,5													
43,5													
44,5													
45,5													
46,5													
47,5													
48,5													
49,5													
>50,5													
Total	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Anexo 7.27. 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 VIII 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											363,1	24,2	1,9	
13,5											362,8			
14,5											908,0	24,4	1,8	
15,5											363,0	24,3	1,5	
16,5											363,0	98,2	6,0	
17,5											362,9	122,6	7,4	
18,5											181,5	196,1	12,0	
19,5											181,4	122,6	7,5	
20,5				34,1		91,8					907,8	220,6	13,4	
21,5											1633,9	171,5	10,5	
22,5											726,1	171,6	10,4	
23,5						183,9					907,7	49,0	3,0	
24,5				34,0		735,3	1369,5	60,0			2723,0	171,6	10,5	
25,5	67,5	37,2		68,0		2319,1	5021,3	220,0			2723,0	171,6	10,5	
26,5	337,9	668,0		102,0		5331,4	14607,2	639,9			6535,3	98,0	6,0	
27,5	1047,4	1200,0		237,9		9373,2	15520,1	679,9			11255,4	294,2	18,0	
28,5	1419,1	1558,7		1087,6	117,1	6019,5	12781,4	559,9			13433,8	343,2	20,9	
29,5	1858,3	1311,3		2073,2	468,1	5780,3	8216,6	360,0			12707,7	416,8	25,4	
30,5	1824,5	1162,9		2209,1	526,7	4304,2	8216,6	359,9			11073,8	980,6	59,8	
31,5	1554,2	235,1		985,6	994,8	1168,6	4108,3	180,0			7624,6	1789,6	109,0	
32,5	1486,6	235,0		1087,6	1170,4	527,8	912,9	40,0			8532,3	4731,5	288,3	
33,5	1385,3	12,4		135,9	351,1		912,9	40,0			8713,8	6202,4	377,9	
34,5	1148,8	24,7		170,0	234,1						7261,6	3064,4	186,7	
35,5	473,0			34,0	117,0						6353,9	1642,5	100,1	
36,5	168,9										4720,0	661,9	40,3	
37,5	67,6										3449,2	49,0	3,0	
38,5											2723,1			
39,5											2904,6	24,5	1,5	
40,5											2178,5			
41,5											1633,9			
42,5											726,2			
43,5														
44,5														
45,5														
46,5														
47,5														
48,5														
49,5														
>50,5														
Total	12839,2	6445,2	0,0	8258,9	3979,3	35835,1	71666,8	3139,6	0,0	0,0	124534,8	21867,1	1333,0	0,0

Anexo 7.28. 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 VIII Región. Enfoque geoestadístico. Caladeros 15 a 27.

MC	CALADERO												
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
10,5													
11,5													
12,5													
13,5													
14,5													
15,5													
16,5													
17,5													
18,5													
19,5													
20,5													
21,5													
22,5													
23,5													
24,5													
25,5													
26,5													
27,5													
28,5													
29,5													
30,5													
31,5													
32,5													
33,5													
34,5													
35,5													
36,5													
37,5													
38,5													
39,5													
40,5													
41,5													
42,5													
43,5													
44,5													
45,5													
46,5													
47,5													
48,5													
49,5													
>50,5													
Total	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Anexo 7.29. 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 VIII 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											2,9			
12,5											2,3	0,9		
13,5														
14,5											2,9			
15,5											9,4	0,5		
16,5											3,4	2,0		
17,5												3,4		
18,5										15,3	3,4	5,1		
19,5											7,0	8,5		
20,5									108,6		27,6	3,3		
21,5										60,6	27,3	3,3		
22,5										75,8	62,1	2,2		
23,5				0,7						106,2	55,1	3,3		
24,5		88,0						20,9		91,1	82,5	2,2		
25,5		203,0	215,5	1,5				20,9	217,1	106,2	103,3	4,0		
26,5	7,7	1095,6	861,9			286,2		83,5	108,6	30,3	117,1	2,6		
27,5	21,5	3754,4	3878,7	2,3		572,5	159,9	325,8	75,9	216,9	5,2			
28,5	27,7	5777,2	4094,2	9,5		787,1	159,9	217,2	60,7	192,8	2,2			44,8
29,5	35,3	7961,1	7326,4	24,7		1502,6	187,7	108,6	45,5	261,7	4,4			
30,5	76,7	12343,9	11205,1	51,6		2576,0	90,4	108,6	75,9	409,6	7,0			
31,5	69,1	10796,0	10343,2	93,1		1574,2	83,4	108,6	45,5	557,6	4,8			
32,5	84,4	7298,3	14006,4	145,3		3076,9	90,4	434,4	106,2	657,5	14,3			22,4
33,5	85,9	3260,2	6033,5	177,6		2790,7	62,6	217,2	242,8	561,1	30,8			44,8
34,5	59,9	919,6	1508,4	152,2		1574,2	48,7	977,3	212,5	416,5	78,5			111,9
35,5	50,7	459,7	215,5	97,4		500,9	27,8	1085,9	106,2	237,5	111,9			179,1
36,5	30,7	88,1	215,5	8,5		71,6	13,9	434,4	75,9	175,6	149,0			268,6
37,5	16,9			11,8				977,3	151,7	96,4	111,5			447,7
38,5	1,5							7,0	108,6	121,4	82,6	47,0		313,3
39,5									108,6	60,7	48,2	12,8		492,4
40,5									108,6	15,2	17,2	5,5		626,7
41,5											13,8			738,6
42,5										15,2	17,2	0,4		559,6
43,5										30,3	24,1			313,4
44,5											6,9			22,4
45,5											6,9			
46,5														
47,5														
48,5														
49,5														
>50,5														
Total	567,9	54045,3	59904,3	776,0	0,0	15312,9	0,0	1056,7	5755,1	1927,1	4506,3	626,5	0,0	4185,6

Anexo 7.30. 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 VIII Región. Enfoque geoestadístico. Caladeros 15 a 27.

