

INFORME FINAL

FIP N° 2008-47

DINÁMICA DEL COMPORTAMIENTO DE LANGOSTINO COLORADO Y AMARILLO EN LA III Y IV REGIONES

UNIDADES EJECUTORAS:

AREA DE PESQUERIAS - LAB. BEDIM

**DEPARTAMENTO BIOLOGIA MARINA
UNIVERSIDAD CATOLICA DEL NORTE
SEDE COQUIMBO**

**ESCUELA DE CIENCIAS DEL MAR
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA
DE VALPARAISO**

Enero de 2011

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. Oceanografía	Coordinación Jefe Proyecto, Análisis información y Elaboración de Informes
2	Alex Cortés	Biólogo Marino	Análisis espacial SIG, cartografía, elaboración de informes
3	Juan Carlos Villarroel	Biólogo Marino	Análisis Biológico: Estructura de tallas, condición reproductiva
4	Ximena Bennett	Biólogo	Coordinación y planificación de muestreos
5	Viviana López	Biólogo Marino	Estructura de tallas, condición reproductiva, recopilación de información
6	Martin Thiel	Ph.D. Biología	Análisis de conductas reproductivas, elaboración de informes
7	Iván Inojosa	Biólogo Marino	Monitoreo de las conductas reproductivas
8	Andrés González	Biólogo Marino	Mantenimiento y control de experimentos en laboratorio
9	Rodrigo Rojas	Biólogo Marino	Mantenimiento y control de experimentos en laboratorio
10	Christian Véliz	Biólogo Marino	Muestreos a bordo
11	Claudia Valenzuela	Técnico Pesquero	Muestreo biológicos específicos en laboratorio
12	Daniel Céspedes	Técnico Pesquero	Muestreos biológicos específicos en laboratorio
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO			
13	Teófilo Melo	Ingeniero Ejec. en Pesca	Análisis filmaciones submarinas. Caract. patrones de asociación y comportamiento de los recursos.
14	Dante Queirolo	Ingeniero Pesquero	Procesamiento de filmaciones submarinas. Caract. patrones de asociación y comportamiento de los recursos.
15	Erick Gaete	Ingeniero Pesquero	Procesamiento y Edición de filmaciones submarinas.
16	Victor Zamora	Ingeniero Pesquero	Diseño, programación y ensamble del sistema de filmación submarino.
CONSULTORES INDEPENDIENTES			
17	Luis Cid	Ph.D. Estadística	Análisis estadísticos, diseño de muestreo.
18	Rubén Alarcón	M.Sc. Pesquerías	Análisis geostadístico, Biomasa, Abundancia y distribución.

Este documento debe citarse:

Acuña, E., R. Alarcón, A. Cortés, E. Gaete, M. Thiel, I. Hinojosa, T. Melo, D. Queirolo y. R. Rojas, 2010. Dinámica del comportamiento de langostino colorado y amarillo en la III y IV Regiones. Informes Técnicos FIP, FIP/IT N° 2008-47, 285 pp.

RESUMEN EJECUTIVO

Se analizó la distribución espacio-temporal de la disponibilidad a la pesquería de langostino amarillo y langostino colorado entre los meses de julio de 2009 y julio de 2010, con la excepción de enero y febrero de 2010, a partir de 785 lances de pesca realizados en el foco histórico de langostino amarillo/colorado frente a la IV Región, observándose anisotropía en la dirección NE-SW en los meses de agosto y noviembre de 2009 y julio de 2010 y en la dirección NW-SE en marzo de 2010 en el caso del langostino amarillo. El modelo de variograma teórico que mostró la mejor bondad de ajuste mediante el procedimiento de mínimos cuadrados ponderados fue el modelo esférico en el caso de marzo y junio de 2009, el modelo gaussiano en abril y mayo de 2010, y el modelo exponencial en julio.

En el caso del langostino colorado, en agosto de 2009 la disposición espacial altamente contagiosa de los lances de pesca positivos en el extremo sur del foco histórico, fue un impedimento para el análisis de la distribución espacial de la especie en el área de estudio. En septiembre, la existencia de un número bajo de lances de pesca disponibles y tan sólo dos lances de pesca positivos para la especie objetivo tampoco permitió analizar la distribución espacial de ésta en el área de estudio. El análisis de variogramas direccionales mostró la existencia de efecto anisotrópico sólo en julio de 2009 en la dirección N-S.

El análisis de la variación espacio-temporal de la densidad poblacional de langostino amarillo y colorado medido a través de la localización del centro de gravedad se realizó para dos períodos de tiempo. El primero, entre julio y diciembre de 2009, que incluyó todos los lances de pesca realizados entre la III y IV Regiones y el segundo análisis consideró el periodo julio de 2009 hasta agosto de 2010 y consideró los lances de pesca dentro del foco histórico de la IV Región. En el caso del langostino amarillo, el centro de gravedad de la densidad poblacional entre julio y diciembre de 2009 fluctuó entre $29^{\circ}16'51,2''S$ y $30^{\circ}04'42,2''S$, mientras que al interior del foco histórico de la IV Región, la posición del centro de gravedad fluctuó alrededor de $29^{\circ}37'S$, siendo considerada temporalmente estable.

En el caso del langostino colorado el centro de gravedad de la densidad poblacional entre julio y diciembre de 2009 fluctuó entre $29^{\circ}42'19,7''S$ y $30^{\circ}09'39,7''S$. La posición del centro de gravedad de la densidad poblacional de langostino colorado en el foco histórico de la IV Región fluctuó alrededor de $29^{\circ}52'S$, más al sur en comparación con el langostino amarillo y al igual que este último, también fue temporalmente estable).

El análisis de la distribución espacio-temporal de la proporción de sexos (proporción de machos) de langostino amarillo y langostino colorado se realizó con los lances de pesca realizados entre julio de 2009 y agosto de 2010 en el foco histórico de abundancia frente a la IV Región, agregados por trimestres. Al respecto, tanto en el caso de langostino amarillo como de langostino colorado, el análisis de variogramas direccionales no mostró existencia de efecto anisotrópico. El modelo de variograma teórico que mostró la mejor bondad de ajuste en la mayoría de los casos fue el modelo esférico, en ambas especies.

La distribución espacial de la proporción sexual (proporción de machos) tanto de langostino amarillo como de langostino colorado no mostró gradientes longitudinales evidentes en el tiempo (por trimestre), encontrándose altas proporciones de machos tanto en el sector costero como en el sector oceánico del foco histórico (caso langostino amarillo). En el caso del langostino colorado, la distribución espacial de la proporción sexual se puede considerar como relativamente homogénea.

El centro de gravedad de la proporción sexual (proporción de machos) de langostino amarillo frente a la IV Región entre julio de 2009 y agosto de 2010 mostró un estrecho rango de fluctuación latitudinal, encontrándose entre $29^{\circ}30'59,1''S$ y $29^{\circ}52'20,6''S$. Por otro lado, en el caso del langostino colorado, el centro de gravedad de la proporción sexual (proporción de machos) frente a la IV Región entre julio de 2009 y agosto de 2010 se encontró alrededor de $29^{\circ}48'S$, con muy poca fluctuación latitudinal entre meses, y a la vez con una baja dispersión (inercia).

Considerando toda el área de estudio, el rango de tamaño observado para los machos de langostino amarillo se extendió entre 10,1 y 53,9 mm de Longitud cefalotorácica (LC), con

una talla promedio de 33 mm LC (D.E. = 5,9 mm). Para las hembras, la talla promedio correspondió a 29,4 mm LC (D.E. = 4,1 mm) con un mínimo y máximo de 11,2 y 46,7 mm LC, respectivamente. En este caso la moda se ubicó entre los 28 y 30 mm LC. Al analizar la composición global de sexos combinados, la talla promedio fue de 31,3 mm de LC (D.E. = 5,4 mm) con un mínimo y máximo de 10,1 y 53,9 mm LC, respectivamente y una moda principal ubicada en los 30 mm LC. En la zona norte, la distribución de frecuencias de talla de los machos presentó una tendencia bimodal en los meses de julio-agosto de 2009, con una notoria aparición de ejemplares entre los 10 y 20 mm LC en el mes de noviembre. En los meses posteriores, se observó una tendencia bimodal, a excepción del mes de abril que mostró una distribución de frecuencia polimodal. En la zona centro y sur del foco histórico, se observó la misma tendencia a la incorporación de reclutas al arte pero con rangos más estrechos (15 - 20 mm LC). Sin embargo, a diferencia de la zona norte y centro, en la zona sur se observan distribuciones con mayor presencia de individuos de tallas mayores.

El rango de tamaño observado para los machos de langostino colorado se extendió entre 11,3 y 47,9 mm LC, con talla promedio de 26,7 mm LC (D.E. = 6,8 mm), y una distribución tendiendo a la bimodalidad, con una moda principal en los 20 mm LC y una secundaria en los 33 mm LC. Para las hembras, la talla promedio correspondió a 25,8 mm LC (D.E. = 6,9 mm) con un mínimo y máximo de 10,6 y 45,3 mm LC, respectivamente. En este caso la distribución es multimodal con una moda principal ubicada en los 20 mm de LC y cuatro clases modales en los 28, 30, 35 y 40 mm de LC, respectivamente. Al analizar la composición global de sexos combinados, la talla promedio fue de 26,3 mm de LC (D.E. = 6,9 mm) con un mínimo y máximo de 10,6 y 47,9 mm LC, respectivamente y una moda principal ubicada en los 20 mm de LC y una secundaria en los 33 mm de LC.

En toda el área de estudio se observó que el estado de desarrollo de los huevos predominante fue el 3, sin diferencias entre zonas. En tanto que las hembras ovíferas con huevos en estados de desarrollo 4 y 5, se encontraron con un leve predominio en la zona centro y centro sur, respectivamente.

El potencial reproductivo de langostino amarillo fluctuó entre 1.286,3 millones de huevos en septiembre de 2009 y 9.239 millones de huevos en agosto del mismo año, mientras que en el caso de langostino colorado, el potencial reproductivo estimado es significativamente inferior, fluctuando solo entre 109,3 millones y 1.428,4 millones. En el caso de langostino amarillo se observaron altos valores del potencial reproductivo en la mitad norte del foco histórico y hacia el centro. En tanto, en el caso del langostino colorado, la distribución espacial del potencial reproductivo se concentró también la mitad norte del foco, pero en este caso, hacia los bordes de éste.

Se realizaron un total de 54 intentos de filmación, correspondientes a un total de 13,2 hrs. y que equivalen a 19,8 mn (36,4 km) durante siete períodos, 14 de mayo, 30 de julio, 07 de octubre y 24 de octubre en el año 2009 y 1 de julio, 6 de agosto, y del 8 al 10 de septiembre en el 2010. Se obtuvo un total de 7,2 hrs de filmación del fondo marino (4,1 hrs en 2009 y 3,1 hrs en 2010), las que se realizaron entre 109 y 215 m de profundidad en 2009 y entre 102 y 204 m de profundidad en 2010.

En 2009, se contabilizaron en total 15.157 ejemplares de langostinos, 242 correspondieron a langostino amarillo, 14.668 a langostino colorado y 247 a mezcla de ambos recursos. En 2010 se contabilizaron 5.312 ejemplares de langostinos, 555 ejemplares correspondieron a langostino amarillo y 4.757 a langostino colorado. En el mismo año, los langostinos presentaron una densidad media de 9,8 ejemplares/m². Específicamente, el langostino amarillo tuvo una densidad de 0,4 ejemplares/m², el langostino colorado 16,1 ejemplares/m², y en la mezcla de ambos crustáceos, la densidad fue 7,1 ejemplares/m². En 2010, los langostinos presentaron una densidad media de 7,0 ejemplares/m². El langostino colorado tuvo una densidad de 9,7 ejemplares/m², en tanto que el langostino amarillo o la mezcla de ambas especies, 4,5 ejemplares/m².

Tanto en 2009 como en 2010, el langostino amarillo se presentó en el fondo marino a menores densidades que el langostino colorado. En 2009, el langostino amarillo permaneció generalmente inmóvil sobre fondo fangoso con presencia de grava, en tanto el langostino

colorado semienterrado en el sedimento del fondo marino, con individuos orientados en una misma dirección.

En el presente estudio no se apreció un patrón claro en la agregación respecto al tiempo. Sin embargo, los datos de actividad locomotriz e interacciones muestran que a partir del mes de octubre se produce una disminución de la actividad. De forma similar en diciembre y marzo se observó una menor frecuencia de interacciones (i.e. interacciones de contacto). Estos cambios podrían estar relacionados a la época de muda que se concentra en la época de verano (Acuña *et al.* 1998).

El peak de la época reproductiva (entre mayo y octubre) estaría modulando mayoritariamente el patrón estacional observado en la actividad locomotriz y en las interacciones sociales en *C. johni* y *P. monodon*. Contar con la información relacionada al comportamiento, es de gran importancia para la sustentabilidad del recurso en el tiempo. La información generada permitirá tener un mejor acercamiento a los patrones conductuales que ambas especies tendrían en su ambiente natural y como éstos varían según la época del año, permitiendo diseñar medidas de explotación más acabadas (i.e. no sólo tomando en cuenta la protección del recurso basados sólo en la época reproductiva).

EXECUTIVE ABSTRACT

The spatial-temporal distribution of availability to the fishery of the yellow and red squat lobsters, between July 2009 and July 2010, with the exceptions of January and February 2010, was analyzed, on the basis of 785 fishing tows performed within the historic fishing grounds of both species off the IV administrative region of Chile. Anisotropy in the NE-SW direction was observed during August and November 2009 and July 2010 and in the NW-SE direction in March 2010 in the yellow squat lobster. The theoretical variogram model which showed the best goodness of fit obtained through the weighted minimum squares procedure was the spherical in March and June 2009, the gaussian model in April and May 2010, and the exponential model in July.

In the case of the red squat lobster, in August 2009 the highly aggregated spatial distribution of the positive fishing tows in the southern tip of the historic fishing ground, did not allow the analysis of the spatial distribution of the species in the study area. In September, the low number of fishing tows available, with only two positive tows, prevented the analysis as well. The analysis of directional variograms showed the existence of anisotropy in the N-S direction only in July 2009.

The analysis of the spatial-temporal changes of yellow and red squat lobsters population density, determined through the center of gravity position was established for two time periods: the first one, between July and December 2009, including all tows recorded in administrative regions III and IV; the second, between July 2009 and August 2010, considering all tows recorded in the historic fishing grounds of administrative region IV. In the case of the yellow squat lobster, the center of gravity of its population density fluctuated between $29^{\circ}16'51,2''\text{S}$ and $30^{\circ}04'42,2''\text{S}$ between July and December 2009, while within the historic fishing grounds of administrative region IV the position of the center of gravity fluctuated around $29^{\circ}37'\text{S}$, showing temporal stability.

In the case of the red squat lobster, the center of gravity of its population density fluctuated between $29^{\circ}42'19,7''\text{S}$ and $30^{\circ}09'39,7''\text{S}$, between July and December 2009. The position of

the center of gravity of its population density within the historic fishing grounds of administrative region IV fluctuated around $29^{\circ}52'S$, southwards in comparison with the center of gravity of the yellow squat lobster, although like in its case it was temporally stable.

The spatial-temporal distribution of the sexual proportion (proportion of males) of the yellow and red squat lobsters was analyzed with all fishing tows between July 2009 and August 2010 performed within the historic fishing grounds of administrative region IV, clustered by trimesters. In the case of both squat lobster species, the directional variograms analysis did not show evidence of anisotropy. The theoretical variogram model which showed the best fit in most cases was the spherical, for both species.

The spatial distribution of the sexual proportion (proportion of males) of the yellow and red squat lobsters did not show evident longitudinal gradients through time (by trimesters), being high proportions of males found both in the coastal as well as in the oceanic (yellow squat lobster) sectors of the historic fishing ground. In the case of the red squat lobster, the spatial distribution of its sexual proportion (proportion of males) can be considered as homogeneous.

The center of gravity of the sexual proportion (proportion of males) of the yellow squat lobster off administrative region IV, between July 2009 and August 2010, showed a very narrow latitudinal fluctuation between $29^{\circ}30'59,1''S$ and $29^{\circ}52'20,6''S$. In the red squat lobster, the center of gravity of the sexual proportion (proportion of males) of the yellow squat lobster off administrative region IV, between July 2009 and August 2010, was found around $29^{\circ}48'S$, with low latitudinal fluctuation between months, and a low dispersion (inertia).

Considering the whole study area, the size range of yellow squat lobster males observed was 10,1 to 53,9 mm of Carapace Length (CL), with a mean size of 33 mm CL (S.D. = 5,9 mm). For the females, the mean size was 29,4 mm CL (S.D. = 4,1 mm), with a minimum and maximum of 11,2 and 46,7 mm CL, respectively, and mode between 28 and 30 mm CL. The global composition, sexes combined, the mean size was 31,3 mm CL (S.D. = 5,4 mm), with a minimum and maximum of 10,1 and 53,9 mm CL, respectively, and a mode of 30 mm CL. In the northern area, the males size frequency distribution showed a bimodal tendency between July – August 2009, with a notorious presence of 10 to 20 mm CL specimens during November. In the following months, a bimodal distribution was observed, with the exception

of April 2010, which showed a polymodal size frequency distribution. In the central-southern area of the historic fishing grounds, the same specimens recruiting to the trawl, although of narrower size range between 15 to 20 mm CL were found. However, in the southern area, contrary to northern and central areas, the size distributions showed the predominant presence of larger size specimens.

The size range of red squat lobster males observed was 11,3 to 47,9 mm of Carapace Length (CL), with a mean size of 26,7 mm CL (S.D. = 6,8 mm), and a bimodal distribution, with 20 and 33 mm CL modes, being the first one more abundant. For the females, the mean size was 25,8 mm CL (S.D. = 6,9 mm), with a minimum and maximum of 10,6 and 45,3 mm CL, respectively, and a polymodal distribution with modes at 20, 28, 30, 35 and 40 mm CL. The global composition, sexes combined, the mean size was 26,3 mm CL (S.D. = 6,9 mm), with a minimum and maximum of 10,6 and 47,9 mm CL, respectively, and a main mode of 20 mm CL and a secondary of 33 mm CL.

In the whole study area, the stage 3 of egg developmental stage was dominant, without differences between areas. On the other hand, the oviferous females with eggs in developmental stages 4 and 5, were found mainly in areas north and central-south, respectively.

The reproductive potential of yellow squat lobster fluctuated between 1.286,3 million eggs in September 2009 and 9.239 million eggs in August of the same year, while in the red squat lobster, the estimated reproductive potential was significantly lower, fluctuating only between 109,3 and 1.428,4 million eggs. In the case of the yellow squat lobster the highest values of reproductive potential were found in the northern part of the historic fishing grounds and towards its center. In the red squat lobster, the spatial distribution of the reproductive potential concentrated itself also in the northern half of the historic fishing grounds, but towards its borders.

Fifty four filming intents were done, corresponding to 13,2 hours and to 19,8 nm (36,4 km) in seven sampling periods, May 14th, July 30th, October 7th and 24th 2009 and July 1st, August 6th, September 8th to 10th 2010. A total of 7,2 hours of bottom floor filming were obtained (4,1

hours in 2009 and 3,1 hours in 2010), between 109 and 215 m depths in 2009 and 102 to 204 m depths in 2010.

In 2009, 15.157 squat lobster specimens were recorded, 242 yellow squat lobsters, 14.668 red squat lobsters and 247 a mixture of both species. In 2010, 5.312 squat lobster specimens were recorded, 555 yellow squat lobsters and 4.757 red squat lobsters. In 2009, the squat lobsters showed a mean density of 9,8 specimens/m². The yellow squat lobster had a density of 0,4 specimens/m², the red squat lobster 16,1 specimens/m², and the mixture of both species 7,1 specimens/m². In 2010, the squat lobsters showed a mean density of 7,0 specimens/m². The red squat lobster had a density of 9,7 specimens/m², and the yellow squat lobster and the mixture of both species 4,5 specimens/m². Therefore, in both years the yellow squat lobster present in the bottom floor showed lower densities than the red squat lobster probably due to the area sampled where this last species is more abundant. In 2009, the yellow squat lobster remained generally motionless over muddy substrate with gravel, while the red squat lobster was partly buried in the sediment at the bottom floor, with specimens oriented in the same direction.

In thi study, no clear pattern in aggregation with time was observed. However, the locomotive activity and interaction data showed that starting on October, there is a decrease in activity. Similarly, in December and March less frequency in interactions (i.e. contact interactions). These changes could be related to the moulting period whih concentrates itself during summer (Acuña *et al.* 1998).

The reproductive period peak (between May and October) would be mainly modulating the seasonal pattern observed in locomotive activity and in social interactions in *C. johni* y *P. monodon*. To have access to information related to behavior, is of high importance for the sustainability of the resource through time. The new generated information with respect to behavioral patterns that both species would have in their natural environment and how these change during the year, will allow to design more specific exploitation measures (i.e. not only considering the resource protection based on the reproductive period).

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
RESUMEN EJECUTIVO	3
EXECUTIVE ABSTRACT	8
TABLA DE CONTENIDOS	12
INDICE DE TABLAS	17
1. ANTECEDENTES	33
2. OBJETIVOS	38
2.1. Objetivo General.....	38
2.2. Objetivos Específicos	38
3. METODOLOGÍA	39
3.1. Area y Periodo de Estudio	39
3.2. Zonas de muestreo	39
3.3. Registros de información (datos) del lance y capturas	39
3.3.1. Datos del lance	39
3.3.2. Datos de capturas.....	41
3.3.2.1. Captura por lance	41
3.3.2.2. Plan de Muestreo.....	41
3.3.2.2.1. El muestreo sistemático	42
3.3.2.2.2. Unidad muestral.	43
3.3.2.2.3. Definición de las transectas.	43
3.3.2.2.4. Estrategia general de muestreo.....	44
3.3.2.3. Captura estandarizada por lance	47
3.4. Muestreos y análisis biológico de las dos especies de langostinos	48
3.4.1. Tamaño mínimo de muestras	48
3.4.2. Muestreo a Bordo	53
3.4.3. Distribución de tallas de las dos especies de langostinos.....	53
3.4.4. Relación longitud-peso.....	54
3.4.5. Pesos medios por intervalo de talla	57
3.5. Aplicaciones SIG para el manejo y tratamiento de la información	58

3.5.1.	Presentación.....	58
3.5.2.	Datum de referencia espacial	59
3.5.3.	Ingreso de la información a un formato digital de base de datos	60
3.5.4.	Cartografía base del SIG	61
3.5.5.	Análisis de la Información	61
3.6.	Objetivo Específico 1	62
3.6.1.	Distribución espacial del rendimiento de pesca (cpue)	63
3.6.2.	Centro de gravedad e inercia del rendimiento de pesca	68
3.6.3.	Disposición espacial mensual de núcleos de alta densidad	69
3.6.4.	Grado de agregación de la densidad poblacional	71
3.6.5.	Composición numérica por rango de tallas en las capturas.....	71
3.7.	Objetivo específico 2	73
3.7.1.	Distribución espacial de la proporción de sexual.....	73
3.7.2.	Centro de gravedad e inercia de la proporción sexual.....	73
3.7.3.	Análisis temporal de la proporción sexual	74
3.7.4.	Talla promedio de madurez sexual.....	74
3.7.5.	Periodo de Portación de Huevos	76
3.7.6.	Madurez de los estados embrionarios	77
3.7.7.	Fecundidad	79
3.7.8.	Determinación del potencial reproductivo	81
3.8.	Objetivo Específico 3	82
3.8.1.	Zona de estudio	82
3.8.2.	Embarcación.....	84
3.8.3.	Sistema de Filmación	84
3.8.4.	Trineo de arrastre.....	85
3.8.5.	Operación.	86
3.8.6.	Grilla para cuantificación	87
3.8.7.	Caracterización de las agregaciones de langostinos.....	88
3.9.	Objetivo Específico 4	91
3.9.1.	Antecedentes.	91
3.9.2.	Información biológica necesaria para el manejo de crustáceos	91

3.9.3.	Antecedentes biológicos en langostinos <i>C. johni</i> y <i>P. monodon</i>	92
3.9.4.	Tasa sexual operacional (OSR).....	92
3.9.5.	Hábitos de vida.....	93
3.9.6.	Objetivos específicos.....	95
3.9.7.	Materiales y métodos.....	96
3.9.7.1.	Muestreo, transporte y mantención de los ejemplares	96
3.9.7.2.	Observaciones de conducta.....	96
3.9.7.3.	Conducta de agregación	99
3.9.7.4.	Estados de actividad.....	101
3.9.7.5.	Interacciones entre individuos.	102
3.9.7.6.	Eficacia en búsqueda de alimento.....	102
4.	RESULTADOS.....	106
4.1.	Objetivo específico 1.....	106
4.1.1.	Distribución espacial del rendimiento de pesca (cpua).....	108
4.1.1.1.	Batimetría del área	108
4.1.1.2.	Langostino amarillo	108
4.1.1.3.	Langostino colorado.....	128
4.1.2.	Centro de gravedad e inercia del rendimiento de pesca	140
4.1.3.	Grado de agregación de la densidad poblacional	150
4.1.4.	Aspectos biológicos.....	152
4.1.4.1.	Capturas y muestreo biológico.....	152
4.1.4.2.	Relación talla-peso.....	153
4.1.4.3.	Pesos medios por intervalo de talla.....	153
4.1.5.	Composición de tamaños.....	154
4.1.5.1.	Langostino amarillo	154
4.1.5.2.	Langostino colorado.....	159
4.2.	Objetivo específico 2	164
4.2.1.	Distribución espacial de la proporción de sexual.....	164
4.2.2.	Centro de gravedad e inercia de la proporción sexual.....	170
4.2.3.	Condición reproductiva del langostino amarillo	177
4.2.3.1.	Estados de madurez embrionaria de las hembras ovíferas.....	177

4.2.3.2.	Distribución de hembras ovíferas por zona.....	177
4.2.3.3.	Distribución de la talla corporal global de hembras ovíferas por estado de madurez embrionaria.....	178
4.2.3.4.	Distribución geográfica global de las hembras ovíferas por zona, mes y estado de madurez embrionaria.	179
4.2.3.5.	Distribución batimétrica de las hembras ovíferas según su estado de madurez embrionaria.....	182
4.2.2.	Condición reproductiva del langostino colorado.....	183
4.2.2.1.	Estados de madurez embrionaria de las hembras ovíferas.....	183
4.2.2.2.	Distribución de hembras ovíferas por zona.....	184
4.2.2.3.	Distribución de la talla corporal global de hembras ovíferas por estado de madurez embrionaria.....	185
4.2.2.4.	Distribución geográfica global de las hembras ovíferas por zona, mes y estado de madurez embrionaria	185
4.2.2.5.	Distribución batimétrica mensual de las hembras ovíferas de langostino colorado según su estado de madurez embrionaria	187
4.2.3.	Proporción sexual	191
4.2.3.1.	Langostino amarillo	191
4.2.3.1.1.	Proporción sexual por mes y zona geográfica.....	192
4.2.3.1.2.	Proporción sexual por zona geográfica y profundidad.....	193
4.2.3.2.	Langostino colorado.....	194
4.2.3.2.1.	Proporción sexual por zona y mes.....	194
4.2.3.2.2.	Proporción sexual por mes y zona geográfica.....	195
4.2.3.2.3.	Proporción sexual por zona geográfica y profundidad.....	196
4.2.4.	Potencial reproductivo.....	197
4.2.5.	Talla promedio de madurez sexual.....	202
4.3.1.	Resultados operacionales filmaciones realizadas en 2009	205
4.3.2.	Resultados operacionales filmaciones realizadas en 2010	208
4.3.3.	Caracterización de agregaciones de filmaciones 2009.....	210
4.3.4.	Caracterización de agregaciones de filmaciones 2010.....	215
4.3.5.	Comportamiento	218

4.3.6.	Otras especies registradas.....	220
4.3.7.	Otros	222
4.4.	Objetivo específico 4.....	223
4.4.1.	Estructura de talla.....	223
4.4.2.	Conducta de agregación.	223
4.4.3.	Estados de Actividad.	225
4.4.4.	Interacciones entre individuos.....	226
4.4.5.	Eficacia en búsqueda de alimento.	233
5.	DISCUSION	236
6.	CONCLUSIONES	245
7.	Taller de difusión.	250
7.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	254
8.	Plan detallado de asignación del personal profesional y técnico.....	263
8.1.	Total de horas por objetivo específico.....	263
9.	Anexos	267

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Estadísticas descriptivas básicas de tamaños muestrales mínimos para alcanzar la precisión indicada, todos con un 95% de confianza.	52
Tabla 2.	Estados de desarrollo embrionario de langostino amarillo (Escuela de Ciencias del Mar (1999) y langostino colorado (Palma y Arana y, 1997).	78
Tabla 3.	Zonas de factibilidad técnica para realizar el estudio <i>in situ</i> de las caracterizaciones intra e interespecíficas.	83
Tabla 4.	Estados de actividad en ambas especies de langostinos, basado en Dennenmoser & Thiel (2007).	101
Tabla 5.	Descripción de las distintas interacciones evaluadas entre individuos de ambas especies, las categorías están basadas en estudios anteriores (Acuña <i>et al.</i> 2008) y observaciones preliminares en el laboratorio.	104
Tabla 6.	Tratamientos realizados, el azul agrupa los tratamientos sin competencia, el verde a los individuos en competencia intraespecífica y el naranja a los individuos en competencia interespecífica.	105
Tabla 7.	Número de lances de pesca totales y positivos para langostino amarillo (<i>Cervimunida johni</i>) usados para el análisis de la distribución espacio-temporal de la disponibilidad del recurso en julio-diciembre de 2009 y marzo-agosto de 2010.	106
Tabla 8.	Parámetros del variograma teórico ajustado a la densidad poblacional de langostino amarillo (<i>C. johni</i>). SCR: suma de cuadrados de los residuos, VNE: Varianza no explicada.	112
Tabla 9.	Número de lances de pesca totales y positivos para langostino colorado (<i>Pleuroncodes monodon</i>) usados para el análisis de la distribución espacio-temporal de la disponibilidad del recurso entre julio y diciembre de 2009 y marzo-agosto de 2010.	128
Tabla 10.	Parámetros del variograma teórico ajustado a la densidad poblacional de langostino colorado (<i>P. monodon</i>). SCR: suma de cuadrados de los residuos, VNE: Varianza no explicada.	131

Tabla 11.	Número de lances de pesca totales y positivos para langostino amarillo (<i>C. johni</i> , Cervjoh) y langostino colorado (<i>Pleuroncodes monodon</i> , Pleumon) usados para el análisis espacio-temporal del centro de gravedad e inercia de la densidad poblacional entre julio y diciembre de 2009.....	144
Tabla 12.	Número de lances de pesca totales y positivos para langostino amarillo (<i>C. johni</i> , Cervjoh) y langostino colorado (<i>P. monodon</i> , Pleumon) usados para el análisis espacio-temporal del centro de gravedad e inercia de la densidad poblacional entre julio de 2009 y agosto de 2010 dentro del foco histórico de la IV Región.	144
Tabla 13.	Esfuerzo total de muestreo de frecuencia (medidos) y biológico específicos (pesados) de la captura de langostino amarillo.....	152
Tabla 14.	Esfuerzo total de muestreo de frecuencia (medidos) y biológico específicos (pesados) de la captura de langostino colorado.	153
Tabla 15.	Parámetros de la relación talla-peso de langostino amarillo (<i>C. johni</i>) y langostino colorado (<i>P. monodon</i>) sin separar por sexos entre julio de 2009 y julio de 2010.	154
Tabla 16.	Parámetros del variograma teórico ajustado a la proporción sexual de machos de langostino amarillo (<i>C. johni</i>). SCR: suma de cuadrados de los residuos, VNE: Varianza no explicada.....	164
Tabla 17.	Parámetros del variograma teórico ajustado a la proporción sexual de machos de langostino colorado (<i>P. monodon</i>). SCR: suma de cuadrados de los residuos, VNE: Varianza no explicada.....	170
Tabla 18.	Distribución de las hembras ovíferas de langostino amarillo, según estado de desarrollo de los huevos, por zona.....	177
Tabla 19.	Características morfométricas de las hembras de langostino amarillo, por estado de desarrollo de los huevos.....	178
Tabla 20.	Distribución del estado de madurez embrionario de hembras ovíferas de langostino amarillo por zona y mes.....	180
Tabla 21.	Distribución batimétrica de hembras ovíferas de langostino amarillo, según el estado de desarrollo o de madurez de sus huevos.....	183
Tabla 22.	Distribución por zona de las hembras ovíferas de langostino colorado, según estado de desarrollo.	184

Tabla 23.	Características morfométricas de las hembras de langostino colorado, por estado de desarrollo de los huevos.....	185
Tabla 24.	Distribución del estado de madurez embrionario de hembras ovíferas de langostino amarillo por mes y zona.....	188
Tabla 25.	Distribución por rango de profundidad y estados de madurez del langostino amarillo.....	190
Tabla 26.	Proporción sexual (%) de los ejemplares de langostino amarillo medidos en el muestreo de frecuencia de tallas por zona y mes.....	192
Tabla 27.	Proporción sexual (%) de los ejemplares de langostino amarillo medidos en el muestreo de frecuencia de tallas por zona y profundidad.....	194
Tabla 28.	Proporción sexual (%) de los ejemplares de langostino colorado medidos en el muestreo de frecuencia de tallas por zona geográfica y mes.....	195
Tabla 29.	Proporción sexual (%) de los ejemplares de langostino colorado medidos en el muestreo de frecuencia de tallas por zona y profundidad.....	197
Tabla 30.	Resumen operacional del total de las filmaciones realizadas. H_INI y H_FIN, hora inicial y final del lance; Z_INI y Z_FIN, profundidades inicial y final; D.F. distancia filmada en millas náuticas.	204
Tabla 31.	Resumen operacional de las filmaciones de fondo marino en 2009. H_INI y H_FIN, hora inicial y final del lance; Z_INI y Z_FIN, profundidades inicial y final; D.F. distancia filmada en millas náuticas.....	206
Tabla 32.	Resumen operacional de las filmaciones de fondo marino en 2010. H_INI y H_FIN, hora inicial y final del lance; Z_INI y Z_FIN, profundidades inicial y final; D.F. distancia filmada en millas náuticas.....	209
Tabla 33.	Caracterización de agregaciones de langostinos en las filmaciones de fondo marino en 2009.....	211
Tabla 34.	Caracterización de agregaciones de langostinos en las filmaciones de fondo marino en 2010.....	216
Tabla 35.	Resumen de otras especies detectadas durante las experiencias en 2009.....	220
Tabla 36.	Numero de ejemplares (de ambas especies, machos y hembras) utilizados en los distintos experimentos.	223

Tabla 37.	Tabla de ANOVA factorial modelo I, con tres factores. Comparación de la conducta de agregación de los grupos de observación durante 6 meses. SS=Suma de cuadrados; G.L.=Grados de libertad; MS=Media cuadrática; f=Estadístico; p=probabilidad asociada.	224
Tabla 38.	Tabla de ANOVA factorial modelo I, con tres factores. Comparación de la frecuencia de contactos no agresivos durante 6 meses. SS=Suma de cuadrados; G.L.=Grados de libertad; MS=Media cuadrática; f=Estadístico; p=probabilidad asociada.....	228
Tabla 39.	Tabla de ANOVA factorial modelo I, con tres factores. Comparación de la frecuencia de interacciones agonísticas durante 6 meses. SS=Suma de cuadrados; G.L.=Grados de libertad; MS=Media cuadrática; f=Estadístico; p=probabilidad asociada.....	229
Tabla 40.	Tabla de ANOVA factorial modelo I, con tres factores. Comparación de la frecuencia de interacciones reproductivas durante 6 meses. SS=Suma de cuadrados; G.L.=Grados de libertad; MS=Media cuadrática; f=Estadístico; p=probabilidad asociada.	231
Tabla 41.	Porcentaje de llegada y velocidad promedio de los individuos en cada tratamiento. Se indica el porcentaje de llegada para cada tratamiento en relación al total de las réplicas realizadas. También se señala el porcentaje de llegada separado por sexo y la velocidad promedio de los individuos que llegaron al cebo. Los tratamientos *, pertenecen al tercer experimento donde se utilizaron exclusivamente individuos machos para la realización de T1 y T4.	233
Tabla 42.	Porcentaje de llegada en los tratamientos T2 y T5. Realizados entre junio y septiembre de 2010. No hay datos para T5 en junio.....	235
Tabla 43.	Promedio de velocidad según sexo y especie. Velocidad promedio de los individuos que llegaron al cebo (con un total de 40 individuos), 32 machos (9 individuos de la especie <i>P. monodon</i> y 23 de <i>C. johni</i>) y 8 hembras (5 individuos de la especie <i>P. monodon</i> y 3 de <i>C. johni</i>).....	235
Tabla 44.	Lista de participantes al Taller de Difusión de Resultados del Proyecto FIP N° 2008-47.....	250

Tabla 45. Pesos medios (g) por clase de tamaño de machos de langostino amarillo (<i>Cervimunida johni</i>) entre julio y diciembre de 2009 y marzo-julio de 2010.	282
Tabla 46. Pesos medios (g) por clase de tamaño de hembras de langostino amarillo (<i>Cervimunida johni</i>) entre julio y diciembre de 2009 y marzo-julio de 2010.	283
Tabla 47. Pesos medios (g) por clase de tamaño de machos de langostino colorado (<i>Pleuroncodes monodon</i>) entre julio y diciembre de 2009 y marzo-julio de 2010.	284
Tabla 48. Pesos medios (g) por clase de tamaño de hembras de langostino colorado (<i>Pleuroncodes monodon</i>) entre julio y diciembre de 2009 y marzo-julio de 2010.	285

INDICE DE FIGURAS

Fig. 1.	Caladeros de Pesca de langostino amarillo y langostino colorado presentes en el área de estudio, IV Región.....	40
Fig. 2.	Diseño de transectas con orientación longitudinal. Cada celda es de 1x1 mn. Se muestrea una de cada dos celdas, con la primera celda a muestrear en la transecta seleccionada aleatoriamente.	44
Fig. 3.	Ubicación de las estaciones de muestreo.....	46
Fig. 4.	Distribución latitudinal de la proporción de hembras por lance, en la III y IV Región.....	50
Fig. 5.	Distribución latitudinal de la proporción de hembras maduras por lance, en la III y IV Región.....	50
Fig. 6.	Distribución latitudinal del nivel de madurez sexual promedio por lance, en la III y IV Región.....	51
Fig. 7.	Distribución latitudinal de la longitud media del caparazón por lance de pesca, en la III y IV Región.....	51
Fig. 8.	Ejemplo de las “capas temáticas” utilizadas en el análisis de la información cartográfica.	60
Fig. 9.	Esquema del equipo de filmación submarina autónoma.	85
Fig. 10.	Trineo de Filmaciones submarinas.	86
Fig. 11.	Esquema de dimensionamiento de grilla virtual para cuantificación.	88
Fig. 12.	Esquema del proceso de montaje de “grilla virtual” en las filmaciones realizadas para la caracterización de las agregaciones de langostinos.	89
Fig. 13.	Estanque de experimentación con las esquinas cubiertas eliminando los “espacios muertos” que se forman entre ellas y un vidrio en su extremo inferior para evitar que los individuos queden fuera de foco de la grabación.....	97
Fig. 14.	Diseño experimental para realizar observaciones de conducta en dos especies de langostinos, cada grupo contó con 4 réplicas (cada una con 4 machos y 4 hembras) y dos tratamientos con y sin alimento.	98
Fig. 15.	Representación de las 28 mediciones realizadas (expresadas en cuadros) entre cada individuo en el estanque de experimentación.....	99

Fig. 16.	En la figura se esquematiza la metodología con que se realizaron las mediciones entre individuos utilizando una grilla con cuadrados de 18x18 cm que corresponde aproximadamente al largo corporal de los individuos más grandes.	100
Fig. 17.	Sistema experimental. Se representa esquemáticamente el montaje del experimento y la distribución de cada uno de sus componentes.	105
Fig. 18.	Disposición de los lances de pesca usados para el análisis de la distribución espacio-temporal de la disponibilidad de langostino amarillo (<i>C. johni</i>) y langostino colorado (<i>P. monodon</i>) en julio-diciembre de 2009 y marzo-julio de 2010. En color naranja se destaca el foco histórico de langostino amarillo/colorado en la IV Región.	107
Fig. 19.	Batimetría SHOA (líneas azules) frente a la III y IV Región asociada al foco histórico.	109
Fig. 20.	Variograma experimental (puntos) y variograma teórico (línea continua) de la profundidad en el foco histórico de la III y IV Regiones.	110
Fig. 21.	Batimetría del foco histórico construida a partir de los registros de profundidad en los lances de pesca analizados. Se destacan las isóbatas de 200 y 300 m.	111
Fig. 22.	Variograma experimental (puntos) y variograma teórico (línea continua) de langostino amarillo (<i>C. johni</i>) entre julio y diciembre de 2009.	113
Fig. 23.	Variograma experimental (puntos) y variograma teórico (línea continua) de langostino amarillo (<i>C. johni</i>) entre marzo y julio de 2010.	114
Fig. 24.	Distribución espacial de la densidad poblacional (ton/km ²) de langostino amarillo (<i>C. johni</i>) frente a la IV Región en julio de 2009 (izquierda) y núcleos de abundancia (cpua > 20 tons/km ²) (derecha).	115
Fig. 25.	Distribución espacial de la densidad poblacional (ton/km ²) de langostino amarillo (<i>C. johni</i>) frente a la IV Región en agosto de 2009 (izquierda) y núcleos de abundancia (cpua > 20 tons/km ²) (derecha).	116
Fig. 26.	Disposición de los lances de pesca positivos (puntos rojos) para langostino amarillo (<i>C. johni</i>) en septiembre de 2009. Los puntos grises representan lances de pesca con captura cero para la especie objetivo.	117

Fig. 27.	Distribución espacial de la densidad poblacional (ton/km ²) de langostino amarillo (<i>C. johni</i>) frente a la IV Región en octubre de 2009 (izquierda) y núcleos de abundancia (cpua > 20 tons/km ²) (derecha).	119
Fig. 28.	Distribución espacial de la densidad poblacional (ton/km ²) de langostino amarillo (<i>C. johni</i>) frente a la IV Región en noviembre de 2009 (izquierda) y núcleos de abundancia (cpua > 20 tons/km ²) (derecha).	120
Fig. 29.	Distribución espacial de la densidad poblacional (ton/km ²) de langostino amarillo (<i>C. johni</i>) frente a la IV Región en diciembre de 2009 (izquierda) y núcleos de abundancia (cpua > 20 tons/km ²) (derecha).	121
Fig. 30.	Distribución espacial de la densidad poblacional (ton/km ²) de langostino amarillo (<i>C. johni</i>) frente a la IV Región en marzo de 2010 (izquierda) y núcleos de mediana abundancia (cpua > 10 tons/km ²) (derecha).	122
Fig. 31.	Distribución espacial de la densidad poblacional (ton/km ²) de langostino amarillo (<i>C. johni</i>) frente a la IV Región en abril de 2010 (izquierda) y núcleos de mediana abundancia (cpua > 10 tons/km ²) (derecha).	124
Fig. 32.	Distribución espacial de la densidad poblacional (ton/km ²) de langostino amarillo (<i>C. johni</i>) frente a la IV Región en mayo de 2010 (izquierda) y núcleos de abundancia (cpua > 20 tons/km ²) (derecha).	125
Fig. 33.	Distribución espacial de la densidad poblacional (ton/km ²) de langostino amarillo (<i>C. johni</i>) frente a la IV Región en junio de 2010 (izquierda) y núcleos de abundancia (cpua > 20 tons/km ²) (derecha).	126
Fig. 34.	Distribución espacial de la densidad poblacional (ton/km ²) de langostino amarillo (<i>C. johni</i>) frente a la IV Región en julio de 2010 (izquierda) y núcleos de abundancia (cpua > 20 tons/km ²) (derecha).	127
Fig. 35.	Disposición de los lances de pesca positivos (puntos café) para langostino colorado (<i>P. monodon</i>) en agosto de 2009. Los puntos grises representan lances de pesca con captura cero para la especie objetivo.	129
Fig. 36.	Variograma experimental (puntos) y variograma teórico (línea continua) de langostino colorado (<i>P. monodon</i>) entre julio y diciembre de 2009.	130
Fig. 37.	Variograma experimental (puntos) y variograma teórico (línea continua) de langostino colorado (<i>P. monodon</i>) entre marzo y julio de 2010.	132

Fig. 38.	Distribución espacial de la densidad poblacional (ton/km ²) de langostino colorado (<i>P. monodon</i>) frente a la IV Región en julio de 2009 (izquierda) y núcleos de abundancia (cpua > 10 tons/km ²) (derecha).	133
Fig. 39.	Distribución espacial de la densidad poblacional (ton/km ²) de langostino colorado (<i>P. monodon</i>) frente a la IV Región en octubre de 2009 (izquierda) y núcleos de abundancia (cpua > 10 tons/km ²) (derecha).	135
Fig. 40.	Distribución espacial de la densidad poblacional (ton/km ²) de langostino colorado (<i>P. monodon</i>) frente a la IV Región en noviembre de 2009 (izquierda) y núcleos de abundancia (cpua > 10 tons/km ²) (derecha).	136
Fig. 41.	Distribución espacial de la densidad poblacional (ton/km ²) de langostino colorado (<i>P. monodon</i>) frente a la IV Región en diciembre de 2009 (izquierda) y núcleos de abundancia (cpua > 10 tons/km ²) (derecha).	137
Fig. 42.	Distribución espacial de la densidad poblacional (ton/km ²) de langostino colorado (<i>P. monodon</i>) frente a la IV Región en marzo de 2010 (izquierda) y núcleos de abundancia (cpua > 10 tons/km ²) (derecha).	138
Fig. 43.	Distribución espacial de la densidad poblacional (ton/km ²) de langostino colorado (<i>P. monodon</i>) frente a la IV Región en abril de 2010 (izquierda) y núcleos de abundancia (cpua > 10 tons/km ²) (derecha).	139
Fig. 44.	Distribución espacial de la densidad poblacional (ton/km ²) de langostino colorado (<i>P. monodon</i>) frente a la IV Región en mayo de 2010 (izquierda) y núcleos de abundancia (cpua > 10 tons/km ²) (derecha).	141
Fig. 45.	Distribución espacial de la densidad poblacional (ton/km ²) de langostino colorado (<i>P. monodon</i>) frente a la IV Región en junio de 2010 (izquierda) y núcleos de abundancia (cpua > 10 tons/km ²) (derecha).	142
Fig. 46.	Distribución espacial de la densidad poblacional (ton/km ²) de langostino colorado (<i>P. monodon</i>) frente a la IV Región en julio de 2010 (izquierda) y núcleos de abundancia (cpua > 10 tons/km ²) (derecha).	143
Fig. 47.	Distribución espacial de los lances de pesca de langostino amarillo (<i>C. johni</i>) y langostino colorado (<i>P. monodon</i>) en la III Región (izquierda) y IV Región (derecha) entre julio y diciembre de 2009.	145

Fig. 48.	Centro de gravedad (°S, puntos negros) e inercia (líneas verticales) de la densidad poblacional de langostino amarillo (<i>C. johni</i>) entre julio y diciembre de 2009. ...	146
Fig. 49.	Centro de gravedad (°S, puntos negros) e inercia (líneas verticales) de la densidad poblacional de langostino amarillo (<i>C. johni</i>) entre julio de 2009 y agosto de 2010.	147
Fig. 50.	Centro de gravedad (°S, puntos negros) e inercia (líneas verticales) de la densidad poblacional de langostino colorado (<i>P. monodon</i>) entre julio y diciembre de 2009.	147
Fig. 51.	Profundidad media ponderada (m) de la densidad poblacional de langostino amarillo (<i>Cervimunida johni</i>) en el foco histórico de la IV región entre julio de 2009 y julio de 2010. Líneas verticales representan una desviación estándar.....	148
Fig. 52.	Centro de gravedad (°S, puntos negros) e inercia (líneas verticales) de la densidad poblacional de langostino colorado (<i>P. monodon</i>) entre julio de 2009 y agosto de 2010.	149
Fig. 53.	Profundidad media ponderada (m) de la densidad poblacional de langostino colorado (<i>Pleuroncodes monodon</i>) en el foco histórico de la IV Región entre julio de 2009 y julio de 2010. Líneas verticales representan una desviación estándar.	150
Fig. 54.	Grado de agregación (índice de Gini) de la densidad poblacional de langostino amarillo (<i>C. johni</i>) entre julio de 2009 y agosto de 2010.	151
Fig. 55.	Grado de agregación (índice de Gini) de la densidad poblacional de langostino colorado (<i>P. monodon</i>) entre julio de 2009 y agosto de 2010.	151
Fig. 56.	Distribución de frecuencia de tamaños global de langostino amarillo en el área y período de estudio.....	155
Fig. 57.	Distribución de frecuencia de tamaños de machos de langostino amarillo por zona y mes.....	157
Fig. 58.	Distribución de frecuencia de tamaños de hembras de langostino amarillo por zona y mes.....	158
Fig. 59.	Distribución de frecuencia de tamaños global de langostino colorado en el área y período de estudio.....	161
Fig. 60.	Distribución de frecuencia de tamaños de machos de langostino colorado por zona y mes.....	162

Fig. 61.	Distribución de frecuencia de tamaños de hembras de langostino colorado por zona y mes.....	163
Fig. 62.	Variograma experimental (puntos) y variograma teórico (línea continua) de la proporción sexual de langostino amarillo (<i>C. johni</i>) por trimestre entre julio de 2009 y agosto de 2010.	165
Fig. 63.	Distribución espacial de la proporción sexual (proporción de machos) de langostino amarillo (<i>C. johni</i>) frente a la IV Región en julio-septiembre de 2009.	166
Fig. 64.	Distribución espacial de la proporción sexual (proporción de machos) de langostino amarillo (<i>C. johni</i>) frente a la IV Región en octubre-diciembre de 2009.	167
Fig. 65.	Distribución espacial de la proporción sexual (proporción de machos) de langostino amarillo (<i>C. johni</i>) frente a la IV Región en marzo-mayo de 2010.	168
Fig. 66.	Distribución espacial de la proporción sexual (proporción de machos) de langostino amarillo (<i>C. johni</i>) frente a la IV Región en junio-agosto de 2010.	169
Fig. 67.	Variograma experimental (puntos) y variograma teórico (línea continua) de la proporción sexual de langostino colorado (<i>P. monodon</i>) por trimestre entre julio de 2009 y agosto de 2010.	171
Fig. 68.	Distribución espacial de la proporción sexual (proporción de machos) de langostino colorado (<i>P. monodon</i>) frente a la IV Región en julio-septiembre de 2009.	172
Fig. 69.	Distribución espacial de la proporción sexual (proporción de machos) de langostino colorado (<i>P. monodon</i>) frente a la IV Región en octubre-diciembre de 2009.	173
Fig. 70.	Distribución espacial de la proporción sexual (proporción de machos) de langostino colorado (<i>P. monodon</i>) frente a la IV Región en marzo-mayo de 2010.	174
Fig. 71.	Distribución espacial de la proporción sexual (proporción de machos) de langostino colorado (<i>P. monodon</i>) frente a la IV Región en junio-agosto de 2010.	175
Fig. 72.	Centro de gravedad (°S, puntos negros) e inercia (líneas verticales) de la proporción sexual (proporción de machos) de langostino amarillo (<i>C. johni</i>) entre julio de 2009 y agosto de 2010.	176
Fig. 73.	Centro de gravedad (°S, puntos negros) e inercia (líneas verticales) de la proporción sexual (proporción de machos) de langostino colorado (<i>P. monodon</i>) entre julio de 2009 y agosto de 2010.	176

Fig. 74.	Distribución de frecuencia de tamaños global de las hembras ovíferas de langostino amarillo por estado de desarrollo de los huevos.....	178
Fig. 75.	Distribución de frecuencias de tamaño de hembras ovíferas de langostino amarillo por estado y mes.	181
Fig. 76.	Distribución de frecuencia de tamaños global de las hembras ovíferas de langostino coorado por estado de desarrollo de los huevos.	186
Fig. 77.	Distribución de frecuencias de tamaño de hembras ovíferas de langostino colorado por estado y mes.	189
Fig. 78.	Proporción sexual de langostino amarillo, por mes y zona geográfica.	193
Fig. 79.	Proporción sexual de langostino colorado, por mes y zona geográfica.....	196
Fig. 80.	Potencial reproductivo (millones de huevos) de langostino amarillo (<i>Cervimunida johni</i>) en el caladero histórico de la IV Región, entre julio de 2009 y julio de 2010.	198
Fig. 81.	Potencial reproductivo (millones de huevos) de langostino colorado (<i>Pleuroncodes monodon</i>) frente a la IV Región, entre julio de 2009 y julio de 2010.	198
Fig. 82.	Variograma experimental (puntos) y variograma teórico (línea continua) del potencial reproductivo de langostino amarillo (<i>C. johni</i> , arriba) y langostino colorado (<i>P. monodon</i> , abajo).....	199
Fig. 83.	. Distribución espacial del potencial reproductivo (millones de huevos) de langostino amarillo (<i>C. johni</i> , izquierda) y langostino colorado (<i>P. monodon</i> , derecha) frente a la IV Región.....	201
Fig. 84.	Ojiva de madurez sexual estimada para el recurso langostino amarillo para toda el área de estudio. Se indica la talla bajo el criterio del L ₅₀ %.	202
Fig. 85.	Ojiva de madurez sexual estimada para el recurso langostino colorado para toda el área de estudio. Se indica la talla bajo el criterio del L ₅₀ %.	202
Fig. 86.	Posición de las filmaciones del fondo marino en 2009. En rojo: langostino colorado, en azul: langostino amarillo y en anaranjado: mezcla de ambos recursos.	206
Fig. 87.	Posición de las filmaciones del fondo marino por salida o periodo. En rojo: langostino colorado, en azul: langostino amarillo y en anaranjado: mezcla de ambos recursos.....	207

Fig. 88.	Posición de las filmaciones del fondo marino en 2010. En rojo: langostino colorado, en azul: langostino amarillo y en anaranjado: mezcla de ambos recursos.	208
Fig. 87.	Posición de las filmaciones del fondo marino por salida o periodo. En rojo: langostino colorado, en azul: langostino amarillo y en anaranjado: mezcla de ambos recursos.....	209
Fig. 90.	Densidad por estación de langostino colorado en mayo y octubre de 2009.....	212
Fig. 91.	Densidad de langostino colorado (A) y langostino amarillo o mezcla de langostino amarillo-langostino colorado (B) en ejemplares/m ² , por filmación en 2009.....	213
Fig. 92.	Langostino colorado en una filmación con alto grado de agregación (N°filmación 2b, A) y en bajo grado de agregación (N°filmación 4b, B).	214
Fig. 93.	Distribución espacial de filmaciones y densidad media relativa por especie en 2009.	214
Fig. 94.	Densidad por estación de langostino colorado, langostino amarillo o mezcla de ambas especies en agosto de 2010.....	216
Fig. 95.	Densidad por estación de langostino colorado en septiembre de 2010.	217
Fig. 96.	Densidad de langostino colorado (A) y langostino amarillo o mezcla de langostino amarillo-langostino colorado (B) en ejemplares/ m ² , por filmación en 2010.....	217
Fig. 97.	Distribución espacial de filmaciones y densidad media relativa por especie en 2010.	218
Fig. 98.	Ejemplares de langostino amarillo (A) y langostino colorado (B) durante las filmaciones.....	219
Fig. 99.	Ejemplares de langostino amarillo en cópula.	219
Fig. 100.	Ejemplares de lenguado (<i>Hippoglossina macrops</i>) (A) y merluza común (<i>Merluccius gayi</i>) (B) identificados durante las filmaciones.....	221
Fig. 101.	Exoesqueletos de langostino y redes de pesca sobre el fondo marino.	222
Fig. 102.	Índice de agregación medido cada 2 horas (12 mediciones por réplica) en 3 grupos (grupo Cervimunida, Pleuroncodes y Mixto) con 2 tratamientos (sin alimento y con alimento) durante 6 meses (A: agosto, S: septiembre, O: octubre, D: diciembre, MR: marzo y MY: mayo).	225

- Fig. 103. Porcentajes de tiempo para tres tipos de actividad (sin actividad, actividad sin locomoción y actividad locomotriz) en dos horas de observación (5-6am y 5-6 pm) en los grupos “Cervimunida”, “Pleuroncodes”, “Mixto (*C. johni*)” y “Mixto (*P. monodon*)” bajo dos tipos de tratamiento (sin alimento y con alimento, separados por la línea segmentada). Para el mes de diciembre no se cuenta con datos.227
- Fig. 104. Frecuencia de ocurrencia (promedio \pm SD) de interacciones con contactos no agresivos (contactos breves únicos, contactos breves repetidos y contactos prolongados) en 2 horas de observación (entre 5-6 am y 5-6 pm) durante 6 meses. Los gráficos circulares muestran el porcentaje de ocurrencia para las combinaciones mono e inter-específicas dentro de los grupos mixtos durante los 6 meses. El color blanco corresponde a la combinación *C. johni-C. johni*, el color negro corresponde a *P. monodon-P. monodon* y el color gris a *C. johni-P. monodon*.228
- Fig. 105. Frecuencia de ocurrencia (promedio \pm SD) de interacciones agonísticas (ataques únicos, ataques repetidos, peleas y persecuciones) en 2 horas de observación (entre 5-6 am y 5-6 pm). Los gráficos circulares muestran el porcentaje de ocurrencia para las combinaciones mono e inter-específicas dentro de los grupos mixtos durante los 6 meses. El color blanco corresponde a la combinación *C. johni-C. johni*, el color negro corresponde a *P. monodon-P. monodon* y el color gris a *C. johni-P. monodon*.230
- Fig. 106. Frecuencia de ocurrencia (promedio \pm SD) de interacciones reproductivas (pre-cópula, cópula y post-cópula) en 2 horas de observación (entre 5-6 am y 5-6 pm) durante 6 meses. Los gráficos circulares muestran el porcentaje de ocurrencia para las combinaciones mono-específicas dentro de los grupos mixtos. El color blanco corresponde a *C. johni* y el color negro corresponde a *P. monodon*.232
- Fig. 107. Invitación a participar en el Taller de Difusión de resultados del proyecto FIP 2008-47 y díptico con las actividades, realizado en Coquimbo, el 26 de noviembre de 2010.....251
- Fig. 108. Disposición espacial de los lances de pesca utilizados para caracterizar la distribución espacial de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) en julio

- (izquierda) y agosto (derecha) de 2009 frente a la IV Región. Puntos rojos corresponden a lances positivos para la especie objetivo.....269
- Fig. 109. Disposición espacial de los lances de pesca utilizados para caracterizar la distribución espacial de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) en septiembre (izquierda) y octubre (derecha) de 2009 frente a la IV Región. Puntos rojos corresponden a lances positivos para la especie objetivo.....270
- Fig. 110. Disposición espacial de los lances de pesca utilizados para caracterizar la distribución espacial de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) en noviembre (izquierda) y diciembre (derecha) de 2009 frente a la IV Región. Puntos rojos corresponden a lances positivos para la especie objetivo.....271
- Fig. 111. Disposición espacial de los lances de pesca utilizados para caracterizar la distribución espacial de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) en marzo (izquierda) y abril (derecha) de 2010 frente a la IV Región. Puntos rojos corresponden a lances positivos para la especie objetivo.....272
- Fig. 112. Disposición espacial de los lances de pesca utilizados para caracterizar la distribución espacial de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) en mayo (izquierda) y junio (derecha) de 2010 frente a la IV Región. Puntos rojos corresponden a lances positivos para la especie objetivo.....273
- Fig. 113. Disposición espacial de los lances de pesca utilizados para caracterizar la distribución espacial de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) en julio (izquierda) y agosto (derecha) de 2010 frente a la IV Región. Puntos rojos corresponden a lances positivos para la especie objetivo.....274
- Fig. 114. Disposición espacial de los lances de pesca utilizados para caracterizar la distribución espacial de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) en julio (izquierda) y agosto (derecha) de 2009 frente a la IV Región. Puntos rojos corresponden a lances positivos para la especie objetivo.....275
- Fig. 115. Disposición espacial de los lances de pesca utilizados para caracterizar la distribución espacial de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) en septiembre (izquierda) y octubre (derecha) de 2009 frente a la IV Región. Puntos rojos corresponden a lances positivos para la especie objetivo.....276

- Fig. 116. Disposición espacial de los lances de pesca utilizados para caracterizar la distribución espacial de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) en noviembre (izquierda) y diciembre (derecha) de 2009 frente a la IV Región. Puntos rojos corresponden a lances positivos para la especie objetivo.277
- Fig. 117. Disposición espacial de los lances de pesca utilizados para caracterizar la distribución espacial de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) en marzo (izquierda) y abril (derecha) de 2010 frente a la IV Región. Puntos rojos corresponden a lances positivos para la especie objetivo.278
- Fig. 118. Disposición espacial de los lances de pesca utilizados para caracterizar la distribución espacial de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) en mayo (izquierda) y junio (derecha) de 2010 frente a la IV Región. Puntos rojos corresponden a lances positivos para la especie objetivo.279
- Fig. 119. Disposición espacial de los lances de pesca utilizados para caracterizar la distribución espacial de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) en julio (izquierda) y agosto (derecha) de 2010 frente a la IV Región. Puntos rojos corresponden a lances positivos para la especie objetivo.280

1. ANTECEDENTES

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 cobrado una importancia mayor, debido a que la pesquería sur de ambas especies, entre la V y X Región, ha estado sometida a vedas sucesivas desde principios del año 2001, las que se han renovado hasta la fecha. En esa zona geográfica sólo ha existido actividad extractiva sobre el recurso langostino amarillo a través del mecanismo de Pesca de Investigación, cuyo objetivo ha sido realizar un monitoreo de los principales indicadores biológico-pesqueros del stock de langostino amarillo de la V y VI Región, en el marco de una actividad extractiva controlada en esa zona durante los años 2006 y 2007.

La administración de las pesquerías requiere necesariamente nutrirse de información proveniente de múltiples fuentes, siendo éstas principalmente la de la biología básica de las especies, biológico-pesquera, económica, social, etc. En el primer ámbito el Fondo de Investigación Pesquera (FIP) ha iniciado diversas investigaciones tendientes a ir completando la base de información biológica de las dos especies de langostinos, a través de la ejecución de los proyectos FIP N° 2004-45 sobre la determinación de zonas y épocas de reclutamiento de langostino amarillo y langostino colorado entre la III y IV Regiones (Acuña *et al.*, 2007), FIP N° 2005-41 sobre la dinámica y la estructura poblacional del langostino colorado III y IV Región (Quiroz *et al.*, 2006) y un estudio reciente sobre la dinámica reproductiva del langostino amarillo y langostino colorado en la III y IV regiones (Acuña *et al.*, 2008).

Quiroz *et al.* (2006) realizaron un análisis exploratorio de los componentes de la población, segregados a partir del modelo de madurez sexual, encontrando que se produce una reducción de los individuos maduros y un aumento de los individuos inmaduros, a medida que aumenta la profundidad. Estos autores especulan que este resultado probablemente indica que la estructura espacial de *P. monodon* está condicionada a eventos reproductivos que ocurrirían en aguas someras. Quiroz *et al.* (2006) también observaron la presencia de los individuos maduros en aguas someras principalmente durante los primeros y últimos meses del año, con

un leve gradiente desde aguas profundas a aguas someras a medida que transcurren los meses. Finalmente, estos autores consideran que reforzando la hipótesis de estructuración en profundidad del stock, el análisis además muestra que los individuos inmaduros están escasamente presentes en aguas someras durante la mayor parte del año. Quiroz *et al.* (2006) postulan que la persistencia de individuos maduros en aguas someras durante inicios y fines de año para eventos reproductivos posiblemente está condicionando la estructura espacial de la población de *P. monodon* durante estos meses. Por el contrario, sugieren que durante los meses de invierno, cuando los ejemplares maduros no están presentes en aguas someras y probablemente migren a aguas más profundas, la estructura poblacional es escasamente detectable.

Los dos muestreos zooplanctónicos realizados por Acuña *et al.* (2007) permitieron corroborar la presencia de zoeas de las dos especies de langostino y del camarón nailon en la IV Región y registrar su presencia en la III Región, al igual que lo informado por Quiroz *et al.* (2006). Las larvas más tempranas, zoeas sin urópodos, fueron encontradas en mayor abundancia en el primer período de muestreo durante octubre de 2005, mientras aquellas con estados de desarrollo más avanzados, zoeas con urópodos, lo fueron en el segundo periodo, en diciembre. También se determinó la presencia de un morfo de megalopa de Galatheadae, cuya presencia es más importante en el muestreo de diciembre.

Acuña *et al.* (2007) utilizaron al lenguado de ojos grandes *H. macrops* como muestreador de la presencia de reclutas de las dos especies de langostinos en los caladeros de pesca, analizando los contenidos estomacales de este pez. Estos autores detectaron la presencia de reclutas en los estómagos de *H. macrops*, encontrando especímenes juveniles de *P. monodon* (4,0 - 10,7 mm LC) y *C. johni* (8,0 - 8,7 mm LC), principalmente en el mes de junio. La presa principal encontrada en la alimentación de *H. macrops* fue el ítem *P. monodon*.

En el mismo estudio, se realizaron muestreos con una red comercial con cubre “túnel – copo” en los caladeros de langostino colorado de la III y IV Región en noviembre y diciembre de 2005 y febrero – mayo de 2006, con el objeto de determinar la presencia de juveniles de esta especie en dichas zonas. Las distribuciones de tallas de los ejemplares capturados tanto dentro como fuera de la red fueron diferentes, con una proporción de especímenes juveniles (< 20

mm de LC) de 3,8% al interior de la red y 40,7%, fuera de ésta, en la III Región y de 10,4 y 46,6% en la IV región, respectivamente.

Los antecedentes sobre la conducta reproductiva del langostino amarillo (*C. johni*) y del langostino colorado (*P. monodon*) han estado basados en el análisis de la proporción de hembras ovíferas y de los estadios de desarrollo de los embriones (Henríquez 1979, Palma & Arana, 1997, Acuña *et al.*, 2005). Para el langostino colorado y langostino amarillo, la información disponible en el marco de monitoreos realizados durante el periodo 1997-2002, indican una alta presencia de hembras ovíferas durante los meses de invierno y primavera. Basándose en el alto porcentaje de hembras ovíferas (> 80% del total de hembras) encontrado durante el periodo de máxima actividad reproductiva se había sugerido que cada hembra produce una camada al año (Palma & Arana, 1997). Sin embargo, durante los meses de junio – octubre se encontró hembras con embriones tanto de estadios tempranos como de estadios tardíos, lo que sugiere que no todas las hembras se aparean al mismo tiempo. Esta aparente dispersión de los apareamientos en el tiempo y la presencia de hembras ovíferas muy pequeñas podrían sugerir que la probabilidad de encuentro entre los sexos es afectada por la abundancia del recurso. Por ejemplo, existe la posibilidad que no todas las hembras se encuentren con un macho en el momento de su primera muda reproductiva (provocando que algunas hembras retarden el apareamiento hasta una próxima muda reproductiva), y que los machos se apareen con hembras muy pequeñas (porque no se encuentran con hembras grandes). Dado la falta de conocimiento sobre la conducta y el sistema de apareamiento en ambas especies de langostinos, no se puede evaluar si la aparente dispersión en el tiempo de los apareamientos y la presencia de hembras muy pequeñas fueran una consecuencia de las bajas abundancias del recurso a fines de los años 80, las que llevaron a una veda total entre los años 1988 y 1991, como lo plantearon Roa & Bahamonde (1993).

El conocimiento del periodo reproductivo y del sistema de apareamiento es considerado crucial para un manejo eficiente de los crustáceos. En particular, estudios en decápodos braquiuros han demostrado que bajas abundancias de uno o de ambos sexos puede provocar una disminución en el potencial reproductivo de los individuos y de la población (Hines *et al.*, 2003, Gosselin *et al.*, 2003). En especies que típicamente ocurren en grandes agregaciones como camarones (Caridea) o langostinos (Anomura: Galatheidae), los efectos de bajas

abundancias del recurso sobre el potencial reproductivo son menos conocidos (e.g. Bauer, 2004), pero el colapso y la baja tasa de recuperación de las pesquerías de varias especies de camarones y langostinos sugieren efectos similares como los reportados para los braquiuros.

Antecedentes proporcionados para otras especies de galatheidos sugieren que las hembras tienen que aparearse con un macho cada vez que produce una nueva camada (Kronenberger *et al.*, 2004). En el caso que la mayoría de las hembras realicen la muda reproductiva en forma sincrónica, esto puede significar que los machos se podrían volver limitantes durante estos eventos (i.e. cada hembra no encuentra un macho). Si las hembras mudan en forma asincrónica, en las especies gregarias típicamente hay muchos machos compitiendo para acceder a una hembra receptiva (Correa & Thiel, 2003). Así, conocer si las hembras de una población se vuelven receptivas al mismo tiempo o en forma asincrónica es particularmente importante para poder evaluar el sistema de apareamiento en especies gregarias. Además, bajas abundancias poblacionales (y la consecuente relajación de la competencia intrasexual) pueden permitir que tanto machos como hembras pequeñas (las que normalmente no pueden competir con los individuos grandes) se puedan reproducir en forma exitosa. Cuando esto ocurre durante muchos periodos reproductivos seguidos (e.g. agravado por la extracción pesquera), puede resultar en una selección artificial hacia tallas pequeñas, tal como ya ha sido sugerido para algunos crustáceos (Schlining & Spratt, 2000; Rondeau & Sainte-Marie, 2001). Si la observación ocasional de hembras ovíferas muy pequeñas en el recurso langostino (Palma & Arana, 1997) podría ser consecuencia de una selección hacia tallas pequeñas inducida por bajas abundancias poblacionales (y la posibilidad para individuos pequeños de reproducirse exitosamente) solamente puede ser evaluado cuando se tiene mayor información sobre el sistema de apareamiento en estas especies.

Acuña *et al.* (2008) determinaron que la receptividad de las hembras de ambas especies, a diferencia de la mayoría de los crustáceos, no está ligada al evento de la muda, sino que por el contrario éstas pueden copular sucesivamente sin la necesidad de mudar. Estos antecedentes difieren con lo que hasta ahora se conocía para *Cervimunida johni* y *Pleuroncodes monodon*. El tiempo de portación de los embriones y el número de camadas producidas por las hembras es otro punto en el cual se encontraron grandes diferencias con la literatura actual, aunque se encontró una coincidencia sobre el periodo de máxima actividad reproductiva (mayo a

octubre) con la información reportada en publicaciones anteriores. Las diferencias encontradas durante el estudio señalado son atribuidas al método utilizado, puesto que la estimación mediante análisis directo permite un mayor control de los factores que pueden influenciar los análisis indirectos, los cuales pueden conducir fácilmente a un error o a una mala interpretación de los resultados. Cabe destacar además que los antecedentes obtenidos en el estudio de Acuña *et al.* (2008) pueden ser de gran ayuda para el manejo sustentable de estos recursos.

En el estudio de Acuña *et al.* (2008) se comprobó que la receptividad de las hembras tanto en *C. johni* como en *P. monodon* no está ligada al evento de la muda. Por este motivo, la implementación de las vedas biológicas aplicadas hasta ahora (enero - marzo) no ha estado realmente protegiendo la reproducción de las especies sino que la época de crecimiento. La nueva información proporcionada por este estudio podría ser utilizada como base para la evaluación de la actual normativa del período de veda, a fin de proteger realmente el la reproducción de las especies.

Otro aspecto importante a considerar, es conocer los cambios en los niveles de abundancia y biomasa de los recursos langostinos en el tiempo, con el objetivo que esta información sirva de insumo para el establecimiento de planes de manejo y administración de sus pesquerías. En este contexto, Pérez (2005) utilizando un modelo predictivo simple describió la dinámica de la biomasa del camarón nailon en la zona de Coquimbo. El modelo de remoción permitió explicar las variaciones temporales de la *CPUE* basado en los conceptos de abundancia y disponibilidad, indicando dos periodos de distinta longitud en la disponibilidad de biomasa al arte de pesca, lo cual puede influir en la determinación de la época óptima para la realización de las Evaluaciones Directas del recurso con el objetivo de determinar cuotas de captura.

En el contexto precitado, el Consejo de Investigación Pesquera teniendo presente la conveniencia de contar con estos antecedentes, ha decidido incluir el presente proyecto en el Programa de Investigación Pesquera correspondiente al año 2008.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Evaluar la Dinámica del Comportamiento de langostino amarillo y colorado en caladeros de la Unidad de Pesquería de la III y IV Región.

2.2. Objetivos Específicos

- 2.2.1 Determinar la variación espacio – temporal mensual de la disponibilidad a la pesquería de langostino amarillo y langostino colorado en caladeros de la Unidad de Pesquería III y IV región.
- 2.2.2. Evaluar espacial y temporalmente la proporción sexual, estados de madurez y fracción de hembras ovíferas por recursos y caladero, durante todo el periodo de estudio.
- 2.2.3. Caracterizar los distintos tipos de asociaciones intra e interespecíficas de los langostinos in situ, describir el comportamiento gregario del recurso y determinar su variación espacio-temporal en el área de estudio.
- 2.2.4. Describir los distintos tipos de comportamientos biológicos de agregación, movimiento, uso de refugios, e interacciones intra e interespecíficas de los langostinos bajo condiciones controladas en el laboratorio.

3. METODOLOGÍA

3.1. Area y Periodo de Estudio

Para dar cumplimiento al objetivo general del proyecto señalado en las Bases Administrativas y Términos Básicos de Referencia, el área de estudio considera el límite norte de la IV Región y el límite sur se encuentra en Punta Lengua de Vaca ($30^{\circ}10'S$), con una duración máxima de 14 meses a contar de la fecha de término de tramitación del Decreto del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción que aprueba el Contrato de Investigación entre el Consejo de Investigación Pesquera y el consultor adjudicatario de la licitación.

3.2. Zonas de muestreo

De acuerdo a lo consignado en el párrafo anterior, el muestreo de las especies langostino amarillo y langostino colorado se realizó en los caladeros de pesca del área de estudio ya descrita, los cuales se encuentran ampliamente documentados en los Proyectos FIP N° 2005-09, N° 2006-04 y N° 2007-19, y que derivan de la información que hasta la fecha se tiene sobre la distribución de los recursos en estas zonas de pesca (Fig. 1). El estudio se realiza en el marco de una Pesca de Investigación autorizada por la Subsecretaría de Pesca una vez adjudicado el Proyecto.

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

3.3.1. Datos del lance

En cada lance de pesca, se registró adecuadamente la posición geográfica en formato sexagesimal (grados, minutos y segundos con 2 decimales) a través de *GPS* a distintos intervalos de tiempos (calado, red sobre el fondo, virado, red a bordo). La profundidad (m) del piso marino se registró mediante ecosonda en los mismos tiempos del lance. Se determinó la velocidad de arrastre promedio del mismo *GPS* a distintos tiempo de operación de la red y la distancia recorrida por la red entre los tiempos de inicio del arrastre sobre el fondo y el virado,

se determinó tanto mediante el Teorema de Pitágoras (FAO, 1996) como a través del producto entre la velocidad y el tiempo efectivo de arrastre de la embarcación. Con el objeto de entregar información sobre la ubicación espacial de los lances realizados al interior de los caladeros de pesca de cada recurso, éstos se entregan en escala 1:1.000.000, considerando las cartas náuticas electrónicas 1000, 2000 y 3000 del SHOA de la Armada de Chile.

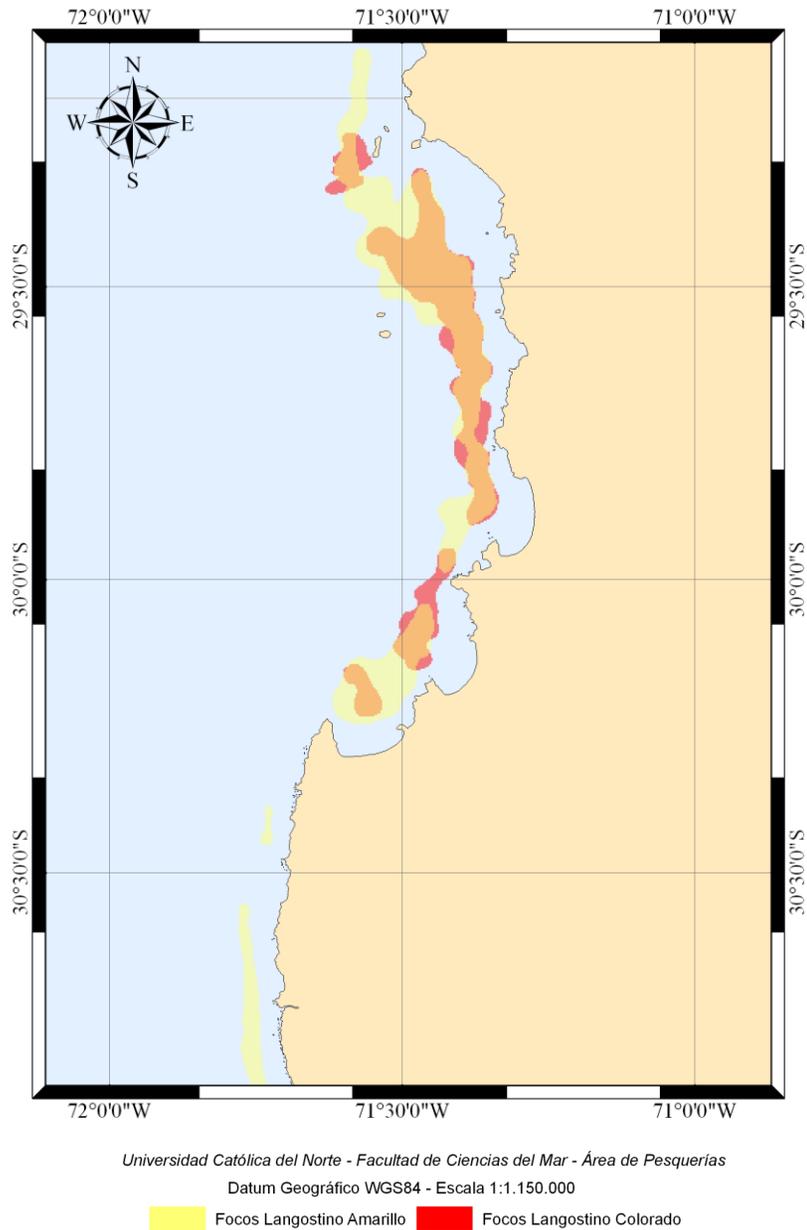


Fig. 1. Caladeros de Pesca de langostino amarillo y langostino colorado presentes en el área de estudio, IV Región.

3.3.2. Datos de capturas

3.3.2.1. Captura por lance

La captura total de las especies objetivo se registró a bordo de las embarcaciones arrastreras, de acuerdo a procedimientos estándares descritos en estudios anteriores en el marco de evaluaciones directas y estudios de monitoreo realizados por la Universidad Católica del Norte sobre estos recursos. Estos consisten en que una vez depositada la captura sobre la cubierta y abierto el copo de la red, se procede al llenado de cajas, las que presentan un peso total aproximado de 22 kilos. El llenado de las cajas considera las especies por separado (langostino amarillo o langostino colorado) y su peso se registró utilizando una **Balanza de Colgar PESAMATIC Modelo FS-65**, con Indicador Digital, la que ha sido diseñada para aplicaciones Industriales en ambientes hostiles, con el objeto de tener el peso exacto de la captura. En cada lance, y en forma complementaria a los objetivos del proyecto, se separó la fauna acompañante de las especies objetivo, procediendo al muestreo y registro de su captura en peso (kg), considerando la misma metodología descrita en el párrafo anterior. Los procedimientos e identificación de especies han sido aplicados a este tipo de estudios por Acuña *et al.* (2002a, 2002b, 2005, 2006, 2007 y 2008). Durante los muestreos las embarcaciones participantes en el proyecto fueron los PAMs AMANCAY, LONQUIMAY y FOCHE de Coquimbo, las cuales operan en estas zonas de pesca. Estas embarcaciones ya han participado en uno o varios estudios de evaluación directa e investigación realizados sobre estos crustáceos, y por tanto, las características geométricas de sus redes ya son conocidas.

3.3.2.2. Plan de Muestreo

En estudios de evaluación de la disponibilidad y/o distribución espacial de crustáceos utilizando el método del área barrida, a pesar que históricamente se han aplicado distintas estrategias de muestreo, en los estudios más recientes (Acuña *et al.*, 2008) han concluido que la estrategia más adecuada corresponde a un modelo estratificado, en los que los criterios de división están definidos por la existencia de focos o caladeros, los que han sido delimitados en función de los resultados históricos generados por múltiples investigaciones anteriores. Sin

embargo, en el caso de exploraciones destinadas a determinar el comportamiento de la abundancia de la especie referida a posibles variaciones estacionales de su distribución espacial, es necesario utilizar estrategias muestrales que permitan monitorear en mejor forma dichas variaciones, en lugar de concentrar el esfuerzo en estimar estrictamente la abundancia o biomasa del recurso. En este sentido se recomienda la utilización de estrategias muestrales diferentes, cuyo enfoque esté destinado precisamente a la realización de muestreos exploratorios y monitoreos. En tal caso es aconsejable utilizar estrategias sistemáticas respecto de la distribución espacial y temporal del recurso, a través de la implementación de transectas de orientación longitudinal.

3.3.2.2.1. El muestreo sistemático

Es una estrategia utilizada principalmente en los casos en los cuales existen componentes distribucionales periódicos y/o gradientes geográficos o temporales asociados a la variable de interés, en este caso la abundancia o densidad de la especie que pueden estar relacionadas con posiciones geográficas o profundidad. Si este muestreo define un total de k -muestras sistemáticas, entonces el plan de muestreo se puede asumir como un muestreo estratificado de k -estratos, de cada uno de los cuales se extrae una muestra de tamaño uno.

La ventaja principal del muestreo sistemático, dados los requerimientos distribucionales mencionados, es que permite estimar la variabilidad asociada al gradiente considerado, como parámetro fundamental de la estimación. En este caso la ventaja del método es que, en el caso de distribuciones no uniformes, permite monitorear desviaciones de la distribución de abundancia respecto de posiciones fijas definidas sistemáticamente en forma independiente a la distribución real de la especie, lo que permite obtener estimadores insesgados de la abundancia.

3.3.2.2.2. Unidad muestral.

Toda estrategia muestral requiere, como primer paso en su definición, determinar la unidad de muestreo o unidad muestral, que es la que entrega la medida de la variable de interés. Los procedimientos de evaluación de la biomasa de crustáceos a través del método de área barrida utilizados hasta el momento, se han hecho sobre la base de las mediciones de biomasa obtenidas de arrastres sobre el fondo. Sin embargo, estos lances no son considerados, senso estricto, como las unidades muestrales, sino que para ese efecto, éstas se definen como sigue:

Sobre el área de abundancia del recurso, se define una grilla de 1,0 mn * 1,0 mn de orientación N-S y E-W, al interior de las cuales se efectúan los lances. Se define como *unidad muestral* a una celda de 1x1mn, dentro de la cual se realiza el lance. En rigor entonces, los lances no son las unidades muestrales, sino que lo son las celdas de área unitaria antes señaladas y que corresponden entonces al “soporte muestral” de los lances.

En el caso de muestreo por transectas, es posible definir la unidad muestral como una transecta de tamaño predefinido, lo que significa que la aleatorización, en estos casos se hace sobre las transectas y no sobre las celdas de superficie unitaria dentro de las cuales se ejecutan los lances.

3.3.2.2.3. Definición de las transectas.

El muestreo por transectas, no es propiamente una estrategia muestral, pues no define explícitamente un plan de aleatorización. En efecto, en una transecta lineal, el observador (o instrumento correspondiente) se mueve a lo largo de una línea previamente seleccionada y se mide los resultados de su observación. En este proceso no hay precisamente un proceso de aleatorización, sino que ésta queda definida por la ubicación de la transecta, o eventualmente por una función de detectabilidad, la que sin embargo, en el caso de los muestreos por arrastre, corresponde a una constante (asume que todo individuo a lo largo de la transecta es medido o capturado). En este estudio se consideraron transectas de longitud variable, las que se definieron en función del ancho del caladero histórico seleccionado para la exploración.

Cada transecta consistió en una sucesión de celdas unitarias con orientación longitudinal, como se muestra en la Fig. (2). Dentro de estas transectas se seleccionaron en forma sistemática una de cada dos celdas unitarias, al interior de las cuales se realizó un lance. La ubicación de la primera celda se definió aleatoriamente entre las dos primeras celdas ubicadas a interior del caladero y en la ubicación latitudinal que haya sido seleccionada. Así definida, la estrategia muestral puede considerarse equivalente a un muestreo de tipo bi-etápico, en el que las unidades primarias corresponden a las transectas y las unidades secundarias a las celdas unitarias dentro de la transecta.

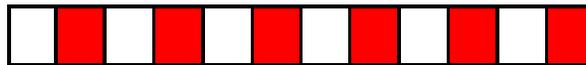


Fig. 2. Diseño de transectas con orientación longitudinal. Cada celda es de 1x1 mn. Se muestrea una de cada dos celdas, con la primera celda a muestrear en la transecta seleccionada aleatoriamente.

3.3.2.2.4. Estrategia general de muestreo.

De acuerdo al objetivo específico 4.1 de los TBR, se debió establecer una estrategia de muestreo que considere tanto la variación espacial como la temporal de la disponibilidad de las especies objetivo, en los caladeros definidos.

Variación espacial

Para determinar la variación espacial de la disponibilidad de los recursos, se consideró un muestreo sistemático, por cuanto esta es la herramienta más adecuada para desarrollar una investigación de tipo exploratoria. En efecto, asumiendo que el recurso tiene una distribución no necesariamente homogénea al interior del caladero y que las zonas de mayor densidad pudieran desplazarse dentro del mismo, un muestreo sistemático de transectas longitudinales de densidad relativamente alta (una de cada dos celdas de muestreo) es de elección.

Al interior del foco de langostino se realizó un muestreo probabilístico (estocástico) bietápico adaptativo con transectas. Dentro de cada transecta se definen cuadrículas de 1 minuto de longitud, y se supone que dentro de cada una de éstas la densidad es homogénea. El largo de cada transecta cubrió la extensión longitudinal del caladero histórico. El carácter probabilístico del muestreo está dado por la posición de la primera transecta, la que se elige al azar entre las primeras 5 posibles posiciones en el límite norte del caladero. A partir de la ubicación de esta primera transecta, se realizaron mensualmente trece transectas sistemáticas, cada una a 5 mn de la anterior. Al interior de cada celda unitaria se realizó un lance de 15 minutos de duración, lo que permitió obtener lances de aproximadamente media milla náutica.

De acuerdo con la estrategia anterior, y como se muestra en la Fig. (3), se realizaron mensualmente 44 lances, en las ubicaciones que se indican.

Variación Temporal

El plan de muestreo reseñado en la Fig. (3), permitió evaluar las variaciones espaciales de la densidad de las especies objetivo. Para determinar la variación temporal de la disponibilidad de los recursos, se consideró un muestreo secuencial (por lo tanto también sistemático) en el tiempo, con una intensidad de muestreo correspondiente a una muestra cada dos meses. Esta frecuencia de muestreo se intensificará durante los meses de mayor abundancia. En tales casos la frecuencia de muestreo será de una muestra mensual. El día del mes en el que se realizará el muestreo será preferentemente el mismo en cada celda unitaria, con las variaciones propias de las condiciones técnicas en que se realice el muestreo (lance).

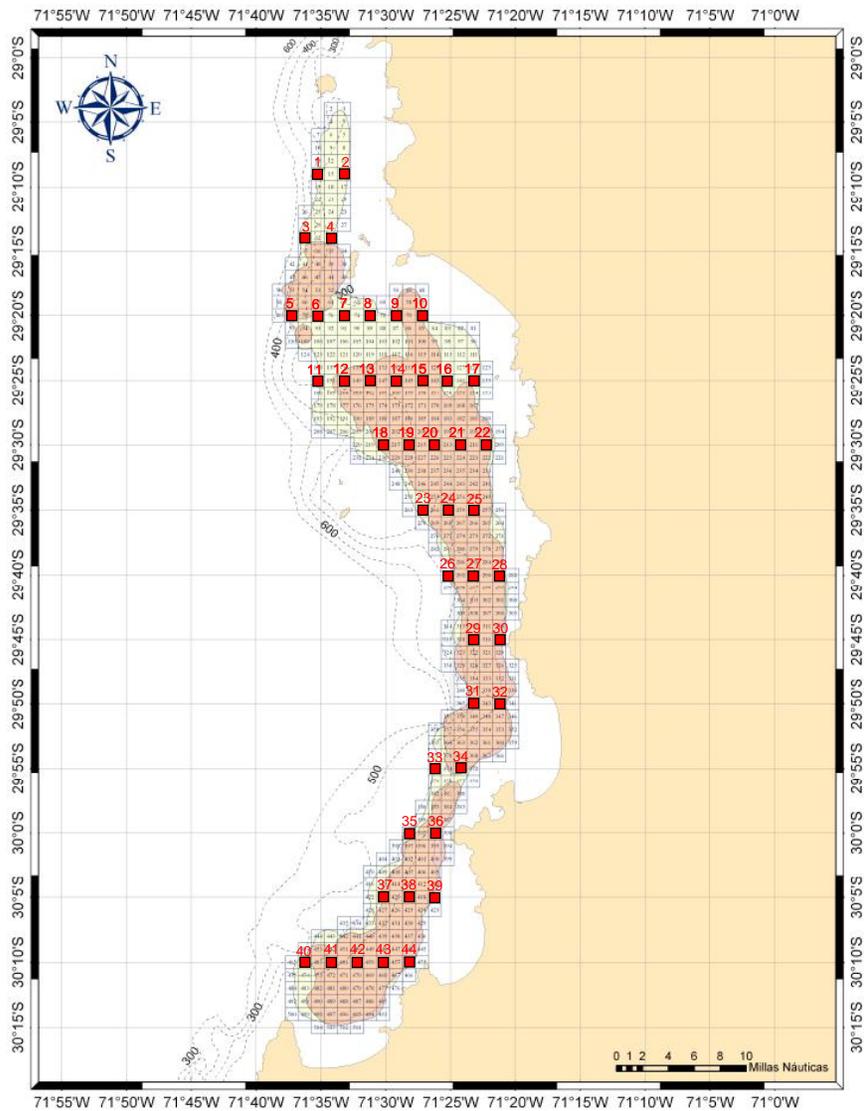


Fig. 3. Ubicación de las estaciones de muestreo.

De acuerdo con esta estrategia, las celdas de muestreadas fueron consideradas estaciones de muestreo. Para este efecto, la ubicación de las celdas unitarias a muestrear es la misma en cada mes. Usando esta estrategia, se generó una serie temporal de mediciones bimensuales, la que se complementa con la información de los meses adicionales.

Si bien el plan de muestreo temporal considerado permite obtener información correspondiente a cada una las estaciones del año, es necesario tener en cuenta que el ciclo

estacional completo tiene duración también de un año, por lo que la información recolectada corresponde, en este caso a sólo una realización del proceso temporal asociado, lo que equivale a tener, en términos estacionales, una muestra (del ciclo temporal) de tamaño uno, la que no da cuenta de las variaciones interanuales. Para obtener información sobre este tipo de variaciones es necesario ampliar el periodo de muestreo a al menos cuatro años y así poder estimar la variabilidad interanual de la densidad de las especies consideradas.

3.3.2.3. Captura estandarizada por lance

En cada lance de pesca, la captura de las especies objetivos se estandariza a una duración de 15 minutos, debido a que la distancia recorrida puede variar entre lances de pesca por efectos de la velocidad de arrastre de la red (por causas como el viento, el estado del mar, la velocidad de la corriente, el piso marino, otros) o por variaciones en el tiempo efectivo de arrastre (por causas tales como cambio repentino en la topografía del piso marino u otras). La captura estandarizada (kg), por lance de pesca, se estimó simplemente como la captura del recurso objetivo en el lance i dividido por el área efectivamente arrastrada durante el intervalo de tiempo t . Al respecto, con el objetivo de determinar de manera más precisa la superficie de arrastre, en cada lance de pesca, se utilizaron los sensores electrónicos Netmind, cuyo uso y características han sido ampliamente documentados en estudios FIP realizados en los últimos 4 años (Acuña *et al.*, 2004, 2005, 2006 y 2007).

De esta forma es posible efectuar mediciones electrónicas de Apertura de Puntas de Alas (APA) de manera instantánea durante todo el lance de pesca, para lo cual, se conecta el equipo NETMIND con el computador personal llevado a bordo de la embarcación, y los registros van siendo almacenados en la memoria del PC. A la vez, con este sistema electrónico adosado a la red se está en condiciones de determinar exactamente el momento cuando la red toca fondo en el calado, y la red comienza efectivamente a operar sobre éste, hasta el término del lance, momento que coincide con el inicio del virado de la red.

Con el sistema NETMIND, se registra continuamente la distancia entre las puntas de alas de la red mediante sensores sónicos adosados a la parte anterior de la red. El sistema de transmisión

sónico para registrar APA 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 registró en un computador el que se conecta en forma serial al hidrófono, y que posee un software *ad hoc* que proporciona el proveedor de NETMIND, obteniéndose en cada lance archivos con registros a intervalos de tiempo fijados por el usuario.

3.4. Muestreos y análisis biológico de las dos especies de langostinos

3.4.1. Tamaño mínimo de muestras

Para efectos de la estimación de los tamaños muestrales mínimos necesarios para dar cumplimiento a los objetivos del proyecto, se utilizaron antecedentes de cruceros históricos de las dos especies de langostinos. Al respecto, la determinación de los tamaños de muestras óptimos para el análisis de la proporción de hembras en la población ($X1$), estado de madurez sexual de las hembras ($X2$), grado de madurez de los huevos ($X3$), y estructura de tallas de los ejemplares ($X4$), se consideró cada una de estas variables por separado. Los elementos esenciales a considerar para la determinación de la estrategia de muestreo, asumiendo que los niveles de confianza deseados para la estimación, están fijos en un 95%, y relacionados principalmente con la variabilidad de la población, en este caso, con la variabilidad asociada a cada una de las variables consideradas. La fórmula básica para la estimación de los tamaños muestrales mínimos necesarios, correspondió a:

$$n = \frac{Z_{\alpha} \sigma^2}{E^2}$$

donde Z_{α} define el nivel de confianza requerido, generalmente un 95%, por lo que $Z_{\alpha} = 1,96$, σ^2 es la varianza de la población y E es el error muestral máximo admisible (o deseado) de la variable en estudio. En este contexto, cuando σ^2 es desconocido, se puede usar en su

reemplazo antecedentes históricos, muestras pilotos o estimadores de varianza máxima, lo que permite obtener los valores muestrales máximos.

Cabe señalar, que la variable *estado de madurez sexual* es una variable binaria: madura (portadoras de huevos) o no madura. Para las hembras maduras, la variable X_3 se definió con cinco categorías (1 a 5) asociadas al *grado de madurez de los huevos* con 1 el menor nivel y 5 el máximo. Respecto de la estructura de tallas, se consideró la variable *longitud de cefalotórax*, con valores continuos en el rango.

Se realizó un análisis preliminar de la información, en el cual, se incluyó la existencia de factores externos que pudieran influir sobre esta variabilidad, en particular se determinó la existencia de algún gradiente latitudinal y que afecte las estrategias de muestreo, induciendo por ejemplo, algún tipo de estratificación. Un segundo análisis estuvo destinado a establecer si existía algún patrón que pudiera indicar la existencia de algún gradiente latitudinal en relación a las variables consideradas.

En este contexto, en la Fig. (4) se muestran los resultados de la proporción de hembras por lance y por latitud (X_1). Se puede observar que para latitudes menores ($26 - 27^\circ S$), el rango se encuentra entre el 20 y 80%, con una media aproximadamente alrededor de 50%. Para latitudes mayores ($29 - 30^\circ S$), en tanto, este rango es mayor, entre 15 y 90%, aproximadamente, pero conservando los mismos valores promedio.

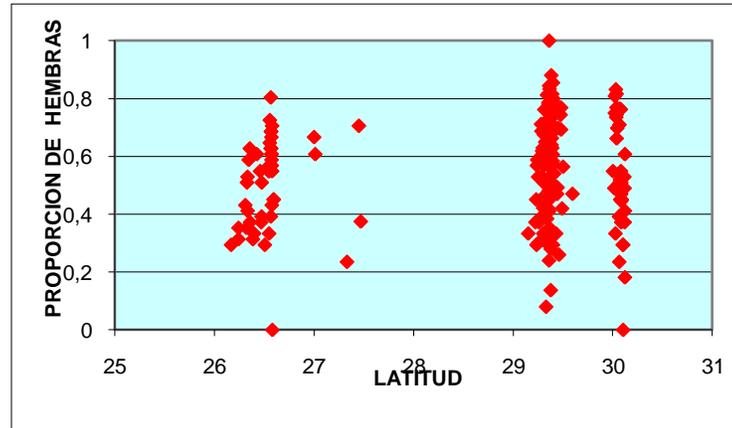


Fig. 4. Distribución latitudinal de la proporción de hembras por lance, en la III y IV Región.

En la Fig. (5), se muestra la distribución latitudinal de la proporción de hembras maduras (X_2), observándose que no existe un gradiente latitudinal que indique una variación de esta proporción, observándose que el rango de valores es el mismo (0 a 100%) independientemente de la posición de los lances.

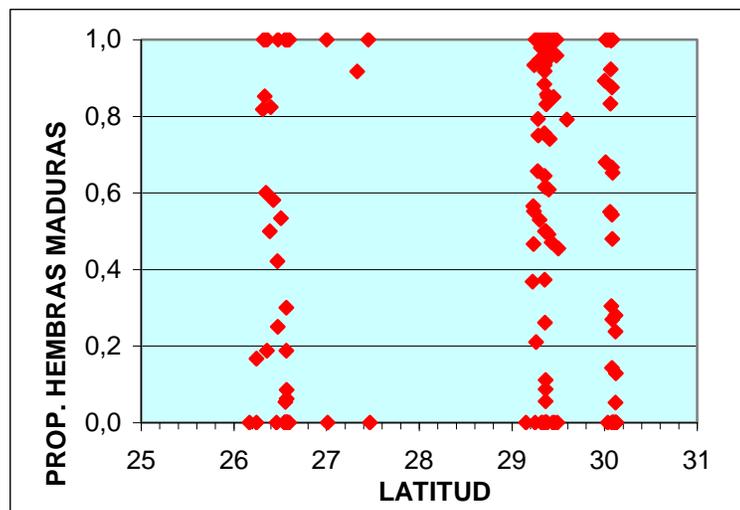


Fig. 5. Distribución latitudinal de la proporción de hembras maduras por lance, en la III y IV Región.

En la Fig. (6), se muestra la distribución latitudinal de la madurez sexual (X_3), donde se observa una tendencia que indica que, en promedio, existe una mayor madurez de los huevos en las latitudes menores (26 - 27°S). Sin embargo, los resultados presentan rangos similares,

por lo que no es posible determinar la existencia de diferencias significativas entre los promedios en función de la latitud.

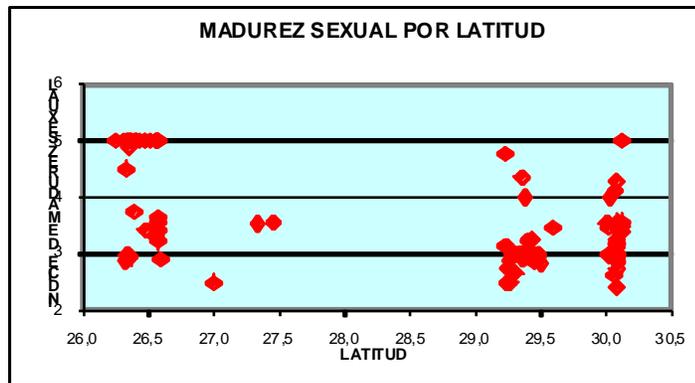


Fig. 6. Distribución latitudinal del nivel de madurez sexual promedio por lance, en la III y IV Región

En la Fig. 7, se muestra la distribución latitudinal de las tallas (X_4). Si bien, se observa una diferencia en los promedios de tallas entre los lances efectuados en latitudes menores (26 - 27°S), comparados con los lances efectuados en las latitudes entre 29 y 30°S, nuevamente se observa que las diferencias entre los rangos, entre latitudes, son semejantes a las diferencias entre rangos dentro de las latitudes, por lo que tampoco es posible determinar diferencias en tallas en función de la latitud.

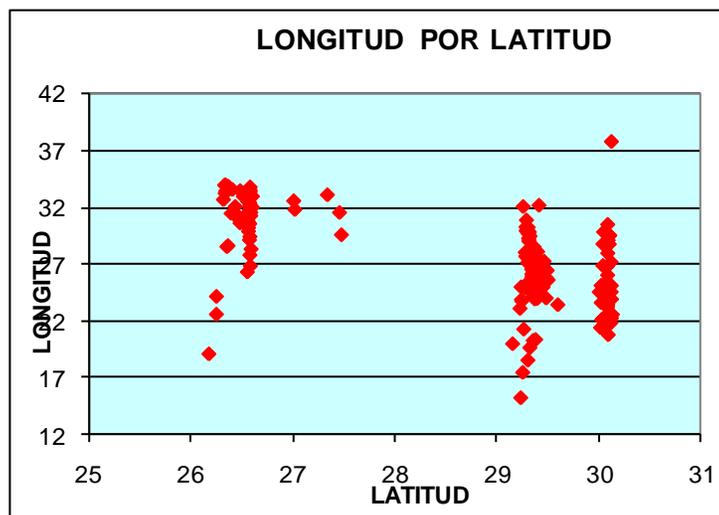


Fig. 7. Distribución latitudinal de la longitud media del caparazón por lance de pesca, en la III y IV Región.

En consecuencia, en la Tabla 1 se muestran los resultados de la estimación de los tamaños de muestras mínimos necesarios para cada una de las variables de interés. Es claro que por tratarse de variables de naturaleza diferente, con varianzas y estructura probabilística también diferentes, los tamaños muestrales son distintos para cada una de ellas. En función de los resultados anteriormente descritos, no se estimó necesario estratificar la población en función de un eventual gradiente latitudinal, ni tampoco respecto de sexo. Con estas consideraciones, se definió un error máximo admisible para la estimación de un 2%, sin embargo, también se muestran los tamaños de muestras asumiendo errores de 1 y 5% en el caso de las variables binarias y de 0,5 unidades de medida (mm) para la longitud cefalotorácica para los gradientes. En todos los casos, se consideró un nivel de confianza del 95%.

Tabla 1 Estadísticas descriptivas básicas de tamaños muestrales mínimos para alcanzar la precisión indicada, todos con un 95% de confianza.

Variable	Media	varianza	E	N
X_1	0,6122	0,2374	1%	9.496
X_{11}	0,6122	0,2374	2%	2.374
X_{11}	0,6122	0,2374	5%	380
X_2	0,806	0,156	1%	6.255
X_2	0,806	0,156	2%	1.564
X_2	0,806	0,156	5%	250
X_3	3,044	0,1369	0,1%	2.707
X_3	3,044	0,1369	0,2%	677
X_3	3,044	0,1369	0,5%	108
X_4	26,397	16,233	0,5	260
X_4	26,397	16,233	1,0	65

Sin perjuicio de lo anterior, cabe señalar que los tamaños muestrales utilizados finalmente superan largamente los establecidos de acuerdo a esta tabla, reconocidos como mínimos.

3.4.2. Muestreo a Bordo

Para efectos prácticos, la unidad básica de muestreo biológico de las especies objetivo a bordo de las embarcaciones arrastreras, correspondió a un balde de 4,5 a 5 litros. Los ejemplares muestreados fueron almacenados en bolsas de polietileno grueso, indicándose el número correlativo del lance, su posición, fecha, horas de calado y virado entre otras variables operacionales, para luego ser mantenidas en hielo en escamas durante su permanencia a bordo. Además, para dar cumplimiento al objetivo N° 4 del proyecto, en el último lance de pesca de algunas salidas, se realizó un muestreo de ejemplares vivos, los cuales, fueron depositados en estanques plásticos con capacidad de 20 litros de agua de mar. Posteriormente, ambas tipos de muestras fueron enviados al laboratorio húmedo del Departamento de Biología Marina de la Universidad Católica del Norte, donde cada individuo fue sexado, medido en su longitud cefalotorácica (LC, precisión de 0,1 mm), pesado (Peso total; precisión 0,1 g), además de revisar la dureza del caparazón, y evaluar su condición reproductiva (estado de madurez de los huevos). Cabe señalar, que la experiencia de mantener ejemplares vivos post captura de ambas especies de langostinos resultó exitosa durante la realización del proyecto FIP N° 2006-43 (Acuña *et al.*, 2008).

3.4.3. Distribución de tallas de las dos especies de langostinos

El análisis de las tallas de los ejemplares capturados, consideró agrupar éstas en intervalos regulares de 1 mm de LC, y las distribuciones de frecuencia de tallas de las dos especies de langostinos se analizaron por sexo, mes y zona de pesca. Además, se realizó un análisis estadístico de la información en el sentido de comparar las distribuciones de tallas en forma mensual, por sexo, especie y zona de pesca. En caso de ausencia de normalidad en las distribuciones de tallas, el análisis se realizó a través de un test estadístico no paramétrico del tipo *U de Mann – Whitney* para dos muestras y *Kruskal Wallis* para más de dos muestras (Sokal & Rohlf, 1981).

3.4.4. Relación longitud-peso

Unos de los aspectos básicos registrados en los estudios de la biología o biología pesquera de cualquier especie son las medidas de 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, algunos de los principales usos de esta relación 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; (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), entre otros.

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 consistió en el método de 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

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

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 de las dos especies de langostinos fueron determinados en forma mensual, tanto para machos y hembras, independientemente de la condición reproductiva de los ejemplares. Adicionalmente, se estimó la relación tamaño-peso considerando sexos combinados, con el objetivo de comparar el crecimiento en peso de los ejemplares muestreados durante todo el periodo analizado y por zona de pesca. En todos los casos, el test estadístico utilizado, correspondió al estadígrafo del tipo t student (Zar, 1996).

Sin perjuicio de lo anterior, con el objetivo de validar el criterio de ajuste de los parámetros a través de Mínimos cuadrados, respecto a otro tipo de ajuste (Ej: Máxima verosimilitud), el presente estudio consideró necesario realizar el siguiente análisis preliminar:

Si se considera el modelo de regresión lineal simple

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon_i \qquad \text{(Modelo 1)}$$

En que ε_i $i= 1, 2, \dots, n$, son variables aleatorias independientes con distribución Normal con $E(\varepsilon_i) = 0$ y $\text{Var}(\varepsilon_i) = \sigma^2$ ($\varepsilon_i \sim_{\text{iid}} N(0, \sigma^2)$). Si los supuestos de independencia y normalidad se cumplen, los estimadores máximo verosímil y mínimos cuadrados coinciden, la minimización de las desviaciones cuadráticas respecto del modelo propuesto, es equivalente a la maximización de la función de verosimilitud (Neter *et al.*, 1996, Draper & Smith, 1981, Bartoszyński & Niewiadomska-Bugaj, 1996), y es por tanto equivalente obtenerlos por cualquiera de los dos métodos.

Resultados similares son válidos en el caso de los modelos de regresión no lineal de la forma

$$Y_i = f(X_i, \gamma) + \varepsilon_i, \quad (\text{Modelo 2})$$

en que f es una función no lineal del vector de parámetros γ , tal que ε_i , $i= 1, 2, \dots, n$, es una componente aleatoria aditiva con las mismas propiedades del modelo (1). Este es el caso del modelo longitud-peso propuesto; esto es,

$$W_i = aL_i^b + \varepsilon_i, \quad i=1,2,\dots,n. \quad (\text{Modelo 3})$$

Sin embargo, comúnmente no es posible encontrar expresiones analíticas para los estimadores mínimo cuadráticos o máximo verosímil, por lo que debe recurrirse a métodos numéricos iterativos que requieren uso intensivo de algoritmos computacionales, lo que no afecta en modo alguno las propiedades antes mencionadas.

Errores multiplicativos.

En el caso que el modelo (2) tenga errores multiplicativos; esto es,

$$Y_i = f(X_i, \gamma)\varepsilon_i \quad (\text{Modelo 4})$$

Se recurre a transformaciones de tipo monótona, no-lineal, que permita la linealización del modelo (4).

En el caso del modelo (3), se tiene el modelo,

$$W_i = aL_i^b \varepsilon_i, \quad i=1,2,\dots,n. \quad (\text{Modelo 5})$$

Que luego de aplicar logaritmo natural a ambos lados resulta en

$$\ln(W_i) = \ln(a) + b \ln(L_i) + \ln(\varepsilon_i), \quad i=1,2,\dots,n..$$

Si se denota por $(\cdot)'$ a la expresión con \ln , se tiene

$$W'_i = a' + bL'_i + \varepsilon'_i, \quad i=1,2,\dots,n. \quad (\text{Modelo 6})$$

Si los errores del modelo (6) tiene distribución log-normal (i.e. $\varepsilon'_i \sim N(0, \sigma^2)$), éste es equivalente al modelo (1). En la práctica, este resultado implica que cada vez que la distribución de los términos de error es log-normal y éste es además aditivo, se debe asumir que el modelo original tiene una forma como la descrita en (4).

3.4.5. Pesos medios por intervalo de talla

Sin perjuicio de lo señalado en el párrafo anterior, a menudo los datos de frecuencia de longitud que contiene la frecuencia de individuos clasificados en intervalos de longitud regulares (1 mm entre clase de longitud), no considera el efecto no lineal de la relación longitud-peso. En este sentido, la mejor manera de tratar el problema es a través de una integral definida, cuyo resultado sea dividido por el rango de integración (definición de promedio), de acuerdo a la formulación propuesta por Beyer (1987).

$$w_{L_2, L_1} = \frac{1}{L_2 - L_1} \cdot \int_{L_1}^{L_2} qL^b$$

de donde se obtiene la siguiente expresión:

$$\bar{w}_j = \frac{q[L_{j+1}^{(b+1)} - L_j^{(b+1)}]}{(L_{j+1} - L_j) \cdot (b+1)}$$

donde el subíndice j indica clases de longitud regulares, L corresponde al límite inferior de las clases de longitud, \bar{w} es el peso promedio, q y b son los coeficientes de la relación longitud –peso de los ejemplares muestreados. Por consiguiente, el peso promedio de una muestra de frecuencia de tallas se estima por:

$$\bar{w} = \frac{\sum_{j=1}^{j=k} f_j \bar{w}_j}{\sum_{j=1}^{j=k} f_j}$$

donde el subíndice j sigue representando clases de longitud regulares ($j = 1, 2, 3, \dots, k$), f es la frecuencia de las clases de longitud j , y \bar{w}_j , es el peso promedio del intervalo de longitud j . Una vez calculado el peso promedio, se procede a estimar la captura en número con la ecuación 6.1.

La varianza del peso promedio se determina por:

$$Var(\bar{w}) = \sigma_w^2 = \frac{1}{(n-1)} \sum_{j=1}^{j=k} f_j (\bar{w}_j - \bar{w})^2$$

donde

$$n = \sum_{j=1}^{j=k} f_j$$

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

3.5.1. Presentación

En el mundo 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 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).

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 sumarinos, volcanes sumergidos, etc.), y lo que resulta relevante para este proyecto, evaluar la dinámica de los rendimientos de pesca en el tiempo, conocer la distribución espacial de los lances de pesca, de la composición sexual de los ejemplares capturados, distribución de zonas de mayor o menor actividad reproductiva de las dos especies de langostino, y estados de desarrollo de los huevos de langostinos al interior de los caladeros de pesca en una escala espacial y temporal. 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. 8).

3.5.2. Datum de referencia espacial

La precisión de la ubicación de los lances será mejorada con la configuración de todos los GPS a través del uso de un mismo “Datum de referencia espacial”. Al respecto, se seleccionó el Datum *WGS 84* (World Geodetic System 1984) por ser un estándar internacional, además de estar presente en todos los *GPS* frecuentemente utilizados. Las coordenadas son expresadas en formato geográfico sexagesimal (grados, minutos y segundos) por el hecho que los patrones de las embarcaciones arrasterras están acostumbrados a este formato.

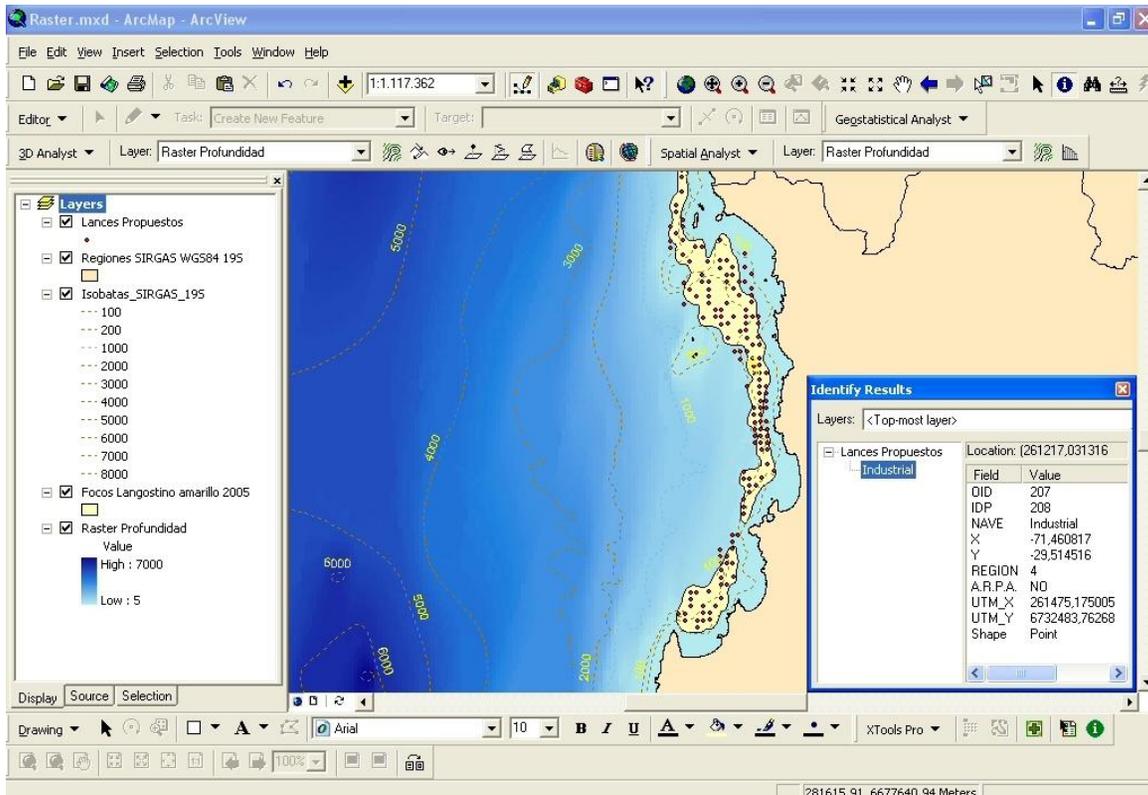


Fig. 8. Ejemplo de las “capas temáticas” utilizadas en el análisis de la información cartográfica.

3.5.3. Ingreso de la información a un formato digital de base de datos

Las bitácoras fueron ingresadas a una base de datos en *Excel - Access*, donde las coordenadas son convertidas a grados decimales. La ubicación puntual del lance con los respectivos campos de interés, son determinados promediando las coordenadas iniciales (cuando la red toca fondo) y las coordenadas finales (inicio del virado). Luego, las coordenadas ingresadas son proyectadas utilizando el estándar nacional UTM (Universal Transversal de Mercator), Zona 19 con el Datum Provisorio Sudamericano de 1956 a través de la herramienta ArcToolBox de Arcgis, lo cual, permite una aproximación más exacta de la ubicación de éstas en el plano.

La información de cada lance (geoposición y capturas especie-específicas) se agregaron a través de la base de datos relacional del software. De esta forma se puede consultar toda la

información para cada uno de los lances de pesca. Durante el período de embarques, se realizó el seguimiento de la ejecución de los lances realizados para visualizar el avance del proyecto.

3.5.4. Cartografía base del SIG

Como cartografía base se utilizaron las Cartas Náuticas electrónicas (CNE) 1000, 2000 y 3000 del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA). También se dispuso del modelo digital de elevación (DEM) creado en la Universidad Católica del Norte, a partir de una base de puntos georreferenciados con valores batimétricos; el cual ya ha sido utilizado exitosamente en los proyectos FIP N° 2003-03, FIP N° 2004-11 y N° 2005-09 (Acuña *et al.*, 2004; 2005 y 2006a) y otros posteriores.

3.5.5. Análisis de la Información

Debido a que todos los procesos ecológicos ocurren en un contexto espacial, Hobbs (1997) recomienda una búsqueda permanente de patrones espaciales. Una vez evaluado el patrón espacial es necesario identificar los procesos espaciales explícitos de manera que modelos predictivos permitan asistir en la administración del recurso (Burrough & McDonnell, 1998). Aprovechando las capacidades gráficas de la herramienta SIG se logra tener una visión integral de la situación de ambos recursos.

3.6. Objetivo Específico 1

Determinar la variación espacio – temporal mensual de la disponibilidad a la pesquería de langostino amarillo y langostino colorado en caladeros de la Unidad de Pesquería III y IV región.

Para dar cumplimiento al objetivo específico N° 1 del proyecto, el muestreo de las dos especies de langostinos se realizó en caladeros de la IV región en una escala de tiempo mensual durante un ciclo semestral. Sin embargo, debido a que los costos involucrados en el desarrollo de cualquier estudio de distribución espacial de los recursos por lo general son elevados, mas aún, considerando una escala de tiempo mensual, en la presente propuesta sólo se considera realizar los muestreos en un grupo de caladeros de la IV región, cuyo criterio de selección se basó principalmente en la permanencia de éstos en el tiempo, superficie, y habitualidad de las embarcaciones arrastreras por desarrollar actividad extractiva en estos sectores. Al respecto, en los últimos seis años la Universidad Católica del Norte se ha adjudicado los estudios FIP de Evaluación Directa del langostino amarillo y langostino colorado, por lo cual, se cuenta con información suficiente para realizar este tipo de análisis.

De acuerdo a un análisis preliminar de la información, los caladeros de pesca más representativos de la IV región se muestran en la Fig. (1). En el caso de la IV región, los caladeros seleccionados corresponden a los que se encuentran ubicados frente a Coquimbo, donde frecuentemente se realiza una fuerte presión extractiva sobre ambos recursos objetivo.

El análisis de la información se realizó separadamente por especie, a pesar que se reconoce la superposición espacial que presentan estos recursos en el medio en toda el área de estudio. En resumen, para este objetivo se procedió de la siguiente manera:

1. Determinar la distribución espacial del rendimiento de pesca (cpue), medido en toneladas por hora de arrastre (ton/h.a.) de ambas especies en el área de evaluación en escala mensual para el período de estudio,
2. Cálculo del centro de gravedad del rendimiento de pesca de langostino amarillo y colorado en sus componentes latitudinal, longitudinal y batimétrica,

3. Disposición espacial mensual del centro de gravedad de los núcleos de alta densidad (rendimiento) de langostino amarillo y colorado en el área de estudio, y
4. Grado de agregación de la densidad poblacional de langostino amarillo y colorado.

3.6.1. Distribución espacial del rendimiento de pesca (cpue)

El rendimiento de pesca (*cpue*, ton/h.a.) de langostino amarillo o colorado se obtuvo de la información contenida en las bitácoras de pesca de las embarcaciones participantes que operan en el área de estudio.

El rendimiento de pesca (*cpue*) por lance se calculó como la razón entre la captura y el tiempo de arrastre aplicado, según la expresión:

$$cpue_{(x,y)} = \frac{c_{(x,y)}}{tae_{(x,y)}}$$

donde $c_{(x,y)}$ es la captura en peso en el lance de pesca realizado en la posición (x,y) ; x es la latitud, y es la longitud; y tae es el tiempo de arrastre efectivo (minutos) calculado entre el momento (tiempo inicial) en que la red toca el fondo y el tiempo final del arrastre (cuando empieza el virado).

El análisis de la distribución espacial del rendimiento de pesca de los recursos langostino amarillo y langostino colorado se entiende acá en un sentido amplio. La técnica de análisis más apropiada para este efecto es la geoestadística (Petitgas, 1993; Rivoirard *et al.*, 2000; Vaz *et al.*, 2005; Woillez *et al.*, 2005; Kasatkina & Gasyukov, 2006), la que ha venido usándose en Chile para estudiar la distribución espacial de recursos de crustáceos desde 1996 y ya constituye una herramienta estándar (Roa & Tapia, 1998; Páramo & Roa, 2003). 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.

Una propiedad importante de este método de análisis es que supone que la variable medida localmente (rendimiento de pesca) 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 independiente: 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. En este análisis 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 del muestreo 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 & 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.

Se usaron variogramas estandarizados en todos los análisis pues esta opción no afecta la estimación del parámetro relevante del modelo y la hace mucho más eficiente. Se realizó este cálculo 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 ajustó los modelos que permiten relacionar la estructura observada con el supuesto proceso generador. Los tres modelos a considerar para las densidades serán 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 usaría 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 rendimiento de pesca para cada 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 utilizó el promedio de los errores de estimación (*i.e.* sesgo) como criterio primario, dado que el objetivo central del análisis es obtener una estimación insesgada de la densidad media (Z^*) en la zona de prospección (Isaaks & Srivastava 1989). Además, como criterio secundario, y con el objetivo de incorporar una medida conjunta del sesgo y de la dispersión de las estimaciones con respecto a los valores verdaderos, se calculó el cuadrado medio del error 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 utilizó el *kriging puntual ordinario* como método de interpolación para obtener una estimación del rendimiento de pesca medio de langostino en cada foco de abundancia. Se consideró la distancia mínima promedio entre lances de pesca como la distancia internodal de la grilla de interpolación. Los parámetros del variograma teórico y del *kriging* seleccionados después de la validación cruzada, se utilizaron para calcular las ponderaciones óptimas a ser asignadas a cada punto de muestreo y para estimar el rendimiento $Z(x_0, y_0)$ en las localidades (x_0, y_0) , utilizando

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

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 ($E[cpue^*(x_0) - cpue(x_0)] = 0$). 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 implementó 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.