MC	CALADERO													
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
10,5														
11,5														
12,5														
13,5														
14,5														
15,5									1989,2					
16,5									2784,7					
17,5									5967,7					
18,5									2785,0	1411,5				
19,5					135,8				1591,2	1411,4	3677,9	3,2		
20,5									1193,4	1882,0	4903,8	4,0		
21,5									1193,4	3763,7	7355,7	6,2		
22,5							1,0	27,6	397,9	3763,8	11033,6	9,0		
23,5									3580,6	11761,8	26971,1	22,2		
24,5							0,9	27,6	6763,3	17877,9	22680,1	18,7		
25,5					135,8				9548,2	27287,4	11646,6	9,6		
26,5					135,8				23074,8	27287,3	9194,6	7,6		
27,5		215,3	1,0		1086,4				46149,5	43283,4	6129,8	5,1		
28,5	24,2	769,2	3,4		3259,3		0,9	27,7	75589,8	49399,5	8581,7	7,1		
29,5	48,3	1538,4	6,8		2444,5		3,9	110,5	95879,7	35755,8	9807,7	8,1		
30,5		2861,4	12,7	38,0	1086,4				469,8	111395,5	40931,1	13485,5	11,1	
31,5	265,9	1323,0	5,9		407,4				35,4	1022,6	120943,6	35285,4	13485,5	11,1
32,5	628,6	1876,9	8,4	38,0	271,6	34,2	108,0	3123,2	160329,9	23523,6	23293,1	19,2		
33,5	1112,1	1569,2	7,0	75,9	135,8	34,2	237,1	6854,3	159136,3	16466,5	14098,5	11,6	26,5	
34,5	1958,3	1476,9	6,6		1629,7	410,6	402,4	11635,8	128104,7	10350,4	16550,4	13,6	53,0	
35,5	2224,3	1015,3	4,5	113,9	3123,5	547,5	311,6	9010,1	81955,2	4704,7	23906,1	19,7	105,9	
36,5	2127,6	984,6	4,4	189,8	6518,7	1026,6	213,2	6163,3	77976,8	3293,3	19615,3	16,1	185,4	
37,5	2345,2	1015,3	4,5	265,7	7333,5	889,7	140,5	4062,8	54106,3	4704,7	13485,5	11,1	397,4	
38,5	2369,4	984,6	4,4	341,6	6247,0	684,4	45,9	1326,7	33418,6	940,9	11033,6	9,1	821,2	
39,5	2949,6	984,6	4,4	341,6	4074,2	273,7	25,8	746,2	19892,0	940,9	4290,8	3,5	847,7	
40,5	3965,0	984,6	4,4	1100,8	2037,1	102,7	11,5	331,6	12333,1	470,5	3064,9	2,5	1033,2	
41,5	3554,0	707,7	3,1	1176,8	2580,3	136,9	2,9	82,9	4774,1	1411,4	3064,9	2,5	344,4	
42,5	1885,8	800,0	3,5	645,3	1765,5	68,4	1,9	55,3	3580,6		1226,0	1,0	264,9	
43,5	1378,1	338,5	1,5	455,5	1493,8		2,9	82,9	397,9		1838,9	1,5	53,0	
44,5	386,8	153,8	0,7	379,6	543,2				397,8		1225,9	1,0		
45,5	120,9	92,3	0,4	38,0	135,8				397,8					
46,5				75,9	407,4									
47,5	72,5													
48,5														
49,5	24,2													
>50,5									397,8					
Total	27440,9	19691,4	87,6	5276,4	46988,4	4209,0	1561,9	45161,1	1248026,5	367909,0	285647,4	235,2	4132,6	

Anexo 7.31. 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 VIII 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											6,8			
13,5											7,2			
14,5											17,2	0,6		
15,5											6,4	0,5		
16,5											6,8	1,6		
17,5											6,5	1,7		
18,5											3,4	2,8		
19,5										30,4	3,2	1,7		
20,5			215,6	0,7							17,2	3,3		
21,5										30,4	31,2	2,5		
22,5										30,3	13,6	2,5		
23,5			215,4							30,4	17,0	0,7		
24,5		88,2	646,4	0,8				20,9	108,6	30,3	51,4	2,6		
25,5	3,1	785,6	1292,7	1,5		71,6		76,5	217,3	15,1	51,5	2,6		
26,5	15,3	7704,6	3016,4	2,2		357,7		222,5	434,6	15,1	123,4	1,4		
27,5	47,4	15466,9	10988,3	5,3		1287,5		236,4	326,0		212,6	4,4		
28,5	64,2	19769,5	20468,3	28,9		1287,5		194,7	217,3	15,2	253,6	5,1		
29,5	84,2	14915,0	22407,4	50,5		1859,7		125,2	108,6	15,2	240,1	6,2		
30,5	82,7	12037,6	7540,9	102,6		1716,7		125,1		91,0	209,1	14,5		
31,5	70,4	2536,3	3231,8	60,9		643,8		62,6	217,3	106,1	144,1	26,5		
32,5	67,3	2183,7	861,8	53,3		429,1		13,9	651,9	212,2	161,2	70,1		
33,5	62,8	114,9	430,9	17,7		143,1		13,9	1086,5	166,7	164,6	91,9		44,7
34,5	52,1	229,9		13,6					1738,4	151,5	137,1	45,4		44,8
35,5	21,4			5,7					1521,1	75,8	120,0	24,3		156,7
36,5	7,7								543,3	30,3	89,1	9,8		246,2
37,5	3,1								108,7	60,6	65,2	0,7		291,0
38,5											51,4			201,4
39,5										30,3	54,9	0,4		134,3
40,5										30,3	41,1			67,1
41,5										30,3	30,9			
42,5										15,2	13,7			
43,5														
44,5														
45,5														
46,5														
47,5														
48,5														
49,5														
>50,5														
Total	581,7	75832,3	71315,9	343,8	0,0	7796,6	0,0	1091,6	7279,6	1212,6	2351,4	324,0	0,0	1186,1

Anexo 7.32. 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 VIII Región. Enfoque geoestadístico. Caladeros 15 a 27.

MC	CALADERO												
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
10,5													
11,5													
12,5													
13,5													
14,5													
15,5													
16,5													
17,5								1,1	27,6	398,0	470,3		
18,5								3,0	82,9	1193,7	1838,7	1,5	
19,5								2,0	55,3	795,8	941,0	1225,8	1,0
20,5								0,9	27,5	397,7	2822,7	9807,4	7,8
21,5								1,0	27,5	397,7	3293,4	21453,8	17,1
22,5								2,8	82,8	1193,6	4234,2	23292,6	18,6
23,5				38,0				15,3	442,3	6365,5	8939,0	24518,7	19,6
24,5		30,8	0,1					21,1	608,1	8752,5	13173,1	9807,4	7,8
25,5					135,9	34,3		44,0	1271,6	18300,7	19289,2	7355,6	5,9
26,5		30,8	0,1		543,4	137,0		91,9	2653,6	38192,8	20230,2	4903,8	3,9
27,5	24,2	369,1	1,6		2988,7	753,4		197,4	5694,1	81955,5	31050,9	3677,8	3,0
28,5	24,2	738,2	3,1		2988,7	753,4		284,5	8209,4	118159,1	42342,1	4290,8	3,4
29,5	96,7	1476,4	6,3		1630,2	411,0		260,6	7518,4	108213,1	22112,0	1225,9	0,9
30,5	507,7	1138,1	4,9		135,9	34,3		184,0	5307,1	76385,7	14584,5	1838,9	1,5
31,5	749,4	461,4	2,0		407,6	102,7		136,0	3925,0	56493,6	10350,3	1838,9	1,4
32,5	2030,7	553,7	2,4		271,7	68,5		156,1	4505,5	64848,3	6116,1	3677,8	2,9
33,5	4037,1	1076,5	4,6	303,6	543,4	137,0		135,1	3897,4	56095,7	2822,8	7355,6	5,9
34,5	3529,5	707,4	3,0	607,3				57,5	1658,5	23870,5	1411,4	6742,6	5,4
35,5	4133,8	615,2	2,6	1252,6	271,7	68,5		46,0	1326,8	19096,4		7355,6	5,9
36,5	4182,2	276,8	1,2	1784,0	135,8	34,2		17,2	497,5	7161,2	470,5	9194,5	7,3
37,5	2731,7	123,0	0,5	1670,2	271,7	68,5		10,5	304,1	4376,3		3064,8	2,4
38,5	1595,5	61,5	0,3	1138,7	135,9	34,2		2,9	82,9	1193,5		613,0	0,5
39,5	773,6	30,8	0,1	759,2								613,0	0,5
40,5	531,8	30,8	0,1	303,7			2,9	82,9	1193,5				317,7
41,5	120,9				135,9	34,2							52,9
42,5	48,3	30,8	0,1										79,4
43,5													
44,5													
45,5													
46,5													
47,5													
48,5	24,2												
49,5													
>50,5													
Total	25141,5	7751,1	32,9	7857,3	10596,3	2671,3	1673,8	48288,8	695030,3	204653,6	155693,0	124,4	4898,0

Anexo 7.33. Biomasa (toneladas) de machos de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) por región dentro de las 5 mn de reserva artesanal entre la II - VIII Regiones, Enfoque geoestadístico.

MC	REGION						
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
10,5							
11,5							
12,5							
13,5							
14,5			0,108				
15,5			0,207				
16,5		0,097	0,507				
17,5		0,231	0,197				
18,5		0,529	0,470				
19,5		0,262	2,431				
20,5		1,334	1,171				
21,5		0,646	7,439				
22,5		5,599	14,958				
23,5		9,367	25,771				
24,5		17,734	43,746				
25,5		21,725	48,036				
26,5		27,347	72,616				
27,5		31,214	164,144				
28,5	0,046	60,738	227,776				
29,5		59,946	312,501				
30,5	0,056	75,839	391,774				
31,5	0,121	72,646	447,298				
32,5	0,528	130,126	536,199				
33,5	1,003	190,714	523,044				
34,5	1,009	255,431	579,312				
35,5	1,760	394,597	454,677				
36,5	1,446	394,404	550,897				
37,5	0,486	423,794	490,262				
38,5	0,209	224,587	470,878				
39,5	0,336	129,988	423,243				
40,5		87,118	469,487				
41,5		32,774	360,160				
42,5		15,396	349,870				
43,5		10,299	213,193				
44,5		6,994	105,343				
45,5			84,405				
46,5		2,216	22,638				
47,5			7,228				
48,5			6,537				
49,5			2,878				
>50,5							
Total	7,000	2683,692	7411,401	0,000	0,000	0,000	0,000

Anexo 7.34. Biomasa (toneladas) de machos de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) por región fuera de las 5 mn de reserva artesanal entre la II - VIII Regiones, Enfoque geoestadístico.

MC	REGION						
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
10,5							
11,5							
12,5			0,139				
13,5							
14,5							
15,5		0,009	0,283				
16,5		0,004					
17,5		0,010					
18,5		0,061	2,042				
19,5		0,007	0,150				
20,5		0,520	4,645		0,501		0,361
21,5		1,114	9,540	2,506	0,578		1,668
22,5		1,172	12,429	0,836	1,325		3,829
23,5		3,085	21,584	3,748	1,508		5,458
24,5		4,584	34,812	5,484	5,125		6,808
25,5		14,204	46,305	6,245	3,850		8,380
26,5		20,397	83,839	9,272	7,558		18,039
27,5		28,904	128,807	15,175	25,328		14,908
28,5		23,110	170,388	27,234	48,310		15,629
29,5		23,828	176,424	27,793	101,157	12,199	20,752
30,5		31,640	247,768	61,653	156,121	58,319	21,576
31,5		28,797	227,356	89,895	200,873	14,557	26,950
32,5		36,181	248,093	151,972	321,860	39,168	27,067
33,5		50,286	250,531	203,102	374,110	51,802	48,345
34,5		91,875	372,586	250,119	394,223	131,468	75,862
35,5		90,405	515,857	285,258	411,252	115,918	93,832
36,5		91,318	722,207	308,008	455,270	327,670	154,445
37,5		77,330	948,840	452,762	420,451	234,149	251,962
38,5		49,843	989,470	535,578	392,212	225,722	250,675
39,5		38,566	875,976	622,911	284,666	414,953	234,547
40,5		25,387	1030,448	901,520	475,453	569,972	247,016
41,5		14,042	643,776	984,391	461,910	417,981	218,962
42,5		8,036	522,463	1256,590	518,112	319,344	171,753
43,5		4,559	366,753	1251,309	474,689	400,040	134,759
44,5		0,839	152,231	842,121	274,347	581,685	76,264
45,5			79,352	650,878	249,745	235,442	41,167
46,5		0,739	36,602	391,306	92,697	298,846	22,040
47,5		0,347	11,471	220,486	49,390	147,061	4,909
48,5			4,290	98,135	26,281	155,410	
49,5				72,865	6,983	165,180	10,334
>50,5			2,545	2,852	7,413	151,413	
Total	0,000	761,199	8940,002	9732,004	6243,298	5068,299	2208,297

Anexo 7.35. Biomasa (toneladas) de hembras de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) por región dentro de las 5 mn de reserva artesanal entre la II - VIII Regiones, Enfoque geoestadístico.