3.6.2. Centro de gravedad e inercia del rendimiento de pesca

Como parte del análisis de la variación espacio-temporal de la densidad poblacional de langostino amarillo y langostino colorado, se determinó y analizó la variación espacial y temporal del centro de gravedad (*CG*) del rendimiento de pesca de ambas especies por separado, y su inercia (*I*), para tal efecto se define:

(i) el centro de gravedad (CG) del rendimiento de pesca ($cpue$, ton/h.a.)

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

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

(ii) inercia (I) del centro de gravedad

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

3.6.3. Disposición espacial mensual de núcleos de alta densidad

El enfoque metodológico para determinar los núcleos de alta densidad de langostinos y su variabilidad espacial y temporal está dado por el uso de variables indicadoras. En este caso, el objetivo es estimar la probabilidad que un valor de densidad ($z=cpue$) exceda un valor crítico z_c (umbral mínimo, por ejemplo, que representen más de 30% de la densidad local total), en un punto no muestreado (u_0 , $u =$ vector de coordenadas (x, y)). La información requerida consiste en valores de la variable z en N puntos u_j , $j = 1, 2, \dots, N$, los que son generados a partir del kriging ordinario descrito anteriormente con motivo del análisis de la distribución espacial del rendimiento de pesca por recurso. El análisis propuesto se desarrolla en cinco etapas:

- 1.- El valor $z(u)$ para cualquier punto u es visto como una realización particular de la variable aleatoria $Z(u)$ en los lugares u . Los valores desconocidos $z(u_0)$ son entonces una realización de la variable $Z(u_0)$ y el problema entonces se transforma en estimar la probabilidad condicional que $Z(u_0)$ exceda el valor crítico z_c , dado los datos $z(u_j)$.

$$\begin{aligned} \Pr\{Z(u_0) > z_c | z(u_j), j = 1, 2, \dots, N\} &= 1 - \Pr\{Z(u_0) \leq z_c | z(u_j), j = 1, 2, \dots, N\} \\ &= 1 - F(u_0; z_c | N) \end{aligned}$$

donde $F(u_0; z_c | N)$ es la probabilidad condicional o “posterior” de los valores verdaderos menores que el límite z_c , y N es la información condicionante (datos observados).

La variable continua como el rendimiento de pesca (ton/h.a.) calculada sobre una grilla de estimación que sobrepasa los límites de la distribución espacial de los datos es clasificada dentro de dos clases en función de un nivel crítico z_c . Una clase contiene a los valores menores o iguales a z_c y la otra todos los valores mayores. Con esto se crea una nueva variable, binaria y también aleatoria, o *Indicador* $I(u; z_c)$, el que se define como:

$$I(u; z_c) = \begin{cases} 1 & \text{si } Z(u) \leq z_c \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

- 2.- Se construye un variograma para indicadores, cuyo modelo corresponde a:

$$\hat{\gamma}_I(h; z_c) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{j=1}^{N(h)} [i(u_j; z_c) - i(u_j + h; z_c)]^2$$

- 3.- Se estima la probabilidad local en cada punto u mediante kriging de los valores indicadores (Journel, 1983).

$$\Pr\{Z(u) \leq z_c | (n)\} = \sum_{j=1}^n \lambda_j \cdot i(u_j; z_c)$$

- 4.- Se selecciona aquellos valores obtenidos en el paso anterior que cumplan la condición umbral para la delimitación de las áreas de mayor concentración de pre-reclutas en el área de estudio.

- 5.- Finalmente se calcula el centro de gravedad e inercia de los núcleos de alta densidad detectados, según el procedimiento descrito en el numeral anterior.

3.6.4. Grado de agregación de la densidad poblacional

El grado de agregación de la densidad poblacional de langostino amarillo y colorado, por separado, se midió a través del índice de Gini que, para el área de estudio, es 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 densidad (rendimiento de pesca).

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:

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

3.6.5. Composición numérica por rango de tallas en las capturas.

Con el objetivo de obtener el número de individuos de cada sexo por rango de tallas en las capturas totales obtenidas en forma mensual, se realizó una expansión del número de ejemplares presentes en la muestra y agrupados en intervalos regulares de longitud de 1 mm de LC. El análisis se realizó por especie, sexo, mes y zona de pesca y la formulación de expansión básica considera el peso promedio por sexo de los ejemplares muestreados por rango de talla obtenido en el lance j , en el mes m y en la zona de pesca i , la captura total obtenida durante el lance j , en el mes m y en la zona de pesca i , además de los parámetros de la relación longitud peso de los ejemplares muestreados el lance j , durante el mes m en la

zona de pesca i . Al respecto, el factor multiplicativo de la relación se expresa a través de la siguiente formulación:

$$FE = \frac{f_{imelz} \cdot \bar{w}_{imelz}}{\sum \bar{w}_{imelz}}$$

y la captura en número de los individuos, a través de:

$$\sum_{l=1}^{l=n} \frac{PC_{lyxjim}}{PI_{lyxyim}}$$

donde PC_{lyxjim} y PI_{lyxyim} corresponden al peso total en la captura y al peso individual de los ejemplares pertenecientes a la clase de longitud l , del recurso y y del sexo x , capturado en el lance j de la zona de pesca i , durante el mes m .

3.7. Objetivo específico 2

Evaluar espacial y temporalmente la proporción sexual, estados de madurez y fracción de hembras ovíferas por recurso y caladero, durante todo el periodo de estudio.

3.7.1. Distribución espacial de la proporción de sexual

De la misma manera que en el caso del análisis del rendimiento de pesca, la evaluación de la variabilidad espacial de machos, hembras y hembras ovíferas, de langostino amarillo y langostino colorado se realizó bajo el enfoque geoestadístico descrito en el numeral 3.6.1. Para tal efecto, la variable a estudiar corresponde a la proporción sexual, calculada como (en el caso de los machos, por ejemplo)

$$p_m^{(x,y)} = \frac{n_m^{(x,y)}}{(n_m + n_h)^{(x,y)}} \times 100$$

donde $p_m^{(x,y)}$ es la proporción de machos en el lance de pesca ejecutado en la posición (x,y) ; $n_m^{(x,y)}$ es el número de ejemplares macho en el lance de pesca; $n_h^{(x,y)}$ es el número de ejemplares macho. La proporción de hembras por lance de pesca se denota como $p_h^{(x,y)}$, mientras que la proporción de hembras ovíferas por lance será $p_{ho}^{(x,y)}$.

3.7.2. Centro de gravedad e inercia de la proporción sexual

En el caso del análisis espacio-temporal de la proporción de sexos, de la misma manera que en el caso del rendimiento de pesca, se calculó el centro de gravedad (CG) de la proporción sexual de langostino amarillo y langostino colorado, y su inercia (I). En este caso, el centro de gravedad de la proporción sexual (por ejemplo de los machos), queda representado por:

$$CG_m = \frac{\int x \cdot pm(x) dx}{\int pm(x) dx}$$

donde x es la localización en el espacio bidimensional de la variable regionalizada $pm(x)$ = proporción de machos, mientras que la inercia queda definida como:

$$I_m = \frac{\int (x - CG_m)^2 \cdot pm(x) dx}{\int pm(x) dx}$$

3.7.3. Análisis temporal de la proporción sexual

En cada caladero de pesca se determinó la proporción sexual promedio y se analizó su evolución temporal.

En el caso del análisis espacio-temporal de la proporción de sexos, de la misma manera que en el caso del rendimiento de pesca, se calculó el centro de gravedad (CG) de la proporción sexual de langostino amarillo y langostino colorado, y su inercia (I). En este caso, el centro de gravedad de la proporción sexual (por ejemplo de los machos), quedó representado por:

$$CG_m = \frac{\int x \cdot pm(x) dx}{\int pm(x) dx}$$

donde x es la localización en el espacio bidimensional de la variable regionalizada $pm(x)$ = proporción de machos, mientras que la inercia queda definida como:

$$I_m = \frac{\int (x - CG_m)^2 \cdot pm(x) dx}{\int pm(x) dx}$$

3.7.4. Talla promedio de madurez sexual

Para la estimación de la talla promedio de madurez sexual de hembras se utilizó la información de proporción de hembras ovíferas a la talla, considerando el periodo del año con

mayor actividad reproductiva, esto es, la fracción del año donde se obtiene la mayor proporción de hembras ovadas. Esta información se ajustó al siguiente modelo logístico simétrico:

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

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 realizó minimizando el negativo del logaritmo de la función de verosimilitud (Roa *et al.*, 1999b), 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 de madurez sexual se utilizó 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 realizado para determinar el intervalo de confianza de $l_{50\%}$ es 5000. Además, se determinó las tallas a los porcentajes de madurez del 10, 20, 30, 40, 60, 70, 80 y 90%.

3.7.5. Periodo de Portación de Huevos

En crustáceos decápodos, la actividad reproductiva en un ciclo anual puede ser evaluada a través de la identificación de los siguientes periodos: de Extrusión, de Portación y de liberación de huevos o eclosión larval. Al respecto, la identificación del periodo de portación de huevos, corresponde a la época y variación de la abundancia de portación de huevos por las hembras y tiempo que dura el proceso, mediante el seguimiento de la frecuencia de aparición de hembras portadoras en los distintos estados de desarrollo. Los datos recopilados durante este estudio se discutieron además con antecedentes disponibles respecto al periodo de portación de huevos de las dos especies de langostinos en zonas de la IV Región, derivados de los estudios de Monitoreos realizados por la Universidad Católica del Norte en conjunto con la flota pesquera arrastrera Industrial de la IV Región, durante el periodo 1997 - 2001 para el langostino amarillo y en el periodo 1997 - 2002, en el caso del langostino colorado (Acuña *et al.*, 1997a; Acuña *et al.*, 1997b; Acuña *et al.*, 1998b; Acuña *et al.*, 1999; Acuña *et al.*, 2000b, Acuña *et al.*, 2002a y Acuña *et al.*, 2002b), además de la información obtenida del estudio FIP N° 2006-43.

Con el objetivo de analizar la variabilidad espacial y temporal en la portación de huevos por parte de los ejemplares hembras que conforman el stock progenitor al interior de los caladeros, la proporción de hembras ovíferas de las dos especies de langostinos, se analizó en una escala de tiempo mensual y por caladero de pesca, a través de la siguiente expresión:

$$P_{mi}^{ov} = \frac{nh_{mi}^{ov}}{nh_{mi}^{total}}$$

y su varianza determinada por:

$$V_{(P_{mi}^{ov})} = \frac{1}{nh_{mi}^{total} - 1} \cdot (P_m^{ov} - (P_m^{ov})^2)$$

donde, nh_{mi}^{ov} y nh_{mi}^{total} , corresponde a la proporción de hembras portadoras y totales en el m -ésimo mes, en la zona i , respectivamente. Además, el análisis considera la distribución espacial que presentan las hembras portadoras de huevos al interior del caladero, tanto en un sentido latitudinal como longitudinal (batimétrico).

3.7.6. Madurez de los estados embrionarios

Las muestras utilizadas para determinar el estado de desarrollo de los huevos y la fecundidad de las hembras, se fijaron a bordo de la embarcación arrastrera con formalina al 10%, según lo descrito por Palma & Arana (1997). Para la determinación del estado de madurez sexual de hembras de langostino amarillo y langostino colorado se utilizó como criterio el estado de desarrollo embrionario o madurez de los huevos portados, basándose principalmente en la coloración de éstos, su apariencia y grado de desarrollo del vitelo, el desarrollo y pigmentación de los globos oculares del embrión, tal como ha sido en otras especies de crustáceos decápodos chilenos, como la langosta de Juan Fernández *Jasus frontalis* (Arana *et al.*, 1985; Dupré, 1988), el camarón nailon *Heterocarpus reedi* (Palma & Ulloa, 1998), el camarón de roca *Rhynchocinetes typus* (Dupré *et al.*, 1992), el langostino colorado *Pleuroncodes monodon* (Palma, 1994, Palma & Arana, 1997) y la centolla *Lithodes santolla*

(Vinuesa, 1987; Peñailillo *et al.*, 1995) aplicado por Escuela de Ciencias del Mar (1999) y Palma & Arana (1997) (Tabla 2).

Tabla 2. Estados de desarrollo embrionario de langostino amarillo (Escuela de Ciencias del Mar (1999) y langostino colorado (Palma y Arana y, 1997).

LANGOSTINO AMARILLO	
Estado	Descripción
2	La masa ovífera es de color naranja pálido y brillante. El huevo es de forma esférica; el vitelo es homogéneo, carece de estructuras y células diferenciadas; ocupa completamente el volumen del huevo. El huevo tiene un diámetro medio de $0,611 \pm 0,013$ mm.
3	La masa ovífera es de color naranja oscuro y opaco. El huevo es ovoide; el vitelo es oscuro y de apariencia granulosa. En un polo del vitelo se observa el desarrollo del primordio embrionario que indica el inicio de la diferenciación celular. El huevo tiene un diámetro medio de $0,685 \pm 0,025$ mm.
4	La masa ovífera es de color naranja oscuro o café claro. Se observa el desarrollo del embrión donde se destaca el esbozo de los glóbulos oculares, que son alargados y en su extremo distal presentan una línea curva oscura que corresponde al comienzo de la pigmentación ocular. El huevo tiene un diámetro medio de $0,767 \pm 0,003$ mm.
5	La masa ovífera es de color café oscuro. El embrión está totalmente formado; los globos oculares son grandes y ligeramente ovalados, y poseen una intensa pigmentación negra. En la región dorsal del abdomen se observa algunos cromatóforos de color rojo. En este estado el huevo se encuentra pronto a eclosionar y liberar la larva al medio ambiente. El huevo tiene un diámetro medio de $0,852 \pm 0,041$ mm.
LANGOSTINO COLORADO	
Estado	Descripción
2	La masa ovífera es de color naranja pálido y brillante. El huevo es de forma esférica; el vitelo es homogéneo, carece de estructuras y células diferenciadas; ocupa completamente el volumen del huevo. El huevo tiene un diámetro medio de $0,611 \pm 0,013$ mm.
3	Huevos de color naranja brillante. El vitelo es oscuro y de apariencia granulosa; ocupa la mayor parte del volumen interior del huevo. En este estado se inicia la diferenciación celular y se visualiza el primordio embrionario. El diámetro medio de $0,590 \pm 0,042$ mm.
4	Huevos de color naranja oscuro y opaco. El embrión tiene los glóbulos oculares desarrollados y de forma alargada; en su extremo distal presentan una línea curva oscura que corresponde al comienzo de la pigmentación ocular. El diámetro medio es de $0,620 \pm 0,039$ mm.
5	Huevos de color café oscuro. El embrión está totalmente formado; los globos oculares son grandes, ligeramente alargados y tienen una intensa pigmentación negra. Se observan algunos cromatóforos rojizos en la región dorsal del abdomen. El diámetro medio es de $0,687 \pm 0,066$ mm.

En este contexto, la progresión de los estados de desarrollo de los huevos se estimó a través de la proporción de cada uno de los cuatros estados a priori conocidos, mediante la siguiente expresión:

$$P_{mi}^e = \frac{nh_{mi}^e}{nh_{mi}^{ov}}$$

Cuya varianza del estimador corresponde a:

$$V_{(P_{mi}^e)} = \frac{1}{nh_{mi}^{ov} - 1} \cdot (P_{mi}^e - (P_{mi}^e)^2)$$

donde se indexa el estado de desarrollo (1, 2, 3 o 4), m indica el mes e i la zona de muestreo.

Los datos recopilados durante este estudio se discuten además con los antecedentes disponibles respecto a la proporción de los estados de madurez de los huevos determinados para el langostino amarillo y langostino colorado, durante el periodo de 1998 - 2002, en la III y IV regiones, derivados de los estudios de Monitoreos realizados por la Universidad Católica del Norte en conjunto con la flota pesquera arrastrera Industrial de la IV Región, durante el periodo 1997 - 2001 para el langostino amarillo y en el periodo 1997 - 2002, en el caso del langostino colorado (Acuña *et al.*, 1997a; Acuña *et al.*, 1997b; Acuña *et al.*, 1998b; Acuña *et al.*, 1999; Acuña *et al.*, 2000b, Acuña *et al.*, 2002a y Acuña *et al.*, 2002b), además de los resultados obtenidos en el estudio FIP N° 2006-43.

3.7.7. Fecundidad

Con la información disponible, se analizó la fecundidad de las hembras de langostino amarillo y langostino colorado expresadas como el número de huevos portados a la talla. Al respecto, se recolectaron hembras maduras con huevos en estado 1 o 2 (debido a que en este estado es más fácil el recuento, y la masa de vitelo es homogénea cubriendo la mayor parte del mismo), tal como ha sido recomendado por Acuña *et al.* (1997). Sin embargo, debido a la baja representatividad de los estados 1 y 2 en la información disponible, el análisis también consideró el estado de madurez 3.

Para la estimación del número total de huevos portados por cada hembra se utilizó el método gravimétrico, de acuerdo a Acuña *et al.* (1997).

El ajuste de los pares de valores número de huevos y longitud cefalotorácica de los individuos muestreados de langostino amarillo y langostino colorado en ambas zonas de pesca, se determinó a través de 5 modelos de ajuste:

$$NH = a + bLC \quad \text{Lineal (Guzmán y Campodónico, 1972)}$$

$$NH = a \cdot LC^b \quad \text{Potencial (Arana *et al.*, 1985)}$$

$$NH = a \cdot e^{b \cdot LC} \quad \text{Exponencial (Guzmán y Ríos, 1986)}$$

$$NH = \exp(\exp(a + b \cdot LC)) \quad \text{Doble Exponencial (Guzmán y Ríos, 1986)}$$

$$NH = \exp(\exp(a \cdot LC^b)) \quad \text{Doble exponencial potencial (Guzmán y Ríos, 1986)}$$

donde: NH es el número de huevos; LC es la longitud cefalotorácica; a y b son los parámetros de la relación, los que serán estimados mediante regresión no-lineal por mínimos cuadrados utilizando el módulo NONLIN del programa estadístico SYSTAT (Wilkinson, 1988).

El grado de asociación entre las variables fue evaluado a través del coeficiente de determinación (r^2), y el criterio de bondad de ajuste considera el valor más bajo de la suma de cuadrados de los residuales resultantes de la diferencia entre el valor observado y el estimado por el modelo, según la siguiente expresión:

$$D^2 = \frac{(O - E)^2}{n - 2}$$

3.7.8. Determinación del potencial reproductivo

Con el objeto de conocer el potencial reproductivo de las especies en los caladeros de pesca seleccionados en forma mensual, se utilizó las aproximaciones sugeridas por Roa & Bahamonde (1993) y Roa *et al.* (1997) para el caso de langostino colorado, y por Roa *et al.* (1998) para el caso del langostino amarillo. Se utilizó el modelo descrito por Restrepo y Watson (1991), indexado por posición espacial según la siguiente expresión:

$$E_{(x,y)} = Z_{h(x,y)} P_{(x,y)} G_{(x,y)}$$

donde: E es el número de huevos por unidad de área; $Z_{n(x,y)}$, es la densidad numérica de hembras en la posición (x,y) ; P es la fracción de hembras que portan huevos en la posición (x,y) , y $G_{(x,y)}$ es el número de huevos por hembra en la posición (x, y) . A su vez, la densidad en número de hembras se estimó de la siguiente manera:

$$Z_n(x, y) = \frac{Z_w(x, y)}{\bar{W}_h(x, y)}$$

donde: Z_w es la densidad en peso (ton/km^2) de las hembras en el punto (x,y) ; $\bar{W}_{h(x,y)}$ es el peso medio de las hembras en la localidad (x, y) . La densidad en peso de las hembras en cada localidad se estima utilizando la siguiente ecuación:

$$Z_w(x, y) = Z_{tot}(x, y) \left[\frac{\bar{W}_h \cdot N_h}{\bar{W}_h \cdot N_h + \bar{W}_m \cdot N_m} \right]$$

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

3.8. Objetivo Específico 3

Caracterizar los distintos tipos de asociaciones intra e interespecíficas de los langostinos *in situ*, describir el comportamiento gregario del recurso y determinar su variación espacio-temporal en el área de estudio.

3.8.1. Zona de estudio

Con el fin de determinar la zona de estudio, se consideró que los focos de agregación de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) y langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) presentes en la Región de Coquimbo debían seleccionarse considerando antecedentes respecto a la presencia de ambos crustáceos además de elementos operacionales, como distancia desde puerto y tasa de cubrimiento de las transectas programadas.

A partir del análisis de información de captura y de estudios llevados a cabo en diversos proyectos FIP, se desprende que los langostinos forman agregaciones o parches de alta densidad unidos por zonas de menor densidad originando así un determinado foco de abundancia. Considerando lo anterior, la idea central fue atravesar un foco mediante una transecta a fin de dar cuenta de las diferencias de densidad en las agregaciones y su distribución.

En este contexto, se determinó inicialmente dos posibilidades de trabajo, la primera correspondiente a una transecta en la zona norte de la región, aproximadamente en la latitud 29°27'S, correspondiente a una distancia desde el puerto de aproximadamente a 40 mn y un ancho de foco estimado de 13 mn. En tanto que la segunda opción consistió en una transecta en la zona sur de la región, aproximadamente en los 30°08'S y a 20 mn del puerto, lugar en que el foco de abundancia presenta un ancho de 9 mn aproximadamente.

A partir de la información anterior, se concluyó que por factibilidad técnica, principalmente en lo referido al uso de embarcación, apoyo logístico y tasa de cubrimiento, que la ejecución del estudio *in situ* asociado al objetivo debía realizarse en la transecta Sur (Tabla 3)

Tabla 3. Zonas de factibilidad técnica para realizar el estudio *in situ* de las caracterizaciones intra e interespecíficas.

Transecta	Distancia de puerto	Ancho estimado foco	Distancia recorrida	Tasa cubrimiento
Norte	40 mn	13 mn	1,3 mn día 0,6 mn noche	10% 5%
Sur	20 mn	9 mn	1,3 mn día 0,6 mn noche	14% 7%

Así, el trabajo fue planificado en términos de permitir la cobertura del 14% del ancho del foco por salida o periodo. Para ello, y considerando el andar máximo de la embarcación que aseguraba calidad de la filmación (1,3 kn), se definió *in situ* llevar a cabo cuatro bajadas de cámara diurnas y dos nocturnas por salida con una duración de 10 minutos cada una, considerando cinco rangos de profundidad (100, 130, 150, 170 y 200 m respectivamente).

Adicionalmente, y conocidas las dificultades operacionales de la tarea a realizar, para disponer de una mayor cantidad de filmaciones del fondo marino se optó por minimizar los tiempos de calado y virado. Para ello, cada vez que se caló el trineo-cámara, se llevaron a cabo dos filmaciones consecutivas de 10 minutos cada una de ellas y separadas por 0,2 mn aproximadamente, distinguidas por un número correlativo seguido de un código “a” y “b”, después de lo cual se procedió a virar, cambiar de posición y llevar a cabo un nuevo calado. La estrategia mencionada precedentemente fue ampliamente utilizada en las actividades de filmaciones del año 2009, en tanto que para el año 2010 se optó por modificar los tiempos de grabaciones en el arrastre del trineo, alargando el tiempo de grabación a 25 minutos para las transectas que se muestreaban.

Conforme a ello, y tomando en cuenta salidas bimensuales, se planificó 36 bajadas de cámara, lo cual bajo el esquema, y dependiendo de limitantes meteorológicas y oceanográficas, permitiría disponer de un máximo de 72 filmaciones.

3.8.2. Embarcación

La embarcación utilizada para las actividades de filmación submarina correspondió a la embarcación científica “Stella Maris”, perteneciente a la Universidad Católica del Norte (Sede Coquimbo). Las características de la nave se detallan a continuación:

- a) Características geométricas:
 - Eslora: 3,90 m.
 - Manga: 2,90 m.

- b) Winche Hidráulico:
 - Velocidad:
 - 7 m/s (alta)
 - 3,5 m/s (media)
 - 0,5 m/s (baja)

- c) Cable Inoxidable:
 - Diámetro: 5 mm.
 - Alma de acero Inoxidable
 - Construcción Prodinsa
 - Torcido S 7x7 Hebras
 - Carga 1.750 Kg.
 - Tipo de Cable: Tiburón Cotonina

3.8.3. Sistema de Filmación

El equipo utilizado con la finalidad de identificar y filmar *in situ* las agregaciones de langostinos, corresponde a una cámara submarina programable, con una capacidad de inmersión diseñada para profundidades superiores a 400 m. Este equipo está compuesto básicamente por tres módulos (Fig. 9), los cuales corresponden a:

- Cilindro de Cámara Filmación (Sony Handycam DCR-TRV17)
- Cilindro de Baterías (plomo-niquel)
- Iluminación (2 focos con luz Xenophot de 50 watts cada uno)

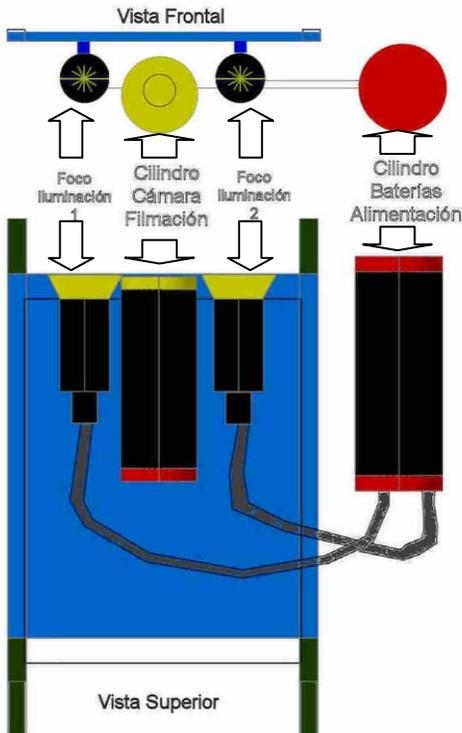


Fig. 9. Esquema del equipo de filmación submarina autónoma.

3.8.4. Trineo de arrastre

La estructura utilizada para montar el sistema de filmación autónoma correspondió a un trineo de arrastre construido especialmente para estas actividades. Las dimensiones del trineo son 1,2 m de ancho, 1,75 de ancho y 0,8 m de alto. Fue construido con perfiles de rectangulares de acero de 30x20x2 mm y una “zapata” para el arrastre con un perfil tipo “U” de dimensiones 100x50x3mm. El peso total de la estructura es de 35 kg aproximadamente (Fig. 10).

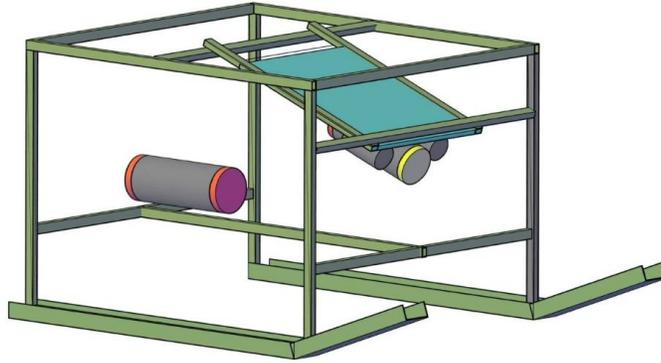


Fig. 10. Trineo de Filmaciones submarinas.

Para llevar a cabo el arrastre durante las filmaciones submarinas se utilizó el winche de la nave y cable de acero inoxidable de 5 mm de diámetro. En términos operacionales, el sistema para arrastre utilizado constó con 2 cabos de 10 m (PA, de 1" de diámetro) unidos a un "giratorio" de 5/8", el cual a su vez une el trineo a la embarcación mediante un cable de acero perteneciente al winche de la nave.

Con el objeto de disminuir el impacto de la estructura con el fondo durante el calado y evitar que la estructura se volcara en el arrastre se le adosaron 6 flotadores de profundidad con una boyantez neta unitaria de 3,2 kg. Estos fueron distribuidos en la parte superior de la estructura del trineo, tres por cada banda, y fijados con cabos Polipropileno (PP) de 12 mm de diámetro.

3.8.5. Operación.

La operación se realizó, como fue mencionado anteriormente, en la lancha científica "Stella Maris" empleando como puerto base el embarcadero de la Universidad Católica del Norte en la Bahía Herradura de Guayacán (29°58'S – 71°21'W). El régimen operacional para las distintas campañas realizadas se caracterizó por el zarpe alrededor de las 02:00 am, para navegar aproximadamente dos horas y arribar a la zona definida para el estudio (30°08'S).

El proceso de calado del trineo se realizó cuidadosamente con la finalidad de prevenir enredos y una caída brusca del equipo sobre el fondo, de esta forma la velocidad de salida del cable de arrastre fue de 30 m/min aproximadamente.

La relación cable-profundidad utilizada para estas experiencias fue 3:1, es decir que para filmar en 150 m de profundidad se utilizaban al menos 450 m de cable. Relaciones menores implicaron que el trineo no entrara en contacto con el fondo marino, es especial con condiciones meteorológicas adversas (olas y vientos). Igualmente, se consideró que la velocidad de arrastre no debía superar 2 kn, considerándose como óptimo 1,3 kn, pues a velocidades superiores el trineo se despegaba del fondo.

3.8.6. Grilla para cuantificación

La metodología utilizada para la cuantificación de langostinos por unidad de área para la zona de estudio se basó en la superposición de una grilla virtual en las filmaciones realizadas. Esta grilla virtual cubre un área de 0,64 m² (0,8 m x 0,8 m), subdividida en 4 cuadrantes de igual dimensiones (0,4 m x 0,4 m), numerados del 1 al 4.

El proceso de elaboración de esta grilla virtual se inició con pruebas y ensayos del enfoque de la cámara e iluminación en un estanque de 18 m³ con agua en su interior, asemejando y probando condiciones reales de operación, para posteriormente instalar y posicionar una grilla con cabos de 2 mm de diámetro dispuestos cada 40 cm en un marco de madera. A continuación se realizaron diversas pruebas de enfoque con filmaciones del trineo y configuraciones, determinándose que con un ángulo del cilindro de la cámara de 20° respecto a la horizontal, se obtenía el mejor enfoque e iluminación para las filmaciones (Fig. 11).

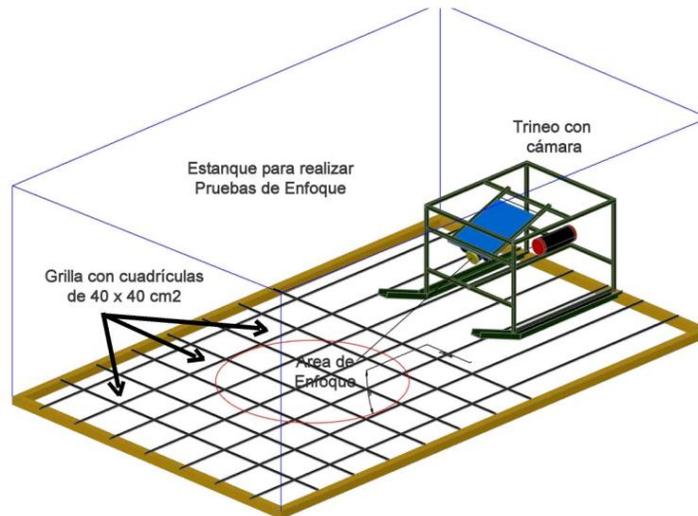


Fig. 11. Esquema de dimensionamiento de grilla virtual para cuantificación.

Una vez obtenidas las filmaciones de la grilla en el estanque se procedió a limpiar estas imágenes con un software de edición de imágenes, para luego superponer las grillas virtuales en las filmaciones obtenidas del fondo *in situ*.

Para la captura de los videos de las filmaciones realizadas y para superposición de imágenes se utilizó el software Pinnacle Studio© v7. Una vez finalizado todo lo anterior, se procedió a cuantificar los ejemplares de langostino registrados en las filmaciones (Fig. 12).

3.8.7. Caracterización de las agregaciones de langostinos

El esquema general de trabajo fue considerar filmaciones del fondo marino programadas para 10 minutos de duración. Cada una de las filmaciones fue dividida en 100 estaciones, capturada como fotografía desde la imagen de video y espaciadas entre sí por lapsos de 6 segundos, similar al enfoque de Michalopoulos *et al.*, (1992). En cada estación se superpuso la grilla virtual de cuatro cuadrantes previamente descrita, a fin de contabilizar los ejemplares presentes. De este modo, se planificó que cada filmación comprendiese un total de 400 cuadrantes de $0,16 \text{ m}^2$ cada uno de ellos, es decir 64 m^2 . Considerando que tal cual se indicó, cada filmación estuvo dividida en 100 estaciones (con cuatro cuadrantes cada una), cada estación tuvo un área de $0,64 \text{ m}^2$.

Cabe señalar que el esquema antes descrito se adecuó en términos de la duración de las filmaciones y conforme a las condiciones meteorológicas presentes al momento de las filmaciones, a fin permitir maximizar el área filmada, en particular durante el 2010.

Se asignó cada filmación a la presencia de una determinada especie de langostino, la cual fue identificada mediante características morfológicas, como criterio general se identificó como especie predominante a aquella que correspondiera a más del 95% de los ejemplares contabilizados. Del mismo modo, se describieron comportamientos asociados por ejemplo a reproducción o algún tipo de reacción frente al trineo.

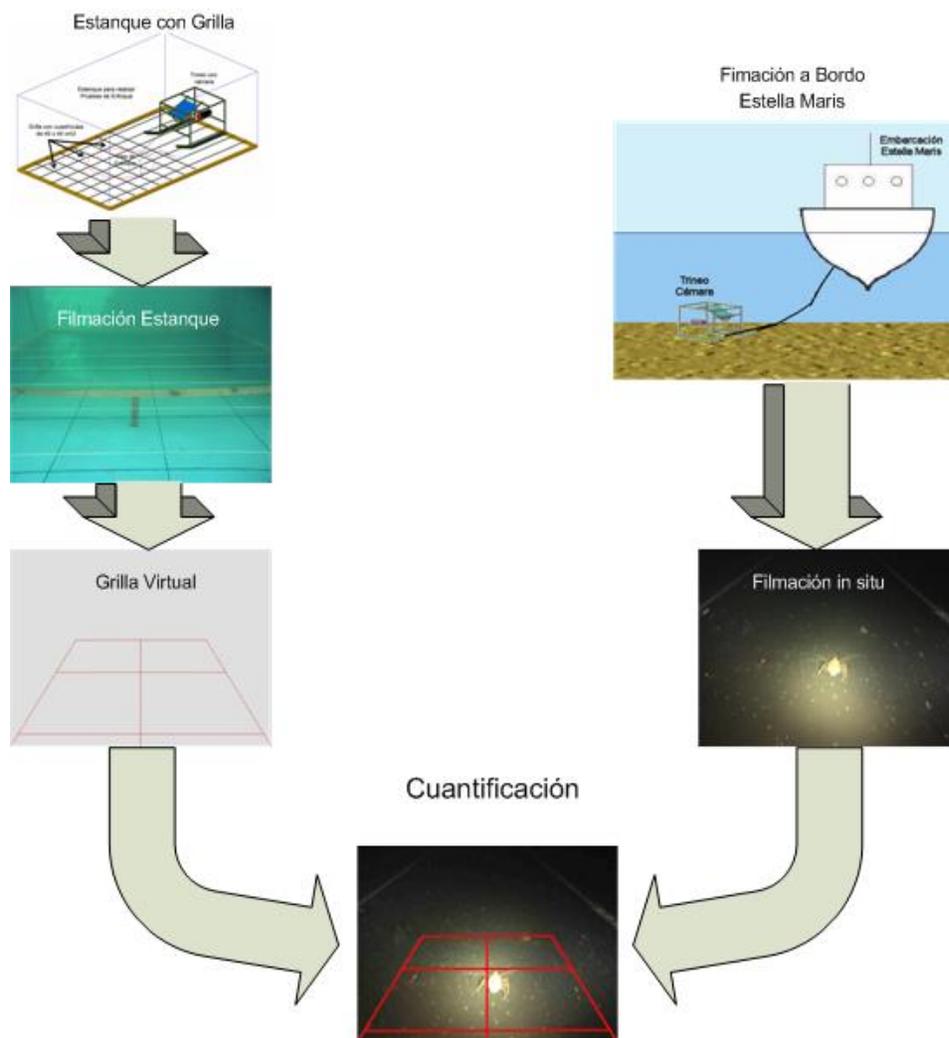


Fig. 12. Esquema del proceso de montaje de “grilla virtual” en las filmaciones realizadas para la caracterización de las agregaciones de langostinos.

Con la finalidad de caracterizar cuantitativamente las agregaciones (Magorrian & Service, 1998), se estimó la densidad “media” por filmación considerando un estimador de razón según:

$$Densidad_i = \frac{\sum_{j=1}^n Ejemplares_{ji}}{Ncuadrantes_i}$$

donde:

Densidad_i: Densidad media, estimada en número de ejemplares de langostinos, por cuadrante, en la filmación i-ésima

Ejemplares_{ji}: Número de langostinos en el cuadrante j-ésimo de la filmación i-ésima.

Ncuadrantes_i: Número total de cuadrantes en la filmación i-ésima con registro de fondo marino.

Los resultados de densidad media fueron expresados en términos de ejemplares/m². Para ello se expandió el estimador indicado considerando el área total de los cuadrantes de dicha filmación en que se registró fondo marino (0,16m² cada uno).

3.9. Objetivo Específico 4

Describir los distintos tipos de comportamientos biológicos de agregación, movimiento, uso de refugios, e interacciones intra e interespecíficas de los langostinos bajo condiciones controladas en el laboratorio.

3.9.1. Antecedentes.

Típicamente las pesquerías de crustáceos enfocan sus planes de protección en dos medidas principales, (i) estableciendo una talla mínima de extracción de machos, protección de hembras con la finalidad de proteger la producción de huevos y el reclutamiento, como en *Homarus americanus* (Gosselin *et al.*, 2003), *Callinectes sapidus* (Carver *et al.*, 2005) y en las centollas como en *Hapalogaster dentata*, *Paralithodes camtschaticus*, *P. platypus*, *Lithodes aequispinus*, *P. brevipes*, *L. santolla* y *Paralomis* (Somerton & MacIntosh, 1985; Paul, 1992; Wada *et al.*, 2000; Goshima *et al.*, 2000; Paul & Paul, 2001), o (ii) regulando el esfuerzo de pesca, estableciendo cuotas de captura y vedas biológicas, como en langostino amarillo (*Cervimunida johni*) y langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) (Acuña *et al.*, 2004, 2005, 2007). Sin embargo, para establecer este tipo de medidas de protección se hace necesario el conocimiento de la biología reproductiva del recurso, lo que no es sencillo de obtener.

3.9.2. Información biológica necesaria para el manejo de crustáceos

Dentro de la biología reproductiva es importante tener en cuenta la información de fecundidad, primera madurez sexual, abundancia poblacional y la proporción sexual, la cual es relativamente fácil de obtener en comparación con los datos de duración de la incubación y de la fase larval, y el número de camadas producidas por época reproductiva, debido a que este tipo de información implica la mantención de hembras ovígeras y el cultivo de larvas. Más difícil aún, es la generación de información sobre las conductas y estrategias de apareamiento de crustáceos, dado que para esto también se hace necesaria la mantención y observación de los ejemplares en el tiempo, en condiciones adecuadas para que se produzcan los eventos de apareamiento. No obstante, esta información puede ser de gran importancia para el manejo de

los recursos, permitiendo comparar y complementar con la información obtenida en terreno para un mejoramiento y aplicación eficiente de las medidas de protección.

3.9.3. Antecedentes biológicos en langostinos *C. johni* y *P. monodon*

Durante los últimos años, las pesquerías de *C. johni* y *P. monodon* han basado sus medidas de protección del recurso (Vedas, Cuotas de captura) en antecedentes de la biología reproductiva obtenida de forma indirecta y recién en el año 2007, se han logrado avances significativos en lo que se refiere a la biología reproductiva, que podrán ser aplicables para mejorar las medidas de protección hasta ahora vigentes, mediante estudios directos en el laboratorio (Acuña *et al.*, 2008). De acuerdo a esta última información ambas especies de langostinos presentan rasgos comunes en cuanto a la conducta de apareamiento, pero también ciertas diferencias (Acuña *et al.*, 2008). Por ejemplo, en ambas especies de langostinos la receptividad de la hembra no está relacionada con la muda, sino más bien con la eclosión de larvas. Sin embargo, los tiempos desde una camada a otra son diferentes en ambas especies. En *C. johni* la hembra luego de la eclosión forma pareja de pre-cópula con un macho en un tiempo relativamente corto en comparación con *P. monodon* en el cual además el evento de la cópula es mucho más corto y sin una pre-cópula tan marcada como en *C. johni* (Acuña *et al.*, 2008). Estas diferencias en ambas especies pueden ser explicadas por una distinta tasa sexual operacional (OSR, por sus siglas en inglés) o distintos hábitos de vida.

3.9.4. Tasa sexual operacional (OSR)

La tasa sexual operacional es un factor importante al momento de comprender las estrategias reproductivas de una especie, debido a que ésta determina los comportamientos de una especie. Por ejemplo, en una especie cuya OSR esté sesgada hacia los machos, es decir que hay una mayor cantidad de machos disponibles para el apareamiento en relación a las hembras, existirá una selección de machos por parte de las hembras (generalmente por machos grandes) y en una especie cuya OSR esté sesgada hacia las hembras, serán los machos los que compitan por las hembras (Correa & Thiel, 2003). Además dependiendo de las OSR varían los

tiempos empleados para cada apareamiento. Por ejemplo, cuando hay una mayor cantidad de hembras que machos disponibles para el apareamiento, es de esperar que los tiempos asignados a la cópula sean menores que cuando hay mayor cantidad de machos, como se ha demostrado en *Paralithodes brevipes* (Wada *et al.*, 2000).

Desde este punto de vista, es posible que en *C. johni* la probabilidad de encuentro entre los sexos sea baja y en *P. monodon* sea alta, o que en *C. johni* la hembra esté receptiva por un periodo de tiempo muy corto y por el contrario la hembra en *P. monodon* tarde más en volverse receptiva o esté receptiva por mucho más tiempo (Acuña *et al.*, 2008). En efecto, la conducta de cópula ha sido propuesta para especies con una OSR sesgada hacia los machos o para especies en las cuales la receptividad se prolonga por un corto periodo de tiempo (Jormalainen, 1998; Brockerhoff & McLay, 2005; Hartnoll, 2006).

3.9.5. Hábitos de vida

Otra posibilidad para explicar estas diferencias en la conducta de cópula encontradas en ambas especies de langostinos serían distintos hábitos de vida, dentro de lo cual se pueden distinguir las conductas de agregación, formas de alimentación, variaciones estacionales de desplazamiento, lo que también puede afectar la OSR y por ende la estrategia de apareamiento.

Agregaciones sexuales: La conducta de agregación en una especie puede aumentar la probabilidad de encuentro entre los sexos, más aún cuando estas agregaciones son conformadas por distintas proporciones sexuales. Por ejemplo, agregaciones de un macho con varias hembras, en los llamados harén, pueden ser muy beneficiosas para un macho cuando hay una asincronía en la receptividad, lo que permite que éste tenga la oportunidad de copular con todas las hembras. En *Petrolisthes cinctipes* se ha observado que en la época reproductiva los machos protegen un territorio con varias hembras y se aparean con ellas a medida que éstas se van volviendo receptivas, mientras que en un congénere *P. cabrilloi*, los machos protegen un territorio con tan solo una hembra (Molenock, 1975). Estas diferencias posiblemente podrían tener relación con la receptividad de las hembras como se ha sugerido en langostinos

por Acuña *et al.* (2008). En este ámbito es importante para las pesquerías conocer si se forman este tipo de agregaciones o no, puesto que es probable que con una captura sesgada hacia los machos o a un tamaño específico de la población se interfiera en las mismas y por ende se limite el éxito reproductivo de las especies, lo que se puede reflejar en una disminución de las poblaciones de las especies explotadas.

Búsqueda y uso de carroña: Los hábitos alimentarios de una especie también pueden determinar o surtir un efecto en la conducta de apareamiento. Por ejemplo, una especie con una alimentación detritívora, es decir que se alimente de detritus será menos activa en comparación con una especie que se alimenta de carroña, la cual debe buscar su alimento. En una especie detritívora tal vez a la hembra y al macho no le afecta permanecer juntos en estado de pre-cópula, debido a que con sus maxilípedos se pueden continuar alimentando, pero en una especie carroñera la formación de una pareja de pre-cópula puede significar grandes costos alimenticios. En *Munida subrugosa* y *M. gregaria* se observa una alimentación mixta, es decir son especies predatoras y además se alimentan de detritus (Romero *et al.*, 2006a, b). El supuesto de distintos hábitos de alimentación podría explicar las diferencias entre ambas especies de langostinos (*C. johni* y *P. monodon*) en los tiempos desde una camada a otra reportadas por Acuña *et al.* (2008). Sin embargo, para responder estas inquietudes es necesaria la evaluación de estos factores en laboratorio.

Movimientos estacionales: Otro factor importante a tener en cuenta es la posible variación estacional en los hábitos de vida, por ejemplo un cambio en conductas de agregación, movimiento, o alimentación, lo que puede influir en la motricidad de la especie y por ende en las tasas de encuentro entre éstas. En *M. subrugosa* se ha observado una variación estacional en su patrón de alimentación, de acuerdo a la época reproductiva, posiblemente para aumentar su éxito reproductivo (Romero *et al.*, 2006a). En este contexto es de esperar que a lo largo del año en *C. johni* y *P. monodon* se observe una variación en sus conductas de acuerdo a la época reproductiva o la época de crecimiento (muda), la cual se desarrolla en distintas épocas del año en estas especies (Acuña *et al.*, 2008).

En el contexto de la pesquería es importante conocer este tipo de variaciones en los hábitos de vida de la especie objetivo, lo que permite comprender el efecto de estas conductas en las variaciones espacio–temporales encontradas mediante estudios en terreno, y por ende mejorar los modelos que representan el stock de las especies. En *Heterocarpus reedi* se han observado distintos patrones de abundancia o de disponibilidad del recurso lo cual ha sido asociado a migraciones batimétricas, los cuales han sido atribuidas también a un cambio en las conductas con la época de reproducción y de muda (Pérez, 2005).

Para llevar a cabo los estudios de conductas de los langostinos en el laboratorio se han generado cuatro objetivos específicos, dentro del Objetivo 4 planteado en los TBR de este estudio.

3.9.6. Objetivos específicos

1. Determinar si existen conductas de agregación en ambas especies de langostinos y si estas conductas varían con la época del año y hora del día.
2. Describir la actividad o movimiento de los individuos en cuanto a desplazamiento y determinar si este varía con la época del año u hora del día.
3. Describir si existe algún tipo de interacción intra–específicas y si estas interacciones varían con la época del año o disponibilidad de alimento.
4. Comparar eficiencia en búsqueda de recursos (alimento) entre ambas especies de langostinos.

3.9.7. Materiales y métodos

3.9.7.1. Muestreo, transporte y mantención de los ejemplares

Ambas especies de langostinos fueron obtenidas mensualmente mediante pesca de arrastre en la región de Coquimbo (caladeros habituales dentro del Sistema de bahías de la IV región). Los individuos vivos (machos y hembras) de cada especie se almacenaron en 3 coolers de 100 litros (provistos de agua de mar) a bordo de la embarcación. En el laboratorio se seleccionaron los individuos adultos que se encontraban sin lesiones y con todos sus apéndices. Luego fueron separados por especie y sexo, seleccionando cada mes aproximadamente 200 individuos por especie para ser utilizados en los experimentos.

Los ejemplares fueron trasladados al laboratorio, el cual se mantuvo iluminado exclusiva y continuamente con luz roja, evitando la exposición de los individuos a la luz natural. Los individuos seleccionados para las observaciones de conducta se aclimataron durante 4 días en estanques de 200 litros provistos de agua de mar con flujo continuo.

Se realizaron experimentos preliminares en busca de evaluar el efecto de la iluminación (con luces rojas) sobre la conducta de los individuos. Estos experimentos indicaron que no hay alteraciones en la actividad al colocar la iluminación lejos del estanque de experimentación. Así también ha sido demostrado en el camarón *Penaeus vannamei*, para el cual Moctezuma & Blake (1981) (al usar iluminación infra roja para sus observaciones) no encontraron diferencias significativas en el patrón regular de salida nocturna de las madrigueras.

3.9.7.2. Observaciones de conducta.

Las observaciones de conducta se realizaron en dos estanques de experimentación (222 cm de largo x 163 cm ancho x 30 cm alto) provistos de arena como sustrato. En cada estanque se dispusieron cinco refugios contruidos de rocas apiladas. Las esquinas de estos estanques estuvieron cubiertas con una lámina plástica para eliminar los vértices que se forman en ellas.

Debido a la perspectiva en la posición de la cámara se utilizó un vidrio en el extremo inferior para impedir que los individuos quedaran fuera del foco de la grabación (Fig. 13).

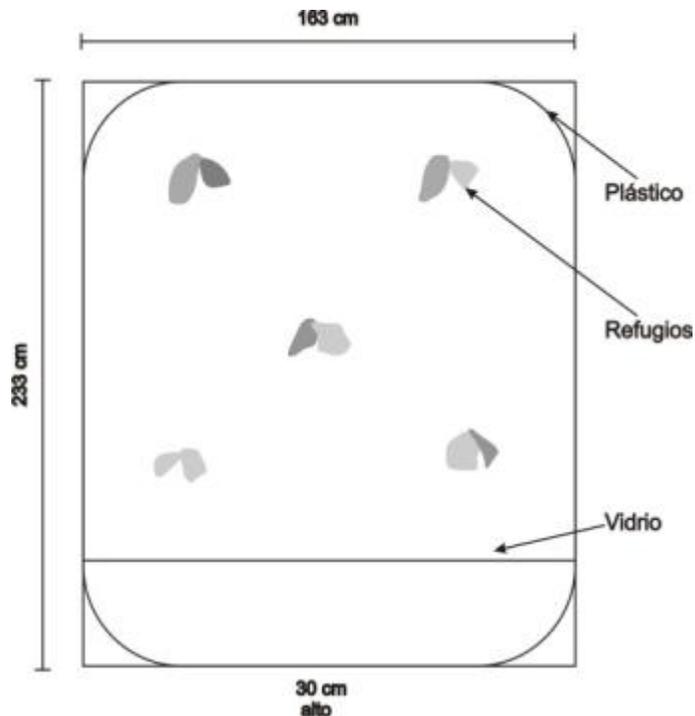


Fig. 13. Estanque de experimentación con las esquinas cubiertas eliminando los “espacios muertos” que se forman entre ellas y un vidrio en su extremo inferior para evitar que los individuos queden fuera de foco de la grabación.

En ambos estanques se colocaron individuos de cada especie, formando tres grupos distintos: dos grupos mono-específicos (*C. johni* y *P. monodon*) y un grupo mixto combinando ambas especies. Se realizaron observaciones en presencia/ausencia de alimento (tratamientos), para comparar si las conductas de los individuos varían de acuerdo a la disponibilidad de éste. Cada grupo de observación se repitió en cuatro oportunidades independientes con nuevos individuos (cuatro réplicas por grupo). Los grupos “Cervimunida” (*C. johni*) y “Pleuroncodes” (*P. monodon*) consistieron de 4 machos y 4 hembras, mientras que para los grupos mixtos se utilizaron 2 machos y 2 hembras de cada especie (Fig. 14). Esta densidad de individuos ($n = 8$ por grupo) se relaciona con las densidades naturales reportadas por Melo *et al.* (2007).

Debido a que se contaba con dos estanques experimentales, los tratamientos de presencia/ausencia de alimento se realizaron al azar en cada estanque. Para los tratamientos

con alimento se colocaron cuatro trozos de pescado por estanque. Cada grupo fue filmado durante 24 horas continuas. Las grabaciones se realizaron mediante cámaras de vigilancia con infra rojo 1/4" marca Sharp de alta resolución (modelo VCI-104).

De acuerdo a observaciones preliminares, que indican que la mayor actividad de los individuos ocurre en las horas del amanecer y atardecer, se analizaron dos horas por cada día de grabación para cada réplica, entre las 5:00-6:00 de la mañana y entre las 17:00-18:00 de la tarde. Las grabaciones se analizaron de forma manual utilizando el programa Windows Media Player. En resumen, se analizaron 4 réplicas por cada grupo, durante la mañana y tarde con tratamientos de presencia/ausencia de alimento (Fig. 14).

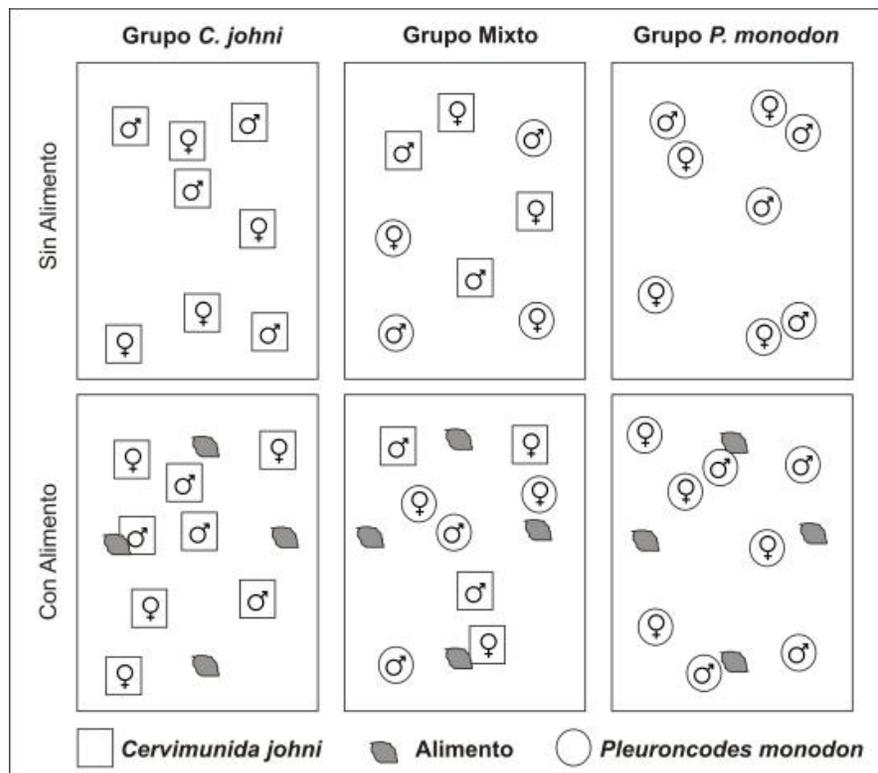


Fig. 14. Diseño experimental para realizar observaciones de conducta en dos especies de langostinos, cada grupo contó con 4 réplicas (cada una con 4 machos y 4 hembras) y dos tratamientos con y sin alimento.

3.9.7.3. Conducta de agregación

Se calculó el índice de agregación para cada réplica por grupo mediante la cuantificación de la distancia (expresada en cuadros) entre los 8 individuos (Fig. 15). Las mediciones se realizaron cada dos horas, durante 24 horas de grabación para cada réplica. Se cuenta con datos para los meses de agosto, septiembre, octubre y diciembre del 2009 y para marzo y mayo del 2010. El índice de agregación se expresa de la siguiente forma según la metodología descrita por Minoli *et al.*, (2007):

$$AI(t) = \frac{1}{28} \sum_{i=1}^{28} mi * 10.000$$

donde $AI(t)$ es el índice de agregación en el tiempo t , y mi es la distancia en cuadros entre dos individuos. El parámetro mi alcanza valores entre 1 y 10 cuadros de distancia. El valor del índice fue multiplicado por 10.000 para evitar números muy pequeños. El rango del índice de agregación teóricamente puede variar entre 357 a 35 indicando agregación o dispersión total, respectivamente. En cambio índices intermedios se encuentran cercanos al valor 161. Altos valores para este índice indican una menor distancia entre los individuos, y por lo tanto a una mayor agregación.

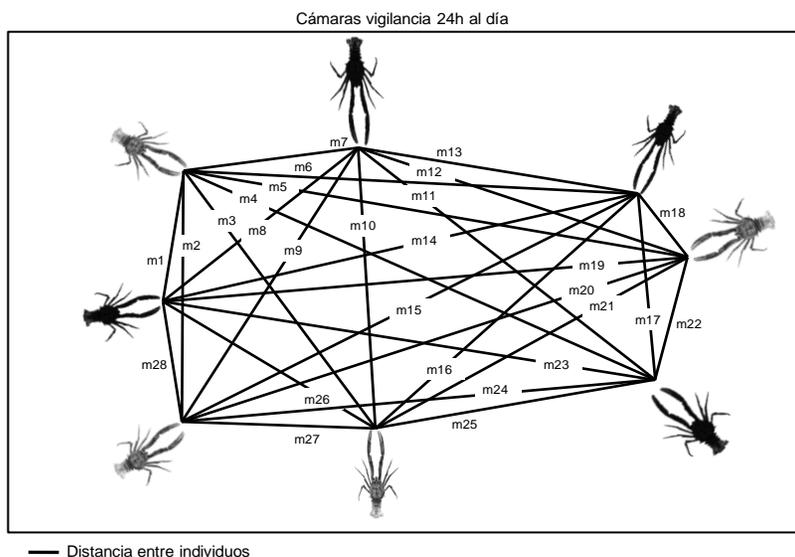


Fig. 15. Representación de las 28 mediciones realizadas (expresadas en cuadros) entre cada individuo en el estanque de experimentación.

La cuantificación de la distancia (expresada en cuadros) se realizó mediante una grilla proyectada en la pantalla del computador. Esta consta de 108 cuadros proporcionales de 18x18 cm que corresponde aproximadamente a la longitud corporal máxima de un individuo adulto (incluyendo las quelas). Los cuadros de distancia se determinaron desde el cuadro inmediatamente siguiente a la posición donde el individuo n°1 tiene la mayor parte de su cuerpo, hasta el cuadro anterior a la posición en que se encuentra el individuo n°2 (Fig. 16).



Fig. 16. En la figura se esquematiza la metodología con que se realizaron las mediciones entre individuos utilizando una grilla con cuadrados de 18x18 cm que corresponde aproximadamente al largo corporal de los individuos más grandes.

3.9.7.4. Estados de actividad.

Los estados de actividad general fueron categorizados en tres tipos: sin actividad, activo sin locomoción y con actividad locomotriz (Tabla 4). Se cronometró el tiempo que dura cada estado con el objetivo de evaluar el porcentaje de tiempo de cada actividad. Estas mediciones se realizaron durante los periodos de observación previamente estipulados (entre las 5-6 am y las 17-18 pm). Se cuenta con los datos para los meses de agosto, septiembre y octubre del 2009 y para marzo y mayo del 2010.

Tabla 4. Estados de actividad en ambas especies de langostinos, basado en Dennenmoser & Thiel (2007).

Actividad	Descripción
Sin Actividad (SA)	Individuos sin locomoción, ni actividad por 1 minuto o más, solo o en pareja
Activo sin locomoción (ASL)	El individuo mueve en forma constante sus quelas y/o pereópodos, o se desplaza dentro del mismo cuadro. Por 1 minuto o más
Actividad locomotriz (AL)	Individuo caminando o nadando, pasa de un cuadro a otro, solo o en pareja.

La actividad locomotriz (AL) corresponde al porcentaje de tiempo que los individuos permanecen caminando versus el tiempo que permanecen activos sin locomoción (ASL) y el tiempo que permanecen sin actividad (SA). La actividad total de cada individuo corresponde al porcentaje de actividad locomotriz más la actividad sin locomoción más el porcentaje de tiempo que el individuo permanece sin actividad (=60 min).

Todas las estimaciones de locomoción se calcularon mediante la proyección de una grilla en la pantalla del computador. Se calculó el porcentaje de actividad de los grupos mono-específicos y los grupos mixtos determinando el porcentaje de tiempo invertido por cada individuo realizando una de las tres actividades categorizadas anteriormente (i.e. AL, ASL y SA) durante dos horas de observación (mañana y tarde).

3.9.7.5. Interacciones entre individuos.

Para describir las interacciones intra- e inter-específicas, se analizó la actividad realizada por todos los individuos en los grupos de observación. Se cuantificó la frecuencia de ocurrencia de las distintas interacciones que cada individuo realizó durante dos horarios de observación (entre las 5-6 am y las 17-18 pm). Se cuenta con los datos para los meses de agosto, septiembre, octubre y diciembre del 2009 y para marzo y mayo del 2010.