MC	REGION						
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
10,5							
11,5							
12,5							
13,5							
14,5		0,132					
15,5							
16,5							
17,5							
18,5			0,356				
19,5		0,480					
20,5		1,711					
21,5		2,761	0,952				
22,5		8,420	4,722				
23,5		13,259	8,500				
24,5		35,287	30,649				
25,5		75,789	53,332				
26,5		142,622	121,222				
27,5		190,158	172,000				
28,5	0,138	156,006	290,113				
29,5	0,557	110,138	300,149				
30,5	1,551	67,666	368,692				
31,5	0,907	38,068	357,656				
32,5	0,592	21,630	281,083				
33,5	0,071	8,787	242,251				
34,5		9,491	234,718				
35,5	0,084	7,877	156,252				
36,5		10,576	158,925				
37,5		8,866	115,282				
38,5		6,072	52,042				
39,5			21,113				
40,5			10,320				
41,5			2,034				
42,5			3,347				
43,5			2,485				
44,5							
45,5							
46,5							
47,5							
48,5							
49,5							
>50,5							
Total	3,900	915,796	2988,195	0,000	0,000	0,000	0,000

Anexo 7.36. Biomasa (toneladas) de hembras de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) por región fuera de las 5 mn de reserva artesanal entre la II - VIII Regiones, Enfoque geoestadístico.

MC	REGION						
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
10,5							
11,5							
12,5							
13,5							
14,5		0,017					
15,5							
16,5							
17,5							
18,5							
19,5		0,044			1,296		
20,5		0,490	1,426	0,496	0,501		
21,5		0,678	4,436	1,131			1,252
22,5		1,438	11,936	2,069	1,987		2,393
23,5		8,069	25,319	0,631	3,771		3,820
24,5		14,801	57,132	0,812	4,271	6,998	5,040
25,5		33,062	127,529	4,827	5,775		11,871
26,5		68,893	182,691	5,953	10,798	8,849	8,740
27,5		73,007	234,934	19,200	21,711	14,831	10,714
28,5		61,329	325,972	47,661	33,550	38,508	19,054
29,5		35,581	379,321	105,611	69,922	140,280	22,769
30,5		16,788	392,488	211,413	82,174	229,119	37,324
31,5		7,448	286,480	243,890	83,250	185,542	56,982
32,5		6,683	294,210	367,324	59,608	236,328	56,700
33,5		2,328	282,351	351,737	76,132	133,840	56,612
34,5		1,927	337,822	334,521	73,624	292,306	31,010
35,5		0,172	278,373	305,287	59,493	137,973	29,521
36,5		0,581	301,699	271,758	39,347	196,062	17,651
37,5		0,364	183,759	221,705	63,986	75,030	3,232
38,5		0,224	124,288	117,632	29,665	27,058	7,623
39,5		0,377	70,487	67,443	21,351	73,041	8,822
40,5			29,580	63,969	3,835	15,743	0,211
41,5			18,244	27,420	8,249	16,935	0,228
42,5			18,519	13,505	8,858	18,185	0,245
43,5				9,206	4,747		
44,5						20,868	0,283
45,5				2,113		22,303	0,303
46,5			5,707				
47,5							
48,5				5,386			
49,5							
>50,5							
Total	0,000	334,301	3974,703	2802,700	767,901	1889,799	392,400

Anexo 7.37. Biomasa (toneladas) de machos de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) por región dentro de las 5 mn de reserva artesanal entre la II - VIII Regiones, Enfoque geoestadístico.

MC	REGION						
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
10,5							
11,5			0,249				
12,5			0,053				
13,5			0,033				
14,5			0,253				
15,5			0,980				
16,5			0,681				
17,5			0,655				
18,5			1,739				
19,5			3,576				
20,5		0,695	6,898				
21,5		0,495	7,980				
22,5			18,413				
23,5		0,731	19,347				
24,5		9,042	31,471				
25,5	0,081	17,969	45,260				
26,5	2,004	51,034	56,288				
27,5	6,552	114,249	117,120				
28,5	10,055	141,276	114,112				
29,5	15,318	177,737	173,463				
30,5	32,114	134,206	300,901				
31,5	31,004	159,227	446,641				
32,5	35,452	192,940	590,768				
33,5	34,348	173,703	579,522				
34,5	24,696	110,735	557,174				
35,5	22,299	68,012	460,276				
36,5	14,212	31,745	491,875				
37,5	8,522	10,762	351,910				
38,5	0,843	14,440	221,995				
39,5			106,210				
40,5			43,234				
41,5			25,334				
42,5			35,127				
43,5			51,282				
44,5			15,687				
45,5			16,792				
46,5							
47,5							
48,5							
49,5							
>50,5							
Total	237,500	1408,998	4893,299	0,000	0,000	0,000	0,000

Anexo 7.38. Biomasa (toneladas) de machos de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) por región fuera de las 5 mn de reserva artesanal entre la II - VIII Regiones, Enfoque geoestadístico.

MC	REGION						
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
10,5							
11,5			0,002				
12,5			0,003				
13,5							
14,5			0,004				
15,5			0,017				2,773
16,5			0,012				4,798
17,5			0,010				12,550
18,5			0,075				10,796
19,5			0,059		0,552		20,019
20,5			0,591				28,309
21,5			0,434				51,548
22,5			0,759			0,165	73,797
23,5		0,004	1,018				239,287
24,5		0,656	1,228			0,212	311,003
25,5	0,757	2,320	3,446		1,211		369,876
26,5	6,819	11,418	2,315		1,356		517,181
27,5	23,680	49,141	6,252	2,488	12,091		942,967
28,5	39,832	63,721	5,264	10,877	40,275	0,330	1483,762
29,5	65,893	114,814	5,173	22,667	33,421	1,462	1759,556
30,5	113,468	194,048	8,176	44,983	16,960	6,851	2308,650
31,5	103,564	189,588	10,750	27,925	6,750	16,392	2633,516
32,5	80,122	272,255	20,021	49,051	5,635	55,510	3562,757
33,5	39,441	156,462	18,987	58,491	4,234	132,326	3619,378
34,5	15,457	59,420	33,416	83,673	35,253	252,752	3269,054
35,5	8,793	16,789	33,482	88,032	76,213	218,437	2564,354
36,5	0,646	8,047	20,044	94,109	171,301	179,388	2572,281
37,5	0,388	0,238	34,139	114,448	210,087	134,171	2029,847
38,5	0,038	0,182	9,952	118,593	196,867	59,591	1407,427
39,5			6,805	153,985	142,360	32,432	864,652
40,5			4,663	208,171	109,825	14,833	612,530
41,5			0,480	199,836	141,129	8,321	377,774
42,5			1,195	138,297	96,989	5,001	216,063
43,5			2,111	92,347	83,885	3,427	104,853
44,5			0,298	27,269	42,741		80,272
45,5			0,318	10,991	8,530		21,395
46,5					25,233		
47,5				4,198			
48,5							
49,5				1,566			
>50,5							32,570
Total	498,898	1139,103	231,499	1551,997	1462,898	1121,601	32105,595

Anexo 7.39. Biomasa (toneladas) de hembras de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) por región dentro de las 5 mn de reserva artesanal entre la II - VIII Regiones, Enfoque geoestadístico.