Se distinguieron tres categorías principales entre las interacciones, las que dependen del tipo y la naturaleza del contacto: interacciones de contacto (contactos sin agresión), interacciones agonísticas e interacciones reproductivas (Tabla 5). Los contactos sin agresión se definen como un simple toque entre individuos con sus quelas o pereópodos, ya sea intencional o accidental. Se distinguieron entre contactos breves y contactos prolongados dependiendo de su duración. El comportamiento agonístico está definido como interacciones sociales agresivas. Entre estas interacciones se distinguieron: ataque, pelea y persecución/evasión. Dependiendo del número de ataques y su duración se identificaron entre interacciones de ataque único y repetido. En el caso de la interacción de pelea, ésta se definió como la agresión mutua entre dos individuos. La persecución se caracterizó por el acoso prolongado hacia otro individuo. Las interacciones reproductivas se definieron como las interacciones sociales con fines reproductivos. Entre ellas se han definido interacciones de pre-cópula, cópula y post-cópula, las que difieren en su duración y forma dependiendo de la especie (Tabla 5).

3.9.7.6. Eficacia en búsqueda de alimento.

Se realizaron experimentos para evaluar la eficacia de ambas especies en la búsqueda y encuentro del alimento. La eficacia fue evaluada sin competencia y con competencia (intra- e interespecífica).

Los experimentos fueron realizados en un estanque de 140 cm de largo por 64 cm de ancho y 27 cm de alto con una capacidad de 241 L. En un extremo se instaló un difusor de agua de flujo laminar (Fig. 17). Sobre el estanque se construyó una armazón de madera de dos niveles.

El primer nivel sostenía el sistema de poleas con que se controlaba el cebo y las jaulas de contención de los individuos en aclimatación. También en este nivel se instaló la grilla para realizar las mediciones. Cada experimento fue grabado con una cámara fijada en el segundo nivel de la armazón de madera (Fig. 17). En un extremo del estanque se posicionaron las jaulas que contenían los individuos experimentales y en el extremo opuesto del estanque se instaló el cebo (consistía en una esponja embebida en licuado de camarón nailon) con un contrapeso de plomo. La observación comenzaba una vez que las jaulas de contención eran levantadas liberando a los langostinos. A partir de este momento se cronometró el tiempo que demoraban los individuos en llegar al cebo, con un máximo de experimentación de 15 minutos para la primera y segunda serie y de 30 minutos para la tercera serie.

También se registró el desplazamiento de los individuos utilizando como referencia el área que se cubrió (calculada como el número de cuadrantes recorridos dados por la grilla) hasta encontrar el cebo. Cada vez que concluyó una réplica el estanque fue vaciado y limpiado completamente para luego ser enjuagado con agua dulce. Se realizó una observación in situ además de una revisión posterior de los videos correspondientes a cada réplica.

Se efectuaron 9 tratamientos (Tabla 6), con 6 réplicas para cada uno, excepto en “T1” con 8. Para el segundo experimento se repitieron los tratamientos T2 y T5. Se realizó un tercer experimento con T1 y T4 (utilizando sólo machos) y con T2 y T5, aumentando el tiempo a 30 minutos como límite para llegar al cebo.

Tabla 5. Descripción de las distintas interacciones evaluadas entre individuos de ambas especies, las categorías están basadas en estudios anteriores (Acuña *et al.* 2008) y observaciones preliminares en el laboratorio.

INTERACCIONES DE CONTACTO					
CONTACTO	Descripción				
	Toque entre los individuos con sus quelas o pereópodos, ya sea intencional o accidental sin mostrar una conducta agresiva.	BREVE	Contacto dura menos de 1 minuto.	ÚNICO (CBU)	1 solo contacto
		PROLONGADO (CP)	Contacto dura 1 minuto o más		
REPETIDO (CBR)	2 o más contactos, con intervalos de no más de 1 minuto entre cada uno.				
INTERACCIONES AGONÍSTICAS					
ATAQUE	Descripción				
	El individuo se dirige hacia otro alzando sus quelas extendiéndolas por completo o manteniéndolas inclinadas. El individuo dirige un golpe otro moviendo una de sus quelas hacía el costado. El individuo abre y cierra su propodo y dáctilo siendo repetidamente a su contraparte.	ÚNICO (AU)	1 solo ataque con intervalo de más de 1 minuto hasta el próximo ataque		
		REPETIDO (AR)	2 o más ataques, con intervalos de menos de 1 minuto entre cada uno		
PELEA (F)	Cuando ambos individuos muestren una conducta de ataque entre sí o cuando ocurra un forcejeo de los individuos con sus quelas.				
PERSECUCION EVASIÓN (PER)	Un individuo se dirige en forma prolongada e insistente hacia otro, mientras que este se aleja o lo evade; durante esta conducta se podrán producir contactos breves repetidos los cuales no se cuantificaran por ser producto de otro tipo de interacción.				
CONDUCTAS DE APAREAMIENTO					
PRE-CÓPULA (PRC) (<i>C. johni</i>)	Descripción				
	Un macho toma a la hembra de una o ambas quelas con su propia quela, y luego el macho, sin soltar a la hembra se monta sobre ella quedando la parte dorsal del cefalotórax de la hembra en contacto con los esternitos del macho				
PRE-CÓPULA (<i>P. monodon</i>)	La pre-cópula es menos marcada que en <i>C. johni</i> , distinguiéndose solamente el momento en que el macho toma a la hembra ya sea de una quela o de ambas, luego de este evento el macho posiciona inmediatamente a la hembra para la cópula				
CÓPULA (COP)	Luego de pre-cópula el macho gira a la hembra posicionándola frente a él, esternito contra esternito (frente a frente) en ocasiones puede quedar el macho sobre la hembra o viceversa, esta posición se mantiene por algunos segundos y el macho abre el abdomen de la hembra con su propio abdomen y realiza movimientos contráctiles.				
POST-CÓPULA (POS) (<i>C. johni</i>)	Después de la cópula el macho coloca nuevamente a la hembra bajo de él, volviendo a la posición adoptada en la pre-cópula.				
POST-CÓPULA (<i>P. monodon</i>)	Al finalizar la cópula, vuelve a la posición de pre-copula manteniendo a la hembra sostenida de sus quelas por unos segundos más, lo que será considerado en este caso como post-cópula.				

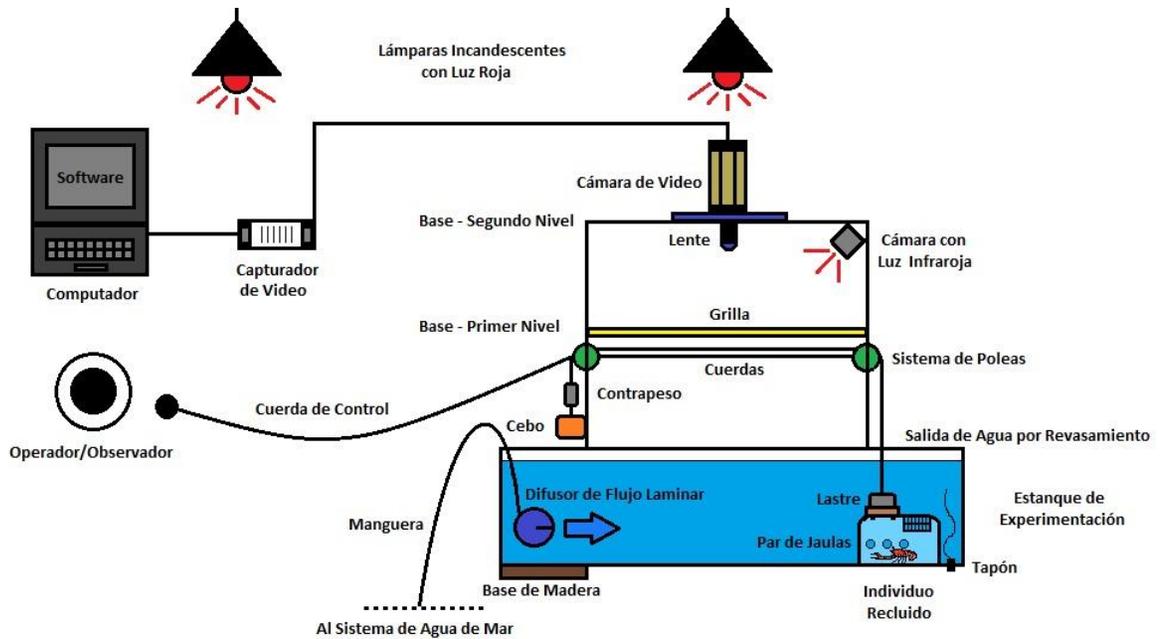


Fig. 17. Sistema experimental. Se representa esquemáticamente el montaje del experimento y la distribución de cada uno de sus componentes.

Tabla 6. Tratamientos realizados, el azul agrupa los tratamientos sin competencia, el verde a los individuos en competencia intraespecífica y el naranja a los individuos en competencia interespecífica.

Tratamientos	Condiciones
T1	Machos y hembras <i>P. monodon</i> solitarios
T2	Machos <i>P. monodon</i> en competencia
T3	Macho y hembra <i>P. monodon</i> en competencia
T4	Machos y hembras <i>C. johni</i> solitarios
T5	Machos <i>C. johni</i> en competencia
T6	Macho y hembra <i>C. johni</i> en competencia
T7	Machos <i>C. johni</i> y <i>P. monodon</i> en competencia
T8	Macho <i>P. monodon</i> y hembra <i>C. johni</i> en competencia
T9	Macho <i>C. johni</i> y hembra <i>P. monodon</i> en competencia

4. RESULTADOS

4.1. Objetivo específico 1.

Determinar la variación espacio – temporal mensual de la disponibilidad a la pesquería de langostino amarillo y langostino colorado en caladeros de la Unidad de Pesquería III y IV Región.

El análisis de la distribución espacio-temporal de la disponibilidad de langostino amarillo y langostino colorado a la pesquería se realizó entre los meses de julio y diciembre de 2009 y marzo a julio de 2010, para lo cual se contó con 785 lances de pesca realizados en el foco histórico de langostino amarillo/colorado en la IV Región. Los lances de pesca realizados en agosto de 2010 no fueron considerados en el estudio dado su bajo número (lances totales) y exigua presencia del recurso objetivo (lances positivos) (Tabla 7, Fig. 18).

Tabla 7. Número de lances de pesca totales y positivos para langostino amarillo (*Cervimunida johni*) usados para el análisis de la distribución espacio-temporal de la disponibilidad del recurso en julio-diciembre de 2009 y marzo-agosto de 2010.

Año	Mes	Lances de pesca		
		Totales	Positiv.	%
2009	Jul.	84	67	79,8
	Ago.	97	51	52,6
	Sep.	15	6	40,0
	Oct.	40	15	37,5
	Nov.	85	31	36,5
	Dic.	58	17	29,3
2010	Mar.	44	15	34,1
	Abr.	85	41	48,2
	May.	107	52	48,6
	Jun.	101	72	71,3
	Jul.	69	38	55,1
	Ago.	11	3	27,3
Total		796	408	51,3

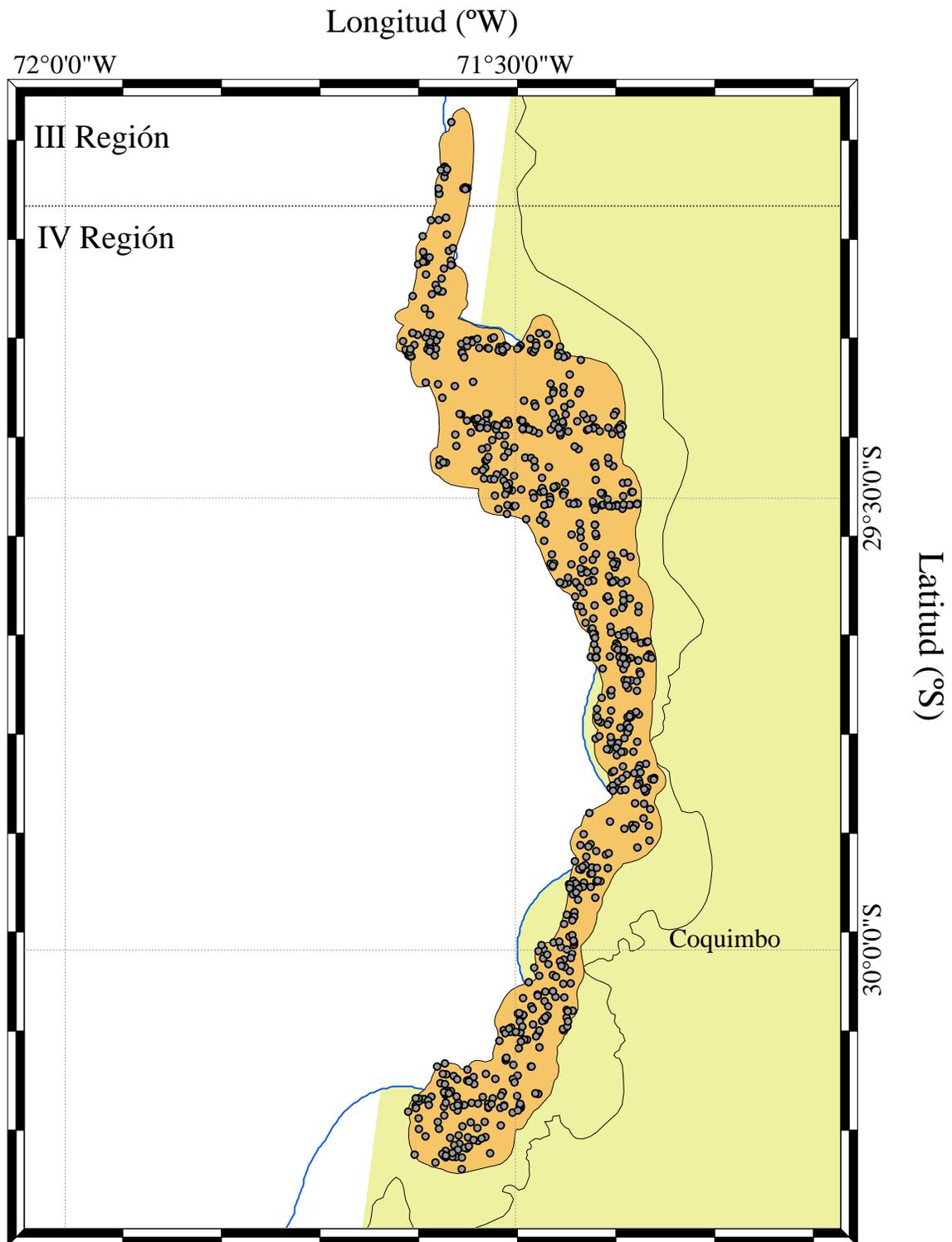


Fig. 18. Disposición de los lances de pesca usados para el análisis de la distribución espacio-temporal de la disponibilidad de langostino amarillo (*C. johni*) y langostino colorado (*P. monodon*) en julio-diciembre de 2009 y marzo-julio de 2010. En color naranja se destaca el foco histórico de langostino amarillo/colorado en la IV Región.

En el Anexo I se muestra la disposición espacial de los lances de pesca mensuales usados para caracterizar la distribución espacial de la densidad poblacional de langostino amarillo frente a la IV Región.

4.1.1. Distribución espacial del rendimiento de pesca (cpua)

4.1.1.1. Batimetría del área

Para complementar el análisis de la distribución espacial del rendimiento de pesca se construyó la batimetría del área de estudio, esto es, dentro del foco histórico. Lo anterior, debido a que la resolución de las cartas batimétricas del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA) parte desde la isobata de 300 m, hasta 600m (Fig. 19). En consecuencia, gran parte del foco histórico no podía ser caracterizado batimétricamente.

La batimetría del foco histórico se construyó mediante un análisis geoestadístico de los partir de los registros de profundidad de los lances de pesca ejecutados en el marco de este estudio. Al respecto, se utilizaron 757 lances de pesca realizados dentro del foco histórico que contaban con registro de profundidad.

A la distribución espacial de la profundidad, se ajustó un modelo de variograma empírico de tipo gaussiano, dado que este mostró la mejor bondad de ajuste (Fig. 20). El variograma experimental ajustado tiene un rango de 4,5 km, y una bajísima proporción de varianza no explicada por el modelo (VNE) equivalente a 1,47%. La batimetría resultante se muestra en la Fig. 21.

4.1.1.2. Langostino amarillo

El análisis de variogramas direccionales de la distribución espacial de la densidad poblacional de langostino amarillo frente a la IV Región en el 2009, mostró la existencia de efecto

anisotrópico en los meses de agosto y noviembre de 2009, en ambos casos en la dirección NE-SW. No se observó anisotropía en los meses de julio, octubre y diciembre de 2009.

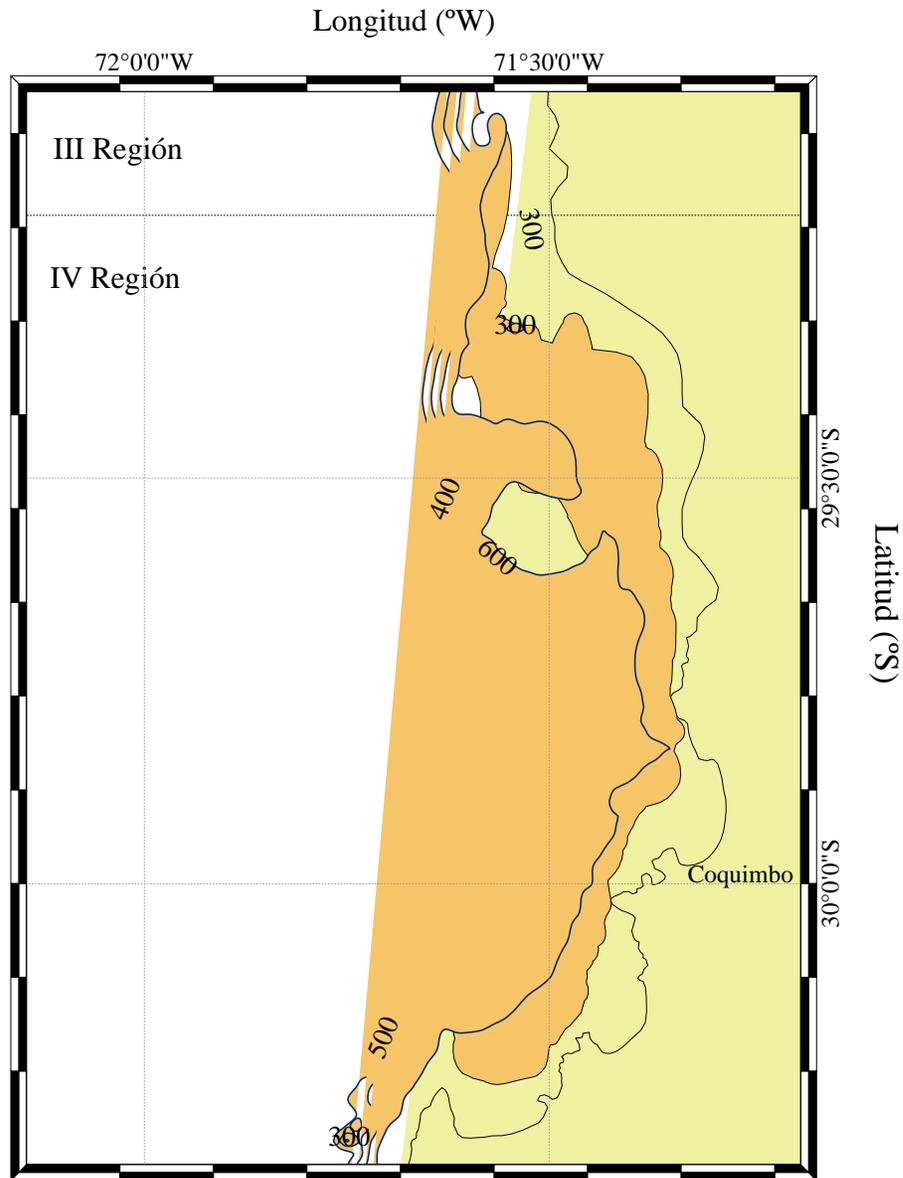


Fig. 19. Batimetría SHOA (líneas azules) frente a la III y IV Región asociada al foco histórico.

En el caso de septiembre de 2009, el bajo número de lances de pesca obtenidos, y más aún el extremadamente bajo número de lances de pesca positivos para langostino amarillo, no permitió el análisis geostadístico (variogramas) de los datos disponibles (Tabla 8).

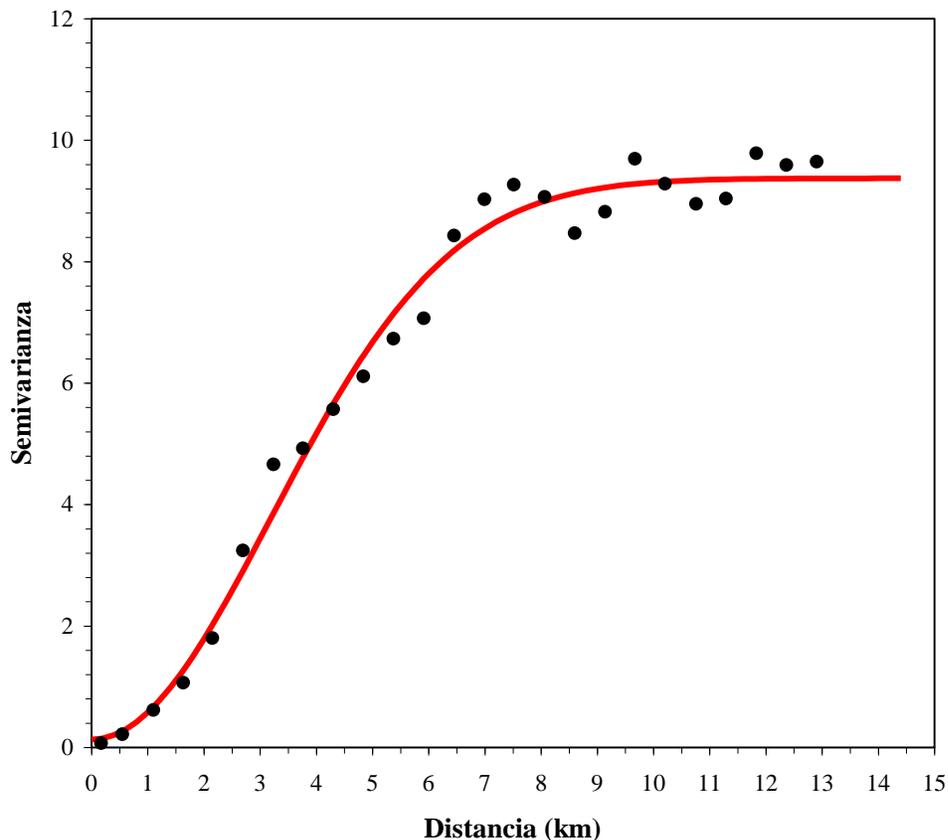


Fig. 20. Variograma experimental (puntos) y variograma teórico (línea continua) de la profundidad en el foco histórico de la III y IV Regiones.

El modelo de variograma teórico que mostró la mejor bondad de ajuste mediante el procedimiento de mínimos cuadrados ponderados (Cressie, 1993) fue el modelo esférico en el caso de julio y agosto de 2009, y el modelo gaussiano en el caso de octubre, noviembre y diciembre de 2009 (Tabla 8, Fig. 22).

En el 2010, se detectó efecto anisotrópico en los meses de marzo y julio, en el primer caso en la dirección NW-SE y en la dirección NE-SW en el segundo. No se observó anisotropía en los meses de abril, mayo y junio de 2010. El modelo de variograma teórico que mostró la mejor bondad de ajuste mediante el procedimiento de mínimos cuadrados ponderados (Cressie, 1993) fue el modelo esférico en el caso de marzo y junio de 2009, el modelo gaussiano en abril y mayo, y el modelo exponencial en julio de 2010 (Tabla 8, Fig. 22).

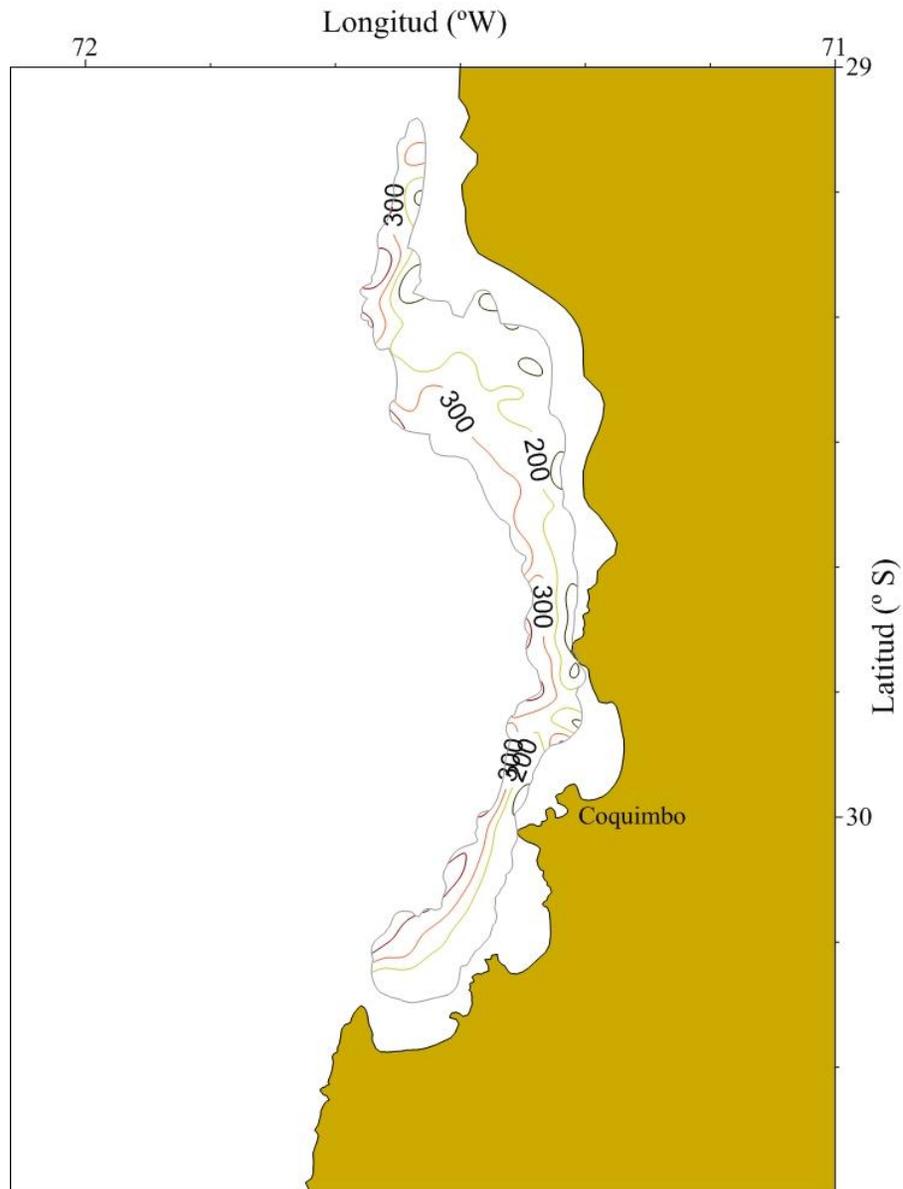


Fig. 21. Batimetría del foco histórico construida a partir de los registros de profundidad en los lances de pesca analizados. Se destacan las isóbatas de 200 y 300 m.

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 del polígono de estimación (foco histórico) definido previamente, fueron considerados en el mapeo de la densidad poblacional del recurso frente a la IV Región.

Tabla 8. Parámetros del variograma teórico ajustado a la densidad poblacional de langostino amarillo (*C. johni*). SCR: suma de cuadrados de los residuos, VNE: Varianza no explicada.

Año	Mes	Modelo	Rango (km)	Sill	Nugget	VNE (%)
2009	Jul.	Esférico	9,574	293,238	52,398	15,160
	Ago.	Esférico	20,578	43,186	0,285	0,657
	Sep.	---	---	---	---	---
	Oct.	Gaussiano	17,484	8,164	1,484	15,384
	Nov.	Gaussiano	14,070	103,899	2,459	2,312
	Dic.	Gaussiano	10,929	242,313	149,313	38,069
2010	Mar.	Esférico	16,881	15,306	6,615	30,177
	Abr.	Gaussiano	13,201	25,082	8,701	25,757
	May.	Gaussiano	9,929	23,819	12,373	34,187
	Jun.	Esférico	19,782	76,051	30,318	28,503
	Jul.	Exponencial	4,255	38,212	3,407	8,185

Al respecto, en julio de 2009, la densidad poblacional de langostino amarillo frente a la IV región se concentró en siete núcleos (densidades mayores a 20 tons/km²), siendo el de mayor envergadura el localizado en 29°24'43" S – 71°29'46" W, seguido por el núcleo de abundancia centrado en 29°33'15" S – 71°23'20" W (Fig. 20).

En agosto de 2009, se observó 5 núcleos de abundancia de langostino amarillo en el foco histórico frente la IV Región (Fig. 24). En este caso, el núcleo de mayor tamaño localizado en 29°27'01" S – 71°29'37" W se corresponde con el foco de mayor envergadura detectado en el mes anterior, no obstante es de menor tamaño. El segundo núcleo de abundancia de tamaño significativo en agosto de 2009 se localizó en 29°12'14" S – 71°31'58" W, aproximadamente en la misma posición que el primer núcleo de abundancia (en sentido latitudinal) encontrado en julio (Fig. 25).

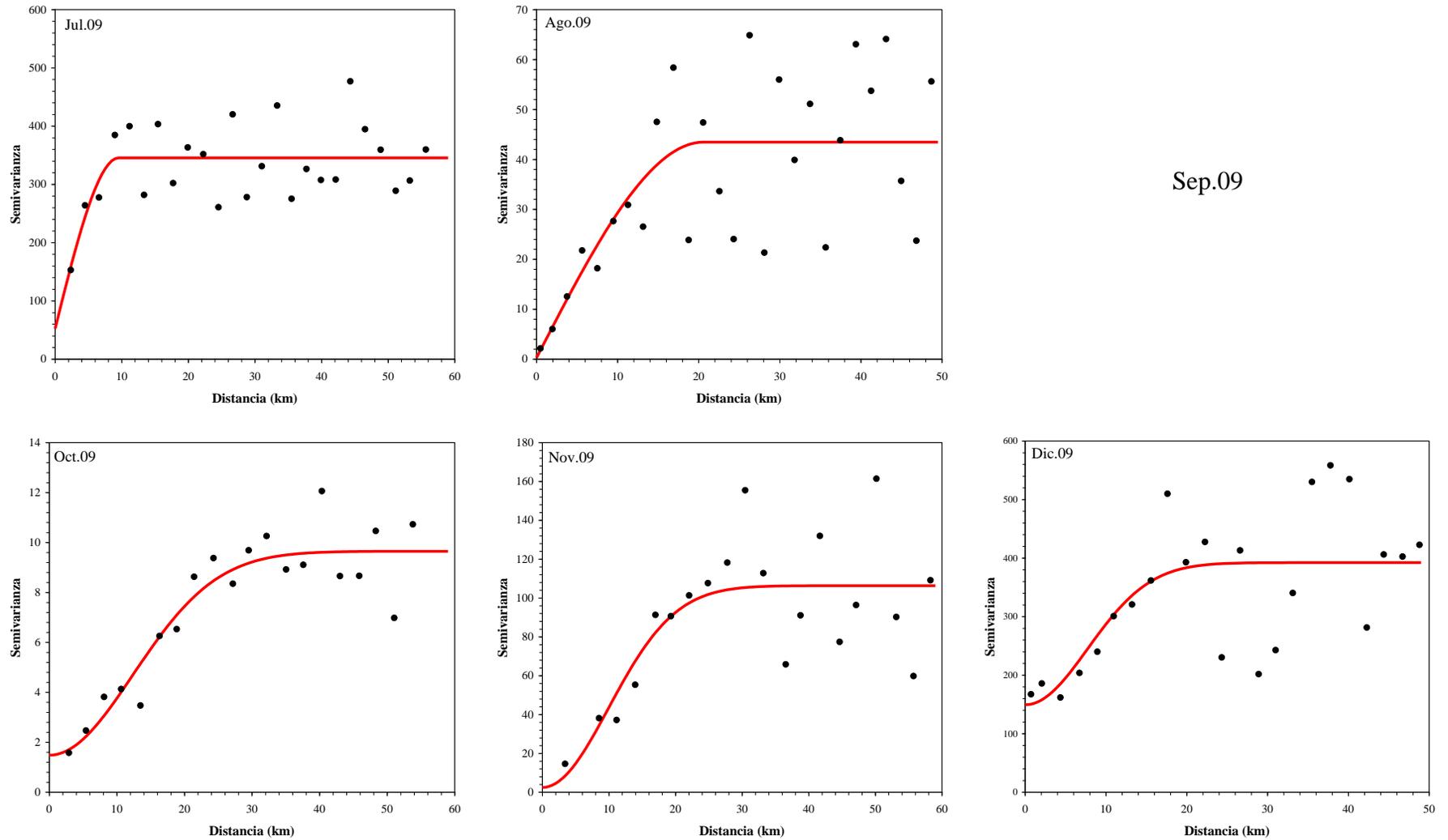


Fig. 22. Variograma experimental (puntos) y variograma teórico (línea continua) de langostino amarillo (*C. johni*) entre julio y diciembre de 2009.

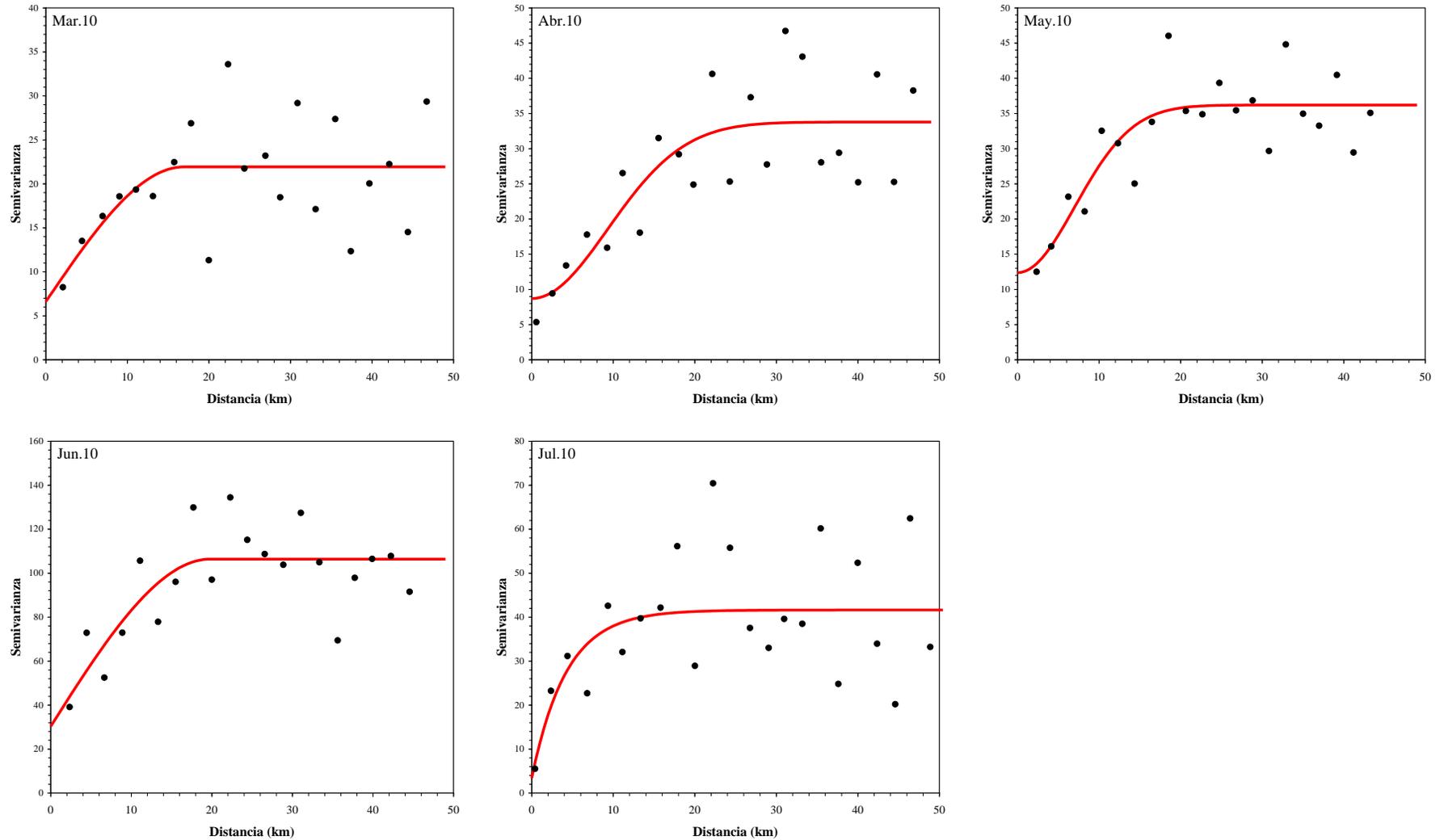


Fig. 23. Variograma experimental (puntos) y variograma teórico (línea continua) de langostino amarillo (*C. johni*) entre marzo y julio de 2010.

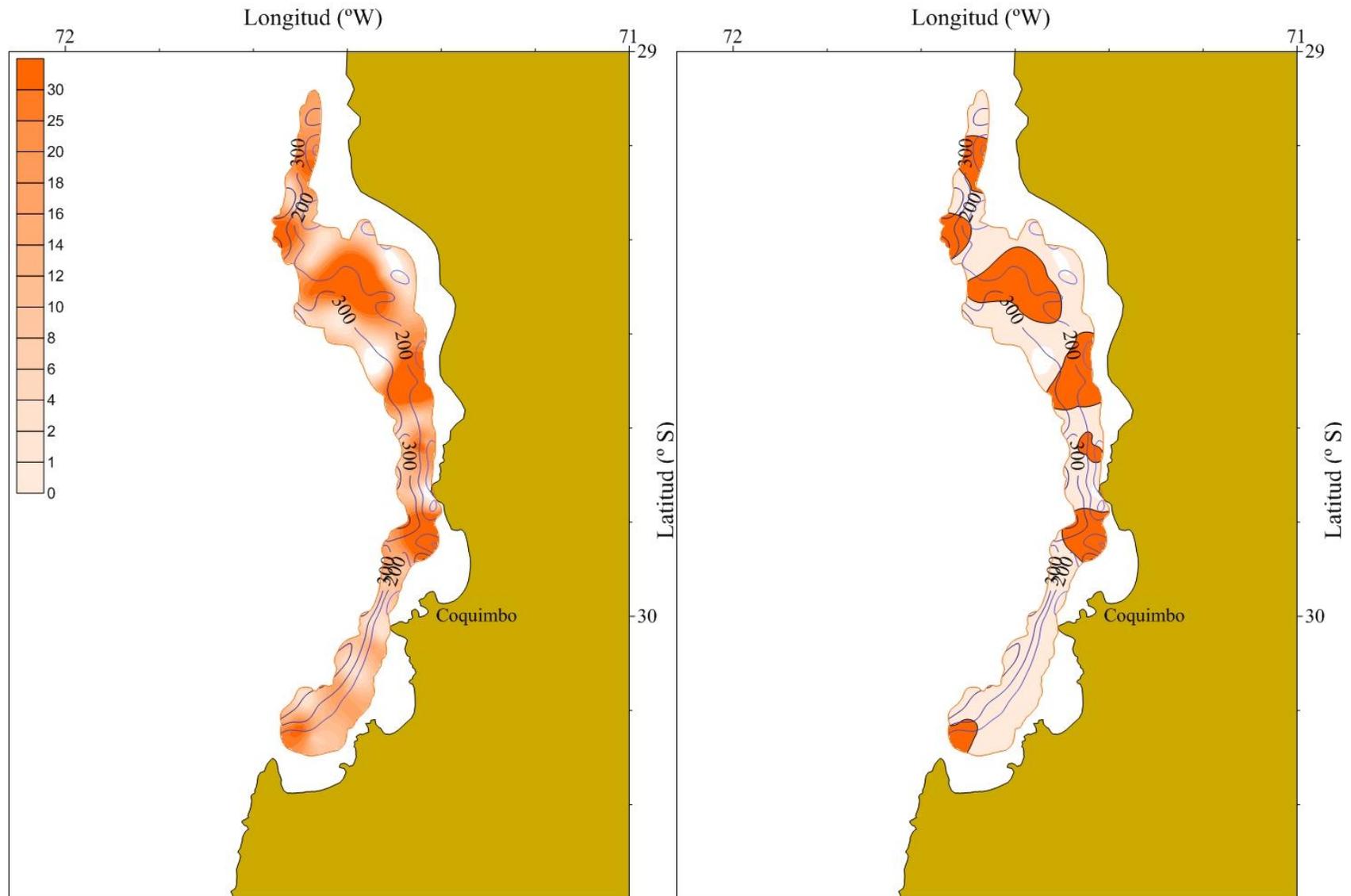


Fig. 24. Distribución espacial de la densidad poblacional (ton/km^2) de langostino amarillo (*C. johni*) frente a la IV Región en julio de 2009 (izquierda) y núcleos de abundancia ($\text{cpua} > 20 \text{ tons}/\text{km}^2$) (derecha).

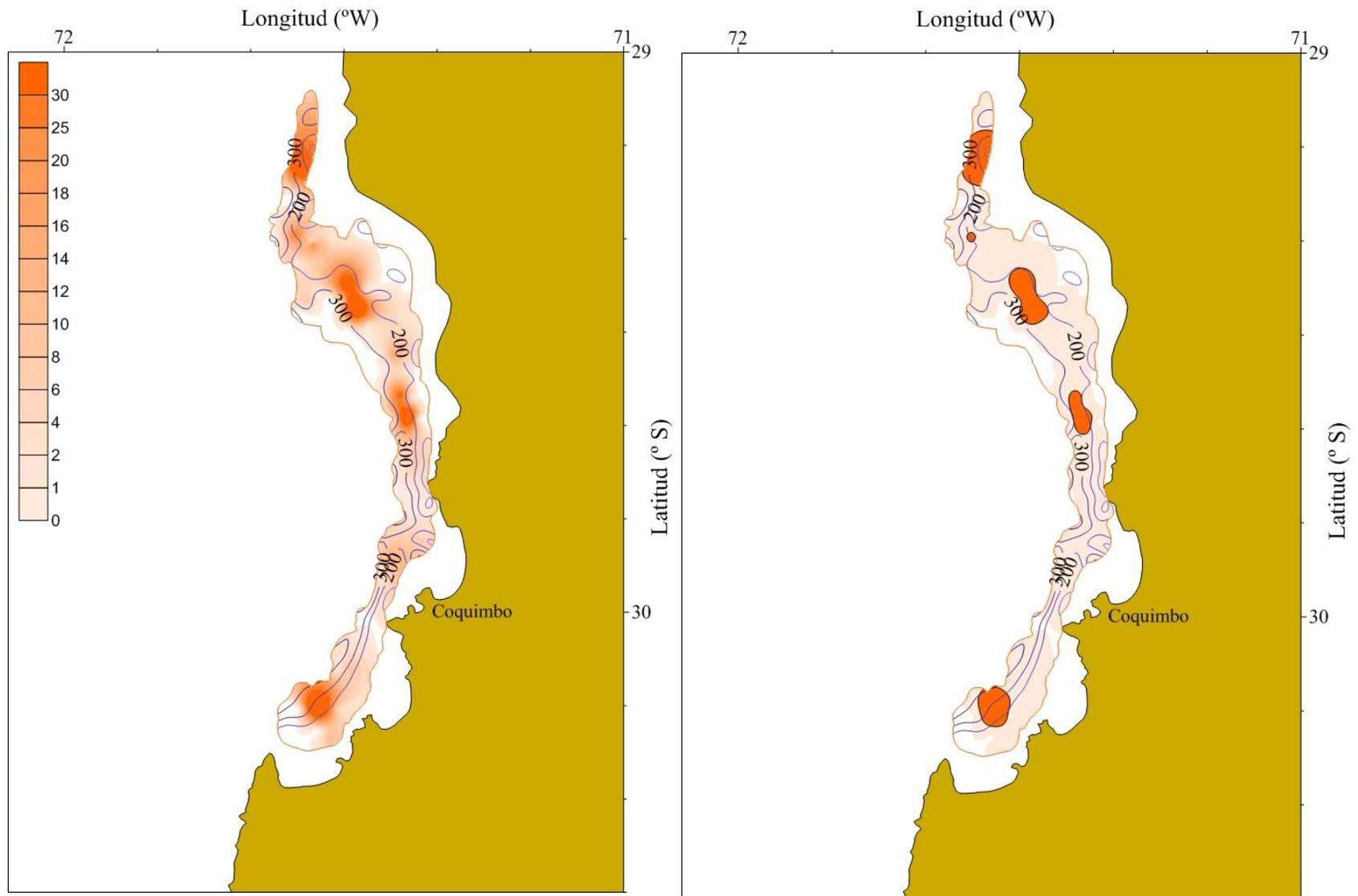


Fig. 25. Distribución espacial de la densidad poblacional (ton/km²) de langostino amarillo (*C. johni*) frente a la IV Región en agosto de 2009 (izquierda) y núcleos de abundancia (cpua > 20 tons/km²) (derecha).

En septiembre de 2009, el bajo número de lances de pesca obtenidos, su distribución espacial altamente contagiosa y el extremadamente bajo número de lances de pesca positivos para langostino amarillo, imposibilitó analizar la distribución espacial de la densidad poblacional de la especie objetivo (Fig. 26).

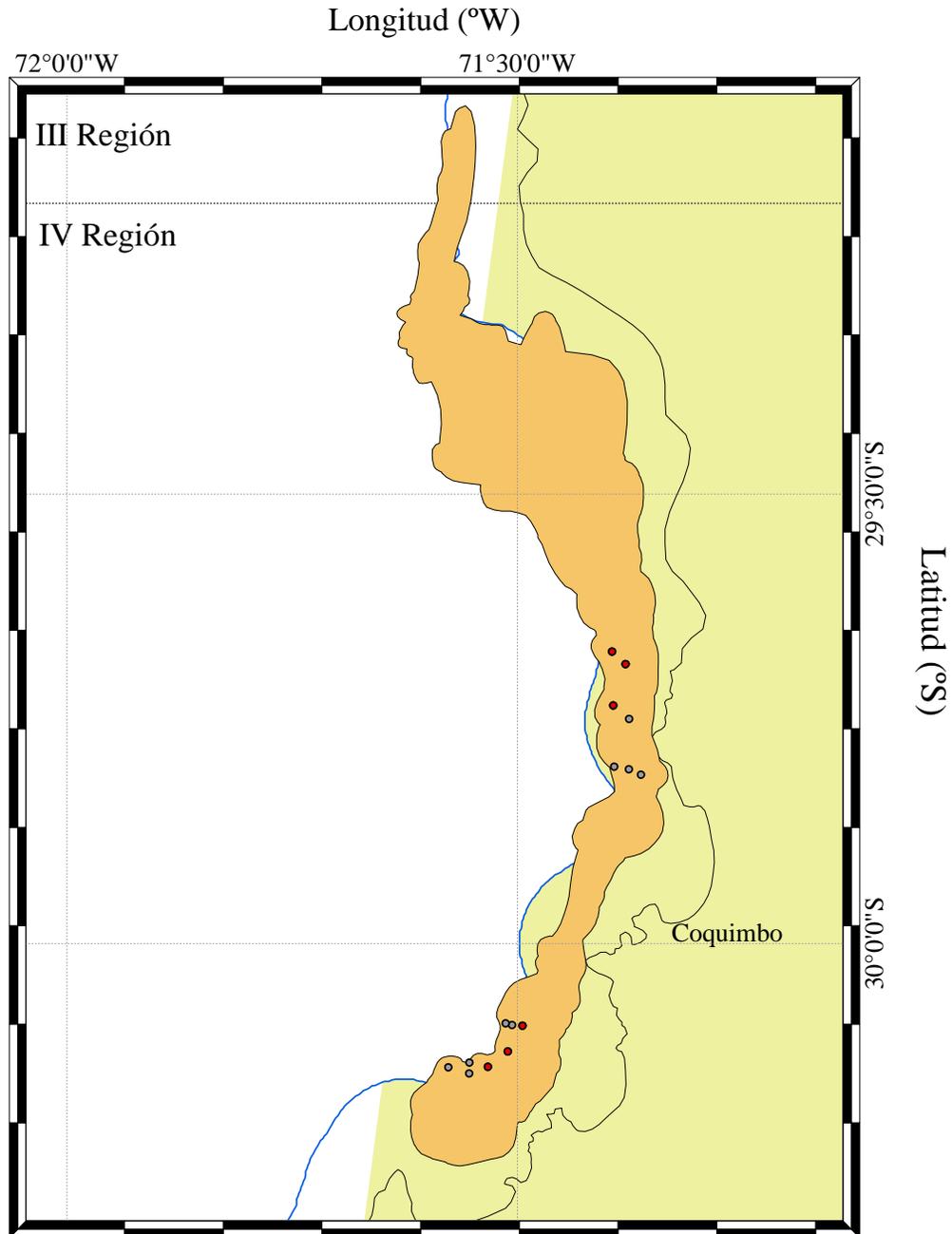


Fig. 26. Disposición de los lances de pesca positivos (puntos rojos) para langostino amarillo (*C. johni*) en septiembre de 2009. Los puntos grises representan lances de pesca con captura cero para la especie objetivo.

En octubre, no obstante el número significativamente menor de observaciones (lances de pesca) respecto de julio y agosto (Tabla 8), el análisis de la distribución espacial de la densidad de langostino amarillo permitió identificar zonas de baja abundancia del recurso, y la conformación de un único núcleo de alta densidad en el sector oceánico del foco histórico en la latitud 29°26'10"S (Fig. 27).

En noviembre, el número total de observaciones fue relativamente superior respecto de octubre, sin embargo el número de lances de pesca positivos para langostino amarillo fue significativamente mayor (Tabla 8), con lo que se consiguió una mejor definición de la distribución espacial de la abundancia de la especie. Al respecto, se identificó tres núcleos de abundancia, el primero en el extremo norte del foco histórico, el segundo centrado en 29°15'24"S – 71°36'15"W, y el tercero en 29°26'02"S – 71°31'29"W (Fig. 28), este último en una posición aproximadamente similar al núcleo de abundancia observado en octubre.

En diciembre de 2009, la distribución espacial de la densidad de langostino amarillo mostró la presencia de un único núcleo de alta abundancia ($> 20 \text{ ton/km}^2$) en el sector oceánico del foco histórico con centro en la latitud 29°26'44"S – 71°33'19"W, casi en la misma posición del núcleo de abundancia observado en noviembre, aunque de mayor envergadura (Fig. 29).

En marzo de 2010, la distribución espacial de la densidad de langostino amarillo mostró la presencia de un único núcleo de abundancia, aunque a diferencia de los meses anteriores, la densidad máxima del núcleo no superó las 20 ton/km^2 . El foco de mediana abundancia ($10\text{-}20 \text{ ton/km}^2$), se localizó en el sector oceánico del foco histórico con centro en la latitud 29°25'05"S y longitud 71°31'40"W, casi en la misma posición del núcleo de abundancia observado en noviembre y diciembre, aunque de menor tamaño y abundancia. Adicionalmente, también se detectó un pequeño núcleo de mediana abundancia en el sector norte del foco histórico, en 29°08'11" – 71°34'38" (Fig. 30).

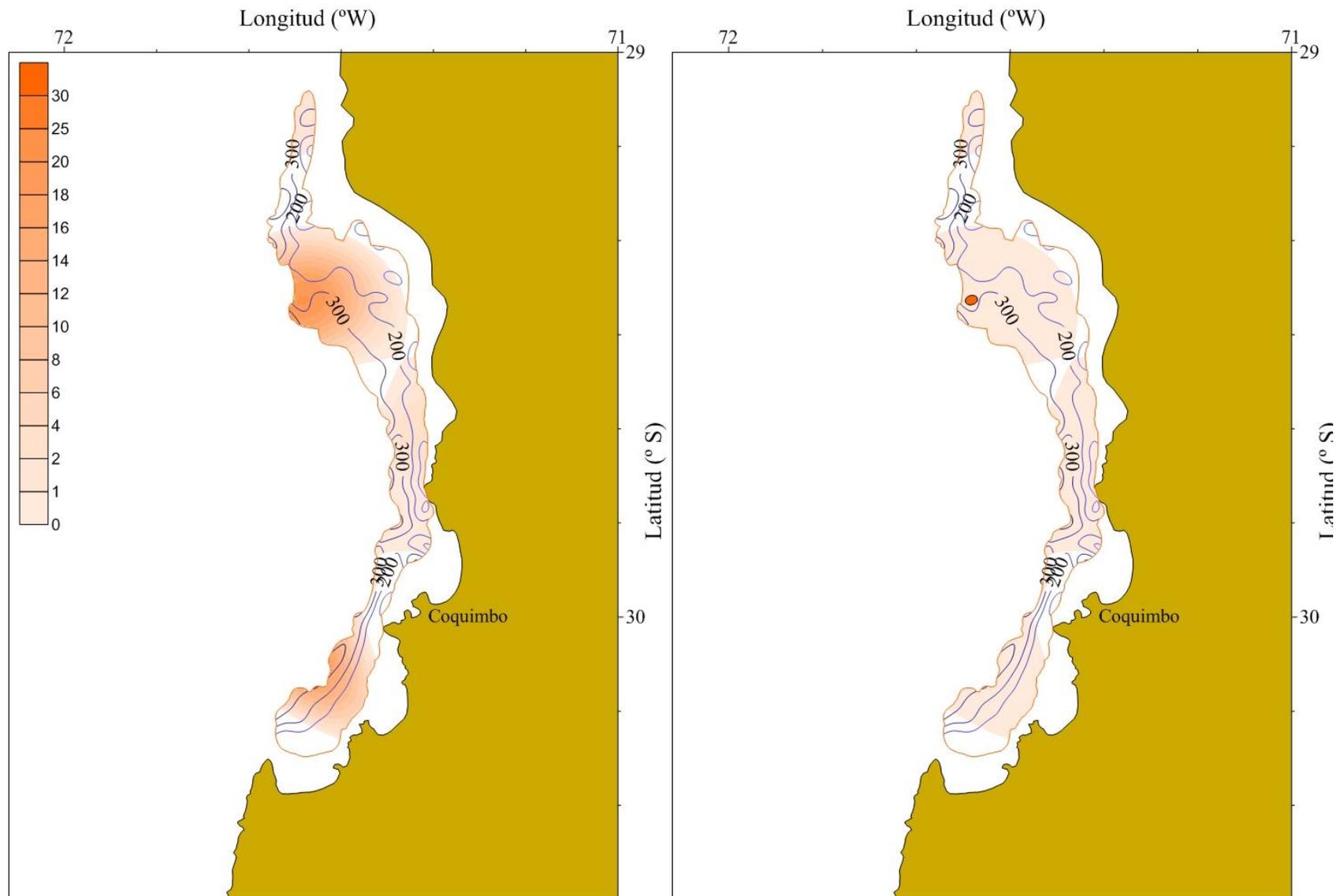


Fig. 27. Distribución espacial de la densidad poblacional (ton/km^2) de langostino amarillo (*C. johni*) frente a la IV Región en octubre de 2009 (izquierda) y núcleos de abundancia ($\text{cpua} > 20 \text{ tons}/\text{km}^2$) (derecha).

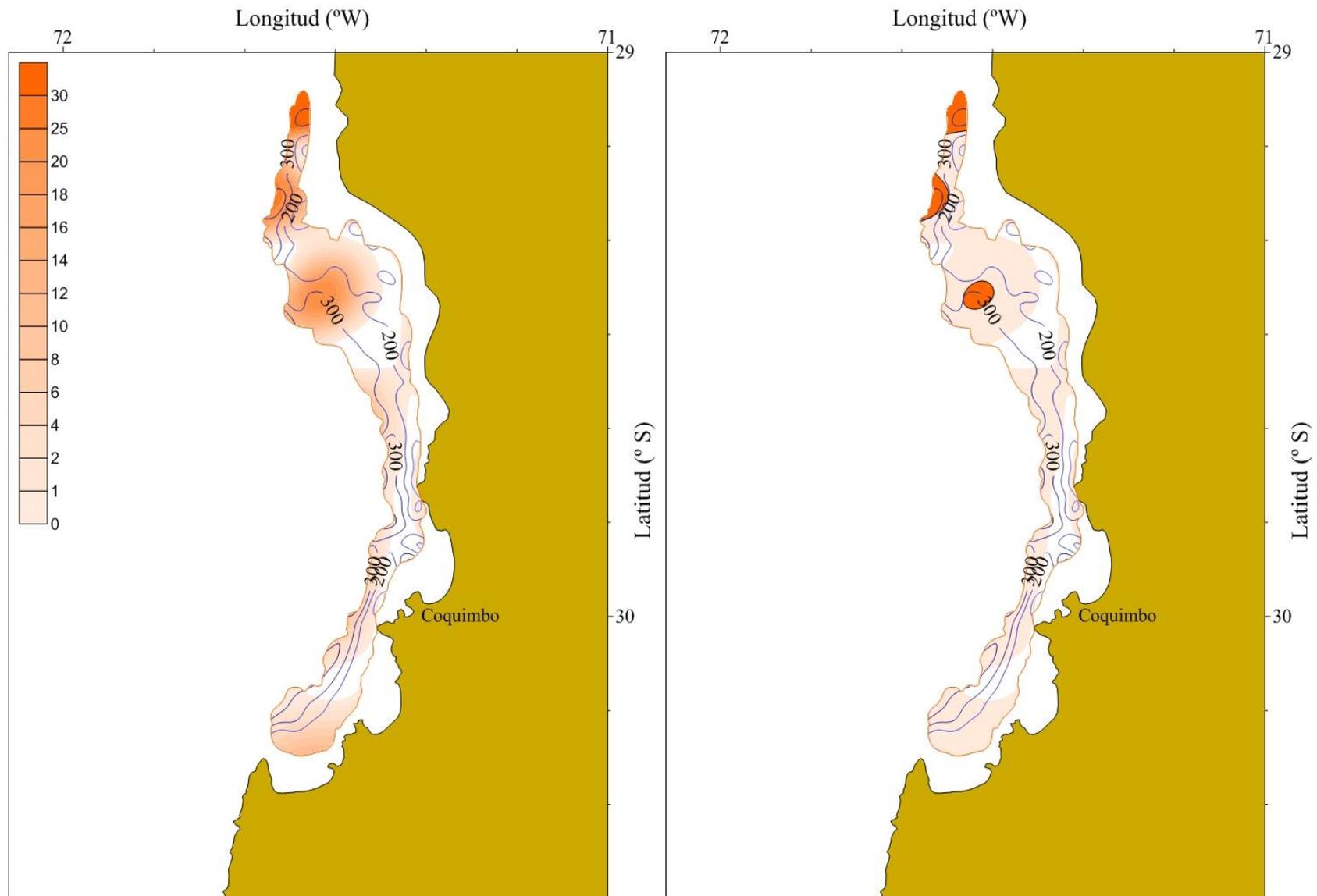


Fig. 28. Distribución espacial de la densidad poblacional (ton/km^2) de langostino amarillo (*C. johni*) frente a la IV Región en noviembre de 2009 (izquierda) y núcleos de abundancia ($\text{cpua} > 20 \text{ tons}/\text{km}^2$) (derecha).

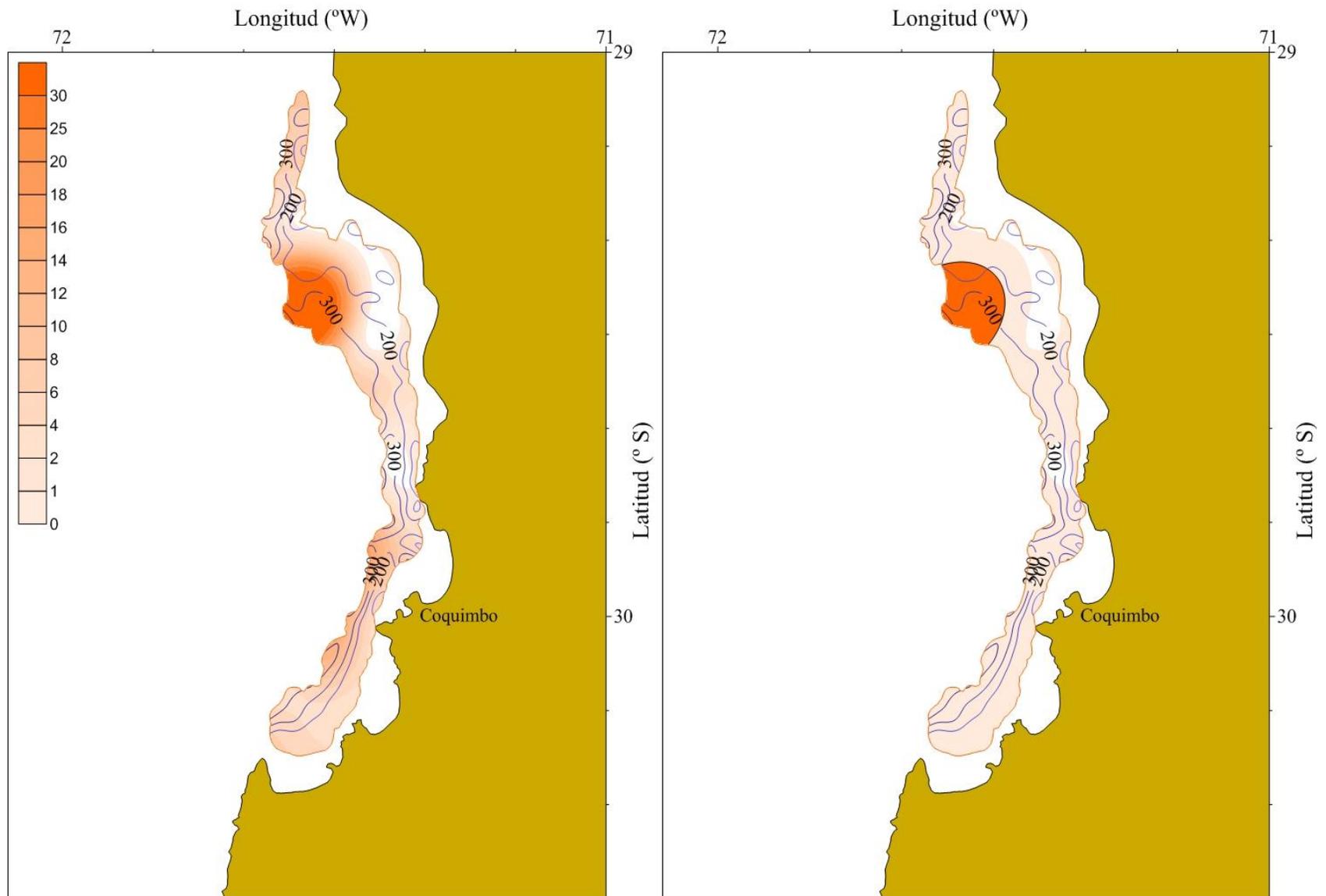


Fig. 29. Distribución espacial de la densidad poblacional (ton/km²) de langostino amarillo (*C. johni*) frente a la IV Región en diciembre de 2009 (izquierda) y núcleos de abundancia (cpua > 20 tons/km²) (derecha).

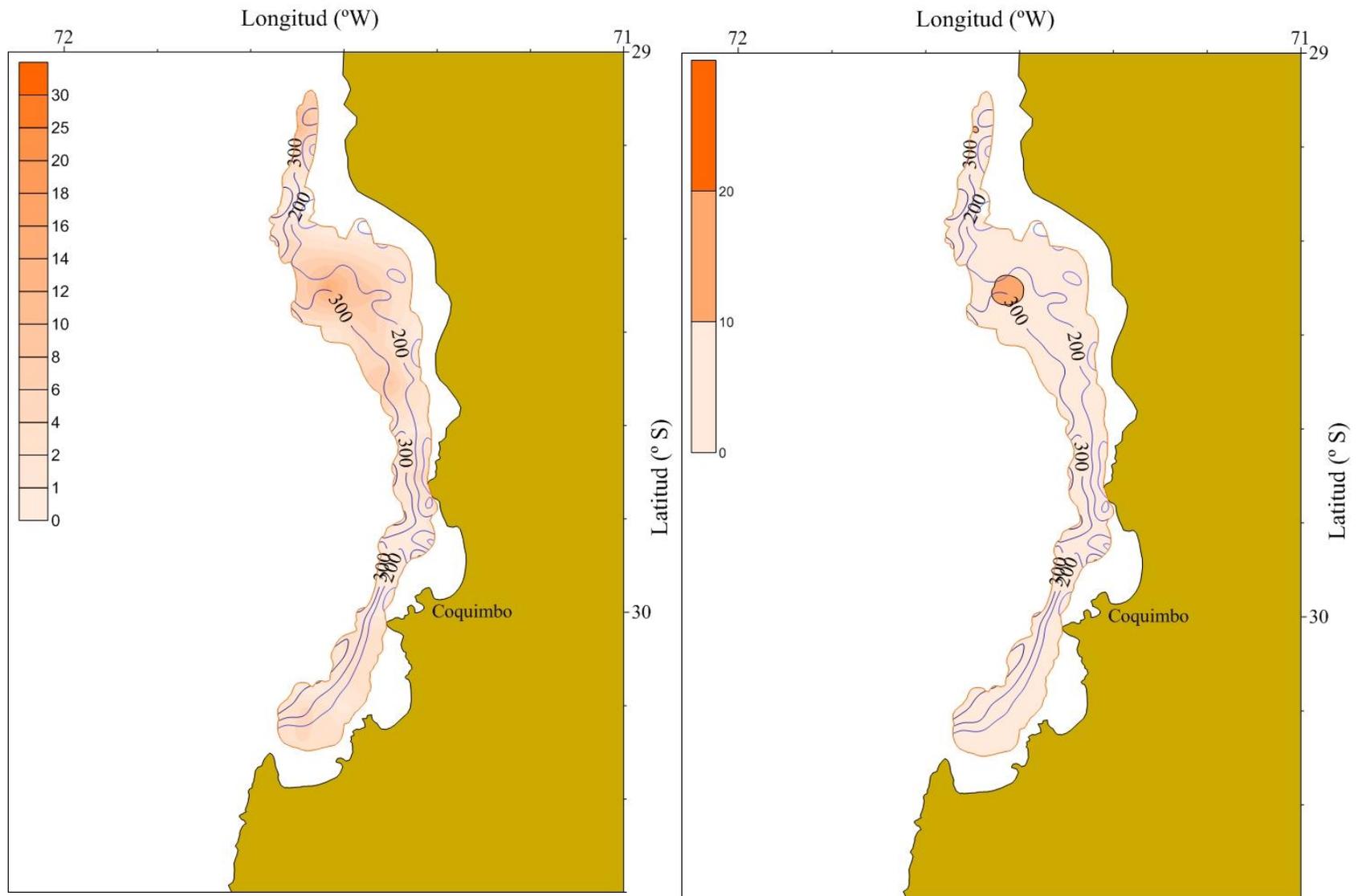


Fig. 30. Distribución espacial de la densidad poblacional (ton/km^2) de langostino amarillo (*C. johni*) frente a la IV Región en marzo de 2010 (izquierda) y núcleos de mediana abundancia ($\text{cpua} > 10 \text{ tons}/\text{km}^2$) (derecha).

En abril, de manera similar lo ocurrido en marzo, la distribución espacial de la densidad de langostino amarillo no mostró la presencia de focos de alta abundancia, sino solo la presencia de tres núcleos de mediana abundancia, el primero en el extremo norte del foco histórico ($29^{\circ}05'35''\text{S} - 71^{\circ}34'07''\text{W}$), el segundo en el margen oceánico del foco centrado en la latitud $29^{\circ}40'14''\text{S}$, y el tercero, de mayor tamaño que los anteriores, localizado en $29^{\circ}55'02''\text{S} - 71^{\circ}24'53''\text{W}$ (Fig. 31).

En mayo de 2010, núcleos de abundancia ($\text{cpua} > 20 \text{ ton/km}^2$) de langostino amarillo dentro del foco histórico de la IV Región se localizaron en $29^{\circ}14'27''\text{S} - 71^{\circ}35'20''\text{W}$ y $29^{\circ}31'00''\text{S} - 71^{\circ}29'45''\text{W}$, siendo el primero de mayor tamaño (Fig. 32). En junio, se identificaron tres núcleos de abundancia, el más pequeño centrado en $29^{\circ}18'59''\text{S} - 71^{\circ}35'52''\text{W}$. Un segundo núcleo de abundancia, el de mayor tamaño se localizó entre $29^{\circ}21'15''\text{S}$ y $29^{\circ}31'52''\text{S}$. Finalmente, en junio de 2010, el tercer núcleo de abundancia (en sentido latitudinal) se encontró en $29^{\circ}52'25''\text{S} - 71^{\circ}23'08''\text{S}$ (Fig. 33). Adicionalmente, cabe hacer notar que el segundo foco de abundancia detectado en junio de 2010, se corresponde espacialmente con el tercer foco (en sentido latitudinal) identificado en julio de 2009.

En julio de 2010, a diferencia de lo observado en el año 2009, no se detectaron grandes núcleos de abundancia, sino por el contrario, sólo se identificaron tres, versus siete encontrados en el año 2009 (Fig. 24). Los núcleos de abundancia encontrados se localizaron respectivamente en $29^{\circ}08'22''\text{S} - 71^{\circ}34'38''\text{W}$, $29^{\circ}35'52''\text{S} - 71^{\circ}23'18''\text{W}$, y $29^{\circ}40'34''\text{S} - 71^{\circ}22'26''\text{W}$ (Fig. 35).

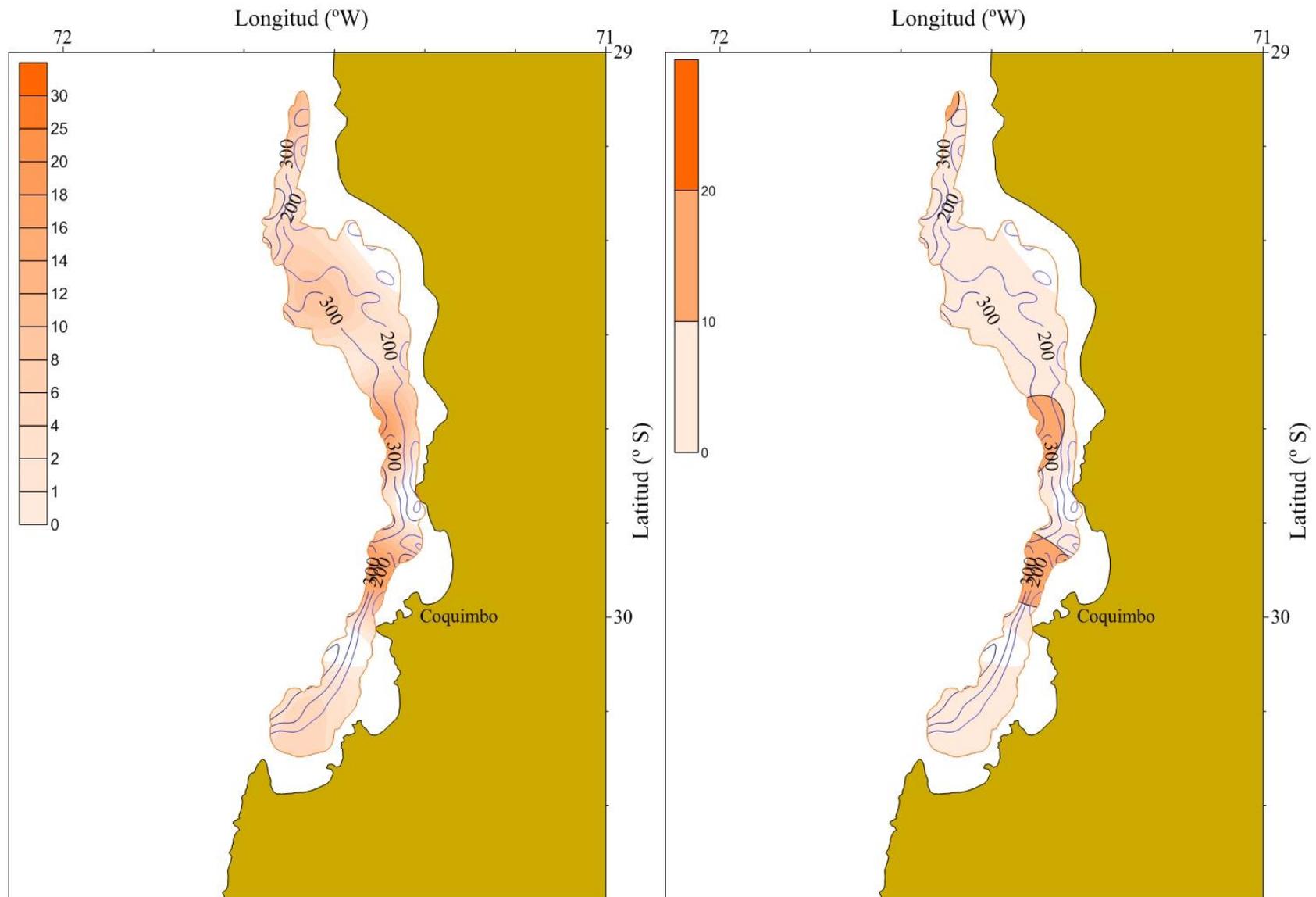


Fig. 31. Distribución espacial de la densidad poblacional (ton/km^2) de langostino amarillo (*C. johni*) frente a la IV Región en abril de 2010 (izquierda) y núcleos de mediana abundancia ($\text{cpua} > 10 \text{ tons}/\text{km}^2$) (derecha).

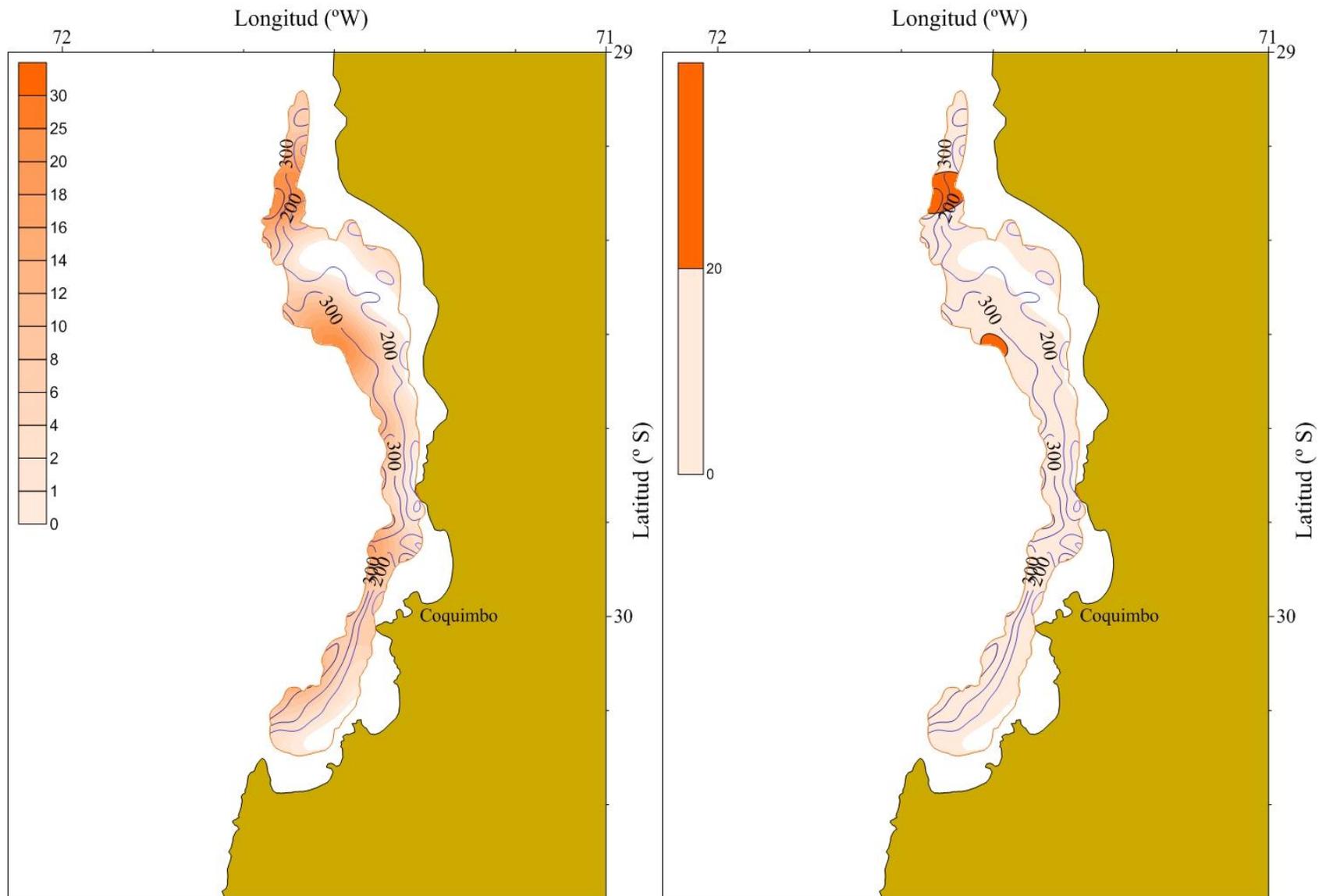


Fig. 32. Distribución espacial de la densidad poblacional (ton/km²) de langostino amarillo (*C. johni*) frente a la IV Región en mayo de 2010 (izquierda) y núcleos de abundancia (cpua > 20 tons/km²) (derecha).

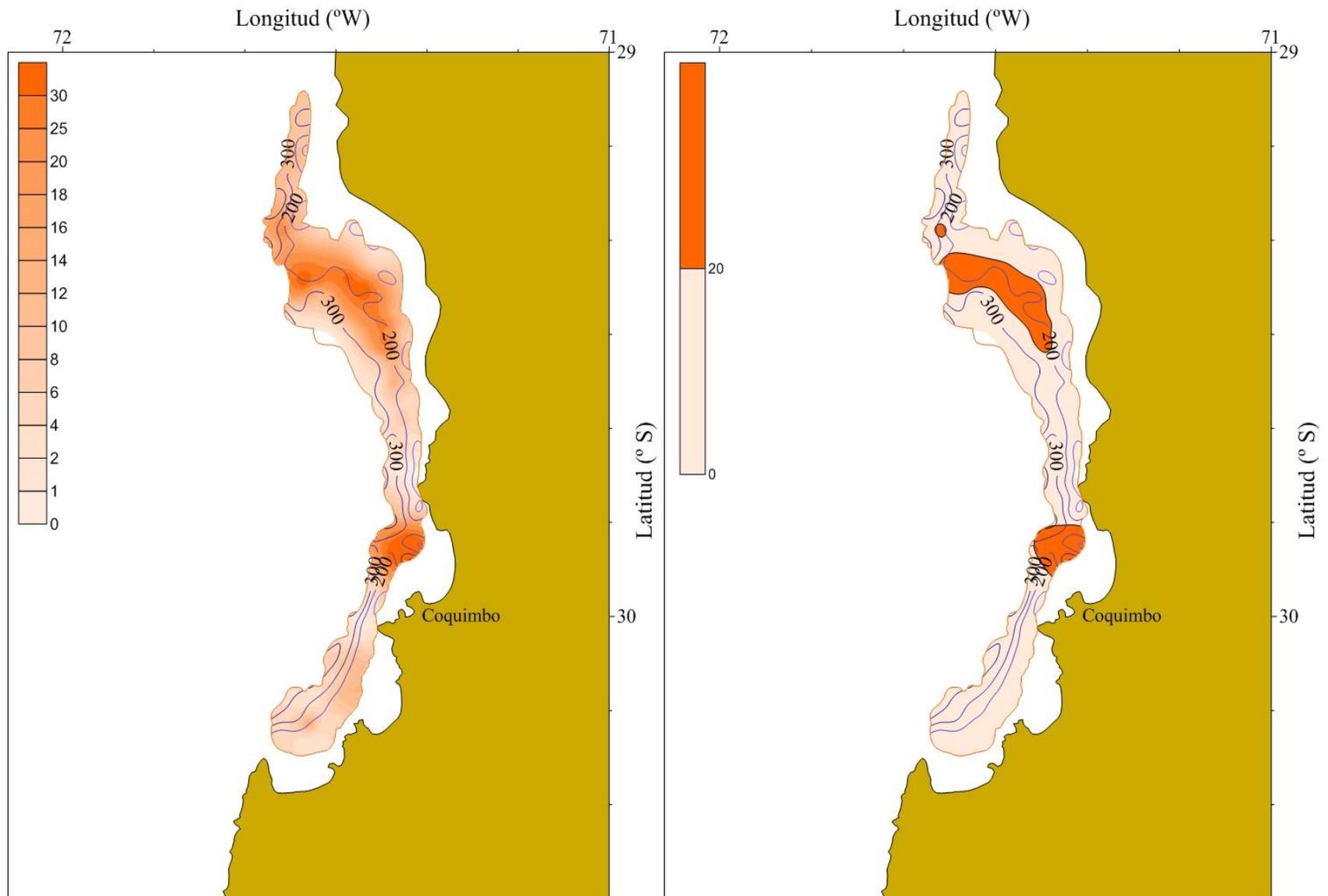


Fig. 33. Distribución espacial de la densidad poblacional (ton/km²) de langostino amarillo (*C. johni*) frente a la IV Región en junio de 2010 (izquierda) y núcleos de abundancia (cpua > 20 tons/km²) (derecha).

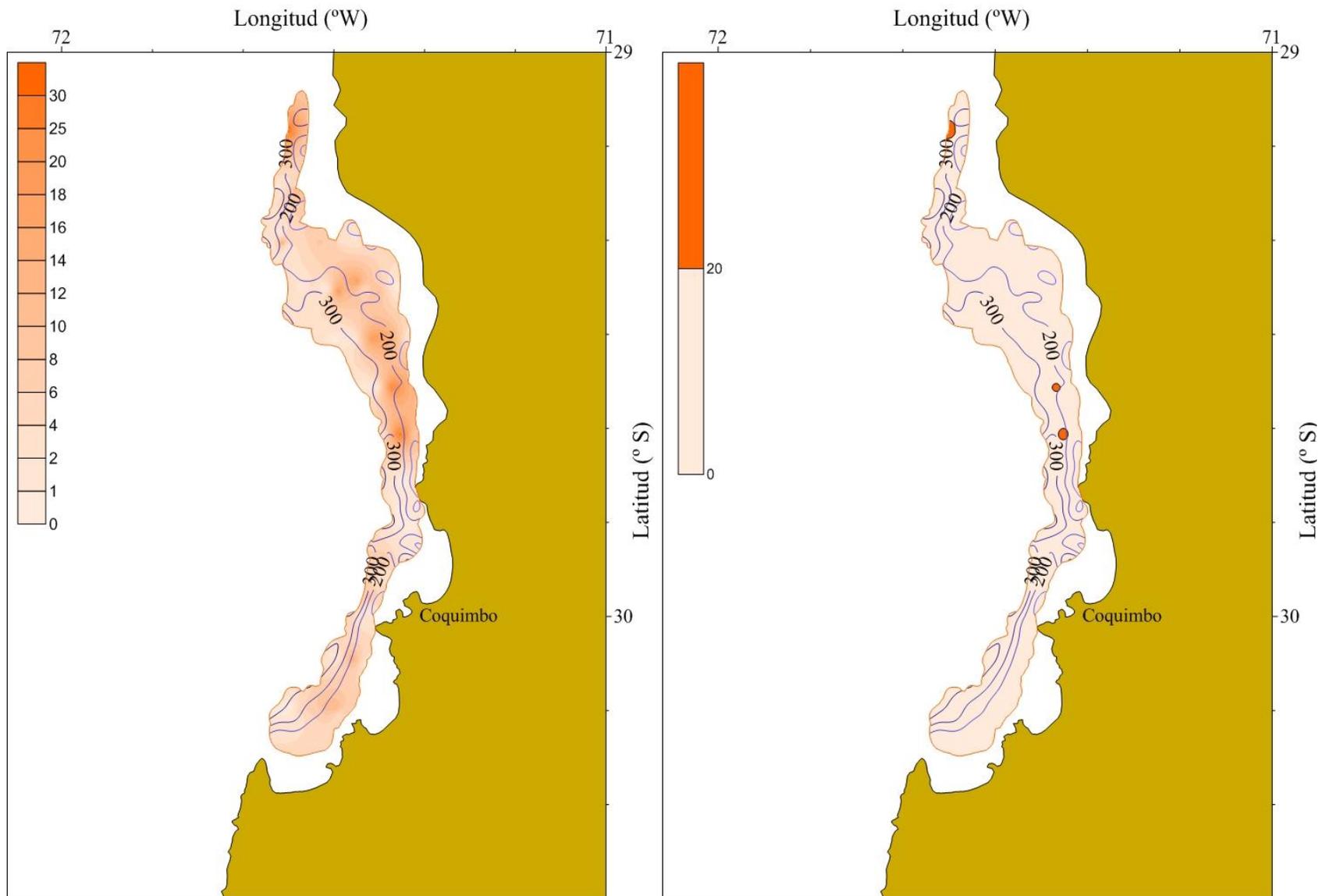


Fig. 34. Distribución espacial de la densidad poblacional (ton/km^2) de langostino amarillo (*C. johni*) frente a la IV Región en julio de 2010 (izquierda) y núcleos de abundancia ($\text{cpua} > 20 \text{ tons}/\text{km}^2$) (derecha).

4.1.1.3. Langostino colorado

En el caso del langostino colorado, para el análisis de la distribución espacio-temporal de la disponibilidad del recurso entre julio y diciembre de 2009 y marzo-agosto de 2010 se contó con 253 lances de pesca positivos, lo que representó 31,8% de los lances de pesca totales disponibles (=796 lances). Al respecto, cabe hacer notar que en septiembre de 2009 y agosto de 2010, la existencia de un número bajo de lances de pesca disponibles y tan sólo cuatro lances de pesca positivos para la especie objetivo en septiembre y tan solo dos en agosto, no permitió analizar la distribución espacial de ésta en el área de estudio (Tabla 9).

Tabla 9. Número de lances de pesca totales y positivos para langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) usados para el análisis de la distribución espacio-temporal de la disponibilidad del recurso entre julio y diciembre de 2009 y marzo-agosto de 2010.

Año	Mes	Lances de pesca		
		Totales	Positiv.	%
2009	Jul.	84	38	45,2
	Ago.	97	33	34,0
	Sep.	15	4	26,7
	Oct.	40	16	40,0
	Nov.	85	32	37,6
	Dic.	58	16	27,6
2010	Mar.	44	6	13,6
	Abr.	85	20	23,5
	May.	107	33	30,8
	Jun.	101	37	36,6
	Jul.	69	16	23,2
	Ago.	11	2	18,2
Total		796	253	31,8

Adicionalmente, en el caso de agosto de 2009, la disposición espacial altamente contagiosa de los lances de pesca positivos para langostino colorado en el extremo sur del foco histórico, también fue un impedimento para el análisis de la distribución espacial de la especie en el área de estudio (Fig. 35).

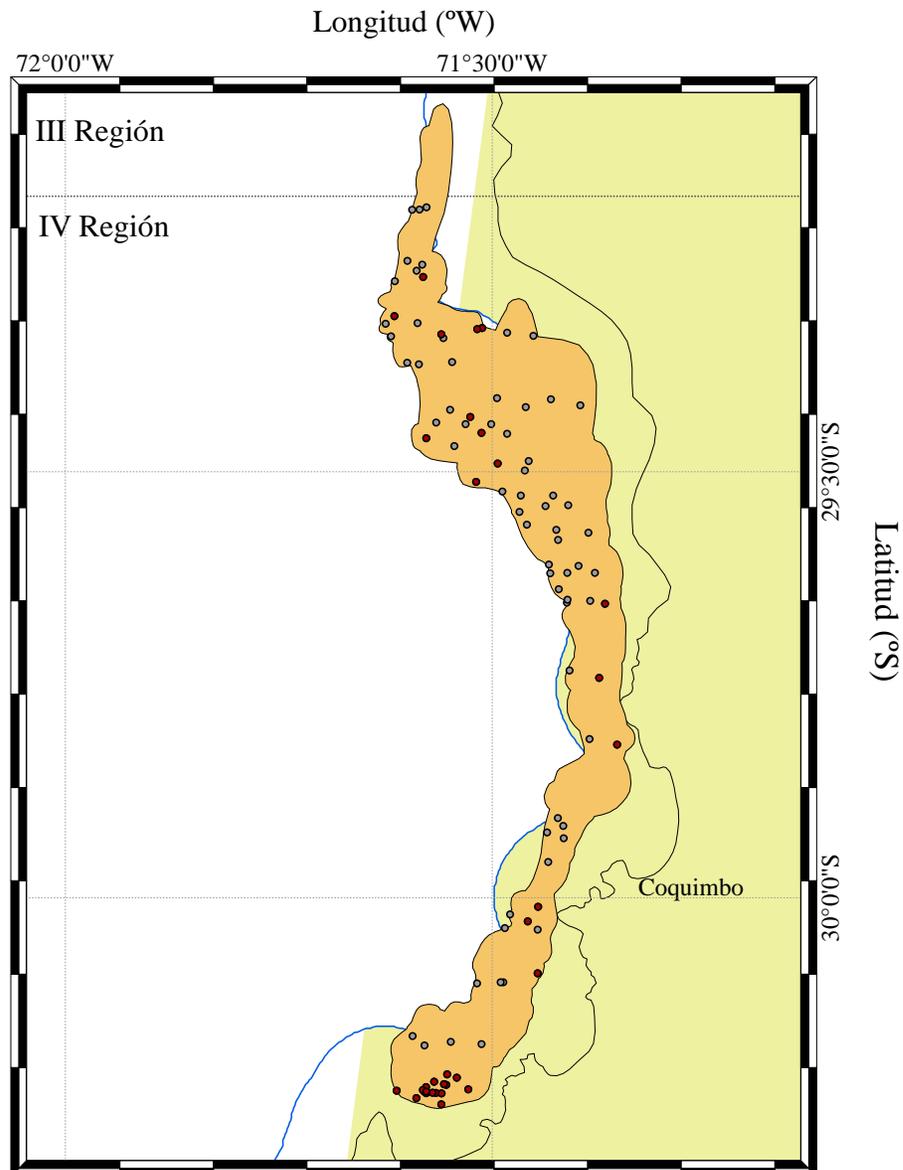


Fig. 35. Disposición de los lances de pesca positivos (puntos café) para langostino colorado (*P. monodon*) en agosto de 2009. Los puntos grises representan lances de pesca con captura cero para la especie objetivo.

El análisis de variogramas direccionales de la distribución espacial de la densidad poblacional de langostino colorado frente a la IV Región mostró la existencia de efecto anisotrópico sólo en julio de 2009 en la dirección N-S, mientras que entre octubre y diciembre no se observó anisotropía. El modelo de variograma teórico que mostró la mejor bondad de ajuste en todos los casos (meses) fue el modelo gaussiano (Tabla 10, Fig. 36).

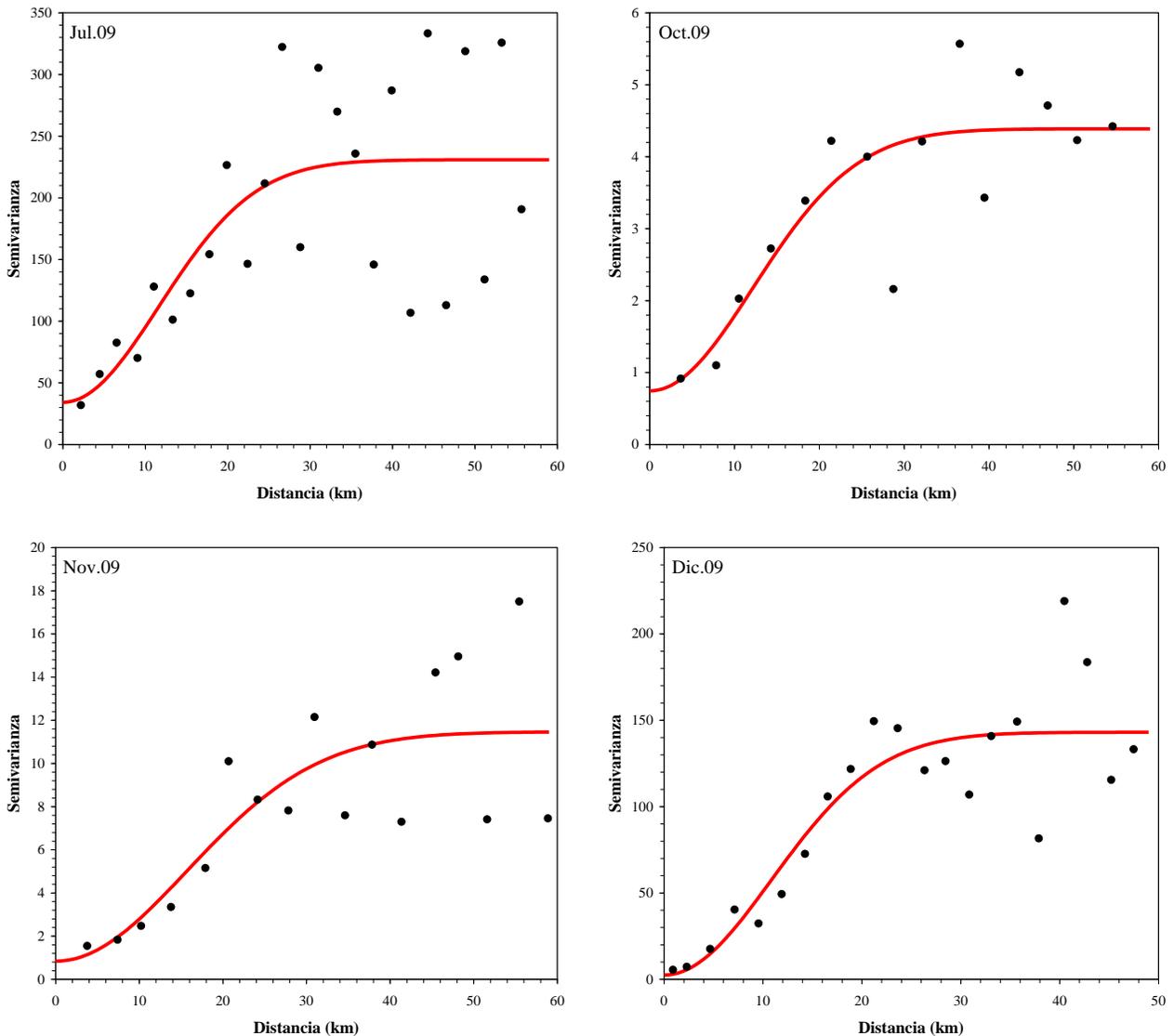


Fig. 36. Variograma experimental (puntos) y variograma teórico (línea continua) de langostino colorado (*P. monodon*) entre julio y diciembre de 2009.

En el caso del año 2010, salvo el mes de abril, en todos los casos se observó anisotropía en la distribución espacial de la densidad poblacional de langostino colorado frente a la IV Región. Al respecto, en el mes de marzo de 2010, la anisotropía se manifestó en la dirección N-S, mientras que en mayo, junio y julio, esta ocurrió en la dirección NE-SW. El modelo de variograma teórico que mostró la mejor bondad de ajuste fue el modelo exponencial en marzo y julio, mientras que en abril, mayo y junio fue el modelo gaussiano (Tabla 10, Fig. 37).

Tabla 10. Parámetros del variograma teórico ajustado a la densidad poblacional de langostino colorado (*P. monodon*). SCR: suma de cuadrados de los residuos, VNE: Varianza no explicada.

Año	Mes	Modelo	Rango (km)	Sill	Nugget	VNE (%)
2009	Jul.	Gaussiano	16,435	196,660	34,171	14,804
	Ago.	---	---	---	---	---
	Sep.	---	---	---	---	---
	Oct.	Gaussiano	17,230	3,643	0,745	16,974
	Nov.	Gaussiano	22,217	10,625	0,837	7,304
	Dic.	Gaussiano	15,405	140,622	2,428	1,697
2010	Mar.	Exponencial	16,155	2,247	0,165	6,858
	Abr.	Gaussiano	10,166	2,421	0,308	11,269
	May.	Gaussiano	13,232	9,793	3,450	26,049
	Jun.	Gaussiano	16,283	41,373	20,931	33,595
	Jul.	Exponencial	15,751	86,420	18,654	17,753

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 del polígono de estimación (foco histórico) definido previamente, fueron considerados en el mapeo de la densidad poblacional del recurso frente a la IV Región.

En el caso de la distribución espacial de la densidad poblacional de langostino colorado en julio de 2009, ésta se concentró en cuatro núcleos de abundancia, el primero en el margen oceánico del foco histórico de langostino amarillo/colorado en la latitud 29°19'28"S; el segundo centrado en 29°42'24"S – 71°21'59"W, siendo el de mayor tamaño de todos. El tercer núcleo de abundancia se localizó en 30°02'48"S – 71°27'10"W, y el cuarto en el extremo sur del foco histórico en 30°13'59"S – 71°33'44"W (Fig. 38).

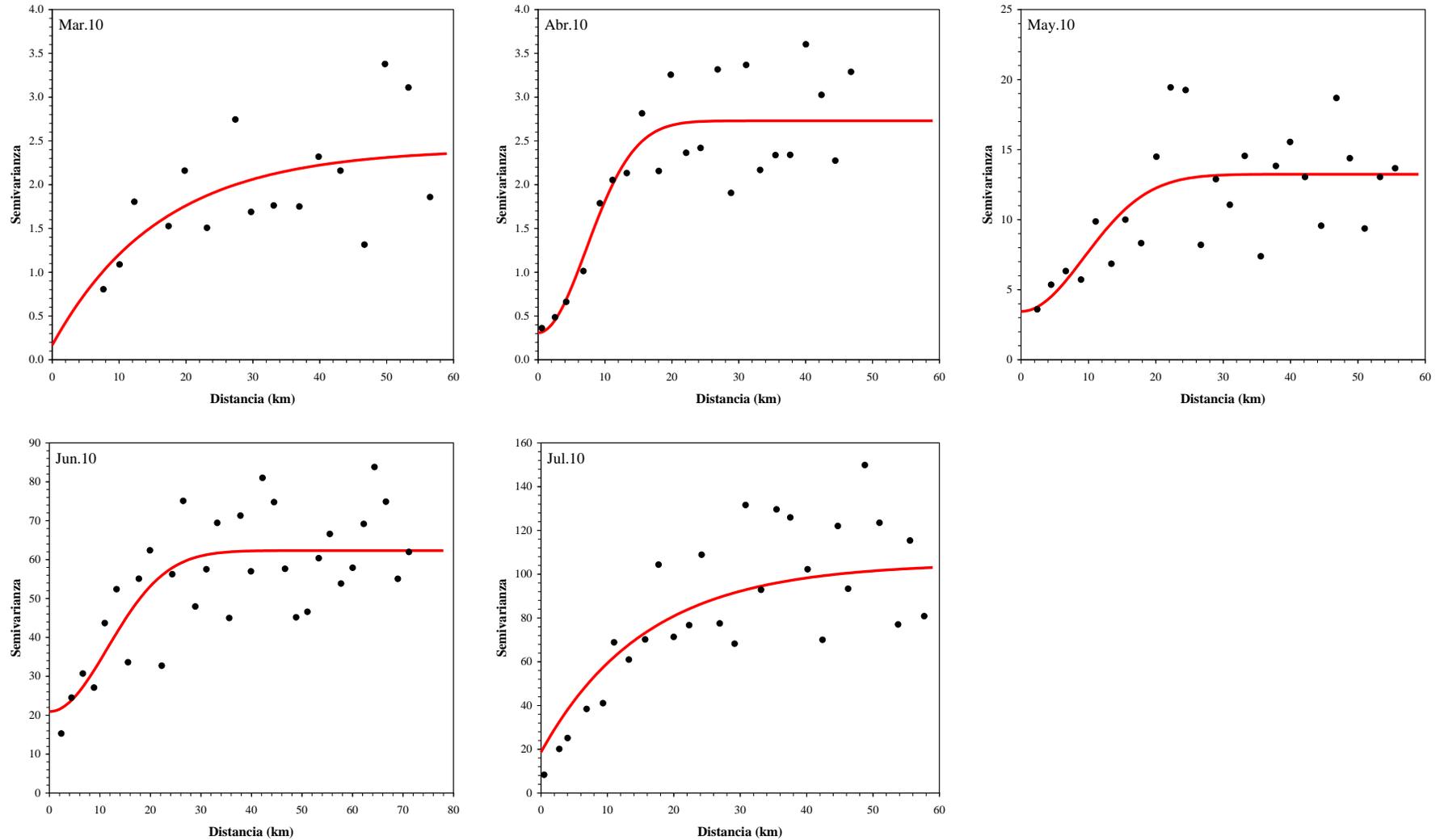


Fig. 37. Variograma experimental (puntos) y variograma teórico (línea continua) de langostino colorado (*P. monodon*) entre marzo y julio de 2010.

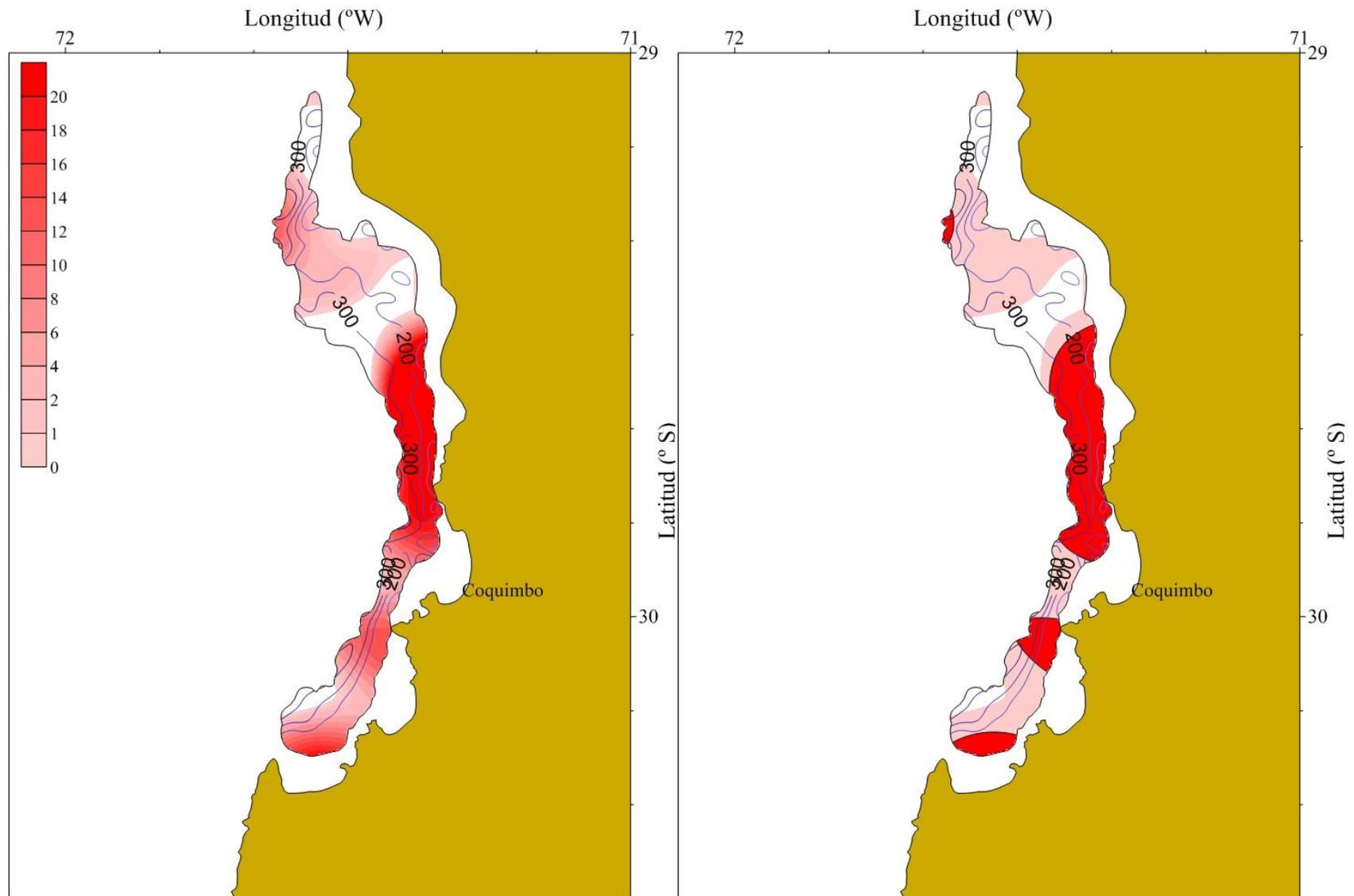


Fig. 38. Distribución espacial de la densidad poblacional (ton/km^2) de langostino colorado (*P. monodon*) frente a la IV Región en julio de 2009 (izquierda) y núcleos de abundancia ($\text{cpua} > 10 \text{ tons}/\text{km}^2$) (derecha).

En octubre, la densidad poblacional de langostino colorado se concentró hacia la parte sur y costera del foco de abundancia histórico, desarrollándose en esa zona un núcleo de alta abundancia del recurso, centrado en la posición $30^{\circ}09'40''\text{S} - 71^{\circ}28'25''\text{W}$. Por otro lado, cabe hacer notar que la densidad poblacional de langostino colorado mostró segregación latitudinal al interior del foco histórico, con densidades bajas en la parte media superior del foco, y concentraciones medias a alta en la mitad sur (Fig. 39).

En noviembre de 2009 la densidad poblacional de langostino amarillo, en la mitad sur del foco histórico, mostró altos niveles de abundancia hacia el sector costero del área entre las latitudes $29^{\circ}48'33''\text{S}$ y $30^{\circ}14'42''\text{S}$. De la misma manera que en octubre, en noviembre de 2009, la mitad norte del foco histórico mostró bajos niveles de abundancia de langostino colorado (Fig. 40).

En diciembre de 2009, y por el contrario de lo observado en los dos meses precedentes, los mayores niveles de densidad de langostino colorado se localizaron en la parte central del foco histórico conformándose en esa zona dos grandes núcleos de abundancia, el primero y de mayor envergadura se centró en $29^{\circ}34'25''\text{S} - 71^{\circ}25'23''\text{W}$, mientras que el segundo núcleo se localizó en $29^{\circ}49'15''\text{S} - 71^{\circ}22'41''\text{W}$. Un tercer núcleo de abundancia se localizó en la parte sur del área de estudio en la posición $30^{\circ}11'00''\text{S} - 71^{\circ}29'24''\text{W}$ (Fig. 41).

En marzo de 2010 se identificó un núcleo de abundancia de langostino colorado en el sector costero del foco histórico de la IV Región, al norte del puerto de Coquimbo. El núcleo de abundancia se localizó en $29^{\circ}42'52''\text{S} - 71^{\circ}21'36''\text{W}$ (Fig. 42). En abril de 2010, se observó una expansión del núcleo de abundancia encontrado en el mes de marzo, encontrándose localizado aproximadamente en la misma latitud, pero cubriendo todo el ancho del foco histórico (Fig. 43).

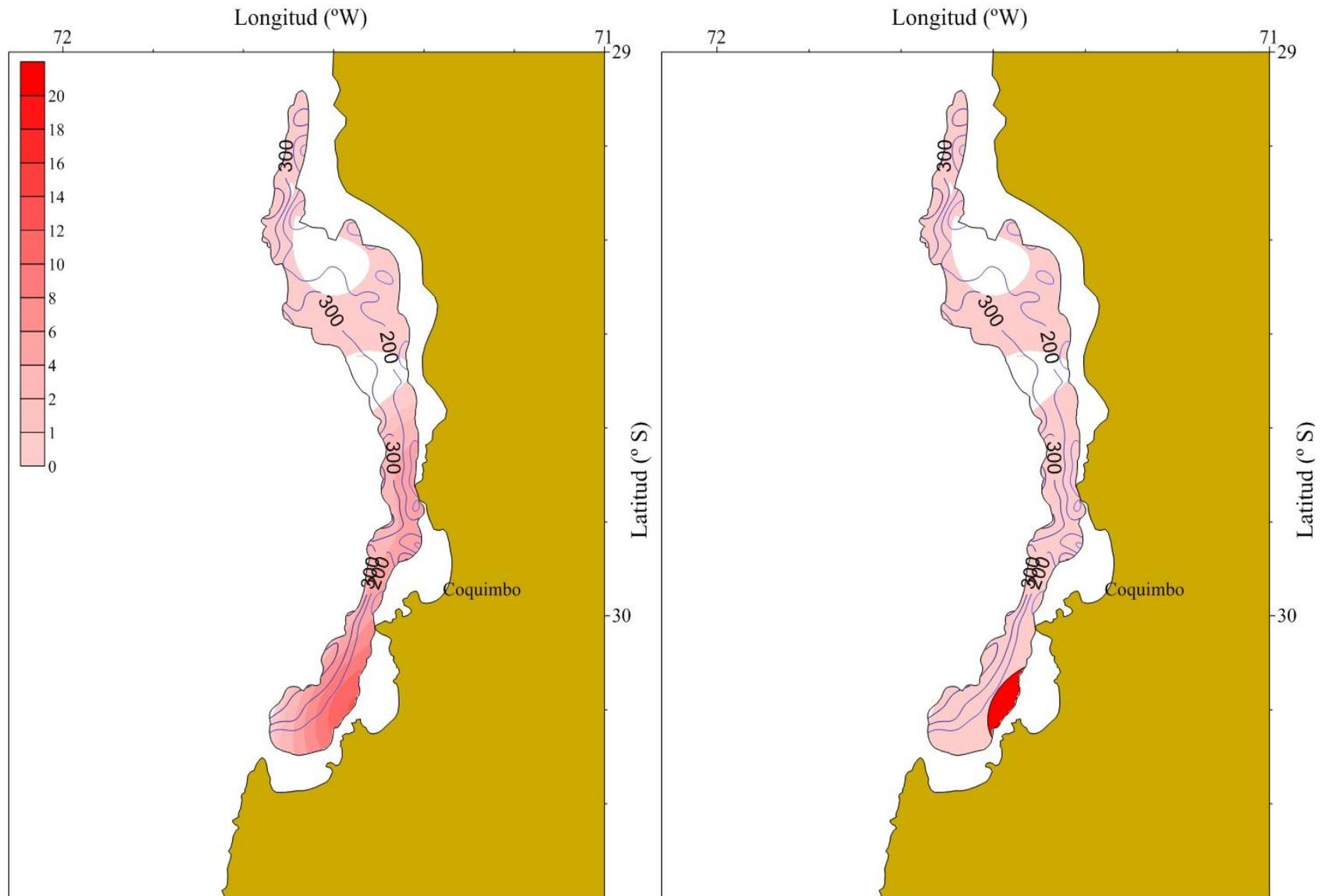


Fig. 39. Distribución espacial de la densidad poblacional (ton/km^2) de langostino colorado (*P. monodon*) frente a la IV Región en octubre de 2009 (izquierda) y núcleos de abundancia ($\text{cpua} > 10 \text{ tons}/\text{km}^2$) (derecha).

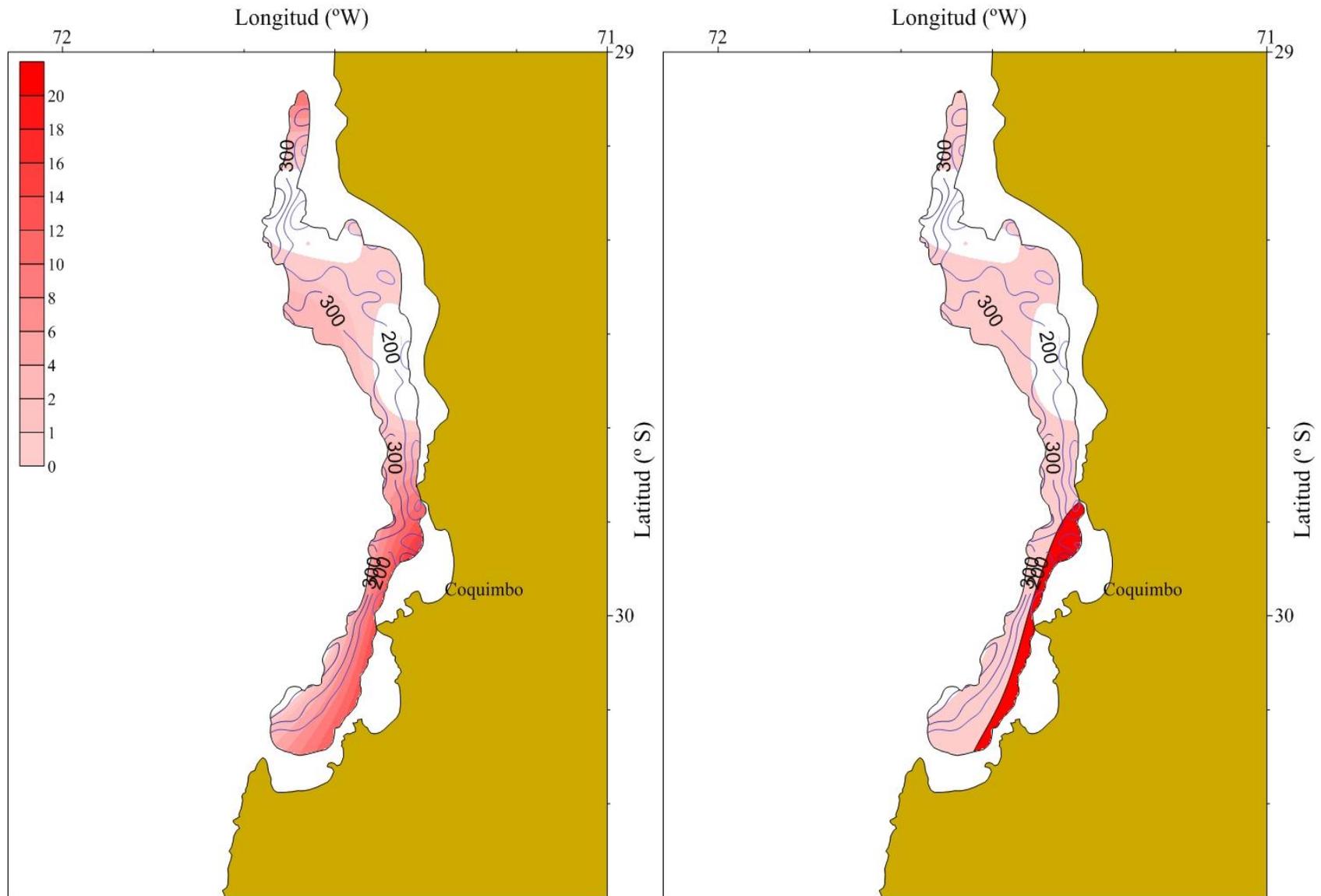


Fig. 40. Distribución espacial de la densidad poblacional (ton/km²) de langostino colorado (*P. monodon*) frente a la IV Región en noviembre de 2009 (izquierda) y núcleos de abundancia (cpua > 10 tons/km²) (derecha).

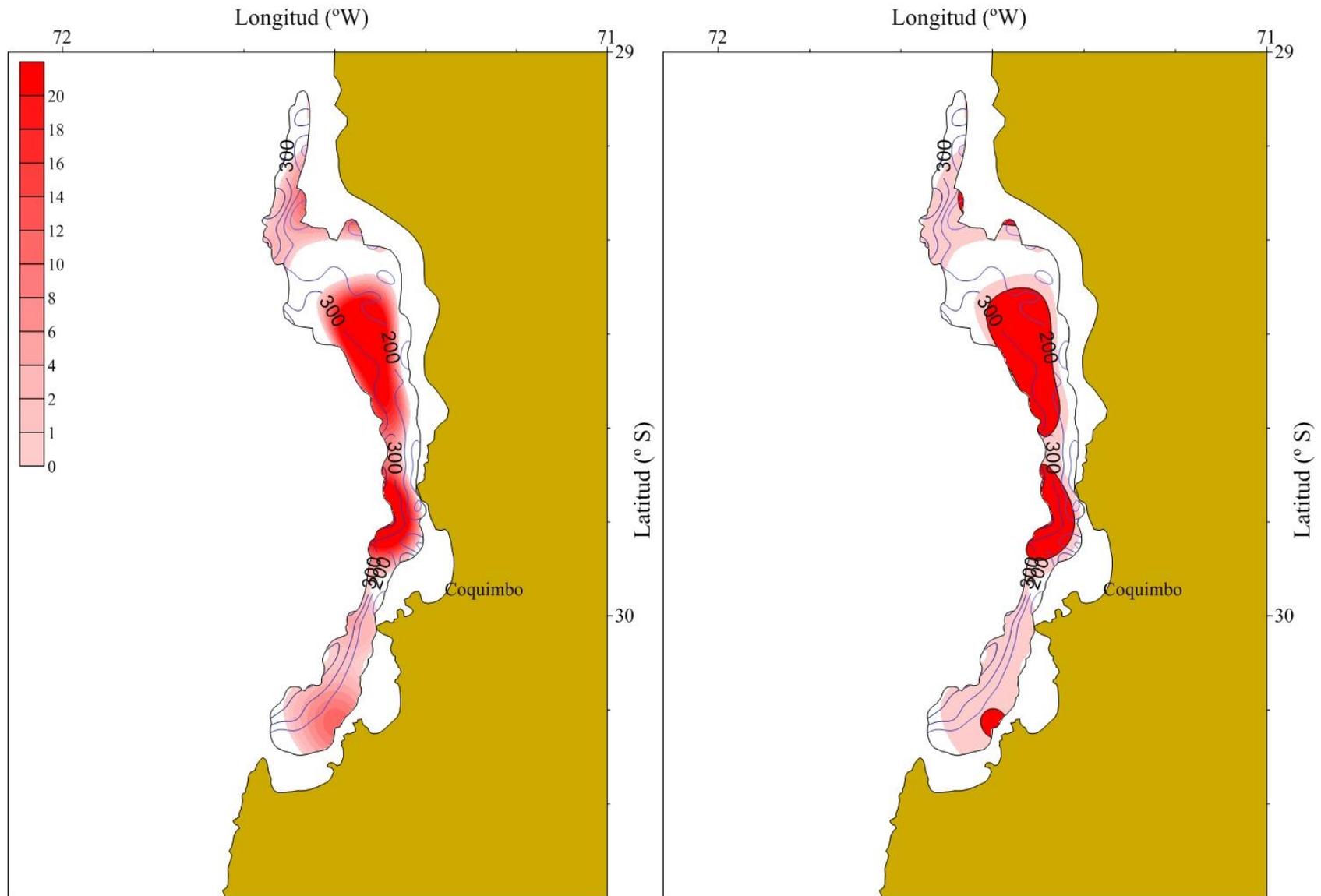


Fig. 41. Distribución espacial de la densidad poblacional (ton/km²) de langostino colorado (*P. monodon*) frente a la IV Región en diciembre de 2009 (izquierda) y núcleos de abundancia (cpua > 10 tons/km²) (derecha).

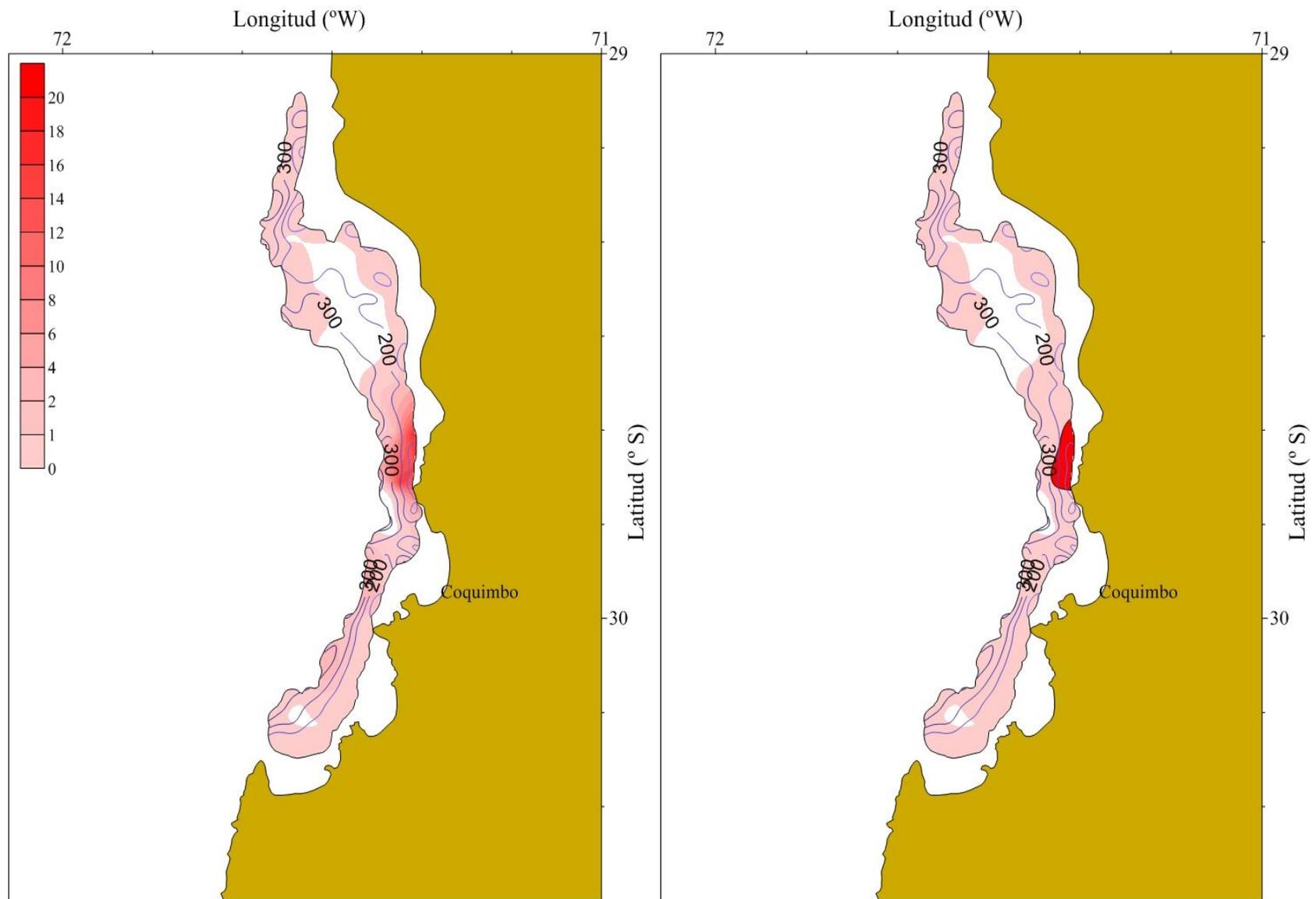


Fig. 42. Distribución espacial de la densidad poblacional (ton/km²) de langostino colorado (*P. monodon*) frente a la IV Región en marzo de 2010 (izquierda) y núcleos de abundancia (cpua > 10 tons/km²) (derecha).