MC	REGION						
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
10,5							
11,5							
12,5			0,349				
13,5			0,406				
14,5			1,308				
15,5			0,673				
16,5			1,010				
17,5			1,285				
18,5			1,264				
19,5			1,162				
20,5		0,486	4,772				
21,5			8,611				
22,5			5,039				
23,5		1,065	5,924				
24,5		13,838	20,401				
25,5	0,697	54,190	23,060				
26,5	7,469	164,858	58,789				
27,5	18,733	232,655	114,960				
28,5	27,668	205,916	152,963				
29,5	32,921	188,775	162,209				
30,5	34,426	191,874	166,973				
31,5	23,264	99,791	147,631				
32,5	24,692	54,389	237,569				
33,5	22,341	22,891	296,806				
34,5	20,578	6,733	218,948				
35,5	9,108	2,742	181,267				
36,5	3,555		130,360				
37,5	1,550		89,767				
38,5			75,495				
39,5			88,013				
40,5			70,532				
41,5			57,002				
42,5			27,251				
43,5							
44,5							
45,5							
46,5							
47,5							
48,5							
49,5							
>50,5							
Total	227,002	1240,203	2351,799	0,000	0,000	0,000	0,000

Anexo 7.40. Biomasa (toneladas) de hembras de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) por región fuera de las 5 mn de reserva artesanal entre la II - VIII Regiones, Enfoque geoestadístico.

MC	REGION						
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
10,5							
11,5							
12,5			0,006				
13,5			0,008				
14,5			0,025				
15,5			0,012				
16,5			0,018				
17,5			0,021			0,079	1,868
18,5			0,020			0,279	7,527
19,5			0,127			0,217	8,968
20,5		0,853	0,085			0,125	45,953
21,5			0,304			0,144	103,654
22,5			0,254			0,495	138,587
23,5		1,248	0,297		0,267	3,001	225,049
24,5		4,873	1,374	0,252		4,663	210,072
25,5	2,292	13,451	2,311		1,212	11,270	342,556
26,5	45,752	40,442	5,189	0,318	5,425	26,991	549,584
27,5	91,566	148,901	5,459	4,580	33,261	69,750	1147,837
28,5	131,803	268,069	5,477	9,832	36,931	107,545	1829,501
29,5	122,727	297,610	4,570	22,545	22,288	105,135	1638,200
30,5	119,855	129,916	4,279	26,686	2,048	77,913	1293,257
31,5	27,281	57,979	7,458	22,162	6,753	64,659	1067,258
32,5	29,803	20,249	18,208	52,346	4,934	80,437	1286,949
33,5	2,659	9,791	27,518	113,690	16,940	77,642	1269,503
34,5	4,516	0,220	40,989	102,674	13,443	34,720	681,380
35,5	0,413	0,099	37,458	127,587	36,586	31,871	630,338
36,5	0,162		15,714	132,550	50,191	13,195	450,578
37,5	0,070		5,906	95,507	54,923	10,096	229,990
38,5			1,426	60,644	39,027	3,459	78,107
39,5			2,517	32,851	25,171		30,931
40,5			2,256	23,587	10,849	2,779	55,143
41,5			2,069	4,844	5,050	1,335	2,135
42,5			1,047	3,363			3,471
43,5							
44,5							
45,5							
46,5							
47,5							
48,5				1,481			
49,5							
>50,5							
Total	578,899	993,701	192,402	837,499	365,299	727,800	13328,396

Anexo 7.41. Abundancia (miles de ejemplares) de machos de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) por región dentro de las 5 mn de reserva artesanal entre la II - VIII Regiones, Enfoque geoestadístico.

MC	REGION						
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
10,5							
11,5							
12,5							
13,5							
14,5			58,8				
15,5			109,9				
16,5		33,5	219,0				
17,5		66,8	58,9				
18,5		126,6	117,7				
19,5		57,6	563,6				
20,5		240,4	227,2				
21,5		100,3	1320,5				
22,5		769,8	2230,1				
23,5		1179,7	3324,6				
24,5		1943,6	4919,9				
25,5		2129,4	4686,0				
26,5		2335,3	6280,2				
27,5		2426,7	12700,6				
28,5	2,8	4308,2	15826,4				
29,5		3923,3	19352,2				
30,5	2,8	4453,7	21721,4				
31,5	5,6	3822,4	22274,4				
32,5	22,6	6135,2	24021,5				
33,5	39,5	8347,2	21130,0				
34,5	36,7	10004,1	21254,8				
35,5	59,3	14187,4	15022,8				
36,5	45,2	12941,2	16655,4				
37,5	14,1	12727,1	13446,0				
38,5	5,7	6179,2	11896,0				
39,5	8,5	3294,2	9791,4				
40,5		1992,1	10089,4				
41,5		693,3	7149,4				
42,5		302,0	6478,6				
43,5		184,7	3699,2				
44,5		126,5	1709,9				
45,5			1294,8				
46,5		33,5	324,4				
47,5			99,6				
48,5			84,8				
49,5			35,7				
>50,5							
Total	242,7	105065,0	280175,3	0,0	0,0	0,0	0,0

Anexo 7.42. Abundancia (miles de ejemplares) de machos de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) por región fuera de las 5 mn de reserva artesanal entre la II - VIII Regiones, Enfoque geoestadístico.