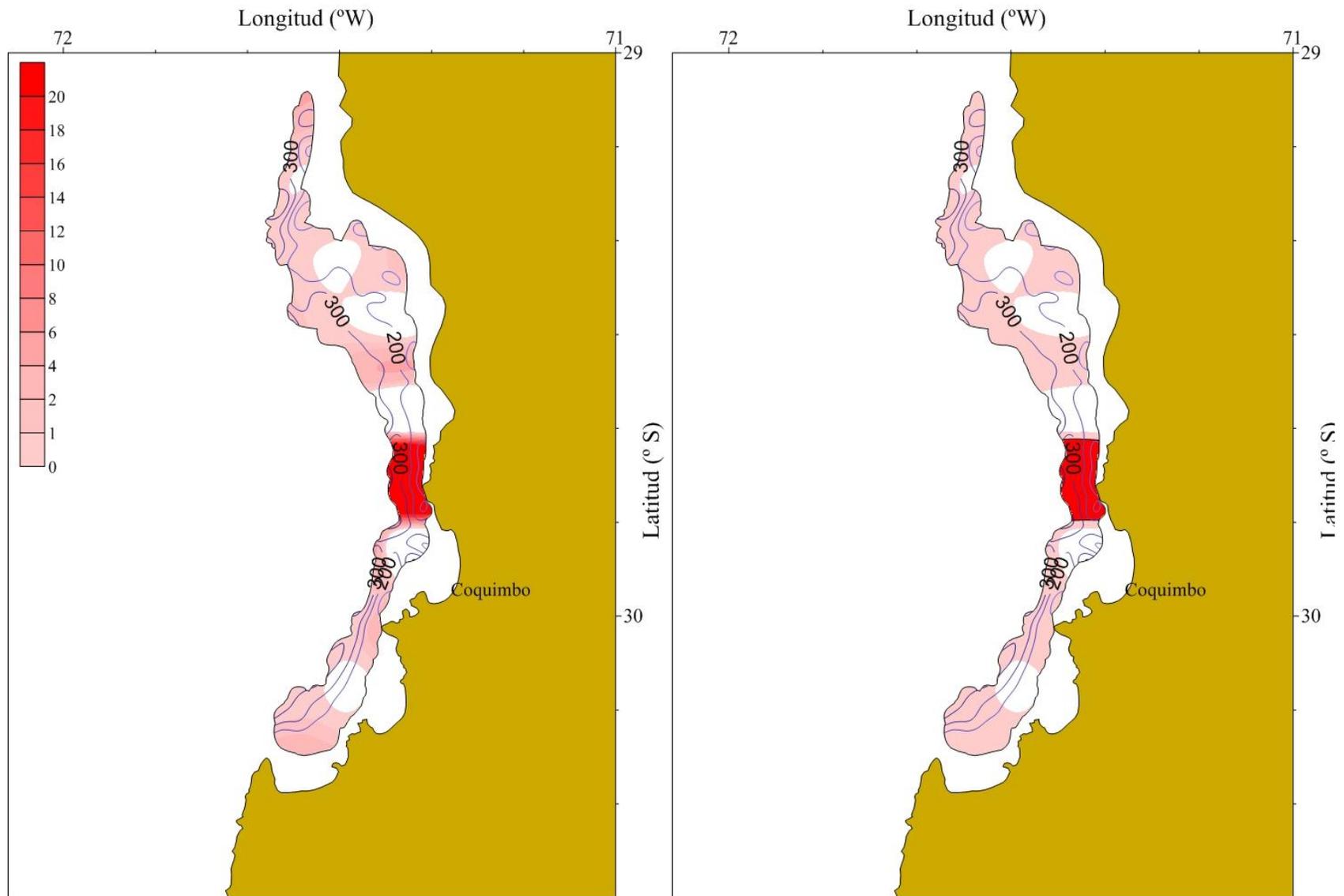


Fig. 43. Distribución espacial de la densidad poblacional (ton/km²) de langostino colorado (*P. monodon*) frente a la IV Región en abril de 2010 (izquierda) y núcleos de abundancia (cpua > 10 tons/km²) (derecha).

En mayo de 2010, a diferencia de los dos meses anteriores, se observa dos núcleos de abundancia, el primero en el sector costero del foco histórico, al sur del núcleo de abundancia detectado en marzo y abril, y de menor tamaño que aquellos, centrado en $29^{\circ}48'49''\text{S}$ – $71^{\circ}21'05''\text{W}$. El segundo núcleo de abundancia se localizó en $30^{\circ}00'33''\text{S}$ – $71^{\circ}27'55''\text{W}$ (Fig. 44).

En junio de 2010, se identificó tres núcleos de abundancia dentro del foco histórico de la IV Región, el primero de ellos, y el de mayor tamaño, se localizó entre $29^{\circ}33'02''\text{S}$ y $29^{\circ}54'15''\text{S}$ con eje longitudinal en $71^{\circ}21'47''\text{W}$. El segundo núcleo de abundancia se localizó al sur de Coquimbo, en el margen costero del foco histórico centrado en $30^{\circ}02'51''\text{S}$ – $71^{\circ}26'41''\text{W}$. El tercer núcleo de abundancia se localizó en el extremo sur del foco histórico, con centro en $30^{\circ}12'08''\text{S}$ – $71^{\circ}33'31''\text{W}$ (Fig. 45). Con relación al primer núcleo de abundancia, cabe destacar que este se corresponde espacialmente con el núcleo de abundancia identificado en marzo y abril, y aumentado de tamaño respecto de los meses anteriores. Finalmente, en julio de 2010, se identificó un solo núcleo de abundancia, localizado entre $29^{\circ}50'13''\text{S}$ y $30^{\circ}04'04''\text{S}$, y extendiéndose a todo lo ancho del foco histórico en el rango latitudinal indicado (Fig. 46).

4.1.2. Centro de gravedad e inercia del rendimiento de pesca

El análisis de la variación espacio-temporal de la densidad poblacional de langostino amarillo y colorado medido a través de la localización del centro de gravedad se realizó para dos períodos de tiempo. El primero, entre julio y diciembre de 2009, que incluyó todos los lances de pesca realizados entre la III y IV Regiones e incluyó 662 observaciones (Tabla 11, Fig. 47). El segundo análisis consideró el período julio de 2009 hasta agosto de 2010 y consideró 796 lances de pesca dentro del foco histórico de la IV Región (Tabla 12).

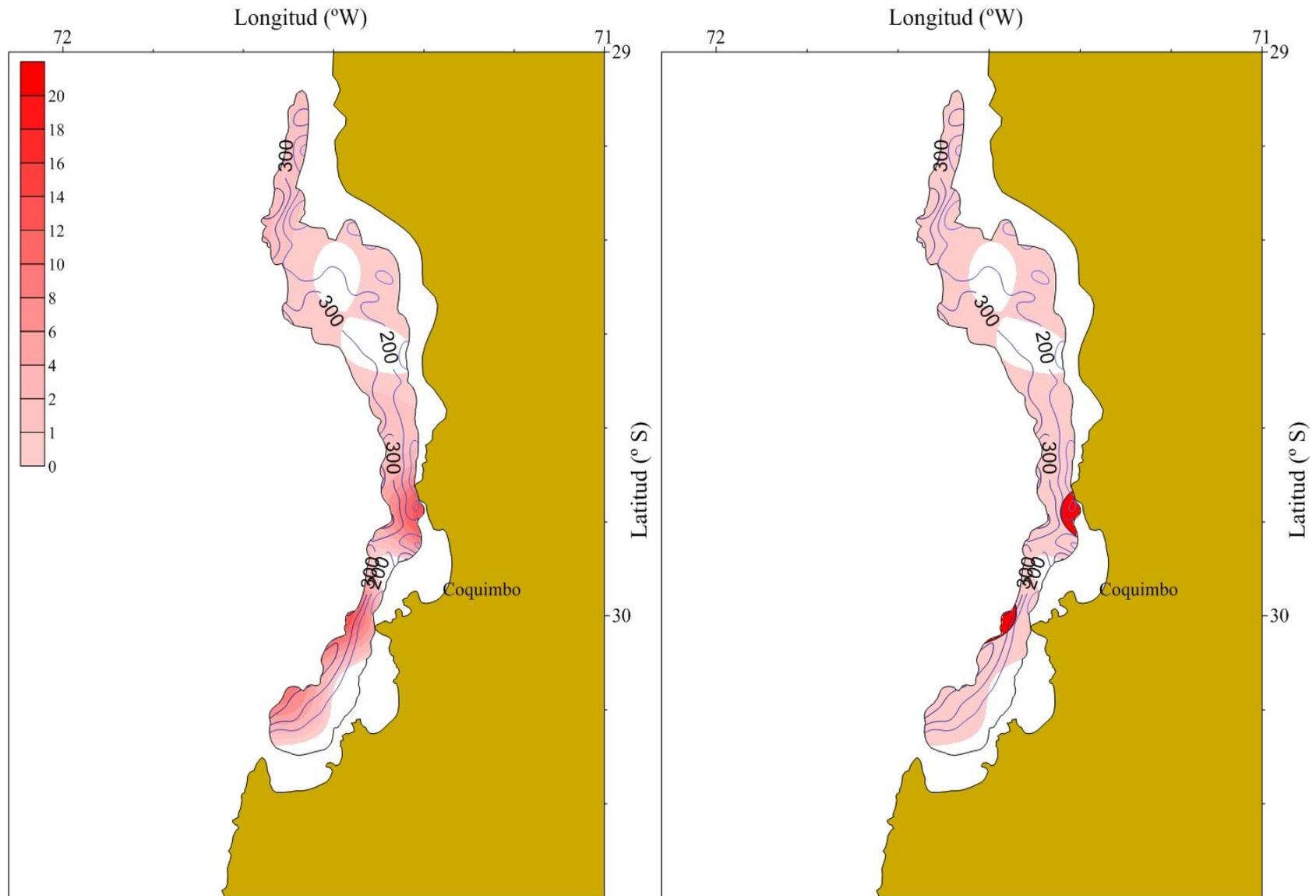


Fig. 44. Distribución espacial de la densidad poblacional (ton/km^2) de langostino colorado (*P. monodon*) frente a la IV Región en mayo de 2010 (izquierda) y núcleos de abundancia ($\text{cpua} > 10 \text{ tons}/\text{km}^2$) (derecha).

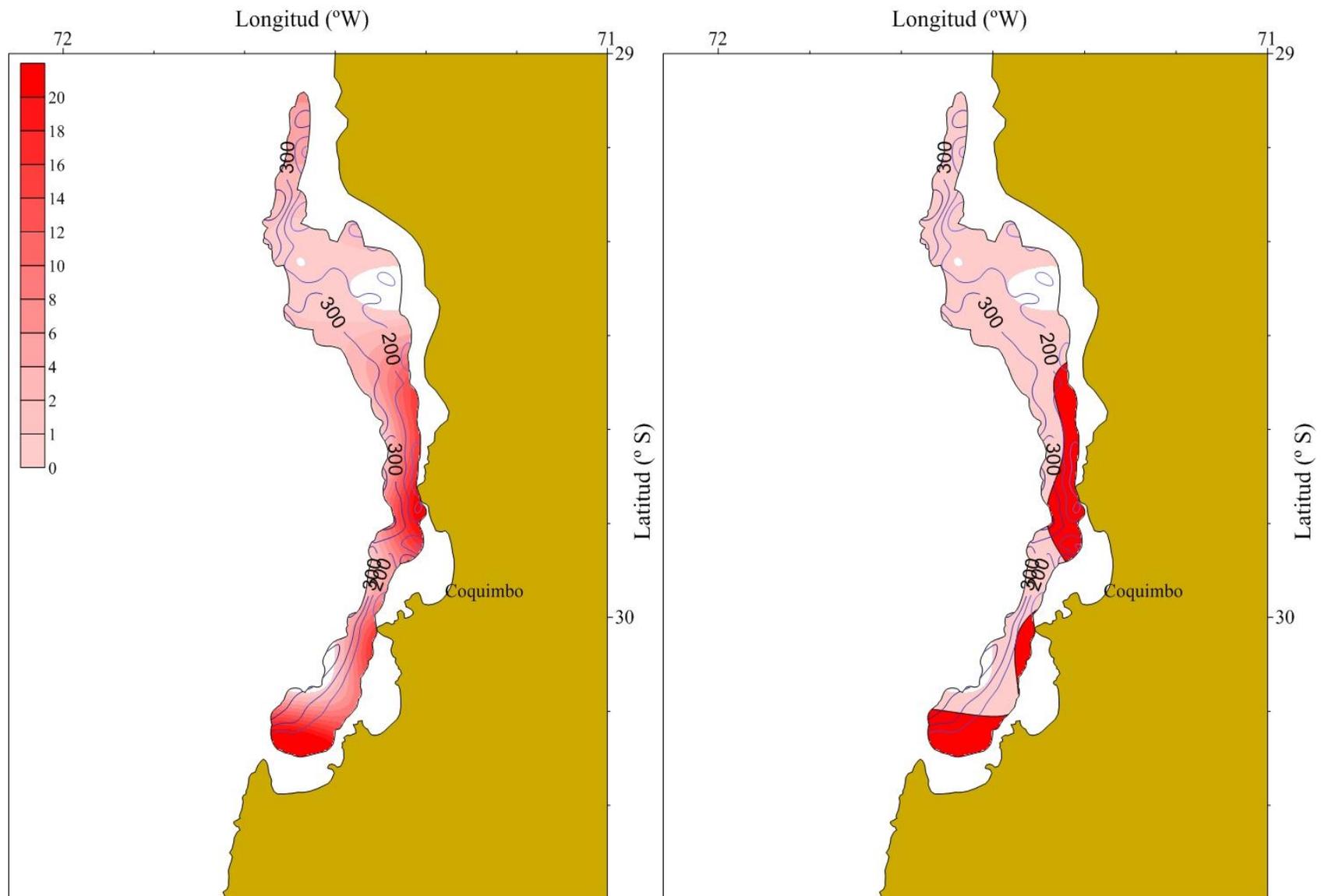


Fig. 45. Distribución espacial de la densidad poblacional (ton/km²) de langostino colorado (*P. monodon*) frente a la IV Región en junio de 2010 (izquierda) y núcleos de abundancia (cpua > 10 tons/km²) (derecha).

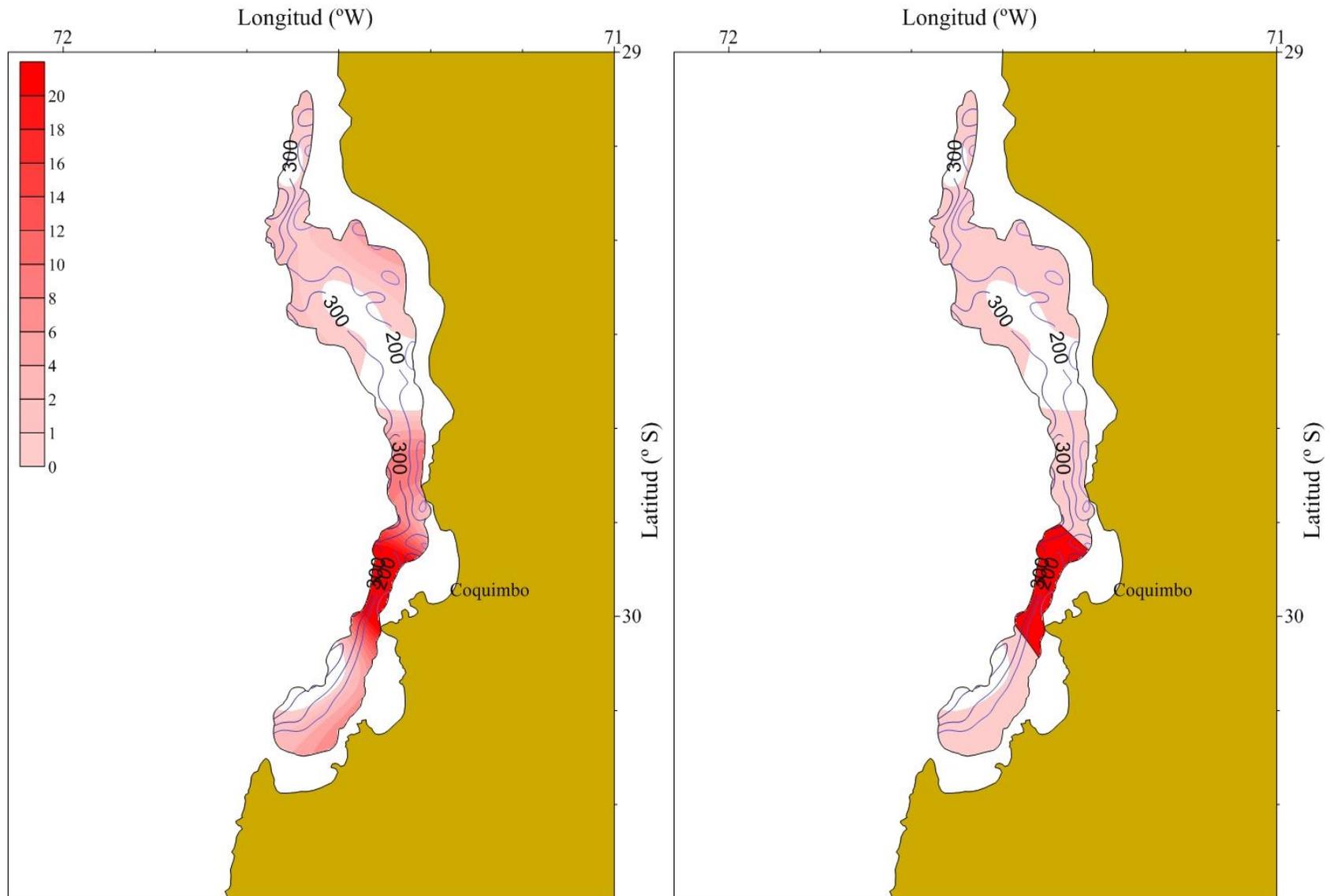


Fig. 46. Distribución espacial de la densidad poblacional (ton/km^2) de langostino colorado (*P. monodon*) frente a la IV Región en julio de 2010 (izquierda) y núcleos de abundancia ($\text{cpua} > 10 \text{ tons}/\text{km}^2$) (derecha).

Tabla 11. Número de lances de pesca totales y positivos para langostino amarillo (*C. johni*, Cervjoh) y langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*, Pleumon) usados para el análisis espacio-temporal del centro de gravedad e inercia de la densidad poblacional entre julio y diciembre de 2009.

Mes	Totales	Cervjoh		Pleumon	
		Positiv.	%	Positiv.	%
Jul.	105	74	70,5	38	36,2
Ago.	147	81	55,1	34	23,1
Sep.	67	17	25,4	4	6,0
Oct.	141	52	36,9	70	49,6
Nov.	139	62	44,6	40	28,8
Dic.	63	17	27,0	16	25,4
Total	662	303	45,8	202	30,5

Tabla 12. Número de lances de pesca totales y positivos para langostino amarillo (*C. johni*, Cervjoh) y langostino colorado (*P. monodon*, Pleumon) usados para el análisis espacio-temporal del centro de gravedad e inercia de la densidad poblacional entre julio de 2009 y agosto de 2010 dentro del foco histórico de la IV Región.

Año	Mes	Totales	Cervjoh		Pleumon	
			Positiv.	%	Positiv.	%
2009	Jul.	84	67	79,8	38	45,2
	Ago.	97	51	52,6	33	34,0
	Sep.	15	6	40,0	4	26,7
	Oct.	40	15	37,5	16	40,0
	Nov.	85	31	36,5	32	37,6
	Dic.	58	17	29,3	16	27,6
2010	Mar.	44	15	34,1	6	13,6
	Abr.	85	41	48,2	20	23,5
	May.	107	52	48,6	33	30,8
	Jun.	101	72	71,3	37	36,6
	Jul.	69	38	55,1	16	23,2
	Ago.	11	3	27,3	2	18,2
Total		796	408	51,3	253	31,8

En el caso de langostino amarillo, entre julio y diciembre de 2009, el centro de gravedad de la densidad poblacional entre julio y diciembre de 2009 fluctuó entre 29°16'51,2"S en noviembre y 30°04'42,2"S en septiembre de 2009. La evolución temporal del centro de gravedad muestra una tendencia levemente positiva, esto es, que el centro de gravedad ha tendido a desplazarse hacia el norte del área de estudio (Fig. 48).

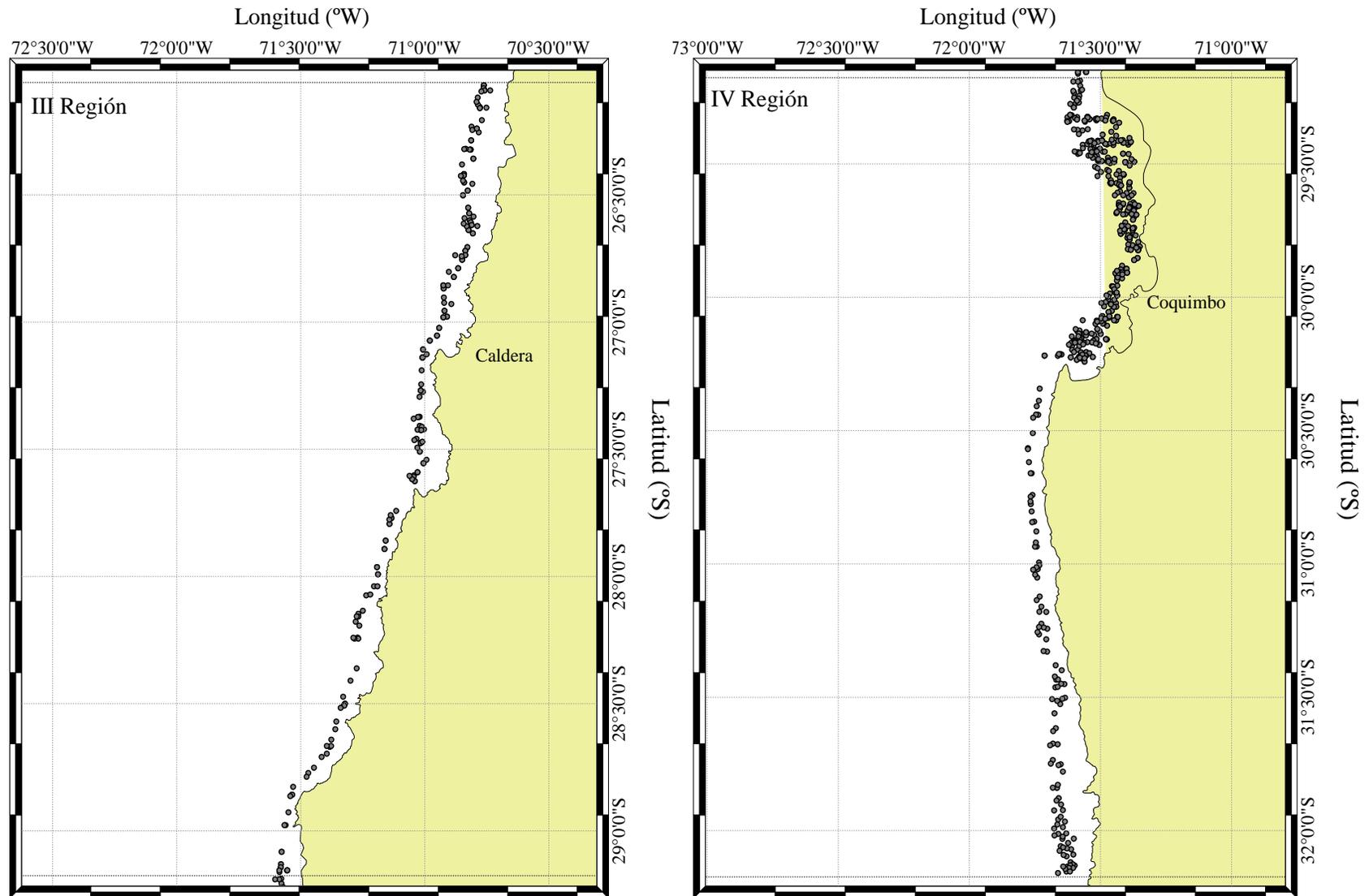


Fig. 47. Distribución espacial de los lances de pesca de langostino amarillo (*C. johni*) y langostino colorado (*P. monodon*) en la III Región (izquierda) y IV Región (derecha) entre julio y diciembre de 2009.

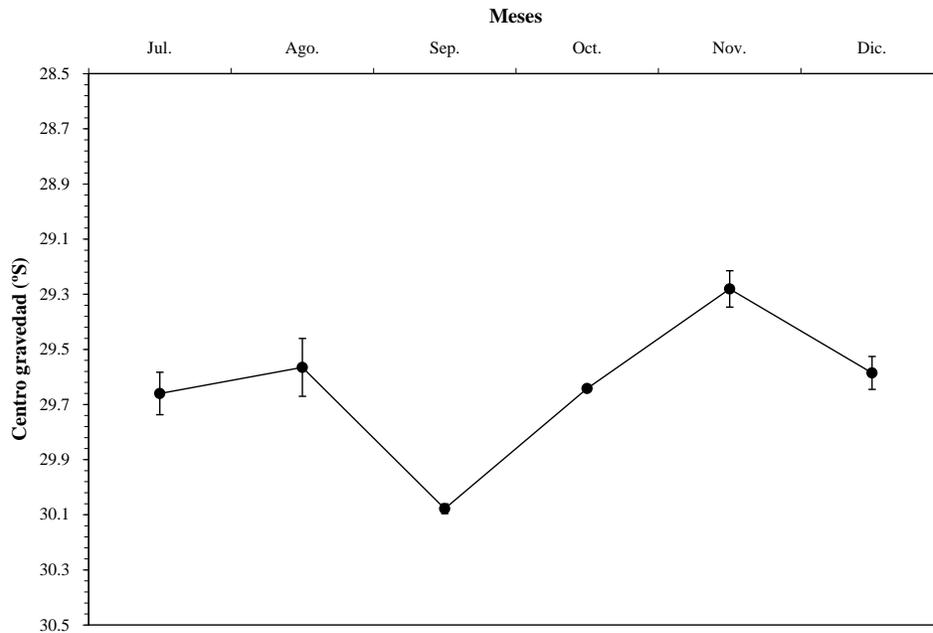


Fig. 48. Centro de gravedad (°S, puntos negros) e inercia (líneas verticales) de la densidad poblacional de langostino amarillo (*C. johni*) entre julio y diciembre de 2009.

En el caso de la posición del centro de gravedad de la densidad poblacional de langostino amarillo al interior del foco histórico de la IV Región, ésta fluctuó alrededor de $29^{\circ}37'S$, teniendo como límite norte $29^{\circ}18'35,1''S$ en noviembre de 2009 y límite sur $30^{\circ}04'30,3''S$ en septiembre de 2009 (Fig. 49). Al respecto, cabe destacar que la posición del centro de gravedad de la densidad poblacional de langostino amarillo resultó temporalmente estable al interior del foco histórico de la IV Región, salvo por septiembre de 2009 cuando se encontró desplazado hacia el sur del foco (Fig. 49).

En el caso de langostino colorado, en tanto, el centro de gravedad de la densidad poblacional entre julio y diciembre de 2009 fluctuó entre $29^{\circ}42'19,7''S$ en diciembre y $30^{\circ}09'39,7''S$ en agosto de 2009. La evolución temporal del centro de gravedad indica que este fluctuó alrededor de $29^{\circ}51'S$, observándose además una pendiente positiva (desplazamiento hacia el norte) en noviembre y diciembre, respecto del octubre de 2009 (Fig. 50).

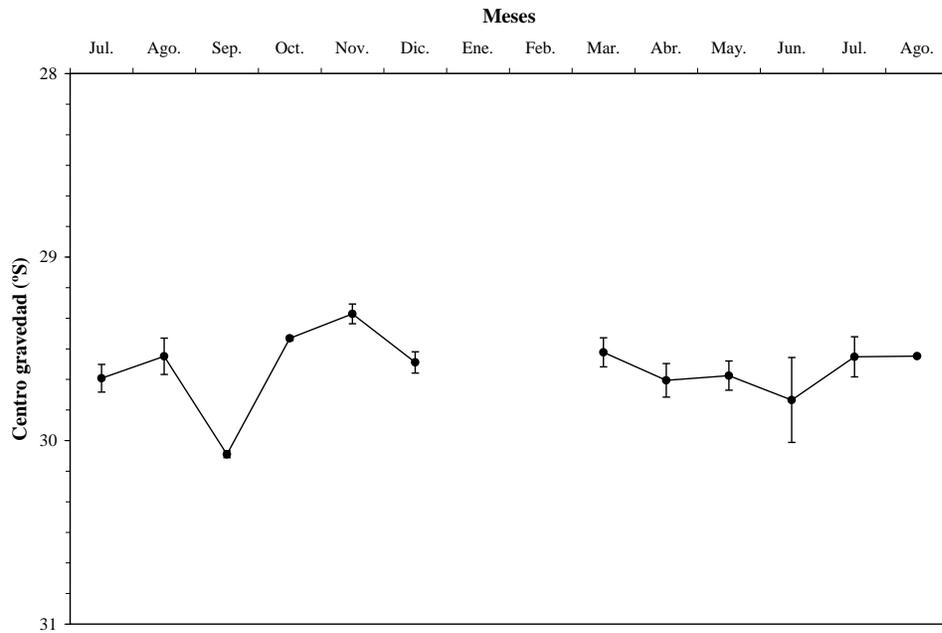


Fig. 49. Centro de gravedad (°S, puntos negros) e inercia (líneas verticales) de la densidad poblacional de langostino amarillo (*C. johni*) entre julio de 2009 y agosto de 2010.

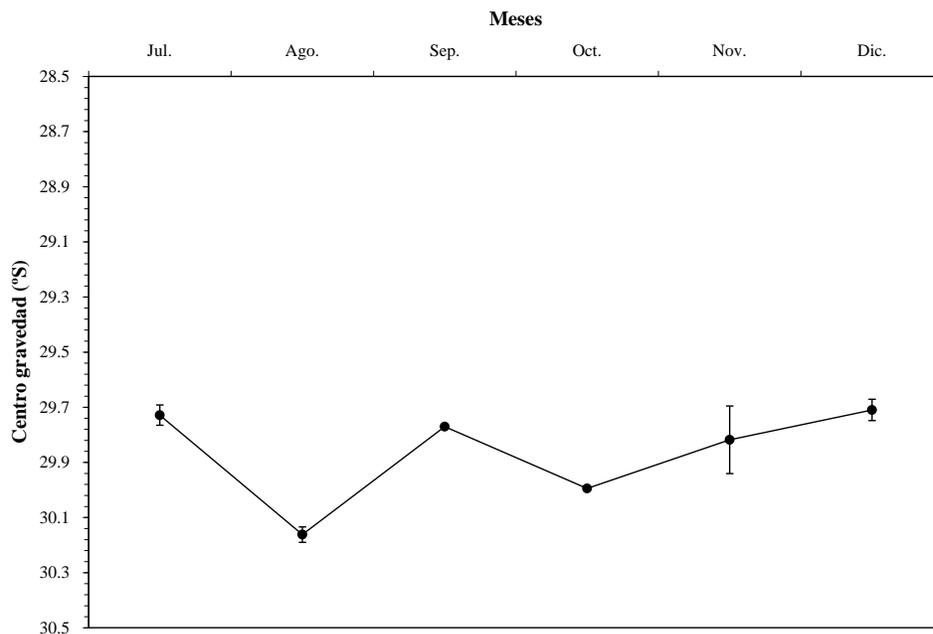


Fig. 50. Centro de gravedad (°S, puntos negros) e inercia (líneas verticales) de la densidad poblacional de langostino colorado (*P. monodon*) entre julio y diciembre de 2009.

En sentido longitudinal o batimétrico, la densidad poblacional de langostino amarillo se localizó entre 220 y 280 m. Al respecto, la profundidad media ponderada de las agregaciones de langostino amarillo fluctuó entre 216,2 m en julio de 2010 y 281,1 m en mayo de 2010. Adicionalmente, se observó una profundización de la densidad poblacional entre octubre de 2009 y mayo de 2010. En efecto, en los meses de junio a agosto, la densidad poblacional de langostino amarillo tendió a localizarse en profundidades medias de 226 m, mientras que en la época primaveral y estival, se localizó a profundidades medias de 270 m (Fig. 51).

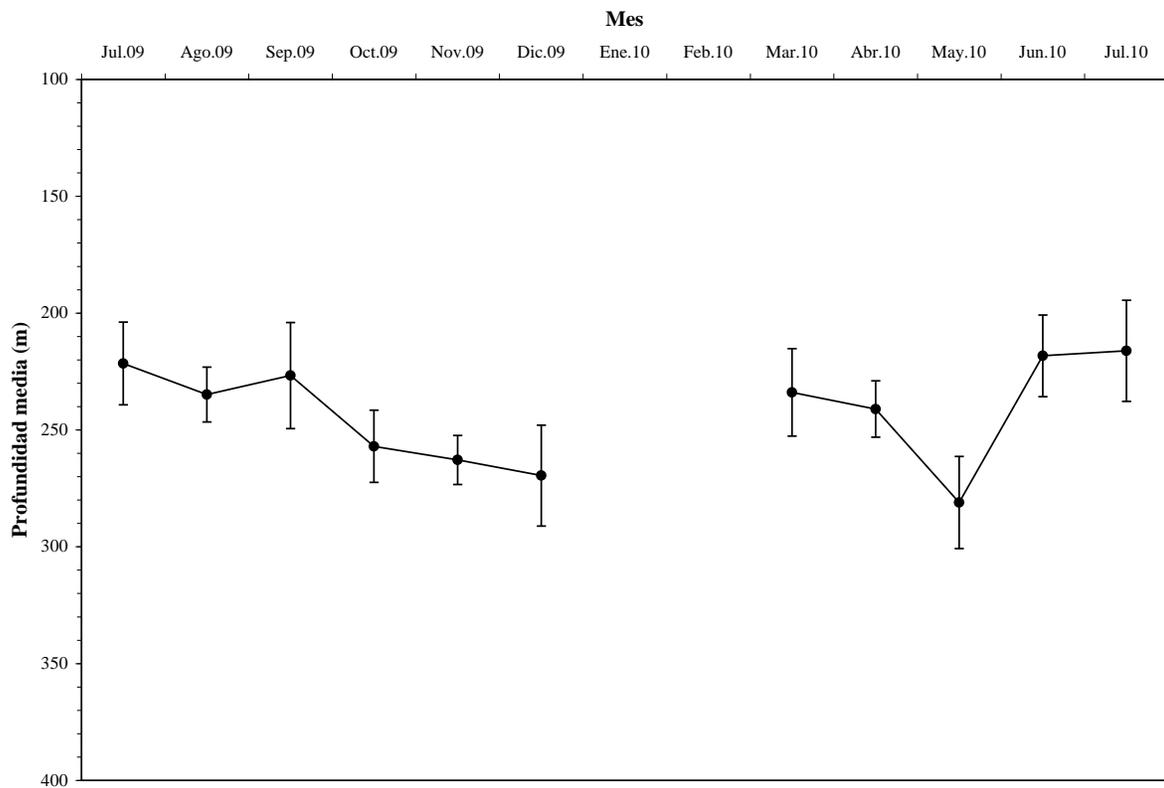


Fig. 51. Profundidad media ponderada (m) de la densidad poblacional de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) en el foco histórico de la IV región entre julio de 2009 y julio de 2010. Líneas verticales representan una desviación estándar.

La posición del centro de gravedad de la densidad poblacional de langostino colorado en el foco histórico de la IV Región fluctuó alrededor de 29°52'S, más al sur en comparación con el langostino amarillo, con límite norte 29°40'00"S en agosto de 2010 y límite sur 30°08'00"S en agosto de 2009 (Fig. 52). Adicionalmente, de igual manera que en el caso del langostino

amarillo, la posición del centro de gravedad de la densidad poblacional de langostino colorado resultó temporalmente estable al interior del foco histórico de la IV Región, mostrando fluctuaciones mayores entre julio y septiembre de 2009 (Fig. 52).

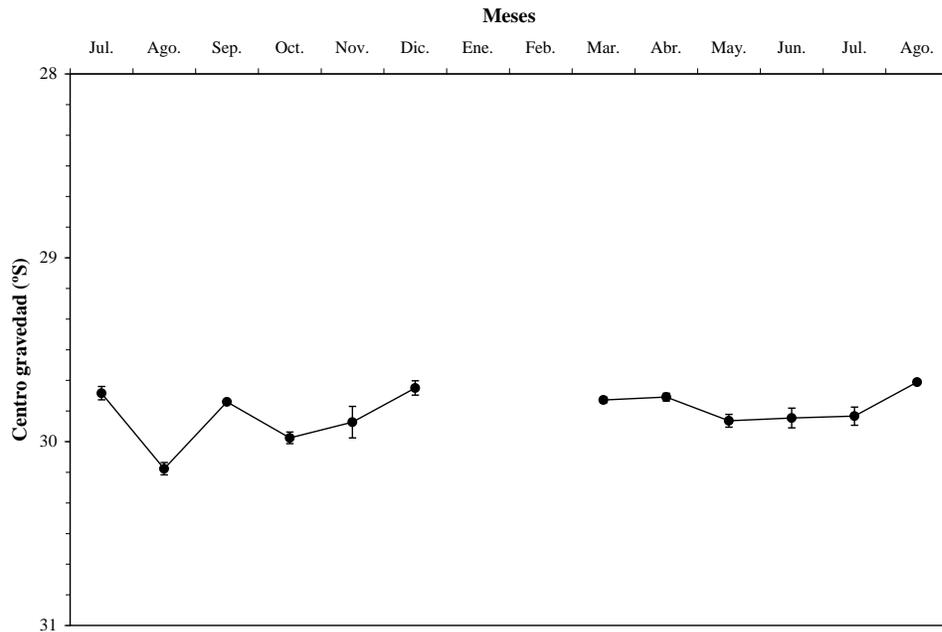


Fig. 52. Centro de gravedad (°S, puntos negros) e inercia (líneas verticales) de la densidad poblacional de langostino colorado (*P. monodon*) entre julio de 2009 y agosto de 2010.

De manera similar a lo observado respecto del centro de gravedad de la densidad poblacional de langostino colorado, en sentido longitudinal o batimétrico, no se observó un patrón temporal definido. Al respecto, la profundidad media de la densidad de langostino colorado fluctuó alrededor de 220 m de profundidad durante todo el período analizado (Fig. 53).

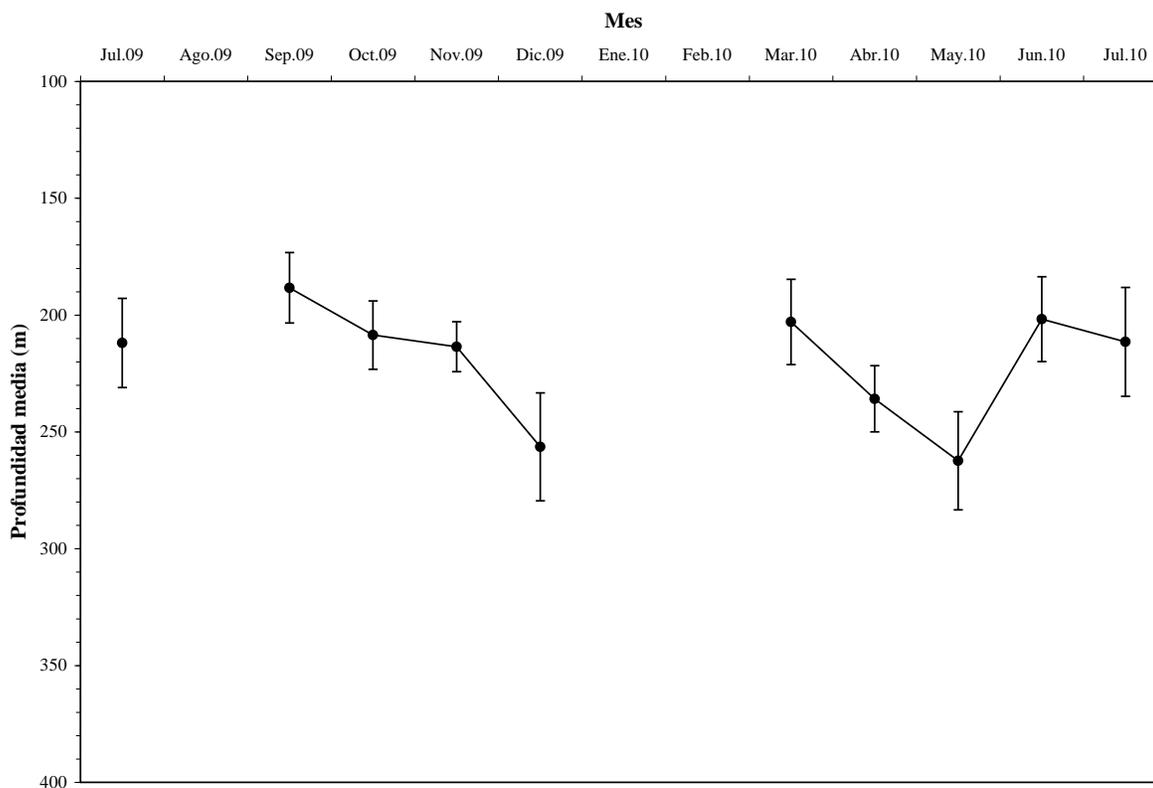


Fig. 53. Profundidad media ponderada (m) de la densidad poblacional de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) en el foco histórico de la IV Región entre julio de 2009 y julio de 2010. Líneas verticales representan una desviación estándar.

4.1.3. Grado de agregación de la densidad poblacional

El grado de agregación de la densidad poblacional de langostino amarillo y colorado medido a través del índice de Gini por separado para cada especie entre julio de 2009 y agosto de 2010, indica que el recurso no se distribuye de manera homogénea en el área de estudio, sino que se distribuye a la forma de conglomerados de abundancia con mayor o menor grado de agregación. Así, por ejemplo, en diciembre de 2009 se encontró mas agregado que en agosto de 2010 (Fig. 54). En el caso de langostino colorado, el índice de Gini también indica que este recurso tiene una distribución no homogénea en el área de estudio, y la evolución temporal del índice no evidencia tendencia alguna (Fig. 55).

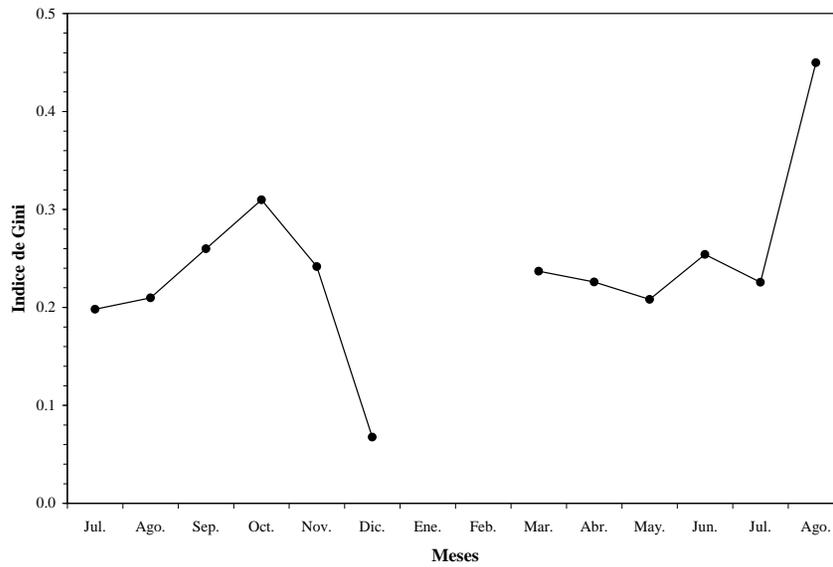


Fig. 54. Grado de agregación (índice de Gini) de la densidad poblacional de langostino amarillo (*C. johni*) entre julio de 2009 y agosto de 2010.

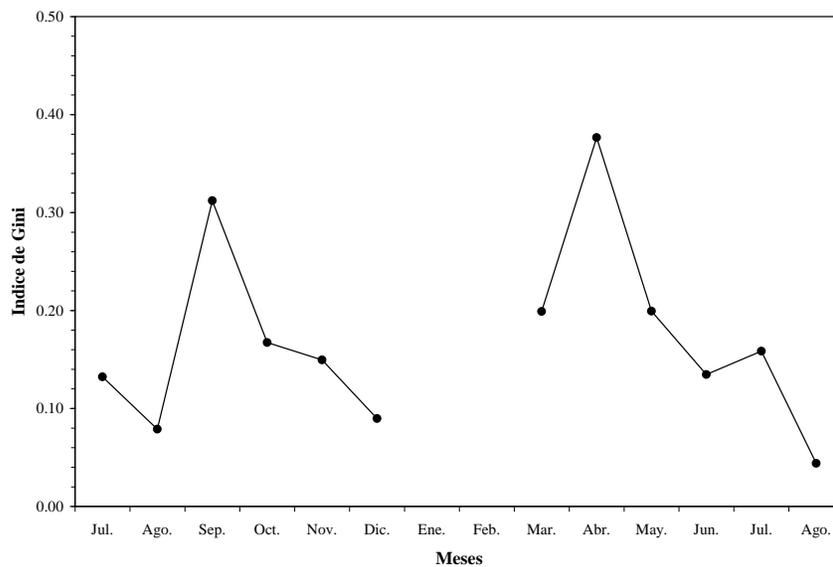


Fig. 55. Grado de agregación (índice de Gini) de la densidad poblacional de langostino colorado (*P. monodon*) entre julio de 2009 y agosto de 2010.

4.1.4. Aspectos biológicos

4.1.4.1. Capturas y muestreo biológico.

Durante el período y zona de estudio se midió un total de 24.186 ejemplares de langostino amarillo en su LC (m) para construir las distribuciones de frecuencia de tallas; además, se pesó 9.579, para estimar la relación longitud-peso. En la Tabla 13 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 11.473 ejemplares en su LC (mm) para construir las distribuciones de frecuencia de tallas, de los que se pesó 4.889 ejemplares para construir la relación longitud-peso (Tabla 14).

Tabla 13. Esfuerzo total de muestreo de frecuencia (medidos) y biológico específicos (pesados) de la captura de langostino amarillo.

MES	DATOS	SEXO			TOTAL
		Machos	Hembras c/huevos	Hembras s/huevos	
Julio (2009)	Medidos	2.682	2.786	1.597	7.065
	Pesados	1.190	1.042	540	2.772
Agosto (2009)	Medidos	1.128	651	188	1.967
	Pesados	517	215	64	796
Octubre (2009)	Medidos	769	219	390	1.378
	Pesados	338	77	140	555
Noviembre (2009)	Medidos	1.064	36	621	1.721
	Pesados	465	11	241	717
Diciembre (2009)	Medidos	819	12	569	1.400
	Pesados	471	5	290	766
Marzo (2010)	Medidos	1.051		798	1.849
	Pesados	466		240	706
Abril (2010)	Medidos	1.145		810	1.955
	Pesados	436		272	708
Mayo (2010)	Medidos	1.484	3	1.175	2.662
	Pesados	591	2	374	967
Julio (2010)	Medidos	2.674	1.345	170	4.189
	Pesados	1.111	432	49	1.592
Total Medidos		12.816	5.052	6.318	24.186
Total Pesados		5.585	1.784	2.210	9.579

Tabla 14. Esfuerzo total de muestreo de frecuencia (medidos) y biológico específicos (pesados) de la captura de langostino colorado.

MES	DATOS	SEXO			TOTAL
		Machos	Hembras c/huevos	Hembras s/huevos	
JULIO (2009)	Medidos	1.652	824	74	2.550
	Pesados	774	374	67	1.215
AGOSTO (2009)	Medidos	396	361	114	871
	Pesados	157	151	38	346
OCTUBRE (2009)	Medidos	1.128	1	574	1.703
	Pesados	418	1	208	627
NOVIEMBRE (2009)	Medidos	639	4	609	1.252
	Pesados	289	2	264	555
DICIEMBRE (2009)	Medidos	828	4	709	1.541
	Pesados	354	4	306	664
MARZO (2010)	Medidos	421	1	195	617
	Pesados	159	1	68	228
ABRIL (2010)	Medidos	325	18	254	597
	Pesados	159	18	121	298
MAYO (2010)	Medidos	387	61	214	662
	Pesados	201	44	101	346
JULIO (2010)	Medidos	893	615	172	1.680
	Pesados	337	220	53	610
Total Medidos		6.669	1.889	2.915	11.473
Total Pesados		2.848	815	1.226	4.889

4.1.4.2. Relación talla-peso

La relación talla-peso de langostino amarillo y langostino colorado se estimó mensualmente para ambos sexos en conjunto, y en ambas especies ésta se ajustó a una función potencial cuyos parámetros se entregan en la Tabla 15.

4.1.4.3. Pesos medios por intervalo de talla

Los pesos medios por clase de tamaño, separado por sexo, para langostino amarillo y langostino colorado se entregan en el Anexo II.

Tabla 15. Parámetros de la relación talla-peso de langostino amarillo (*C. johni*) y langostino colorado (*P. monodon*) sin separar por sexos entre julio de 2009 y julio de 2010.

Año/mes		<i>Cervimunida johni</i>				<i>Pleuroncodes monodon</i>			
		a	b	r ²	n	a	b	r ²	n
2009	Jul.	2,620 x 10 ⁻⁴	3,266	0,951	3392	4,403 x 10 ⁻⁴	3,029	0,965	1218
	Ago.	4,953 x 10 ⁻⁴	3,085	0,954	3599	4,882 x 10 ⁻⁴	3,029	0,967	1444
	Sep.	5,512 x 10 ⁻⁴	3,049	0,951	675	1,311 x 10 ⁻⁴	3,351	0,985	156
	Oct.	4,847 x 10 ⁻⁴	3,080	0,952	1605	7,549 x 10 ⁻⁴	2,838	0,957	2881
	Nov.	3,122 x 10 ⁻⁴	3,207	0,966	2277	1,642 x 10 ⁻⁴	3,301	0,974	817
	Dic.	2,339 x 10 ⁻⁴	3,308	0,973	766	2,174 x 10 ⁻⁴	3,220	0,964	673
2010	Ene.	--	--			--	--		
	Feb.	--	--			--	--		
	Mar.	2,474 x 10 ⁻⁴	3,236	0,956	706	4,499 x 10 ⁻⁴	3,001	0,955	228
	Abr.	2,158 x 10 ⁻⁴	3,309	0,973	1675	1,410 x 10 ⁻⁴	3,359	0,974	644
	May.	3,881 x 10 ⁻⁴	3,148	0,962	2999	2,245 x 10 ⁻⁴	3,235	0,934	1552
	Jun.	4,233 x 10 ⁻⁴	3,148	0,956	3778	4,289 x 10 ⁻⁴	3,079	0,939	1944
	Jul.	5,109 x 10 ⁻⁴	3,079	0,941	1475	2,318 x 10 ⁻⁴	3,236	0,962	601

4.1.5. Composición de tamaños

4.1.5.1. Langostino amarillo

La composición de tamaños global de langostino amarillo mostró distribuciones de frecuencia tendientes a la unimodalidad en toda el área (Fig. 56). Considerando la totalidad del área de estudio, el rango de tamaño observado para los machos se extendió entre 10,1 y 53,9 mm LC, con una talla promedio de 32,88 mm LC (D.E. = 5,85 mm). La distribución tendió a la unimodalidad, con una moda principal en los 37 mm LC. Para las hembras, la talla promedio correspondió a 29,41 mm de LC (D.E. = 4,06 mm) con un mínimo y máximo de 11,2 y 46,7 mm, respectivamente. En este caso la moda se ubicó en los 28 mm de LC. Al analizar la composición global de sexos combinados, la talla promedio fue de 31,25 mm de LC (D.E. = 5,38 mm) con un mínimo y máximo de 10,1 y 53,9 mm, respectivamente y una moda principal ubicada en los 30 mm de LC.

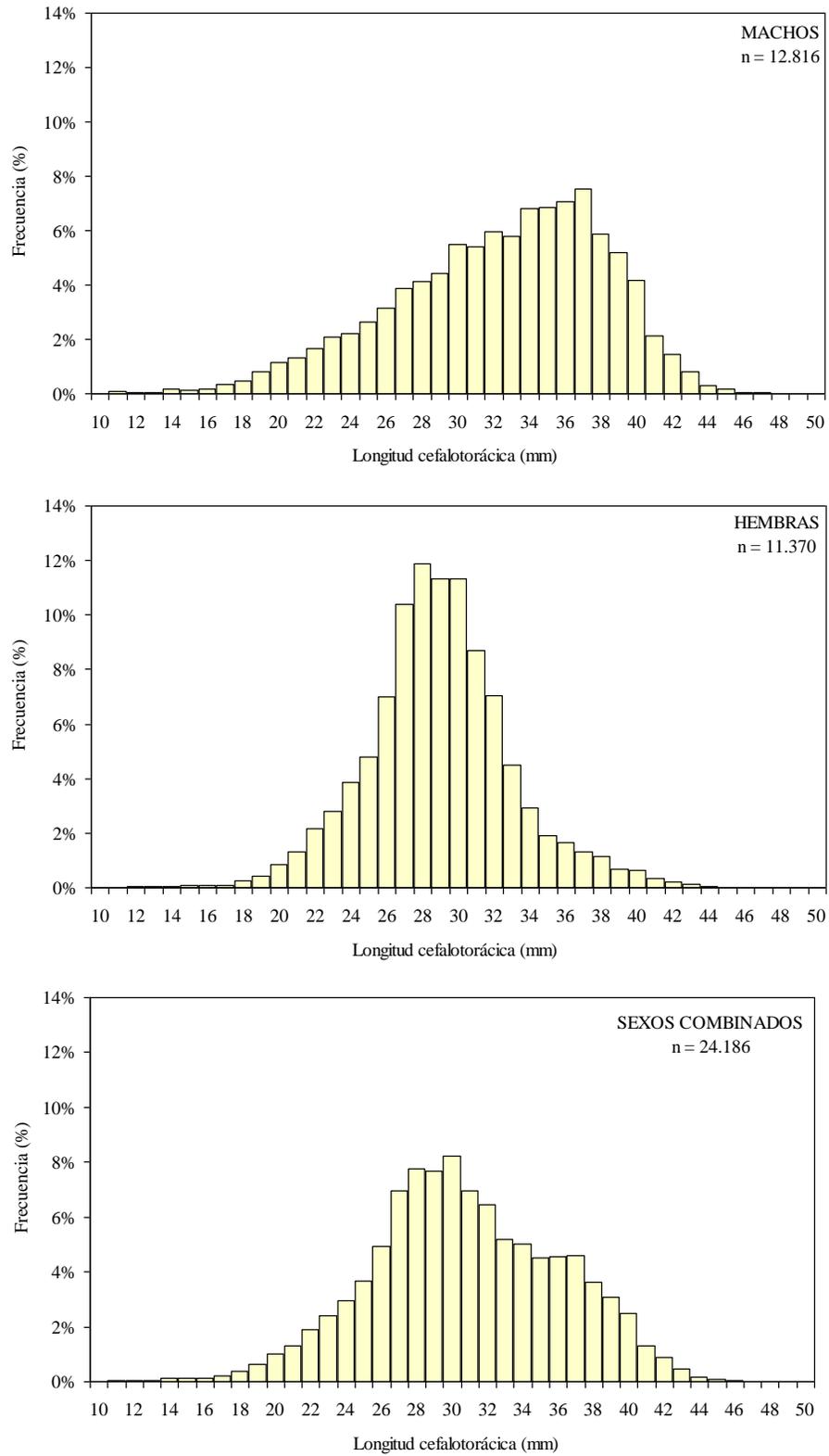


Fig. 56. Distribución de frecuencia de tamaños global de langostino amarillo en el área y período de estudio.

La composición de tamaños de los machos de langostino amarillo mostró distribuciones de frecuencia polimodales en todas las zonas analizadas durante los años 2009 y 2010 (Fig. 57). Sin embargo, para la zona sur en el mes de octubre, 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. En la zona norte, la distribución de frecuencias de talla de los machos presentó una tendencia bimodal en los meses de julio-agosto de 2009, con una notoria aparición de de ejemplares entre los 10 y 20 mm de LC en el mes de noviembre. En los meses posteriores se observó una tendencia bimodal, a excepción del mes de abril que mostró una distribución de frecuencia polimodal. En la zona centro y sur del foco histórico, se observó la misma tendencia a la incorporación de reclutas al arte pero con rangos más estrechos (15 - 20 mm de LC). Sin embargo, a diferencia de la zona norte y centro, en la zona sur se observan distribuciones con mayor presencia de individuos de tallas mayores.

La composición de tamaños de las hembras de langostino amarillo a diferencia de los machos de la especie, mostró una distribución con tendencia unimodales en las tres zonas durante los años 2009 y 2010, con excepción del mes de noviembre en la zona norte, donde se observa una clara incorporación de reclutas al arte y los meses marzo a mayo de la zona centro en que se observan distribuciones bimodales (Fig. 58).

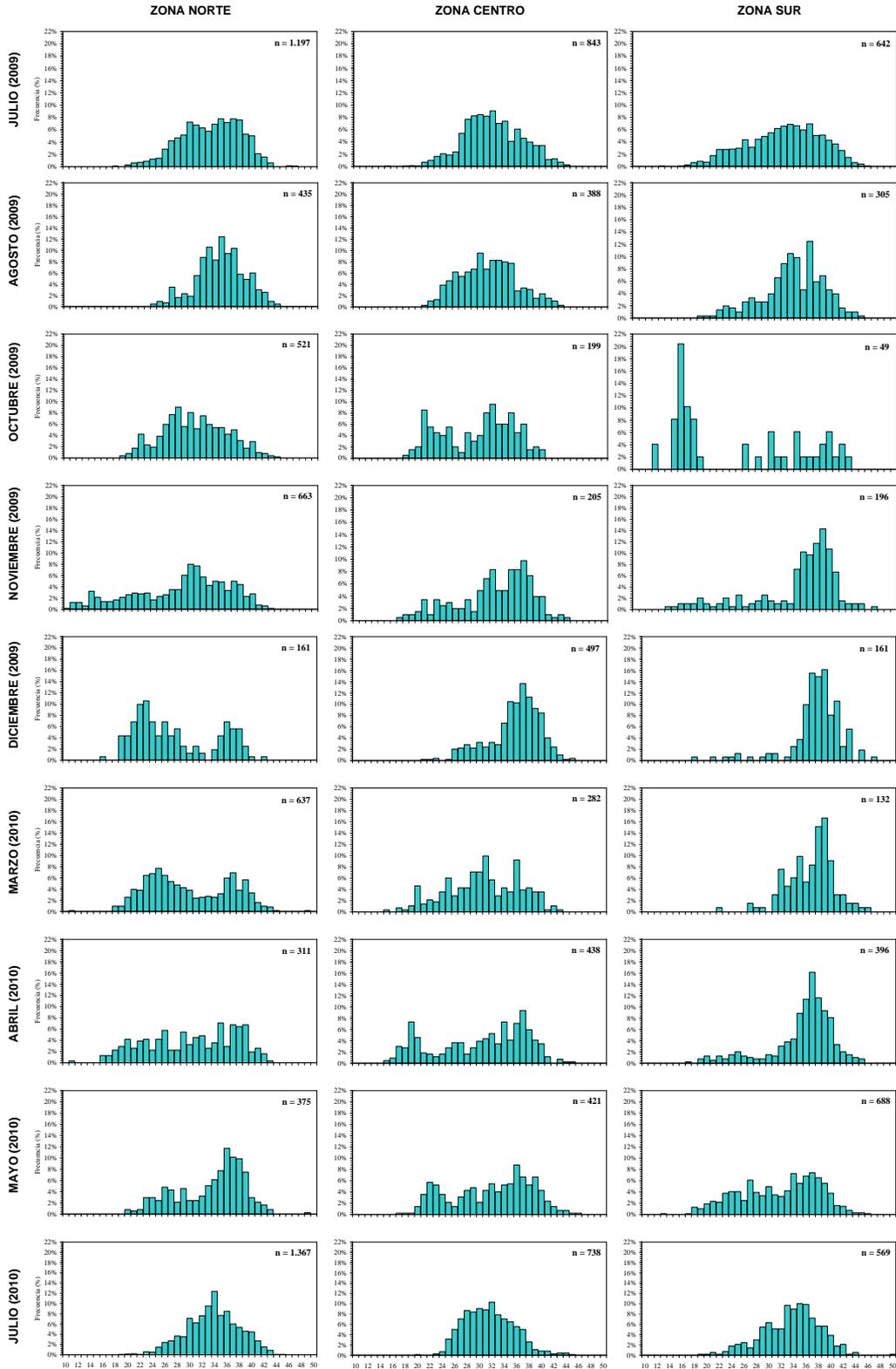


Fig. 57. Distribución de frecuencia de tamaños de machos de langostino amarillo por zona y mes.