MC	REGION						
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
10,5							
11,5							
12,5			150,3				
13,5							
14,5							
15,5		4,8	150,3				
16,5		1,4					
17,5		2,9					
18,5		18,1	603,8				
19,5		1,5	31,8				
20,5		96,5	968,1		92,7		61,4
21,5		178,7	1708,8	327,3	92,8		245,7
22,5		166,1	1909,5	104,7	185,7		491,7
23,5		375,8	2871,7	393,7	185,6		614,7
24,5		495,7	4046,6	505,2	556,9		676,1
25,5		1345,1	4733,2	525,6	371,2		737,7
26,5		1716,4	7557,0	707,9	649,6		1413,8
27,5		2177,4	10273,1	1049,0	1948,8		1044,9
28,5		1577,6	12075,1	1716,7	3340,9		983,5
29,5		1465,1	11157,5	1575,7	6310,5	760,9	1177,7
30,5		1757,5	14033,1	3187,7	8816,1	3292,3	1106,5
31,5		1459,8	11549,3	4219,5	10301,0	746,2	1250,4
32,5		1664,9	11384,0	6522,3	15033,8	1829,0	1138,7
33,5		2112,5	10374,1	8025,4	15961,8	2209,5	1865,1
34,5		3510,3	14027,1	9063,9	15405,1	5135,9	2667,3
35,5		3171,1	17673,1	9529,9	14755,4	4155,7	3030,1
36,5		2940,0	22554,9	9492,6	15033,8	10813,4	4604,5
37,5		2277,9	27067,5	12824,2	12806,6	7126,1	6917,4
38,5		1338,0	25902,8	14043,2	11043,4	6350,5	6362,5
39,5		953,2	21070,8	15164,6	7424,1	10813,4	5500,4
40,5		563,9	22845,5	20420,8	11507,4	13783,8	5376,1
41,5		293,9	13222,1	20754,1	10393,8	9394,2	4434,9
42,5		152,4	9969,6	24754,2	10857,8	6687,0	3233,9
43,5		80,0	6523,9	23078,8	9280,2	7813,7	2367,0
44,5		13,6	2545,0	14568,8	5011,3	10622,9	1250,4
45,5			1252,0	10577,4	4268,9	4023,8	630,8
46,5		10,5	525,0	5983,2	1484,8	4784,7	317,2
47,5		4,5	150,3	3174,8	742,4	2209,5	66,4
48,5			56,1	1332,1	371,2	2194,8	
49,5				933,8	92,8	2194,8	122,9
>50,5			28,1	34,9	92,8	1829,0	
Total	0,0	31927,0	290991,1	224592,0	194419,1	118771,2	59689,7

Anexo 7.43. Abundancia (miles de ejemplares) de hembras de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) por región dentro de las 5 mn de reserva artesanal entre la II - VIII Regiones, Enfoque geoestadístico.

MC	REGION						
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
10,5							
11,5							
12,5							
13,5							
14,5		68,4					
15,5							
16,5							
17,5							
18,5			105,4				
19,5		101,9					
20,5		310,0					
21,5		448,0	152,6				
22,5		1265,3	671,4				
23,5		1684,3	1112,1				
24,5		4084,1	3409,2				
25,5		7768,3	5187,9				
26,5		12911,0	10412,8				
27,5		15526,5	12872,7				
28,5	8,4	11451,6	19284,7				
29,5	30,9	7097,6	17425,8				
30,5	78,7	3846,8	19090,6				
31,5	42,2	2003,7	16676,3				
32,5	25,3	997,5	11805,1				
33,5	2,8	364,5	9247,1				
34,5		360,1	8188,0				
35,5	2,8	288,1	4957,8				
36,5		331,0	4649,3				
37,5		254,1	3106,8				
38,5		177,8	1310,8				
39,5			490,0				
40,5			220,7				
41,5			40,5				
42,5			59,2				
43,5			44,3				
44,5							
45,5							
46,5							
47,5							
48,5							
49,5							
>50,5							
Total	191,2	71340,5	150520,9	0,0	0,0	0,0	0,0

Anexo 7.44. Abundancia (miles de ejemplares) de hembras de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) por región fuera de las 5 mn de reserva artesanal entre la II - VIII Regiones, Enfoque geoestadístico.

MC	REGION						
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
10,5							
11,5							
12,5							
13,5							
14,5		6,5					
15,5							
16,5							
17,5							
18,5							
19,5		8,0			278,5		
20,5		87,4	300,6	73,2	92,7		
21,5		106,1	787,5	146,2			184,4
22,5		200,8	1843,3	243,0	278,4		307,3
23,5		969,6	3378,4	69,8	464,1		430,2
24,5		1573,2	6649,4	73,1	464,1	760,9	501,6
25,5		3129,1	13028,9	397,1	556,8		1045,0
26,5		5818,5	16415,5	452,4	928,1	760,8	686,0
27,5		5523,0	18629,1	1301,9	1670,5	1141,4	752,5
28,5		4180,5	22934,9	2959,8	2320,2	2663,2	1202,4
29,5		2196,5	23764,4	5933,9	4362,0	8750,3	1297,6
30,5		941,5	21928,9	10720,0	4640,4	12935,1	1921,3
31,5		377,9	14148,6	11193,7	4269,2	9511,1	2646,7
32,5		307,0	12967,4	15349,4	2784,3	11032,9	2391,4
33,5		96,7	11030,1	13447,3	3248,3	5706,7	2156,8
34,5		72,7	12001,0	11759,5	2877,0	11413,4	1102,4
35,5		5,9	8997,7	9901,0	2134,6	4945,8	957,0
36,5		18,2	9028,9	8146,0	1299,3	6467,5	530,4
37,5		10,4	5079,3	6167,5	1949,0	2282,7	91,1
38,5		5,9	3186,9	3054,3	835,3	760,9	194,3
39,5		9,1	1681,4	1626,6	556,8	1902,2	209,1
40,5			653,8	1443,4	92,8	380,4	4,9
41,5			376,3	579,5	185,6	380,4	4,9
42,5			356,2	266,7	185,6	380,4	4,9
43,5				169,9	92,8		
44,5						380,4	4,9
45,5				34,9		380,4	4,9
46,5			84,2				
47,5							
48,5				73,1			
49,5							
>50,5							
Total	0,0	25644,5	209252,4	105583,4	36566,4	82937,1	18632,2

Anexo 7.45. Abundancia (miles de ejemplares) de machos de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) por región dentro de las 5 mn de reserva artesanal entre la II - VIII Regiones, Enfoque geoestadístico.

MC	REGION						
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
10,5							
11,5			363,5				
12,5			49,3				
13,5			24,3				
14,5			181,8				
15,5			568,8				
16,5			304,4				
17,5			220,5				
18,5			524,8				
19,5			927,1				
20,5		183,9	1672,9				
21,5		112,9	1673,0				
22,5			3414,9				
23,5		125,8	3125,2				
24,5		1471,3	4505,7				
25,5	12,3	2508,5	5717,5				
26,5	267,6	6473,8	6344,0				
27,5	781,6	12899,0	11780,4				
28,5	1077,2	14220,9	10314,9				
29,5	1480,6	16163,9	14092,8				
30,5	2787,8	10956,8	22072,3				
31,5	2433,7	11810,1	29733,0				
32,5	2499,6	13144,8	35641,2				
33,5	2175,3	10841,3	31662,8				
34,5	1415,8	6380,4	27248,1				
35,5	1163,9	3627,3	20049,6				
36,5	675,4	1553,3	19261,2				
37,5	371,5	511,4	12551,7				
38,5	33,8	593,4	7502,8				
39,5			3404,2				
40,5			1277,0				
41,5			726,2				
42,5			932,2				
43,5			1272,3				
44,5			363,1				
45,5			363,1				
46,5							
47,5							
48,5							
49,5							
>50,5							
Total	17176,0	113579,1	279866,7	0,0	0,0	0,0	0,0

Anexo 7.46. Abundancia (miles de ejemplares) de machos de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) por región fuera de las 5 mn de reserva artesanal entre la II - VIII Regiones, Enfoque geoestadístico.

MC	REGION						
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
10,5							
11,5			2,9				
12,5			3,2				
13,5							
14,5			2,9				
15,5			9,9				1989,2
16,5			5,4				2784,7
17,5			3,4				5967,7
18,5			23,8				4196,5
19,5			15,5		135,8		6683,7
20,5			139,5				7983,3
21,5			91,1				12318,9
22,5			140,1			27,6	15205,3
23,5		0,7	164,6				42335,6
24,5		108,9	175,8			27,6	47340,9
25,5	115,0	326,0	430,7		135,8		48491,8
26,5	927,2	1407,8	258,6		135,8		59564,3
27,5	2895,0	5494,2	623,7	216,3	1086,4		95567,7
28,5	4395,5	6460,2	473,0	841,5	3259,3	27,6	133579,0
29,5	6587,0	10450,8	420,1	1593,6	2444,5	110,5	141455,1
30,5	10306,5	16037,1	601,1	2874,1	1124,4	469,6	165839,6
31,5	8574,8	14384,2	716,5	1594,9	407,4	1022,0	169761,5
32,5	6061,4	18640,1	1212,4	2536,2	309,6	3155,5	207275,7
33,5	2729,6	9680,9	1051,8	2733,1	211,7	6884,5	189980,6
34,5	979,4	3283,4	1684,7	3553,7	1629,7	12039,4	155481,5
35,5	510,4	841,6	1541,5	3423,2	3237,4	9552,2	111008,7
36,5	30,7	397,5	834,8	3385,1	6708,5	7186,2	101303,8
37,5	16,9	11,8	1337,0	3812,7	7599,2	4950,1	72848,0
38,5	1,5	7,0	359,6	3671,6	6588,7	2010,3	46270,1
39,5			230,3	4431,0	4415,8	1019,5	26001,3
40,5			146,5	5580,7	3137,9	434,1	16915,8
41,5			13,8	5003,5	3757,1	219,7	9600,2
42,5			32,8	3248,9	2410,8	123,7	5074,4
43,5			54,4	2031,4	1949,4	82,9	2294,2
44,5			6,9	563,7	922,8		1624,8
45,5			6,9	213,6	173,8		397,8
46,5					483,3		
47,5				72,5			
48,5							
49,5				24,2			
>50,5							397,8
Total	44130,9	87532,2	12815,0	51405,5	52264,8	49343,1	1907539,7

Anexo 7.47. Abundancia (miles de ejemplares) de hembras de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) por región dentro de las 5 mn de reserva artesanal entre la II - VIII Regiones, Enfoque geoestadístico.

MC	REGION						
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
10,5							
11,5							
12,5			389,2				
13,5			362,8				
14,5			934,2				
15,5			388,8				
16,5			467,2				
17,5			492,9				
18,5			389,6				
19,5			311,5				
20,5		125,9	1141,7				
21,5			1815,9				
22,5			908,1				
23,5		183,9	959,8				
24,5		2198,7	2905,1				
25,5	104,7	7628,3	2905,1				
26,5	1005,9	20680,6	6639,3				
27,5	2247,4	25811,1	11567,5				
28,5	2977,8	20565,4	13797,9				
29,5	3169,6	16898,3	13149,8				
30,5	2987,3	15616,5	12114,2				
31,5	1789,3	7437,3	9523,2				
32,5	1721,6	3738,7	13552,1				
33,5	1397,6	1440,0	15294,1				
34,5	1173,5	404,0	10512,7				
35,5	473,0	151,0	8096,4				
36,5	168,9		5422,2				
37,5	67,6		3501,3				
38,5			2723,1				
39,5			2930,6				
40,5			2178,5				
41,5			1633,9				
42,5			726,2				
43,5							
44,5							
45,5							
46,5							
47,5							
48,5							
49,5							
>50,5							
Total	19284,4	122879,7	147735,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Anexo 7.48. Abundancia (miles de ejemplares) de hembras de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) por región fuera de las 5 mn de reserva artesanal entre la II - VIII Regiones, Enfoque geoestadístico.

MC	REGION						
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
10,5							
11,5							
12,5			6,8				
13,5			7,2				
14,5			17,8				
15,5			6,9				
16,5			8,4				
17,5			8,1			27,6	869,3
18,5			6,3			82,9	3036,9
19,5			35,3			55,3	2965,6
20,5		216,3	20,5			27,5	13036,5
21,5			64,1			27,5	25163,0
22,5			46,5			82,8	28741,9
23,5		215,4	48,1		38,0	442,0	39858,4
24,5		756,2	192,9	30,9		607,8	31762,2
25,5	348,0	1883,0	286,5		135,9	1305,1	44996,2
26,5	6221,8	5096,9	574,6	30,9	543,4	2789,0	63424,2
27,5	11196,0	16835,8	543,0	394,9	2988,7	6444,3	116887,8
28,5	14545,9	27267,1	491,2	765,5	2988,7	8958,1	165084,7
29,5	12267,2	27174,8	370,1	1579,3	1630,2	7925,1	131816,9
30,5	10886,5	10719,2	314,6	1650,6	135,9	5338,3	92997,6
31,5	2254,2	4351,7	493,9	1212,8	407,6	4025,5	68822,5
32,5	2251,1	1358,2	1095,4	2586,7	271,7	4571,4	74830,3
33,5	177,7	605,6	1509,7	5163,0	847,1	4032,1	66761,5
34,5	281,9	13,6	2072,4	4284,7	607,3	1657,5	32485,6
35,5	21,4	5,7	1741,3	4908,2	1524,3	1394,5	27325,4
36,5	7,7		672,5	4706,4	1919,8	531,5	17830,6
37,5	3,1		235,2	3146,3	1941,9	372,4	8275,0
38,5			51,4	1858,7	1274,6	117,1	2551,2
39,5			85,6	938,8	759,2		931,2
40,5			71,5	629,9	303,7	82,9	1514,1
41,5			61,2	120,9	135,9	34,2	52,9
42,5			28,9	79,2			79,4
43,5							
44,5							
45,5							
46,5							
47,5							
48,5				24,2			
49,5							
>50,5							
Total	60462,5	96499,5	11167,7	34111,7	18453,5	50932,4	1062100,9