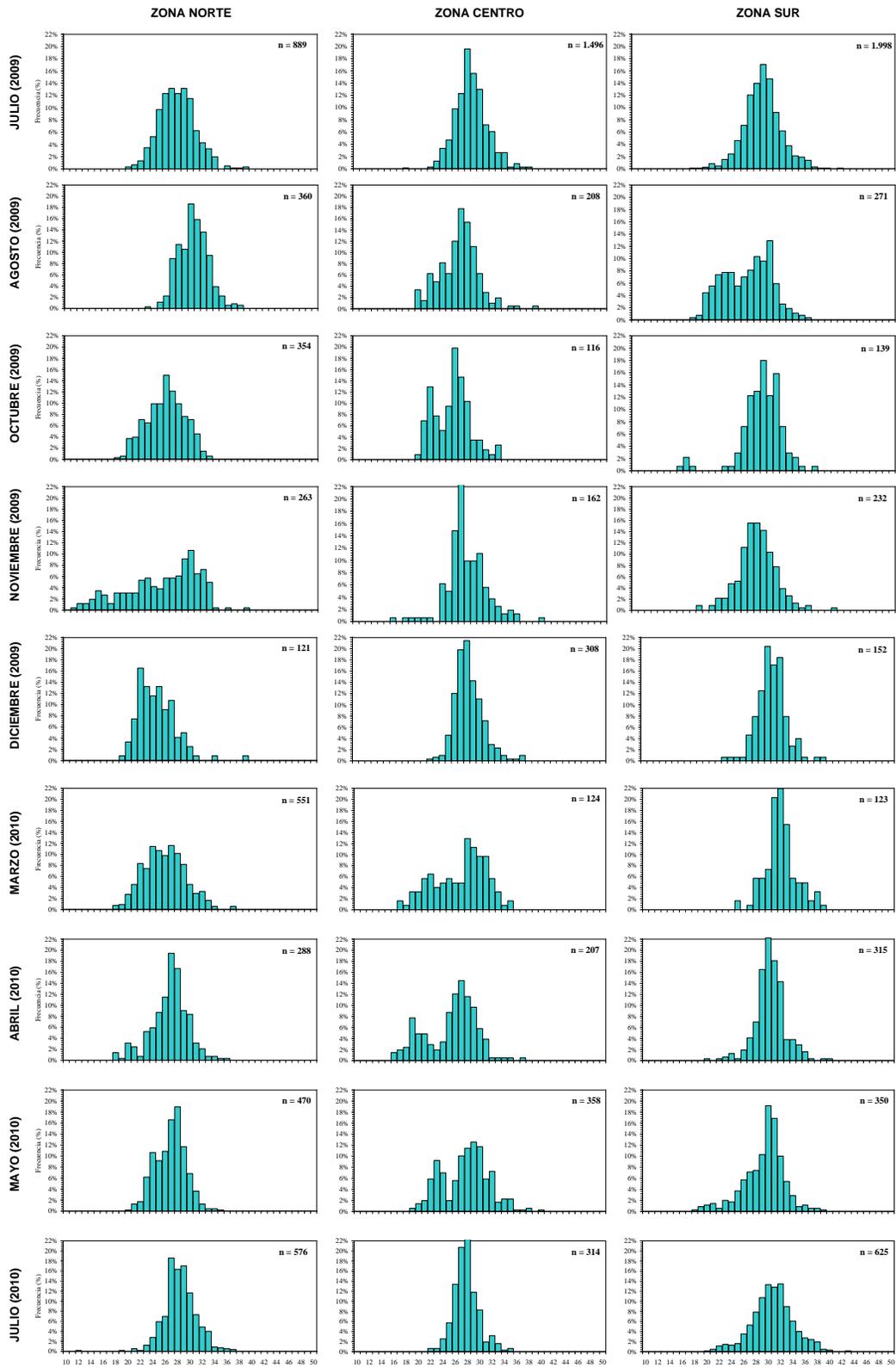


Fig. 58. Distribución de frecuencia de tamaños de hembras de langostino amarillo por zona y mes.

4.1.5.2. Langostino colorado

La composición de tamaños global de langostino colorado mostró distribuciones de frecuencia bimodales en toda el área (julio de 2009 a julio de 2010) (Fig. 59). Considerando toda el área de estudio, el rango de tamaño observado para los machos se extendió entre 11,3 y 47,9 mm LC, con una talla promedio de 26,65 mm LC (D.E. = 6,78 mm). Sin embargo, la distribución tendió a la bimodalidad, con una moda principal en los 20 mm LC y una secundaria en los 33 mm LC. Para las hembras, la talla promedio correspondió a 25,78 mm de LC (D.E. = 6,91 mm) con un mínimo y máximo de 10,6 y 45,3 mm, respectivamente. En este caso la distribución es multimodal con una moda principal ubicada en los 20 mm de LC y cuatro clases modales en los 28, 30, 35 y 40 mm de LC, respectivamente. Al analizar la composición global de sexos combinados, la talla promedio fue de 26,29 mm de LC (D.E. = 6,85 mm) con un mínimo y máximo de 10,6 y 47,9 mm, respectivamente y una moda principal ubicada entre los 20 mm de LC y una secundaria en los 33 mm de LC.

La composición de tamaños de los machos de langostino colorado mostró distribuciones de frecuencia multimodales en la zona norte durante el año 2009 y 2010 (Fig. 60), sin embargo, solo en el mes de julio se observó una alta proporción de machos. En la zona norte para el período agosto-diciembre 2009 y marzo-mayo de 2010, esta especie fue muy escasa e infrecuente, con un bajo número de ejemplares en la muestra total. En la zona norte, la distribución de frecuencias de talla de los machos presentó una tendencia unimodal con una notoria aparición de de ejemplares entre los 15 y 20 mm de LC en el mes de noviembre y 17-24 mm de LC en el mes de diciembre. En el mes de abril y julio de 2010 la tendencia de la distribución es bimodal pero con fuerte presencia de ejemplares de menor tamaño. En la zona centro y sur del foco histórico, se observó la misma tendencia a la incorporación de reclutas al arte observada en el langostino amarillo. Durante el año 2010 la distribución de frecuencias es claramente bimodal para ambos sectores (Fig. 60).

La composición de tamaños de las hembras de langostino colorado mostró una distribución similar a la observada en los machos de la especie. Las distribuciones de frecuencias observadas presentaron tendencias bimodales en las tres zonas durante el año 2009 y 2010 (Fig. 61), sin embargo, solo en los meses de julio-agosto se observó una alta proporción de

hembras adultas. Para el período octubre-diciembre de 2009 y marzo-mayo de 2010, esta especie fue muy escasa e infrecuente, con un bajo número de ejemplares en la muestra total. En la zona norte durante el año 2009, la distribución de frecuencias de talla de hembras presentó una tendencia unimodal con una notoria aparición de de ejemplares entre los 15 y 20 mm de LC en el mes de noviembre y 17-24 mm de LC en el mes de diciembre. En el año 2010 se observan ejemplares de mayor tamaño en el mes de abril y mayo. En la zona centro y sur del foco histórico, se observó la misma tendencia a la incorporación de reclutas al arte observada en el langostino amarillo (Fig. 61).

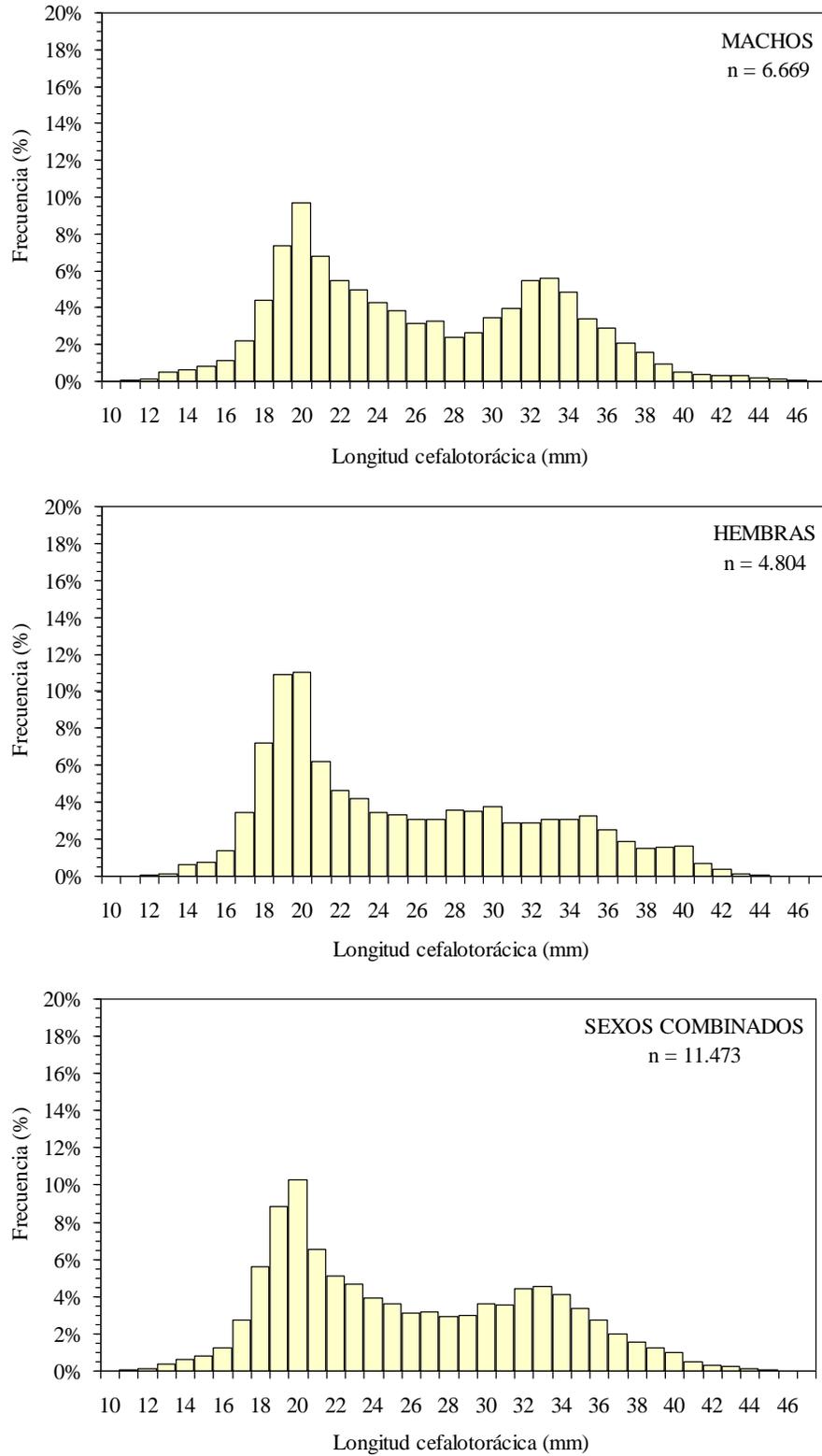


Fig. 59. Distribución de frecuencia de tamaños global de langostino colorado en el área y período de estudio.

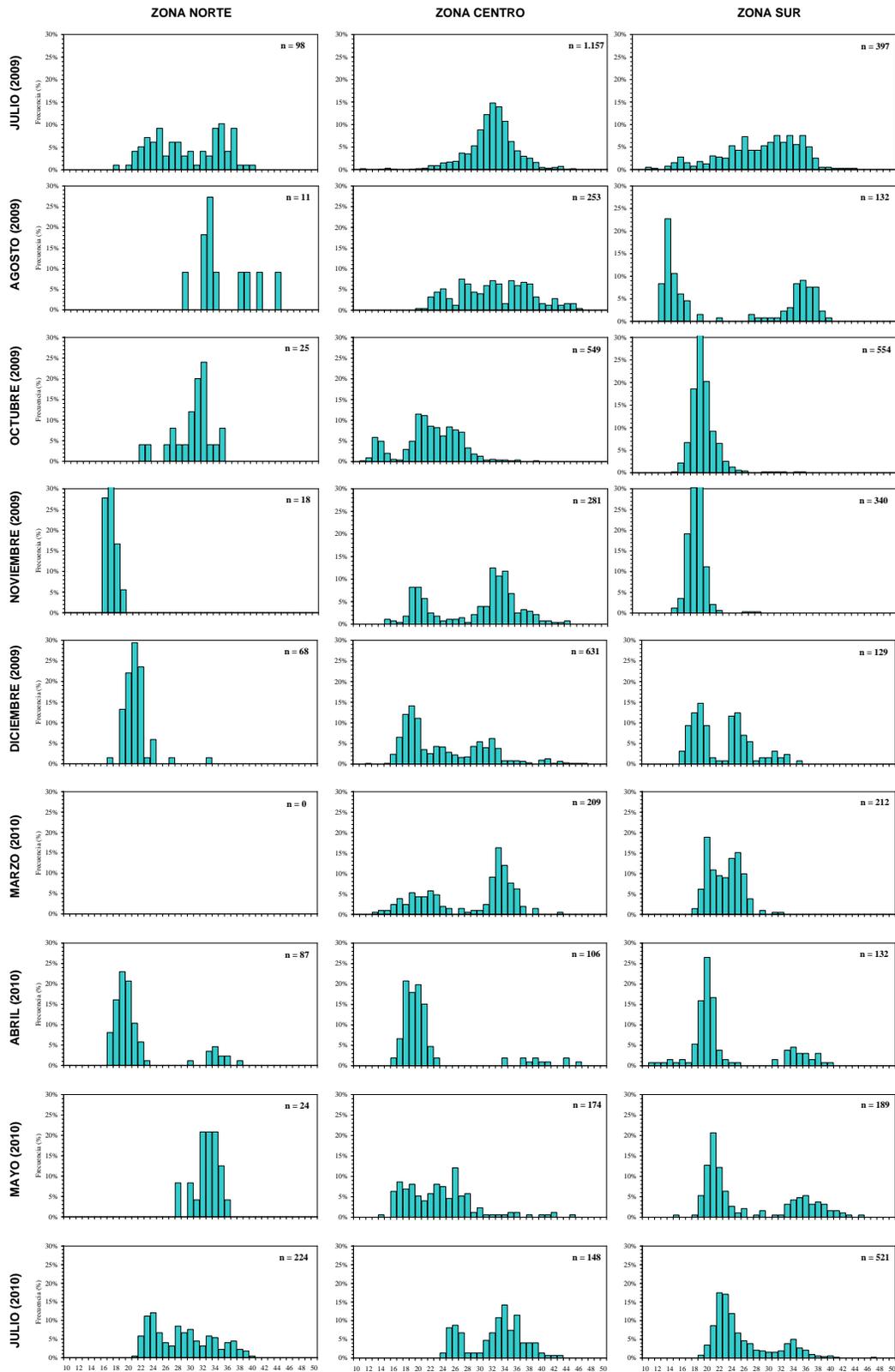


Fig. 60. Distribución de frecuencia de tamaños de machos de langostino colorado por zona y mes.

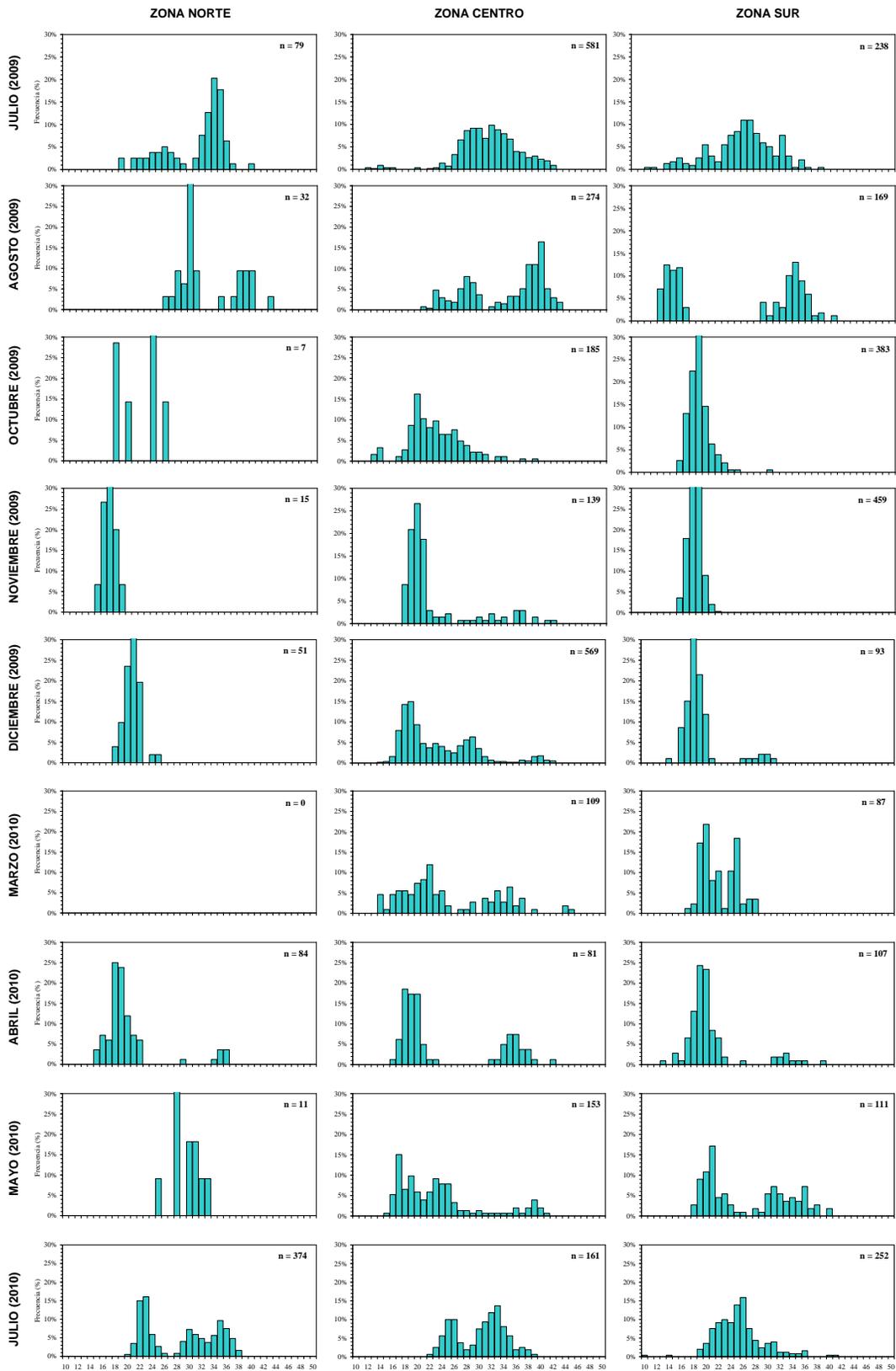


Fig. 61. Distribución de frecuencia de tamaños de hembras de langostino colorado por zona y mes.

4.2. Objetivo específico 2

4.2.1. Distribución espacial de la proporción de sexual

El análisis de la distribución espacio-temporal de la proporción de sexos (proporción de machos) de langostino amarillo y langostino colorado se realizó con los lances de pesca realizados entre julio de 2009 y agosto de 2010 en el foco histórico de abundancia frente a la IV Región, agregados por trimestres. Al respecto, tanto en el caso de langostino amarillo como de langostino colorado, el análisis de variogramas direccionales de la distribución espacial de la proporción sexual frente a la IV Región no mostró existencia de efecto anisotrópico.

En el caso del langostino amarillo, el modelo de variograma teórico que mostró la mejor bondad de ajuste mediante el procedimiento de mínimos cuadrados ponderados (Cressie, 1993), en la mayoría de los casos fue el modelo esférico (Tabla 16, Fig. 62).

Tabla 16. Parámetros del variograma teórico ajustado a la proporción sexual de machos de langostino amarillo (*C. johni*). SCR: suma de cuadrados de los residuos, VNE: Varianza no explicada.

Año	Trimestre	Modelo	Rango (km)	Sill	Nugget	VNE (%)
2009	Jul.-Sep.	Esférico	9,746	0,03293	0,00916	21,8
	Oct.-Dic.	Esférico	16,659	0,03173	0,01603	33,6
2010	Mar.-May.	Esférico	7,425	0,02735	0,01874	40,7
	Jun.-Ago.	Exponencial	3,025	0,02349	0,02142	47,7

La distribución espacial de la proporción sexual (proporción de machos) de langostino amarillo no mostró gradientes longitudinales (batimétricos) temporalmente evidentes, encontrándose altas proporciones de machos (> 75%) tanto en el sector costero como en el sector oceánico del foco histórico (Figs 63 a 66). Al respecto, cabe destacar que en julio-septiembre de 2009 (Fig. 63) y junio-agosto de 2010 (Fig. 66), se forman focos con alta presencia de machos en el margen costero del foco histórico, que no se observan en los otros períodos.

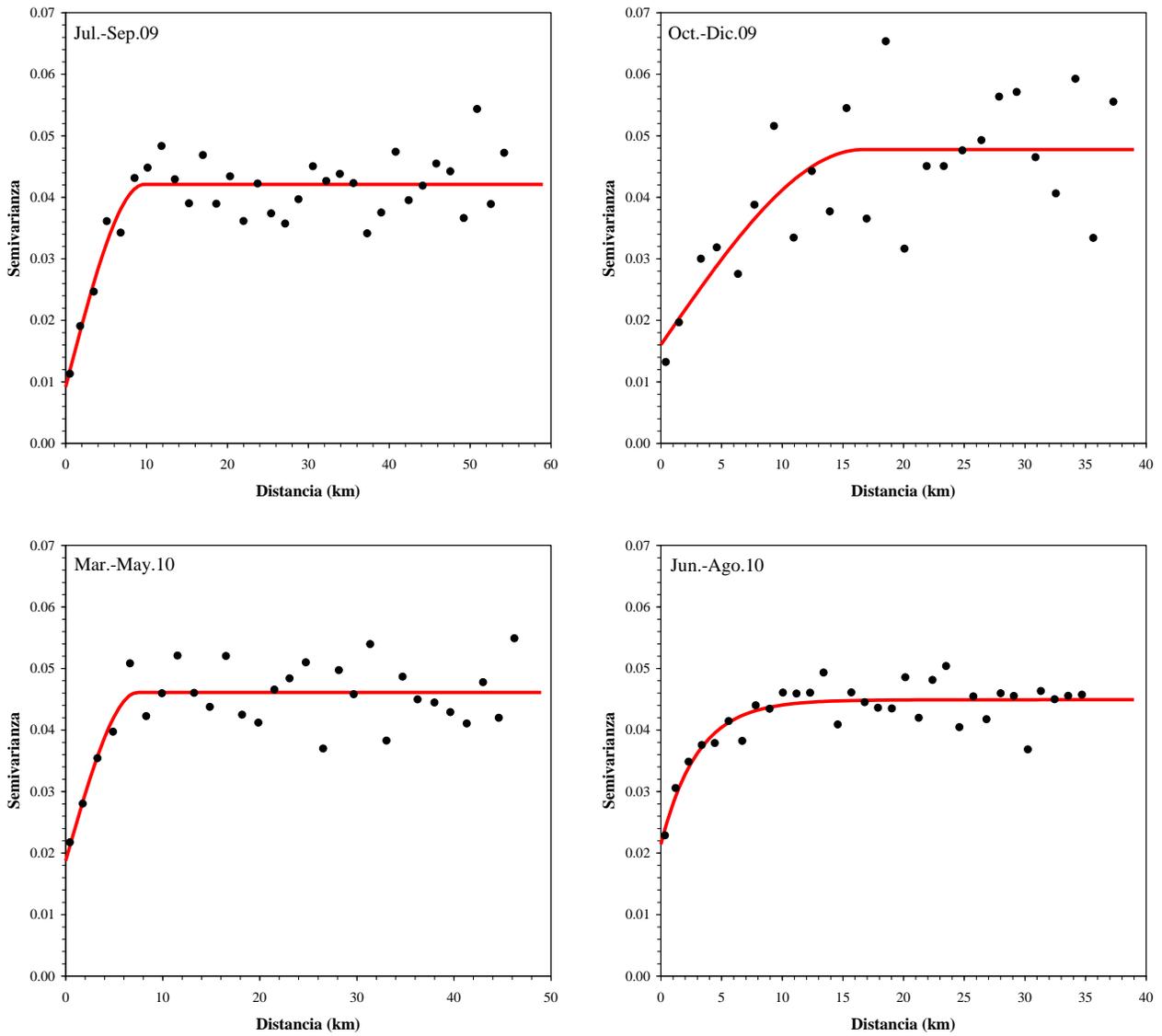


Fig. 62. Variograma experimental (puntos) y variograma teórico (línea continua) de la proporción sexual de langostino amarillo (*C. johni*) por trimestre entre julio de 2009 y agosto de 2010.

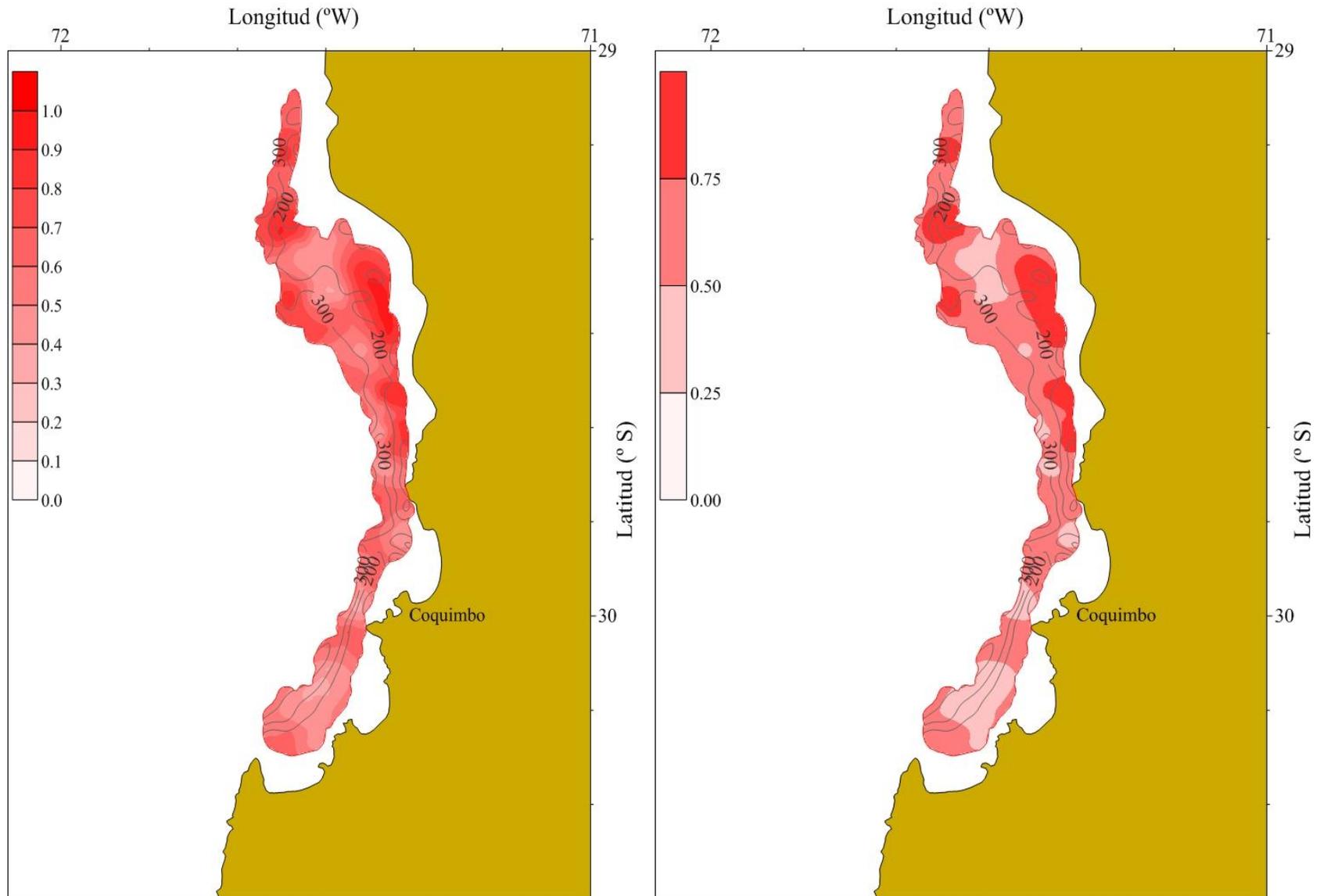


Fig. 63. Distribución espacial de la proporción sexual (proporción de machos) de langostino amarillo (*C. johni*) frente a la IV Región en julio-septiembre de 2009.

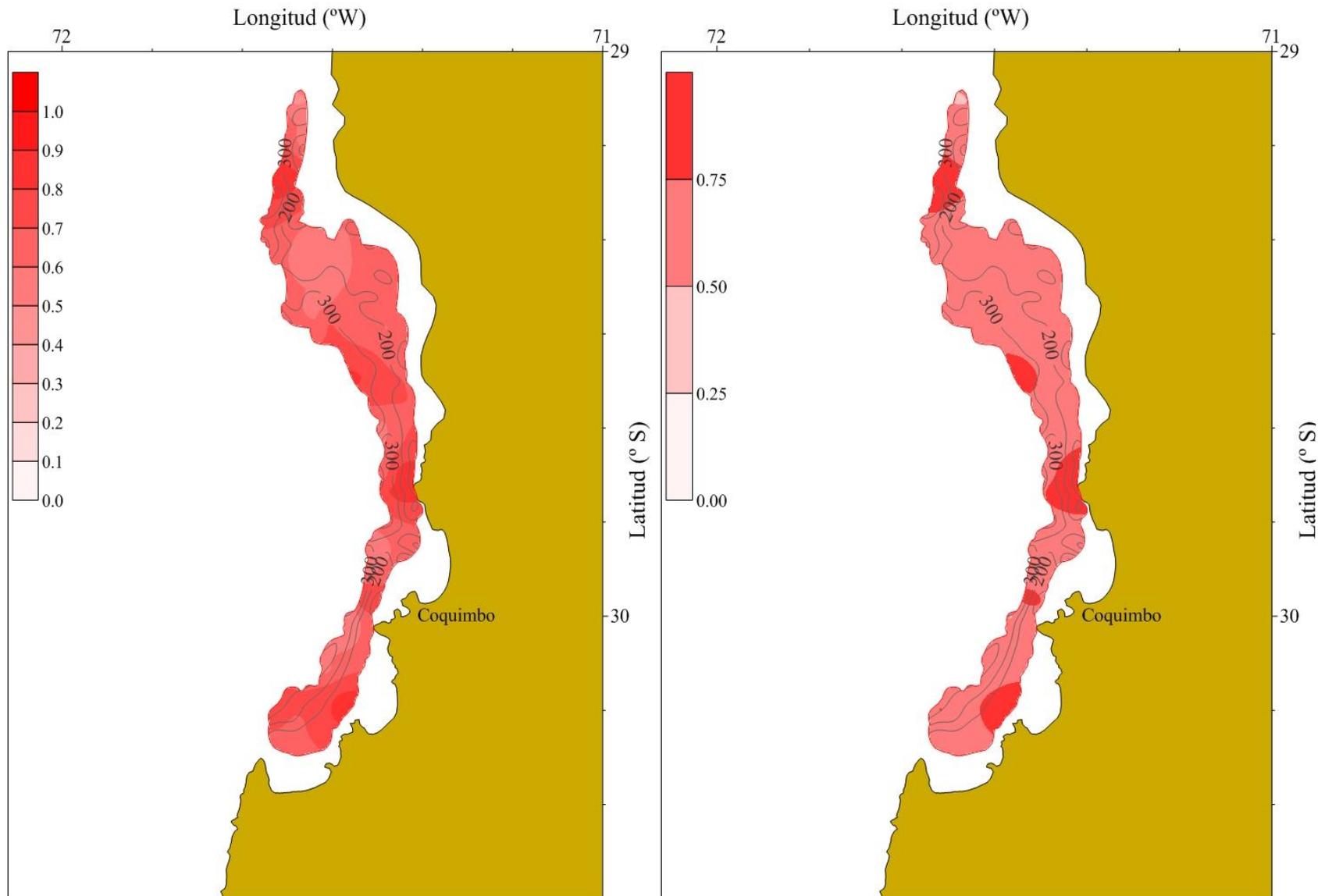


Fig. 64. Distribución espacial de la proporción sexual (proporción de machos) de langostino amarillo (*C. johni*) frente a la IV Región en octubre-diciembre de 2009.

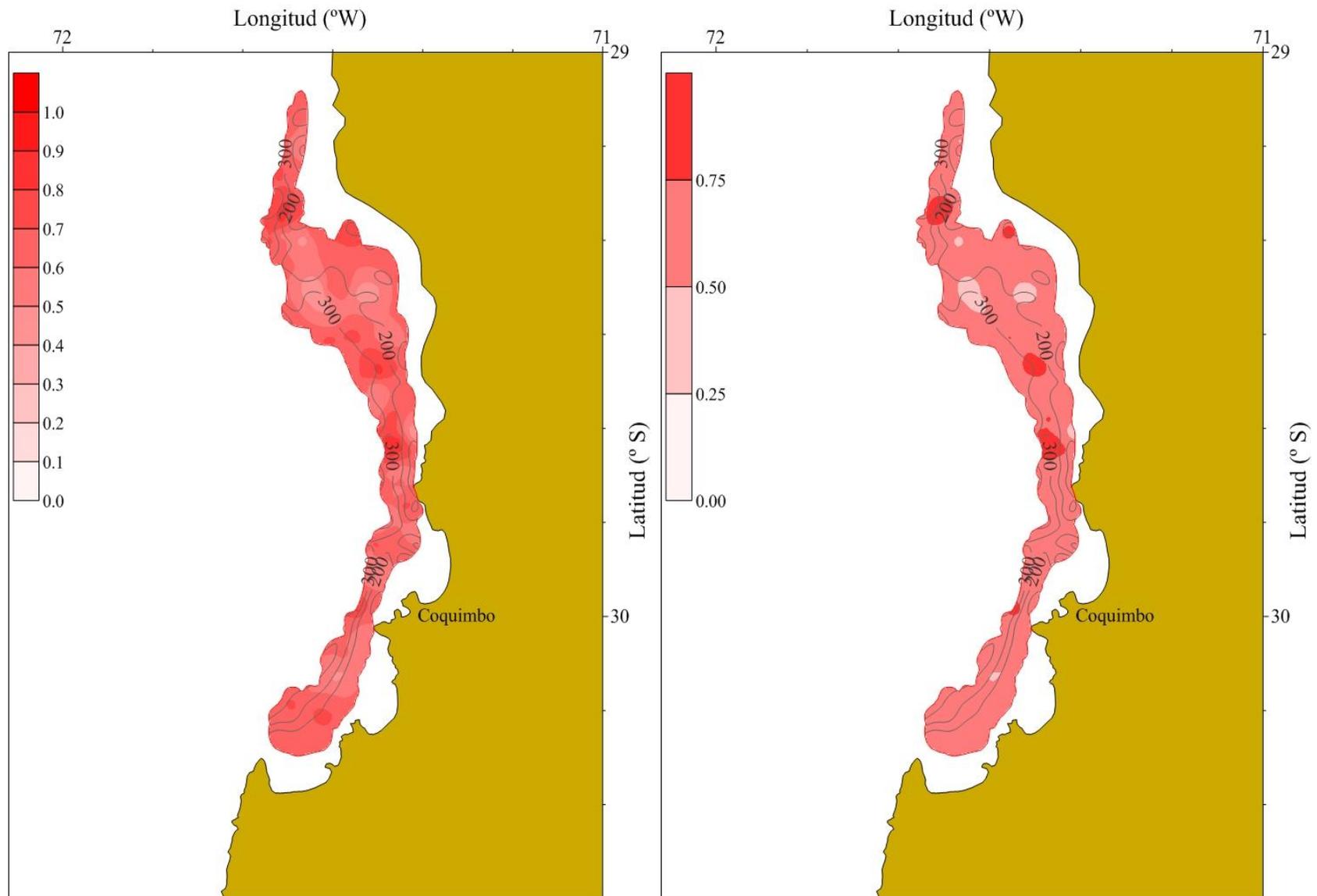


Fig. 65. Distribución espacial de la proporción sexual (proporción de machos) de langostino amarillo (*C. johni*) frente a la IV Región en marzo-mayo de 2010.

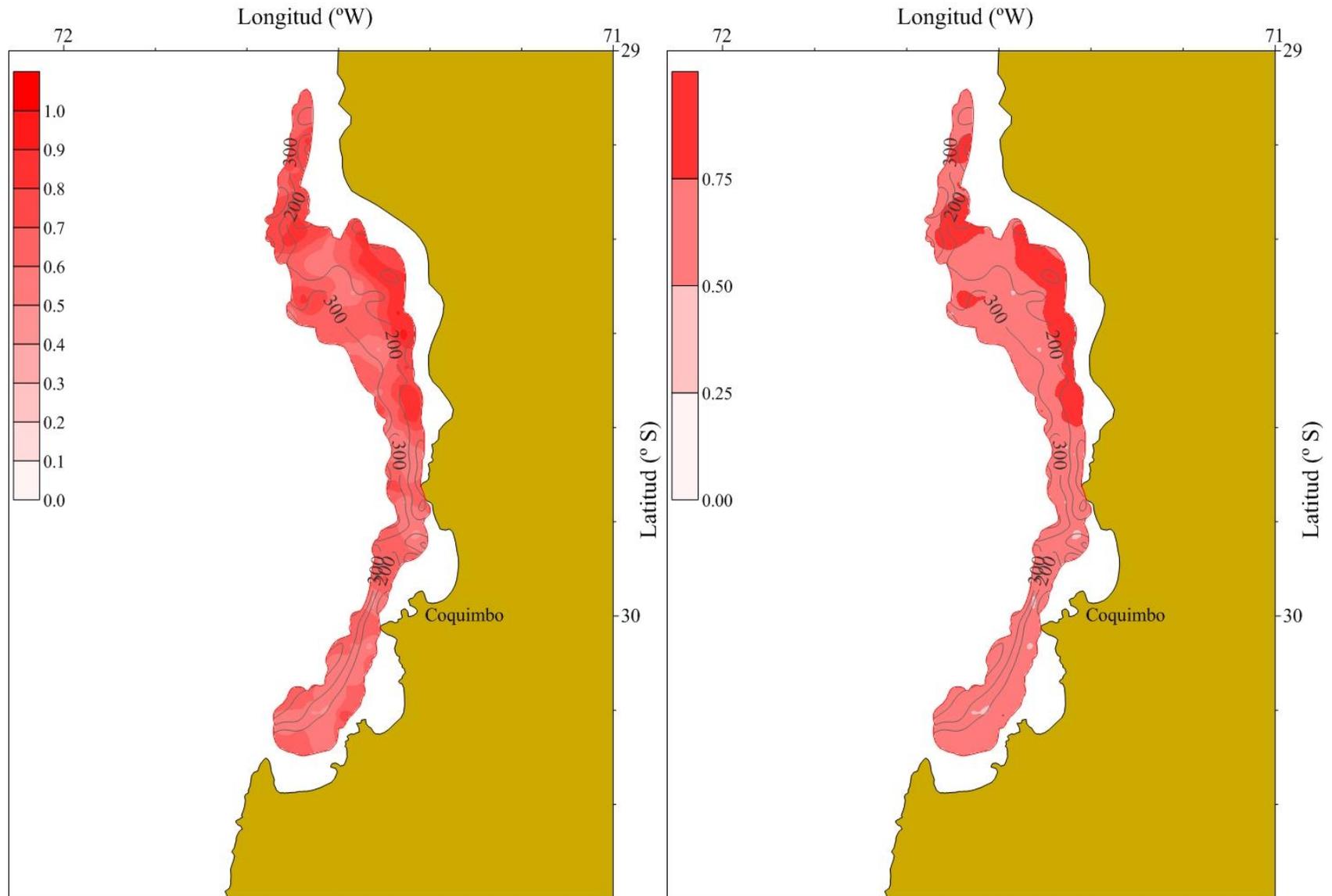


Fig. 66. Distribución espacial de la proporción sexual (proporción de machos) de langostino amarillo (*C. johni*) frente a la IV Región en junio-agosto de 2010.

En el caso del langostino colorado, de manera similar a lo ocurrido con el langostino amarillo, el modelo de variograma teórico que mostró la mejor bondad de ajuste mediante el procedimiento de mínimos cuadrados ponderados (Cressie, 1993), en la mayoría de los casos fue el modelo esférico (Tabla 17, Fig. 67).

Tabla 17. Parámetros del variograma teórico ajustado a la proporción sexual de machos de langostino colorado (*P. monodon*). SCR: suma de cuadrados de los residuos, VNE: Varianza no explicada.

Año	Trimestre	Modelo	Rango (km)	Sill	Nugget	VNE (%)
2009	Jul.-Sep.	Esférico	19,941	0,02772	0,01522	35,5
	Oct.-Dic.	Esférico	5,139	0,02314	0,00499	17,7
2010	Mar.-May.	Gaussiano	8,864	0,03971	0,00777	16,4
	Jun.-Ago.	Esférico	11,698	0,02372	0,01912	44,6

Tampoco se observó en el caso del langostino colorado que la distribución espacial de la proporción sexual (proporción de machos) presentara gradientes latitudinales o longitudinales (batimétricos) claros (Figs 68 y 69). Al contrario, la distribución espacial de la proporción sexual se puede considerar como relativamente homogénea, existiendo núcleos de alta proporción de machos ($> 75\%$) en julio-septiembre de 2009 (Fig. 69) y en marzo-mayo de 2010 (Fig. 70).

4.2.2. Centro de gravedad e inercia de la proporción sexual

El centro de gravedad de la proporción sexual (proporción de machos) de langostino amarillo frente a la IV Región entre julio de 2009 y agosto de 2010 mostró un estrecho rango fluctuación latitudinal, encontrándose entre $29^{\circ}30'59,1''S$ y $29^{\circ}52'20,6''S$. En promedio, el centro de gravedad de la proporción sexual se encontró en $29^{\circ}37'15,0''S$ y sólo en septiembre se observó un desplazamiento hacia el sur del centro de gravedad (Fig. 72).

En el caso del langostino colorado, el centro de gravedad de la proporción sexual (proporción de machos) frente a la IV Región entre julio de 2009 y agosto de 2010 se encontró alrededor de $29^{\circ}48'S$, con muy poca fluctuación latitudinal entre meses, y a la vez con una baja dispersión (inercia) (Fig. 73).

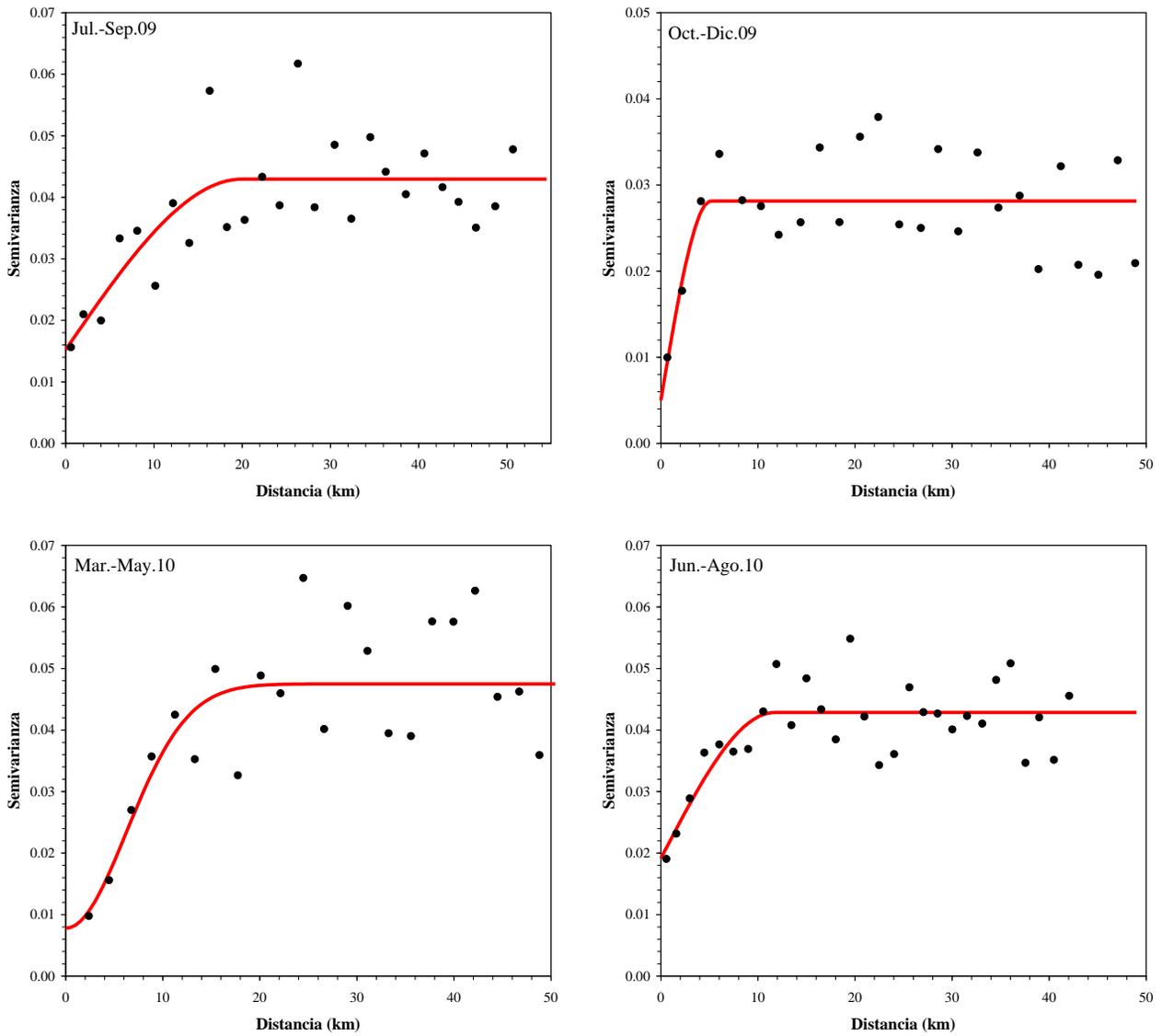


Fig. 67. Variograma experimental (puntos) y variograma teórico (línea continua) de la proporción sexual de langostino colorado (*P. monodon*) por trimestre entre julio de 2009 y agosto de 2010.

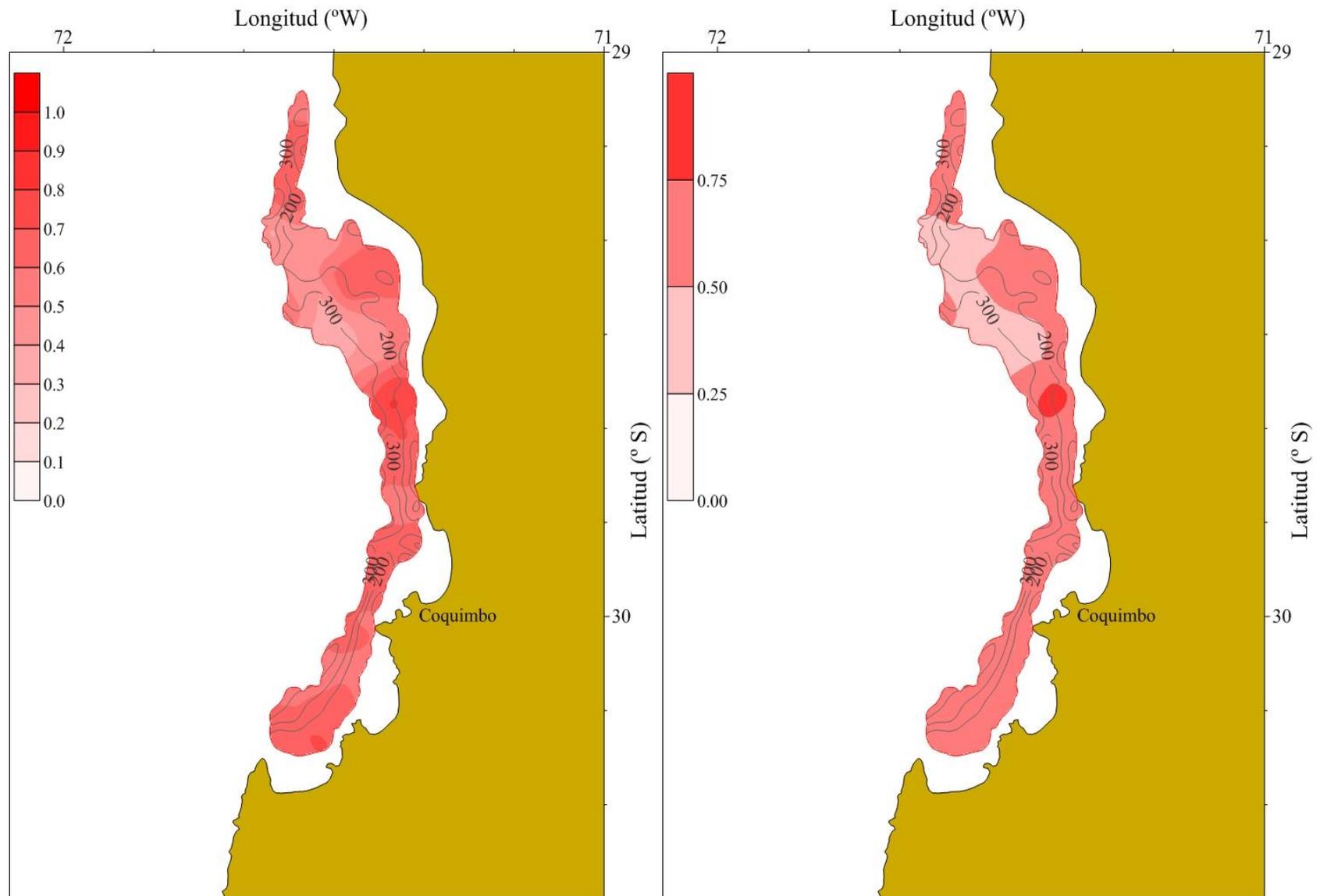


Fig. 68. Distribución espacial de la proporción sexual (proporción de machos) de langostino colorado (*P. monodon*) frente a la IV Región en julio-septiembre de 2009.

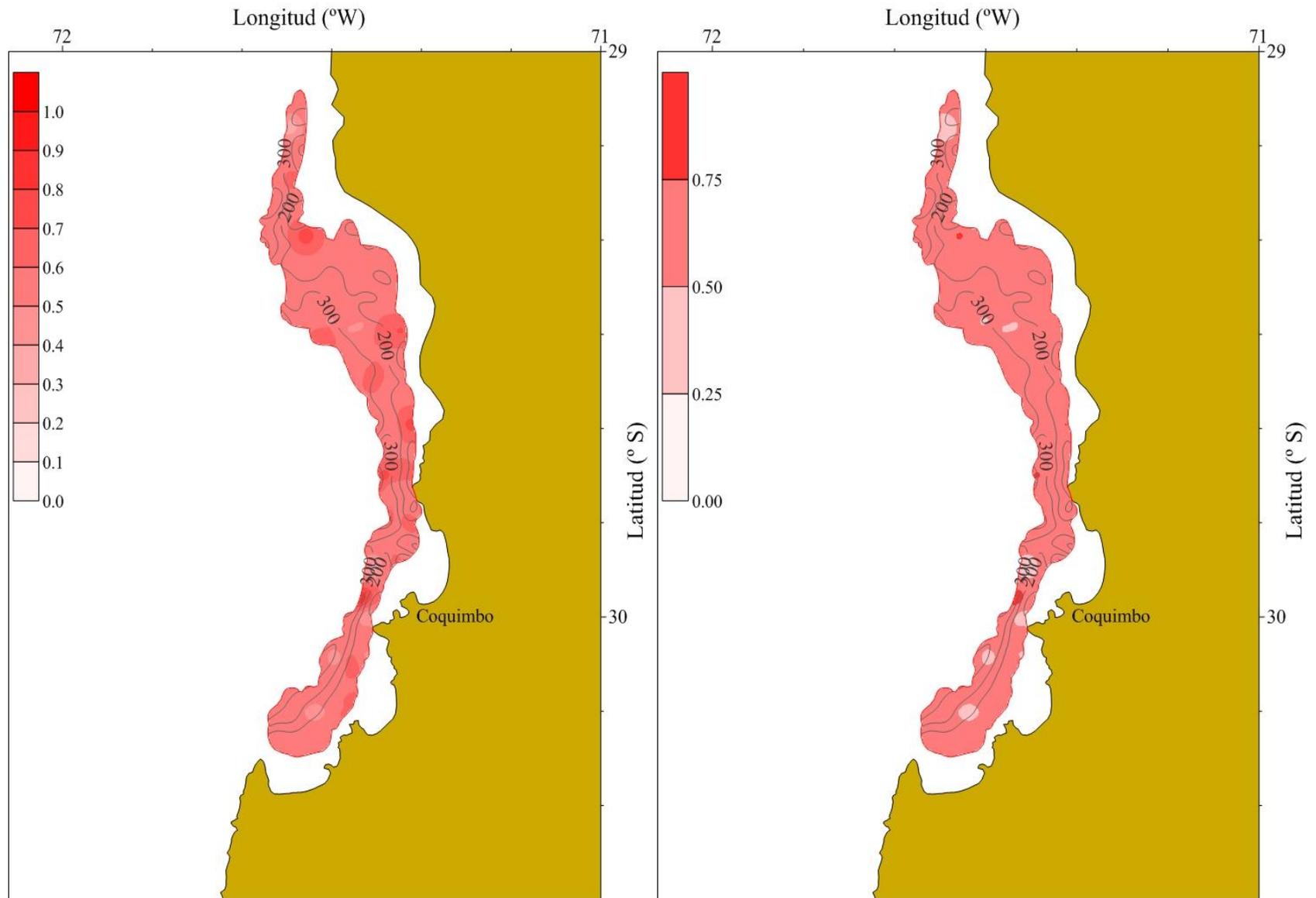


Fig. 69. Distribución espacial de la proporción sexual (proporción de machos) de langostino colorado (*P. monodon*) frente a la IV Región en octubre-diciembre de 2009.

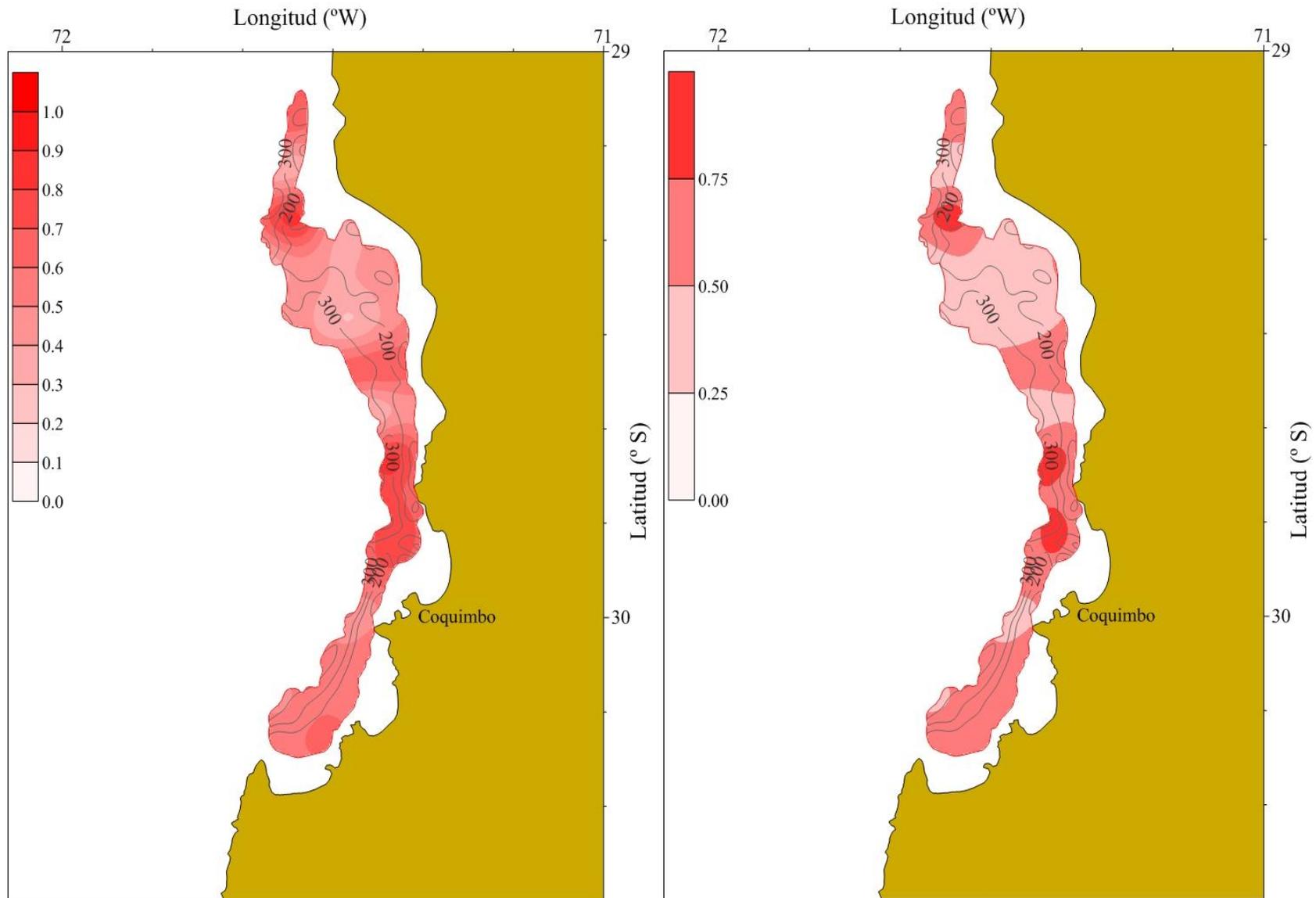


Fig. 70. Distribución espacial de la proporción sexual (proporción de machos) de langostino colorado (*P. monodon*) frente a la IV Región en marzo-mayo de 2010.

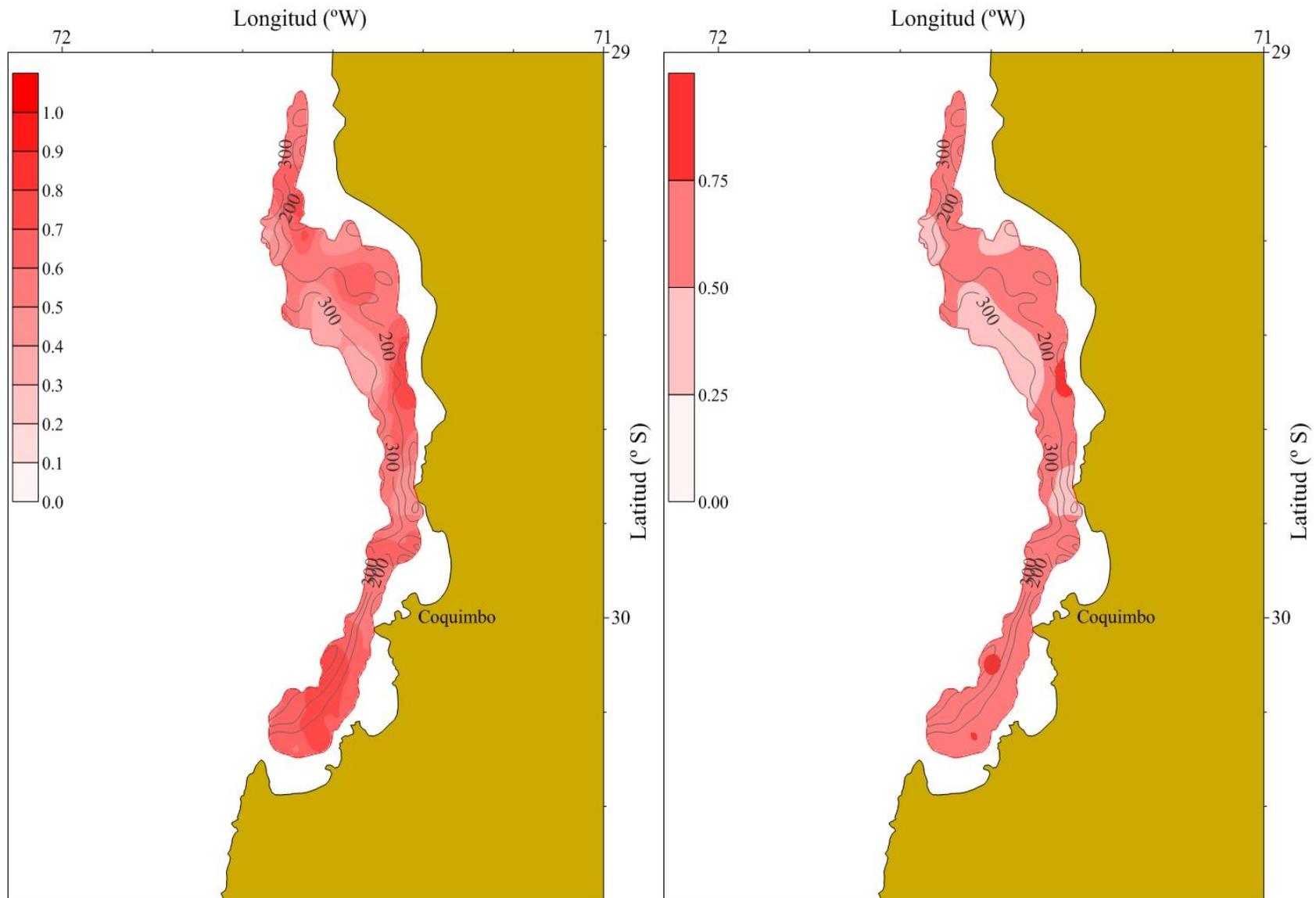


Fig. 71. Distribución espacial de la proporción sexual (proporción de machos) de langostino colorado (*P. monodon*) frente a la IV Región en junio-agosto de 2010.