9. Plan detallado de asignación del personal profesional y técnico.

9.1. Total de Horas asignadas

9.1.1. Objetivo específico 1.

Determinar la distribución espacial de los recursos langostino amarillo y langostino colorado, en el área de estudio.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Enzo Acuña			30	30	10	70
Alex Cortés	40	30	20		10	100
Viviana López	40	30	20			90
Ximena Bennett	40	30	20			90
Juan Carlos Villarroel	40	20	20	20		100
Danny Rivera	100	20				120
Gino Pallotti	100	20				120
Claudia Valenzuela	100	20				120
N.N. 1	100	20				120
N.N. 2	100	20				120
TOTAL	660	210	110	50	20	1050

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Hugo Arancibia						0
Luis Cubillos						0
Sergio Neira						0
Mónica Barros						0
Ma. José Zúñiga	30	50	40			120
Juan Pineda						0
TOTAL	30	50	40	0	0	120

CONSULTORES INDEPENDIENTES

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Luis Cid		40	50	30		120
Rubén Alarcón		20	50	30		100
TOTAL	0	60	100	60	0	220

9.1.2. Objetivo específico 2.

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

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Enzo Acuña			30	30	10	70
Alex Cortés	40	30	20			90
Viviana López	40	30	20			90
Ximena Bennett	40	30	20			90
Juan Carlos Villarroel	30	20				50
Danny Rivera	80	20				100
Gino Pallotti	80	20				100
Claudia Valenzuela	80	20				100
N.N. 1	80	20				100
N.N. 2	80	20				100
TOTAL	550	210	90	30	10	890

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Hugo Arancibia			40	70	10	120
Luis Cubillos						0
Sergio Neira						0
Mónica Barros						0
Ma. José Zúñiga	20	50	40			110
Juan Pineda						0
TOTAL	20	50	80	70	10	230

CONSULTORES INDEPENDIENTES

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Luis Cid		20	50	30	20	120
Rubén Alarcón		40	50	30	20	140
TOTAL	0	60	100	60	40	260

9.1.3. Objetivo específico 3.

Determinar la condición reproductiva del langostino amarillo y langostino colorado, en el área y período de estudio.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Enzo Acuña			25	30		55
Alex Cortés	20	20	20		10	70
Viviana López	20	20	20			60
Ximena Bennett	20	20	20			60
Juan Carlos Villarroel	30	20	20	20		90
Danny Rivera	90	10				100
Gino Pallotti	90	10				100
Claudia Valenzuela	90	10				100
N.N. 1	90	10				100
N.N. 2	90	10				100
TOTAL	540	130	105	50	10	835

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Hugo Arancibia						0
Luis Cubillos						0
Sergio Neira						0
Mónica Barros						0
Ma. José Zúñiga						0
Juan Pineda						0
TOTAL	0	0	0	0	0	0

CONSULTORES INDEPENDIENTES

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Luis Cid						0
Rubén Alarcón						0
TOTAL	0	0	0	0	0	0

9.1.4. Objetivo específico 4.

Determinar la composición e importancia relativa de las especies que constituyan fauna acompañante de estos dos recursos durante los cruceros de evaluación

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Enzo Acuña			20	30		50
Alex Cortés						0
Viviana López						0
Ximena Bennett						0
Juan Carlos Villarroel						0
Danny Rivera	80					80
Gino Pallotti	80					80
Claudia Valenzuela	80					80
N.N. 1	80					80
N.N. 2	80					80
TOTAL	400	0	20	30	0	450

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Hugo Arancibia			80	80	10	170
Luis Cubillos						0
Sergio Neira		70	60	40	20	190
Mónica Barros		10	10			20
Ma. José Zúñiga						0
Juan Pineda	50	100	80			230
TOTAL	50	180	230	120	30	610

CONSULTORES INDEPENDIENTES

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Luis Cid						0
Rubén Alarcón						0
TOTAL	0	0	0	0	0	0

9.1.5. Objetivo específico 5.

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

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Enzo Acuña			25	30		55
Alex Cortés						0
Viviana López						0
Ximena Bennett						0
Juan Carlos Villarroel						0
Danny Rivera						0
Gino Pallotti						0
Claudia Valenzuela						0
N.N. 1						0
N.N. 2						0
TOTAL	0	0	25	30	0	55

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Hugo Arancibia			10			10
Luis Cubillos		100	80	60	20	260
Sergio Neira						0
Mónica Barros						0
Ma. José Zúñiga						0
Juan Pineda						0
TOTAL	0	100	90	60	20	270

CONSULTORES INDEPENDIENTES

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Luis Cid						0
Rubén Alarcón						0
TOTAL	0	0	0	0	0	0

9.1.6. Objetivo específico 6 (adicional).

Analizar el efecto del colapso en el stock de merluza común y la aplicación de cuotas de pesca en la recuperación potencial de los stocks de langostino colorado y langostino amarillo entre la V y VIII Regiones.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Enzo Acuña						0
Alex Cortés						0
Viviana López						0
Ximena Bennett						0
Juan Carlos Villarroel						0
Danny Rivera						0
Gino Pallotti						0
Claudia Valenzuela						0
N.N. 1						0
N.N. 2						0
TOTAL	0	0	0	0	0	0

UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Hugo Arancibia						0
Luis Cubillos						0
Sergio Neira		10	20	20		50
Mónica Barros		70	70	20	20	180
Ma. José Zúñiga						0
Juan Pineda						0
TOTAL	0	80	90	40	20	230

CONSULTORES INDEPENDIENTES

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Luis Cid						0
Rubén Alarcón						0
TOTAL	0	0	0	0	0	0