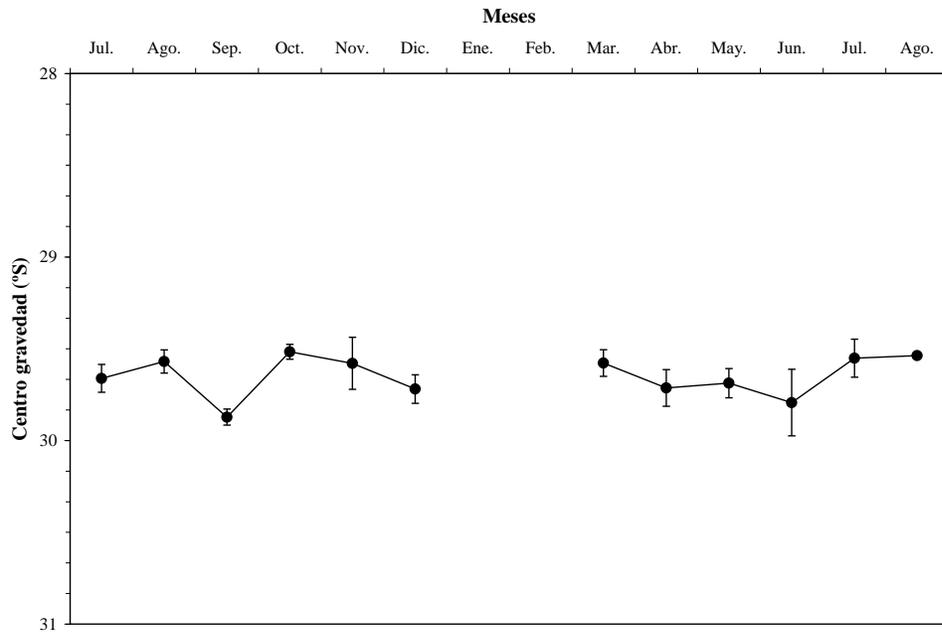


Fig. 72. Centro de gravedad (°S, puntos negros) e inercia (líneas verticales) de la proporción sexual (proporción de machos) de langostino amarillo (*C. johni*) entre julio de 2009 y agosto de 2010.

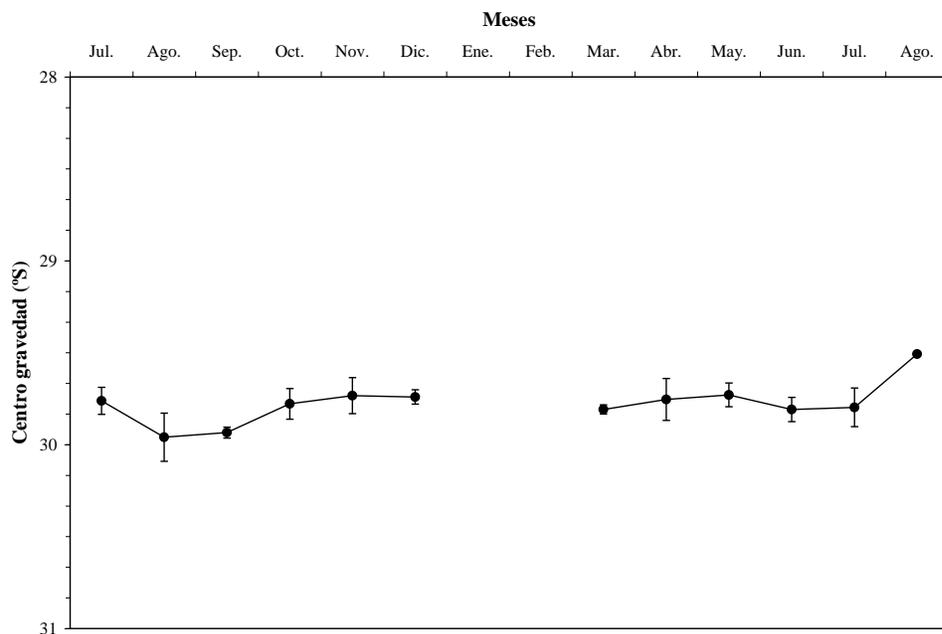


Fig. 73. Centro de gravedad (°S, puntos negros) e inercia (líneas verticales) de la proporción sexual (proporción de machos) de langostino colorado (*P. monodon*) entre julio de 2009 y agosto de 2010.

4.2.3. Condición reproductiva del langostino amarillo

4.2.3.1. Estados de madurez embrionaria de las hembras ovíferas

Durante el período de estudio se analizaron 5.052 hembras ovíferas de langostino amarillo con huevos en distintos estados de desarrollo embrionario, sin embargo el 75,59% de las hembras portadoras se encontraba con huevos en estado 3, con un escaso número de estados tempranos (1-2) y finales (4-5). Las hembras ovíferas analizadas, procedentes de las distintas zonas de pesca, se distribuyeron en los siguientes estados de desarrollo:

- Estado 1: 1 individuo equivalentes al 0,02% del total.
- Estado 2: 114 individuos equivalentes al 2,26% del total.
- Estado 3: 3.819 individuos equivalentes al 75,59% del total.
- Estado 4: 412 individuos equivalentes al 8,16% del total.
- Estado 5: 706 individuos equivalentes al 13,97% del total.

4.2.3.2. Distribución de hembras ovíferas por zona

Al analizar la distribución de hembras ovíferas por zona, se observó que en todas las regiones el estado de desarrollo predominante era el Estado 3. Solo se registró un ejemplar en estado 1 en todo el período de estudio (Tabla 18).

Tabla 18. Distribución de las hembras ovíferas de langostino amarillo, según estado de desarrollo de los huevos, por zona.

ESTADO	DATOS	ZONA			TOTAL
		NORTE	CENTRO	SUR	
1	N	1			1
	%	0,07%	0,00%	0,00%	0,02%
2	N	16	77	21	114
	%	1,16%	4,70%	1,03%	2,26%
3	N	1.137	1.164	1.518	3.819
	%	82,45%	71,06%	74,59%	75,59%
4	N	71	151	190	412
	%	5,15%	9,22%	9,34%	8,16%
5	N	154	246	306	706
	%	11,17%	15,02%	15,04%	13,97%
Total N		1.379	1.638	2.035	5.052
Total %		100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

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

La longitud cefalotorácica de las hembras ovíferas fluctuó entre un mínimo de 12,1 mm y un máximo de 46,7 mm, determinándose para el total de ejemplares de cada estado de desarrollo, los rangos de talla corporal, talla promedio y su desviación estándar (Tabla 19).

Tabla 19. Características morfométricas de las hembras de langostino amarillo, por estado de desarrollo de los huevos.

DATOS	ESTADO HUEVOS					TOTAL
	1	2	3	4	5	
N	1,00	114,00	3.819,00	412,00	706,00	5.052,00
Prom. LC (mm)	32,30	31,35	30,94	31,05	30,64	30,91
D.E. LC (mm)	-	3,69	3,97	3,88	4,16	3,99
Mín. LC (mm)	32,30	21,90	12,10	22,50	17,80	12,10
Máx. LC (mm)	32,30	43,30	46,70	43,80	44,40	46,70

Se determinó que la talla promedio de hembras portadoras correspondió a 30,91 mm de LC (D.E. = 3,99 mm) con un mínimo y máximo de 12,1 y 46,7 mm, respectivamente. Sin embargo, la moda se ubicó entre los 28-29 mm de LC en todos los estados de desarrollo (Fig. 74).

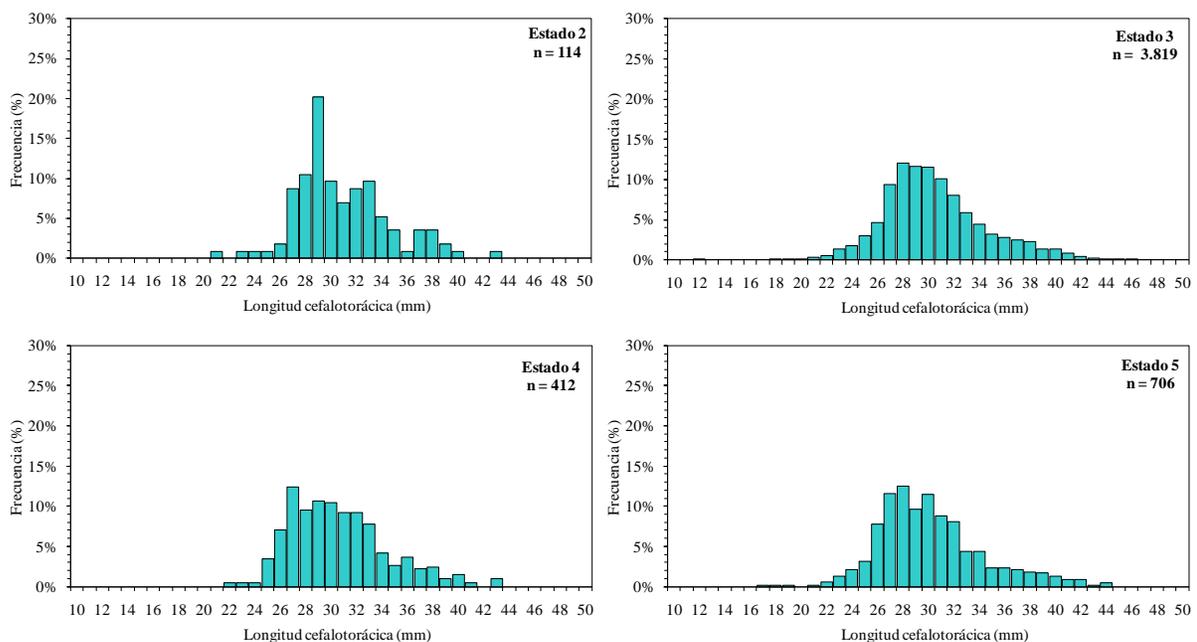


Fig. 74. Distribución de frecuencia de tamaños global de las hembras ovíferas de langostino amarillo por estado de desarrollo de los huevos.

4.2.3.4. Distribución geográfica global de las hembras ovíferas por zona, mes y estado de madurez embrionaria.

Para la zona norte, las hembras ovíferas con huevos en estado 3 predominaron entre los meses de julio y octubre con frecuencias de 86,37%, 96,56% y 48,86%, respectivamente. Además, en este último mes, se observa la aparición de hembras con huevos en estado de desarrollo 5 con una frecuencia cercana al 50%. Para los meses de noviembre y mayo prácticamente no se obtuvieron hembras portadoras, con sólo tres ejemplares en noviembre y uno en mayo. En julio nuevamente prevalecieron las hembras ovíferas con huevos en estado 3 con un 76,97% (Tabla 20).

En la zona centro, al igual que en la zona norte, predominaron hembras portadoras de huevos en estado 3 en todos los meses de muestreo, con la excepción del mes de noviembre donde predominó el estado 5. A partir del mes de octubre se observó un aumento de la proporción de hembras en estados 5 alcanzando su máximo valor en noviembre con un 50,0% (Tabla 20).

En la zona sur, se obtuvo el mayor número de hembras muestreadas. Al igual que en las zonas anteriores, se observó un predominio de hembras con huevos en estado 3 entre los meses de julio - octubre, para luego predominar los estados 4 y 5 en el mes de noviembre. Para los meses de diciembre y mayo prácticamente no se obtuvieron hembras portadoras, con sólo dos y un ejemplar, respectivamente. En el mes de julio de 2010 nuevamente en mayor porcentaje de hembras con huevos se encontró en estado 3 (65,29%).

La distribución de frecuencias de tamaño de las hembras ovíferas por estado de desarrollo de los huevos, da cuenta de lo descrito anteriormente, donde se puede observar que el estado 2 está presente sólo en los meses de julio – agosto 2009 y julio de 2010. En la Fig. 75, se observa que a medida que avanzan los meses hasta diciembre, la aparición de hembras portadoras de huevos se hace menos frecuente llegando a desaparecer en el periodo de marzo a mayo, en el mes de julio nuevamente están presentes.

Tabla 20. Distribución del estado de madurez embrionario de hembras ovíferas de langostino amarillo por zona y mes.

ZONA	MES	DATO	ESTADO HUEVOS					TOTAL
			1	2	3	4	5	
Norte	JULIO (2009)	N		16	374	29	14	433
		%	0,00%	3,70%	86,37%	6,70%	3,23%	100,00%
	AGOSTO (2009)	N			309	11		320
		%	0,00%	0,00%	96,56%	3,44%	0,00%	100,00%
	OCTUBRE (2009)	N			43	3	42	88
		%	0,00%	0,00%	48,86%	3,41%	47,73%	100,00%
	NOVIEMBRE (2009)	N					3	3
		%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%
Centro	MAYO (2010)	N	1					1
		%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%
	JULIO (2010)	N			411	28	95	534
		%	0,00%	0,00%	76,97%	5,24%	17,79%	100,00%
	JULIO (2009)	N		77	773	135	180	1.165
		%	0,00%	6,61%	66,35%	11,59%	15,45%	100,00%
	AGOSTO (2009)	N			124	1	15	140
		%	0,00%	0,00%	88,57%	0,71%	10,71%	100,00%
Sur	OCTUBRE (2009)	N			6		3	9
		%	0,00%	0,00%	66,67%	0,00%	33,33%	100,00%
	NOVIEMBRE (2009)	N			4	2	6	12
		%	0,00%	0,00%	33,33%	16,67%	50,00%	100,00%
	DICIEMBRE (2009)	N			6	2	2	10
		%	0,00%	0,00%	60,00%	20,00%	20,00%	100,00%
	MAYO (2010)	N			1			1
		%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%
Sur	JULIO (2010)	N			250	11	40	301
		%	0,00%	0,00%	83,06%	3,65%	13,29%	100,00%
	JULIO (2009)	N		2	928	87	171	1.188
		%	0,00%	0,17%	78,11%	7,32%	14,39%	100,00%
	AGOSTO (2009)	N		5	173	10	3	191
		%	0,00%	2,62%	90,58%	5,24%	1,57%	100,00%
	OCTUBRE (2009)	N			79	6	37	122
		%	0,00%	0,00%	64,75%	4,92%	30,33%	100,00%
NOVIEMBRE (2009)	N			4	8	9	21	
	%	0,00%	0,00%	19,05%	38,10%	42,86%	100,00%	
DICIEMBRE (2009)	N					2	2	
	%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	
MAYO (2010)	N			1			1	
	%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%	
JULIO (2010)	N		14	333	79	84	510	
	%	0,00%	2,75%	65,29%	15,49%	16,47%	100,00%	
Total N			1	114	3.819	412	706	5.052
Total %			0,02%	2,26%	75,59%	8,16%	13,97%	100,00%

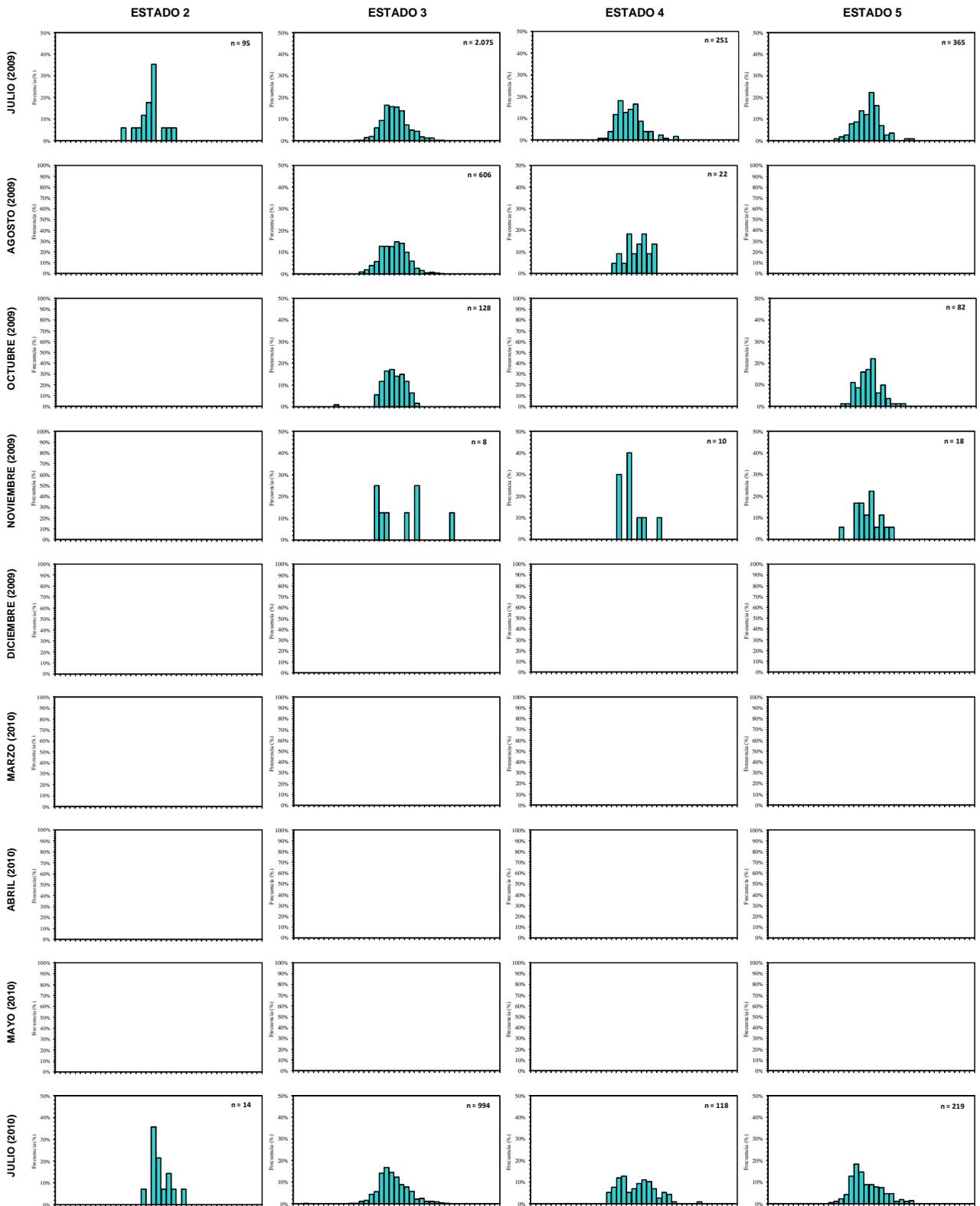


Fig. 75. Distribución de frecuencias de tamaño de hembras ovíferas de langostino amarillo por estado y mes.

4.2.3.5. Distribución batimétrica de las hembras ovíferas según su estado de madurez embrionaria

Al analizar la distribución batimétrica de las hembras ovíferas, en forma global esto es durante todo el periodo de muestreo, se observa un predominio de la presencia de las mismas desde los 100 a los 300 m, con los máximos valores en los estratos batimétricos de 150-200 m y 250-300 m (Tabla 21).

Sin embargo, un análisis más detallado revela que con el transcurso del periodo de muestreo se observa un desplazamiento batimétrico de las hembras ovíferas, independiente de los estados de madurez de sus huevos. Es notorio que sólo durante los dos primeros meses de muestreo, julio y agosto de 2009, se encontraron hembras ovíferas en todos los estratos batimétricos, en tanto que en los meses posteriores, específicamente a partir de octubre, la mayoría está en el estrato entre 200 y 300 m. En los meses de noviembre, diciembre y mayo, sólo se encontraron hembras ovíferas en los estratos más profundos, entre 300 y 400 m y en julio de 2010 las hembras se distribuyen en entre los 100-350 m (Tabla 21).

Al incorporar el estado de madurez de los huevos en el análisis, se observa que durante el periodo de muestreo en general predominan los estadios más avanzados, los que se relacionan y dan cuenta del desarrollo del ciclo reproductivo del langostino amarillo, como fuera observado previamente por Acuña *et al.* (2009).

Tabla 21. Distribución batimétrica de hembras ovíferas de langostino amarillo, según el estado de desarrollo o de madurez de sus huevos.

MES	ESTADO	RANGO DE PROFUNDIDAD (m)						TOTAL
		100-150	150-200	200-250	250-300	300-350	350-400	
JULIO (2009)	2	69,47%	2,11%	0,00%	11,58%	16,84%	0,00%	100%
	3	21,01%	22,07%	24,58%	24,10%	7,13%	1,11%	100%
	4	13,15%	34,26%	17,13%	32,27%	3,19%	0,00%	100%
	5	15,89%	24,11%	26,58%	29,86%	3,56%	0,00%	100%
AGOSTO (2009)	2	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100%
	3	23,60%	20,79%	16,34%	36,63%	1,49%	1,16%	100%
	4	27,27%	0,00%	22,73%	50,00%	0,00%	0,00%	100%
	5	0,00%	0,00%	22,22%	77,78%	0,00%	0,00%	100%
OCTUBRE (2009)	2	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0%
	3	0,00%	2,34%	3,91%	32,03%	61,72%	0,00%	100%
	4	0,00%	0,00%	0,00%	33,33%	66,67%	0,00%	100%
	5	0,00%	4,88%	0,00%	50,00%	45,12%	0,00%	100%
NOVIEMBRE (2009)	2	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0%
	3	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100%
	4	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100%
	5	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	16,67%	83,33%	100%
DICIEMBRE (2009)	2	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0%
	3	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	33,33%	66,67%	100%
	4	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	50,00%	50,00%	100%
	5	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	50,00%	50,00%	100%
MAYO (2010)	1	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	100%
	2	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0%
	3	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	100%
	4	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0%
	5	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0%
JULIO (2010)	2	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	100%
	3	30,78%	31,09%	21,33%	12,68%	4,12%	0,00%	100%
	4	34,75%	32,20%	17,80%	2,54%	12,71%	0,00%	100%
	5	11,87%	35,16%	37,44%	11,42%	4,11%	0,00%	100%
TOTAL		22,07%	23,57%	21,44%	23,54%	8,00%	1,39%	100%

4.2.2. Condición reproductiva del langostino colorado.

4.2.2.1. Estados de madurez embrionaria de las hembras ovíferas.

Durante el período de estudio se analizaron 1.889 hembras ovíferas de langostino colorado con huevos en distintos estados de desarrollo embrionario, sin embargo el 73 % de las hembras portadoras se encontraba con huevos en estado 3, con escasos estados tempranos (1-2) y bajos

finales (4-5). Las hembras ovíferas analizadas, procedentes de las distintas zonas de pesca, se distribuyeron en los siguientes estados de desarrollo:

- Estado 1: 18 individuos equivalentes al 0,95% del total.
- Estado 2: 7 individuos equivalentes al 0,37% del total.
- Estado 3: 1.379 individuos equivalentes al 73 % del total.
- Estado 4: 154 individuos equivalentes al 8,15% del total.
- Estado 5: 331 individuos equivalentes al 17,52% del total.

4.2.2.2. Distribución de hembras ovíferas por zona

Al analizar la distribución de hembras ovíferas de langostino colorado por zona, se observó que en todas las regiones el estado de desarrollo predominante era el Estado 3. No se observaron ejemplares en estado 1 y 2 (Tabla 22).

Tabla 22. Distribución por zona de las hembras ovíferas de langostino colorado, según estado de desarrollo.

ESTADO	DATO	ZONA			TOTAL
		NORTE	CENTRO	SUR	
1	N	6	3	9	18
	%	1,46%	0,31%	1,81%	0,95%
2	N		7		7
	%	0,00%	0,71%	0,00%	0,37%
3	N	298	734	347	1.379
	%	72,33%	74,82%	69,96%	73,00%
4	N	18	105	31	154
	%	4,37%	10,70%	6,25%	8,15%
5	N	90	132	109	331
	%	21,84%	13,46%	21,98%	17,52%
Total N		412	981	496	1.889
Total %		100%	100%	100%	100%

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

La longitud cefalotorácica de las hembras ovíferas de langostino colorado fluctuó entre un mínimo de 19,4 mm y un máximo de 43,7 mm, determinándose para el total de ejemplares de cada estado de desarrollo, los rangos de talla corporal, talla promedio y su desviación estándar (Tabla 23).

Se determinó que la talla promedio de hembras portadoras correspondió a 31,8 mm de LC (D.E. = 5,11 mm). Sin embargo, las distribuciones fueron multimodales con una moda principal ubicada en los 28-30 mm de LC para el estado 3, 26 y 34 mm de LC para el estado 4 y de 27 y 35 mm de LC para el estado de desarrollo 5. Los estados iniciales (1 y 2) presentaron frecuencias muy bajas, las cuales no permitieron crear estructuras de talla significativas (Fig. 76).

Tabla 23. Características morfométricas de las hembras de langostino colorado, por estado de desarrollo de los huevos.

DATO	ESTADO					TOTAL
	1	2	3	4	5	
N	18	7	1.379	154	331	1.889
Prom. LC (mm)	32,96	35,64	31,79	32,17	31,52	31,80
D.E. LC (mm)	2,88	5,28	5,07	5,28	5,27	5,11
Mín. LC (mm)	28,20	25,50	19,40	20,50	19,70	19,40
Máx. LC (mm)	39,60	42,40	43,70	43,70	42,20	43,70

4.2.2.4. Distribución geográfica global de las hembras ovíferas por zona, mes y estado de madurez embrionaria

En la zona norte, en el mes de julio se observan hembras con huevos en estado de desarrollo 3 y 5 en una proporción cercana al 1:1. En el mes de agosto, se observa un completo predominio de hembras en estado 3 con una frecuencia superior al 87%. A partir de octubre de 2009 hasta mayo de 2010 prácticamente no se obtuvieron hembras portadoras, con uno y seis ejemplares,

respectivamente, para los antes mencionados meses. En el mes de julio de 2010 el predominio de las hembras ovíferas se encuentra en estado 3 (Tabla 24).

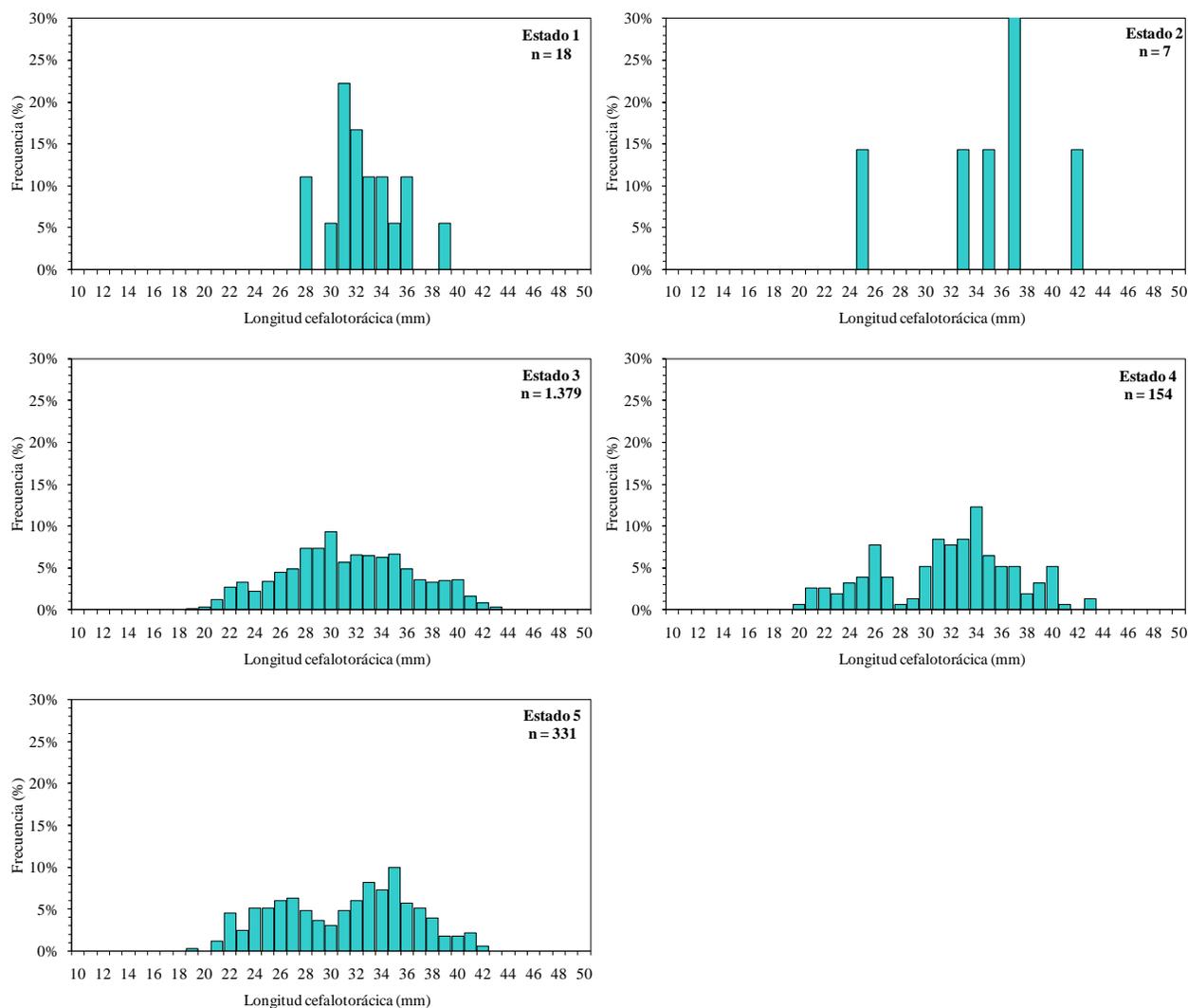


Fig. 76. Distribución de frecuencia de tamaños global de las hembras ovíferas de langostino coorado por estado de desarrollo de los huevos.

En la zona centro, en el mes de julio se observó una alta proporción de hembras portadoras en estado inicial de desarrollo (3), para luego incrementar la proporción de estados tardíos (4-5) en el mes de agosto (>20%). Para los meses de noviembre-abril, al igual que la zona norte, se hacen infrecuentes. En los meses de mayo y julio la mayor proporción de hembras con huevos se encuentra en estado 3 (Tabla 24).

En la zona sur, al igual que la zona norte, se observó la presencia de hembras con huevos en estado 3 en los meses de julio-agosto con proporciones sobre el 77%. Para los meses de octubre-diciembre, no se obtuvieron muestras. Durante el mes de abril se obtuvieron escasos ejemplares en estados de desarrollo temprano (estado 1), los que en los meses posteriores aumentaron en frecuencia y madurez (Tabla 24).

La distribución de frecuencias de tamaño de las hembras ovíferas por estado de desarrollo, da cuenta de lo descrito anteriormente, en donde no se pueden observar hembras portadoras el estado 2, debido a que estas no aparecieron en número suficiente para generar una estructura de frecuencias de talla. En la Fig. 77, se observa que las hembras portadoras solo están presentes en los meses de julio-agosto de 2009 y mayo-julio de 2010, presentado distribuciones con tendencia bimodal.

4.2.2.5. Distribución batimétrica mensual de las hembras ovíferas de langostino colorado 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 400 m de profundidad (Tabla 25). Sin embargo, el mayor porcentaje de las hembras ovíferas (39,75%) se obtuvo en los lances efectuados entre 250 y 300 m, seguido del estrato 200-250 m con un 22,85%, siendo escasos los especímenes capturados en los estratos más someros (100-150 m) y profundos (>350 m) con porcentajes menores al 15%.

Tabla 24. Distribución del estado de madurez embrionario de hembras ovíferas de langostino amarillo por mes y zona.

ZONA	MES	DATO	ESTADO					TOTAL	
			1	2	3	4	5		
Norte	JULIO (2009)	N			34	4	32	70	
		%	0,00%	0,00%	48,57%	5,71%	45,71%	100,00%	
	AGOSTO (2009)	N			28	1	3	32	
		%	0,00%	0,00%	87,50%	3,13%	9,38%	100,00%	
	OCTUBRE (2009)	N					1	1	
		%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	
	MAYO (2010)	N	6					6	
		%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	
	JULIO (2010)	N			236	13	54	303	
		%	0,00%	0,00%	77,89%	4,29%	17,82%	100,00%	
	Centro	JULIO (2009)	N			482	36	43	561
			%	0,00%	0,00%	85,92%	6,42%	7,66%	100,00%
AGOSTO (2009)		N			167	26	44	237	
		%	0,00%	0,00%	70,46%	10,97%	18,57%	100,00%	
NOVIEMBRE (2009)		N					4	4	
		%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	
DICIEMBRE (2009)		N					4	4	
		%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	
MARZO (2010)		N		1				1	
		%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	
ABRIL (2010)		N	3	6				9	
		%	33,33%	66,67%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	
MAYO (2010)		N			23	1		24	
		%	0,00%	0,00%	95,83%	4,17%	0,00%	100,00%	
JULIO (2010)		N			62	42	37	141	
		%	0,00%	0,00%	43,97%	29,79%	26,24%	100,00%	
Sur		JULIO (2009)	N			150	4	39	193
			%	0,00%	0,00%	77,72%	2,07%	20,21%	100,00%
	AGOSTO (2009)	N			76	6	10	92	
		%	0,00%	0,00%	82,61%	6,52%	10,87%	100,00%	
	ABRIL (2010)	N	9					9	
		%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	
	MAYO (2010)	N			31			31	
		%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%	
	JULIO (2010)	N			90	21	60	171	
		%	0,00%	0,00%	52,63%	12,28%	35,09%	100,00%	
	Total N			18	7	1.379	154	331	1.889
	Total %			0,95%	0,37%	73,00%	8,15%	17,52%	100,00%

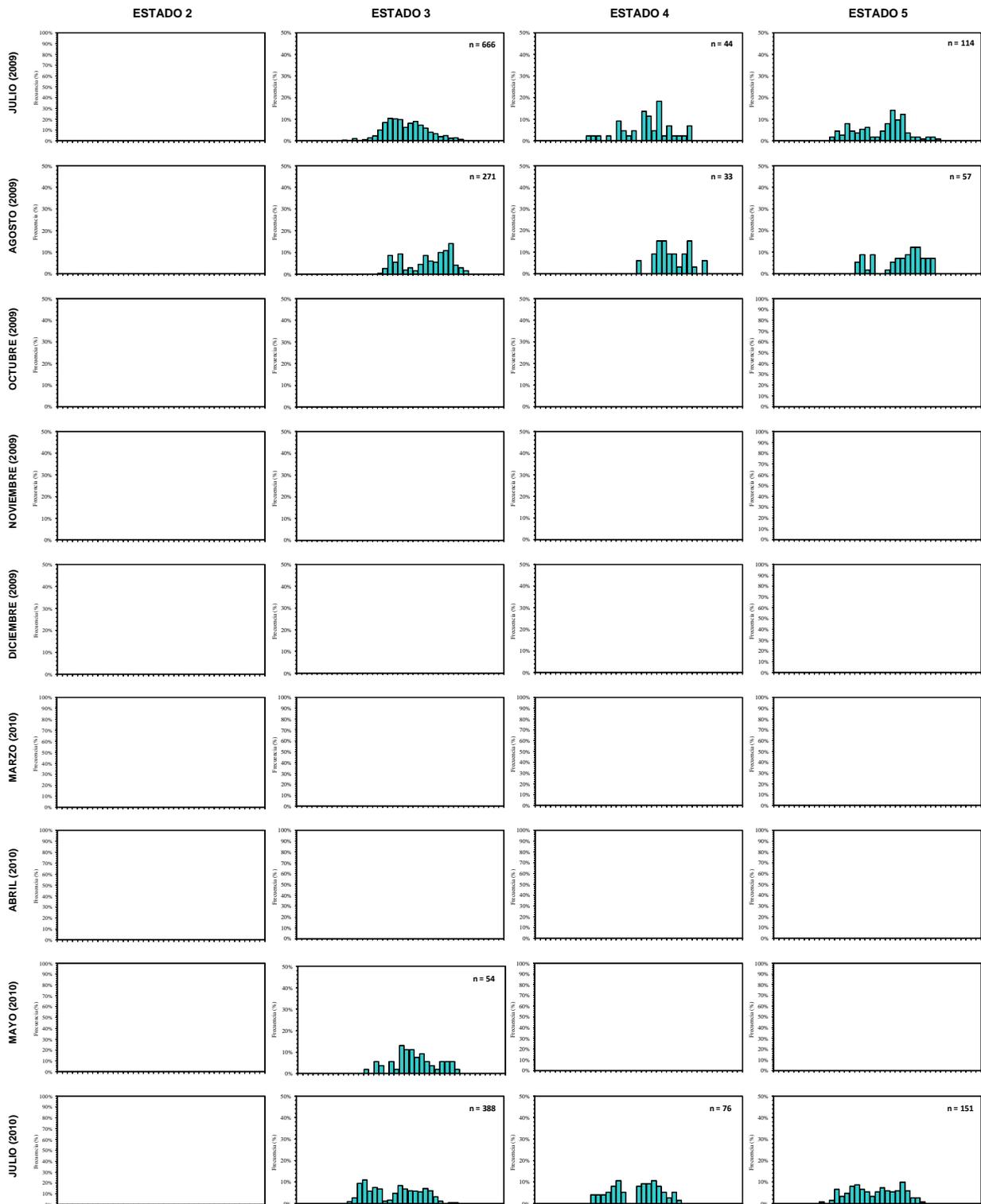


Fig. 77. Distribución de frecuencias de tamaño de hembras ovíferas de langostino colorado por estado y mes.

Tabla 25. Distribución por rango de profundidad y estados de madurez del langostino amarillo.

MES	ESTADO	RANGO DE PROFUNDIDAD (m)						TOTAL
		100-150	150-200	200-250	250-300	300-350	350-400	
JULIO (2009)	2							
	3	27,18%	33,03%	14,56%	12,46%	12,76%	0,00%	100,00%
	4	22,73%	15,91%	29,55%	15,91%	15,91%	0,00%	100,00%
	5	29,82%	10,53%	7,89%	12,28%	39,47%	0,00%	100,00%
AGOSTO (2009)	2							
	3	53,14%	0,00%	5,17%	4,06%	5,90%	31,73%	100,00%
	4	21,21%	0,00%	48,48%	0,00%	18,18%	12,12%	100,00%
	5	42,11%	0,00%	21,05%	3,51%	0,00%	33,33%	100,00%
OCTUBRE (2009)	2							
	3							
	4							
	5	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%
NOVIEMBRE (2009)	2							
	3							
	4							
	5	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%
DICIEMBRE (2009)	2							
	3							
	4							
	5	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	100,00%
MARZO (2010)	2	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%
	3							
	4							
	5							
ABRIL (2010)	1	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	83,33%	16,67%	100,00%
	2	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	66,67%	33,33%	100,00%
	3							
	4							
	5							
MAYO (2010)	1	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	100,00%
	2							
	3	0,00%	0,00%	14,81%	85,19%	0,00%	0,00%	100,00%
	4	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%
	5							
JULIO (2010)	2							
	3	64,18%	10,57%	6,96%	18,30%	0,00%	0,00%	100,00%
	4	36,84%	42,11%	13,16%	7,89%	0,00%	0,00%	100,00%
	5	48,34%	16,56%	9,27%	25,83%	0,00%	0,00%	100,00%
TOTAL		39,70%	17,84%	11,70%	14,88%	9,69%	6,19%	100,00%

4.2.3. Proporción sexual

4.2.3.1. Langostino amarillo

En la Tabla 26 se muestra la proporción sexual de los ejemplares de langostino amarillo por zona y mes. Al analizar en forma global en todo el periodo de muestreo y las tres zonas analizadas la proporción sexual es predominante de los machos (52,99%) sobre las hembras (47,01%). En la zona norte y centro, los machos predominan en la mayoría de los meses con excepción de mayo de 2010 en la zona norte y julio de 2009 en la zona centro. En la zona sur, se observa una proporción cercana al 1:1 en varios meses, en los restantes predominan las hembras a excepción de mayo.

Al analizar la información por rangos de tamaño, se puede observar que los machos predominan en las tallas menores (<25 mm de LC) y mayores (>30 mm de LC), con excepción de las tallas intermedias (25-30 mm de LC), en las que en la mayoría de los casos predominan las hembras. Solo en un caso se presentó un pleno dominio de machos en todos los rangos de talla (noviembre/zona norte), en el cual además se presentó el más amplio rango de tamaños (10-43 mm LC) (Tabla 26).

Tabla 26. Proporción sexual (%) de los ejemplares de langostino amarillo medidos en el muestreo de frecuencia de tallas por zona y mes.

ZONA	MES	SEXO	
		Machos	Hembras
Norte	JULIO (2009)	57,38%	42,62%
	AGOSTO (2009)	54,72%	45,28%
	OCTUBRE (2009)	59,54%	40,46%
	NOVIEMBRE (2009)	71,60%	28,40%
	DICIEMBRE (2009)	57,09%	42,91%
	MARZO (2010)	53,62%	46,38%
	ABRIL (2010)	51,92%	48,08%
	MAYO (2010)	44,38%	55,62%
	JULIO (2010)	70,36%	29,64%
Centro	JULIO (2009)	36,04%	63,96%
	AGOSTO (2009)	65,10%	34,90%
	OCTUBRE (2009)	63,17%	36,83%
	NOVIEMBRE (2009)	55,86%	44,14%
	DICIEMBRE (2009)	61,74%	38,26%
	MARZO (2010)	69,46%	30,54%
	ABRIL (2010)	67,91%	32,09%
	MAYO (2010)	54,04%	45,96%
	JULIO (2010)	70,15%	29,85%
Sur	JULIO (2009)	24,32%	75,68%
	AGOSTO (2009)	52,95%	47,05%
	OCTUBRE (2009)	26,06%	73,94%
	NOVIEMBRE (2009)	45,79%	54,21%
	DICIEMBRE (2009)	51,44%	48,56%
	MARZO (2010)	51,76%	48,24%
	ABRIL (2010)	55,70%	44,30%
	MAYO (2010)	66,28%	33,72%
	JULIO (2010)	47,65%	52,35%
TOTAL		52,99%	47,01%

4.2.3.1.1. Proporción sexual por mes y zona geográfica

En la proporción sexual de langostino amarillo estimada por mes y zona geográfica se aprecia un claro predominio de los machos en la mayoría de las áreas de estudio, con la excepción de la zona norte el mes de agosto de 2009 y julio de 2010, zona sur en el mes de agosto y noviembre de 2009 en que se observa un claro predominio de hembras. La mayor fracción de machos se encontró en la zona norte en los meses de octubre de 2009 y zona sur en marzo y julio de 2010 con valores sobre el 70% (Fig. 78).

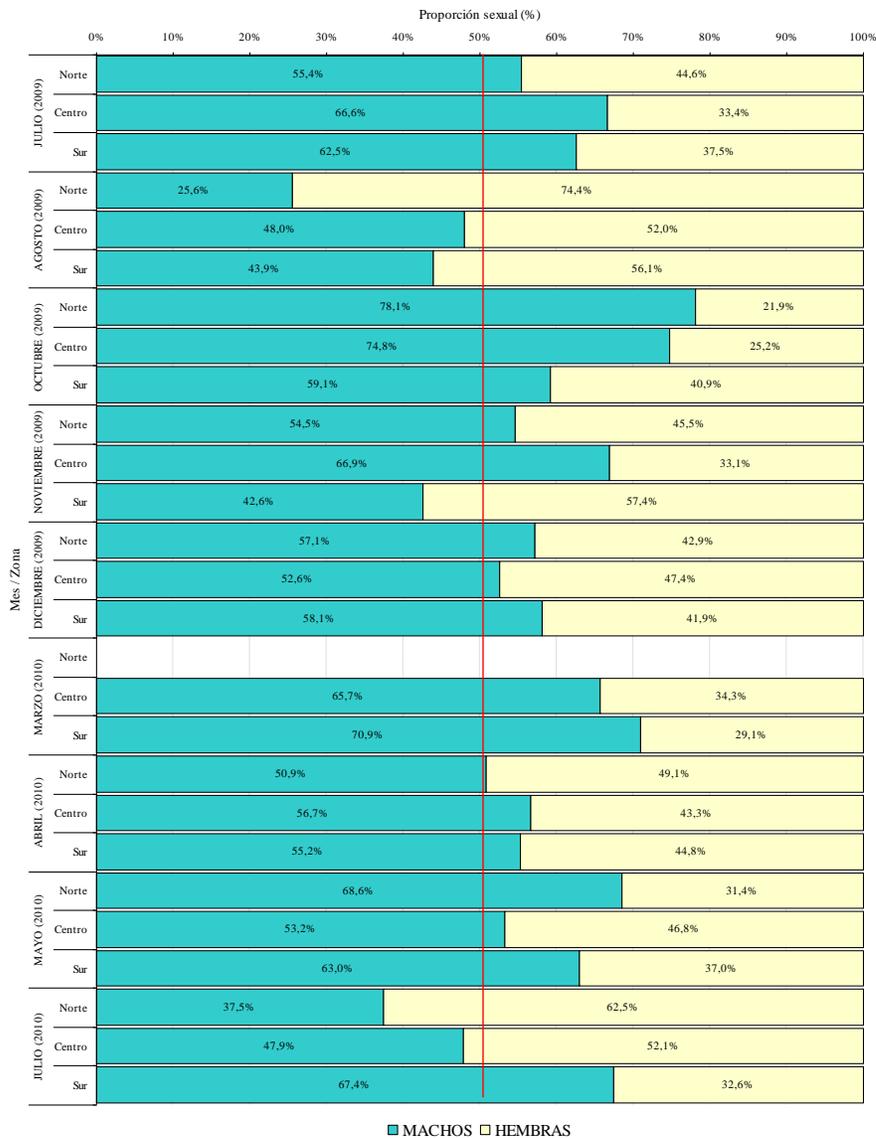


Fig. 78. Proporción sexual de langostino amarillo, por mes y zona geográfica.

4.2.3.1.2. Proporción sexual por zona geográfica y profundidad

En la proporción sexual de langostino amarillo estimada por zona geográfica y rango de profundidad se aprecia un predominio de los machos sobre las hembras en la zona norte en todos los rangos de profundidad, al contrario en la zona sur el predominio es de las hembras sobre los machos con excepción del estrato mas profundo en que la relación es 1:1. En la zona centro predominan los machos a excepción de los estratos 100-150 m y 250-300 m en que prevalecen las hembras (Tabla 27).

Tabla 27. Proporción sexual (%) de los ejemplares de langostino amarillo medidos en el muestreo de frecuencia de tallas por zona y profundidad.

RANGO (m)	NORTE		CENTRO		SUR	
	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras
100-150	65,2%	34,8%	33,2%	66,8%	47,7%	52,3%
150-200	57,5%	42,5%	56,2%	43,8%	46,1%	53,9%
200-250	57,8%	42,2%	66,0%	34,0%	18,8%	81,2%
250-300	51,4%	48,6%	45,4%	54,6%	43,5%	56,5%
300-350	62,0%	38,0%	70,9%	29,1%	47,1%	52,9%
350-400	86,9%	13,1%	61,4%	38,6%	46,9%	53,1%
400-450					50,0%	50,0%
TOTAL	59,4%	40,6%	54,9%	45,1%	42,7%	57,3%

4.2.3.2. Langostino colorado

4.2.3.2.1. Proporción sexual por zona y mes

En la Tabla 28 se muestra la proporción sexual de los ejemplares de langostino colorado medidos por zona geográfica y mes, observándose un claro predominio de machos en las tres zonas en la mayoría de los meses. Al analizar en forma global en todo el periodo de muestreo y las tres zonas analizadas la proporción sexual es predominante de los machos (58,13%) sobre las hembras (41,87%).

Al analizar la información por rangos de tamaño, se puede observar que los mayores rangos de tamaños y el mayor número de ejemplares muestreados se encuentran en los meses de julio y agosto, bajando considerablemente entre octubre y diciembre. En casi todos los meses y zonas de muestreo existe un claro predominio de machos en casi todo el rango de tamaños, existiendo en algunos casos, predominio de hembras en los rangos intermedios. En todos los casos, la proporción de machos de las tallas mayores es igual o cercana al 100%. (Tabla 28).

Tabla 28. Proporción sexual (%) de los ejemplares de langostino colorado medidos en el muestreo de frecuencia de tallas por zona geográfica y mes.

ZONA	MES	Machos	Hembras
Norte	JULIO (2009)	55,37%	44,63%
	AGOSTO (2009)	25,58%	74,42%
	OCTUBRE (2009)	78,13%	21,88%
	NOVIEMBRE (2009)	54,55%	45,45%
	DICIEMBRE (2009)	57,14%	42,86%
	ABRIL (2010)	50,88%	49,12%
	MAYO (2010)	68,57%	31,43%
	JULIO (2010)	37,46%	62,54%
Centro	JULIO (2009)	66,57%	33,43%
	AGOSTO (2009)	48,01%	51,99%
	OCTUBRE (2009)	74,80%	25,20%
	NOVIEMBRE (2009)	66,90%	33,10%
	DICIEMBRE (2009)	52,58%	47,42%
	MARZO (2010)	65,72%	34,28%
	ABRIL (2010)	56,68%	43,32%
	MAYO (2010)	53,21%	46,79%
JULIO (2010)	47,90%	52,10%	
Sur	JULIO (2009)	62,52%	37,48%
	AGOSTO (2009)	43,85%	56,15%
	OCTUBRE (2009)	59,12%	40,88%
	NOVIEMBRE (2009)	42,55%	57,45%
	DICIEMBRE (2009)	58,11%	41,89%
	MARZO (2010)	70,90%	29,10%
	ABRIL (2010)	55,23%	44,77%
	MAYO (2010)	63,00%	37,00%
JULIO (2010)	67,40%	32,60%	
TOTAL		58,13%	41,87%

4.2.3.2.2. Proporción sexual por mes y zona geográfica

En la proporción sexual de langostino colorado estimada por mes y zona geográfica se aprecia un claro predominio de los machos en la mayoría de las áreas de estudio, con la excepción de la zona norte en el mes de agosto de 2009 y julio de 2010 en que se observa un claro predominio de hembras con una proporción superior al 62%. La mayor fracción de machos se encontró en la zona norte y centro en el mes de octubre de 2009 con valores sobre el 70% (Fig. 79).

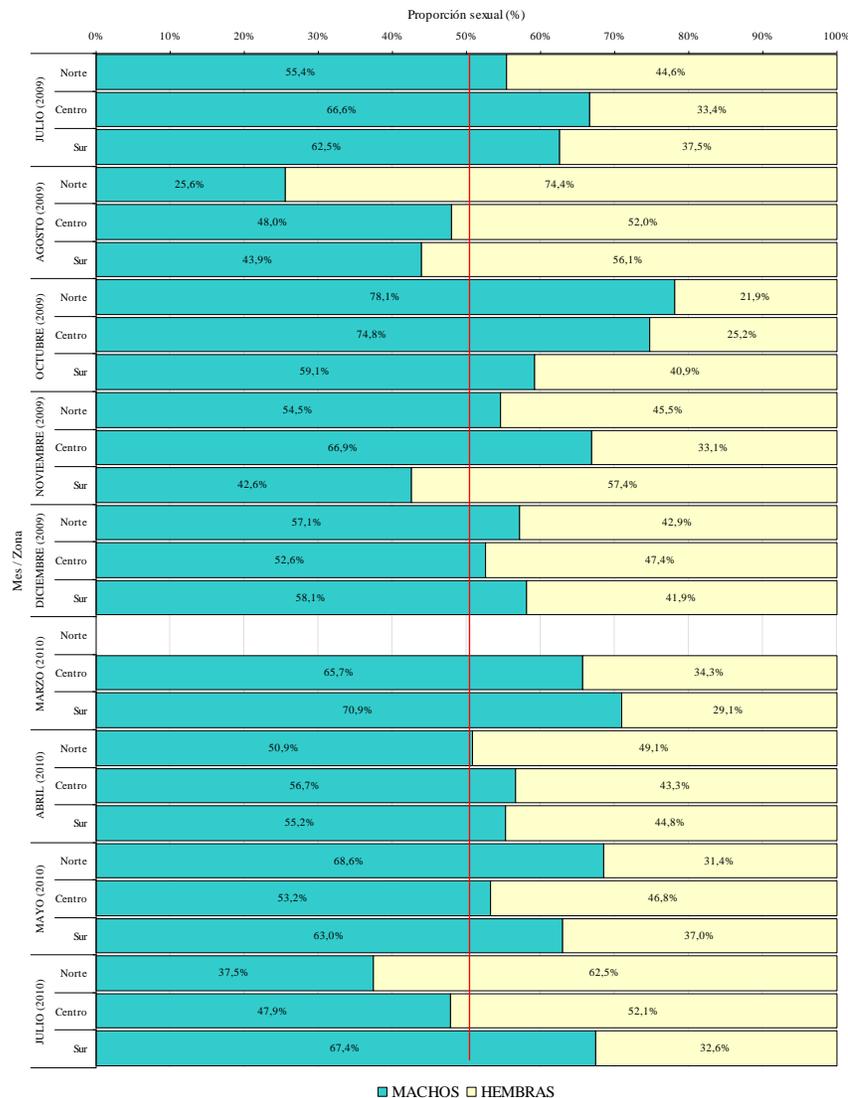


Fig. 79. Proporción sexual de langostino colorado, por mes y zona geográfica.

4.2.3.2.3. Proporción sexual por zona geográfica y profundidad

En la proporción sexual de langostino colorado estimada por zona geográfica y rango de profundidad se aprecia un predominio de los machos sobre las hembras en la zona centro en todos los rangos de profundidad, de forma similar se aprecia en la zona sur este predominio con excepción del estrato intermedio de 250-300 m en que predominan las hembras. Al contrario en la zona norte el predominio es de las hembras sobre los machos con excepción de los estratos 150-200 m y 200-250 m (Tabla 29).

Tabla 29. Proporción sexual (%) de los ejemplares de langostino colorado medidos en el muestreo de frecuencia de tallas por zona y profundidad.

RANGO (m)	NORTE		CENTRO		SUR	
	Machos	Hembras	Machos	Hembras	Machos	Hembras
100-150	43,04%	56,96%	62,52%	37,48%	58,70%	41,30%
150-200	64,38%	35,62%	69,88%	30,12%	54,66%	45,34%
200-250	64,29%	35,71%	65,24%	34,76%	60,00%	40,00%
250-300	29,38%	70,62%	54,20%	45,80%	47,64%	52,36%
300-350	48,82%	51,18%	52,56%	47,44%	62,67%	37,33%
350-400			55,68%	44,32%	68,02%	31,98%
400-450			61,11%	38,89%		
TOTAL	45,94%	54,06%	60,90%	39,10%	57,85%	42,15%

4.2.4. Potencial reproductivo

Con el propósito de estimar el potencial reproductivo de langostino amarillo y langostino colorado, se utilizaron las estimaciones de fecundidad y talla de madurez estimadas para ambas especies por Acuña *et al.* (2008b) en el marco del Proyecto FIP 2006-43 “Dinámica reproductiva de langostino colorado y langostino amarillo en la III y IV Regiones”, debido a que por diversas dificultades operacionales, no fue posible estimar tales funciones (función de madurez, función de fecundidad) n en el marco de este estudio.

Al respecto, el potencial reproductivo de langostino amarillo fluctuó entre 1.286, 3 millones de huevos en septiembre de 2009 y 9.239 millones de huevos en agosto del mismo año (Fig. 80). En el caso de langostino colorado, el potencial reproductivo estimado es significativamente inferior, fluctuando solo entre 109,3 millones y 1.428,4 millones (Fig. 81)

El análisis de la distribución espacial temporal del potencial reproductivo se realizó para la época de máxima actividad reproductiva que ocurre aproximadamente entre julio y octubre. Al respecto, tanto en el caso de langostino amarillo como de langostino colorado, el análisis de variogramas direccionales de la distribución espacial del potencial reproductivo frente a la IV Región no mostró existencia de efecto anisotrópico.

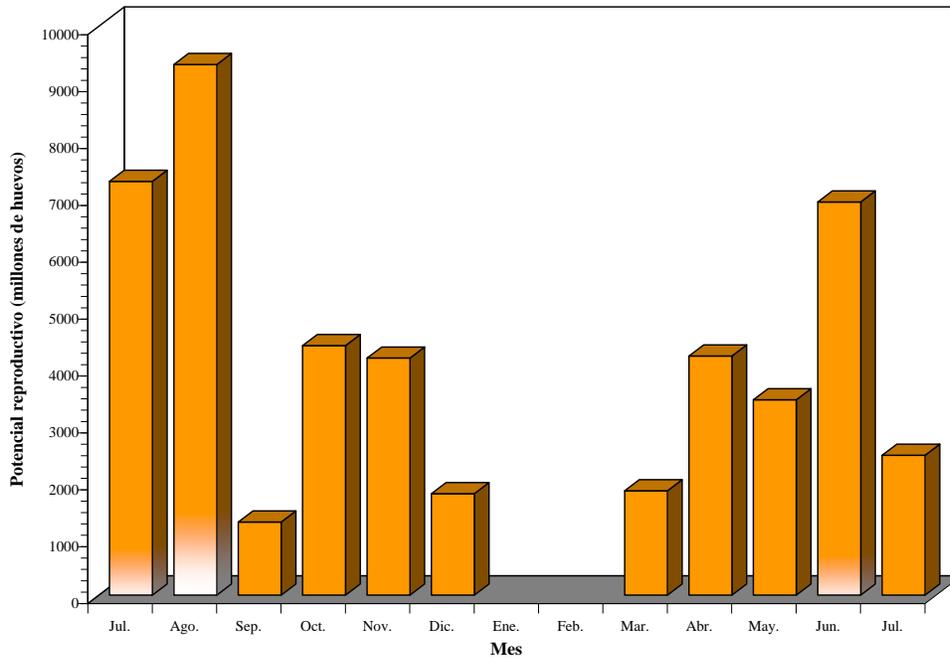


Fig. 80. Potencial reproductivo (millones de huevos) de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) en el caladero histórico de la IV Región, entre julio de 2009 y julio de 2010.

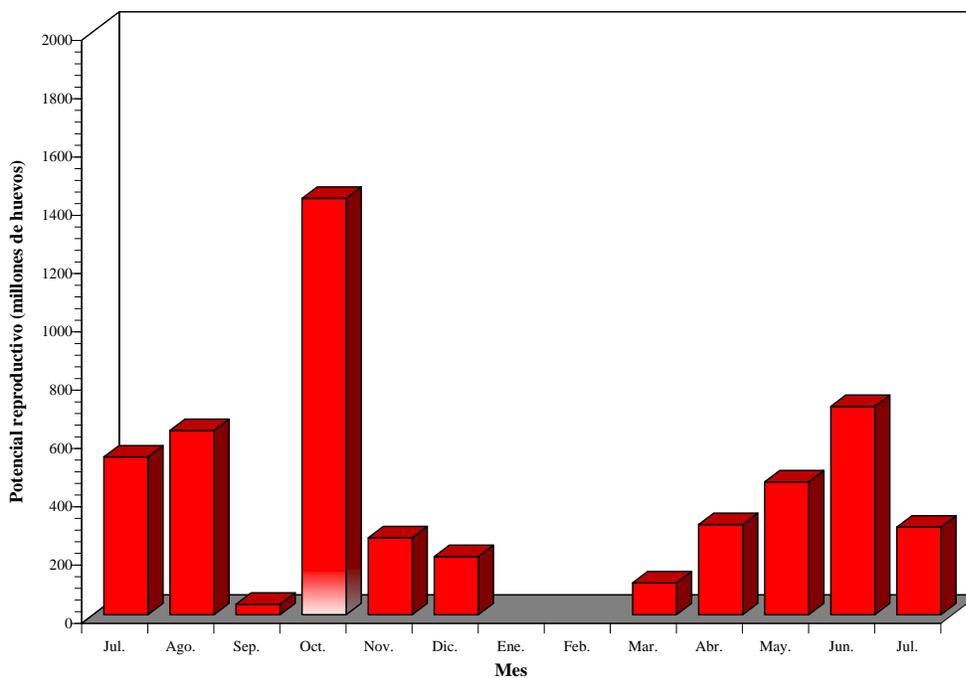


Fig. 81. Potencial reproductivo (millones de huevos) de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) frente a la IV Región, entre julio de 2009 y julio de 2010.

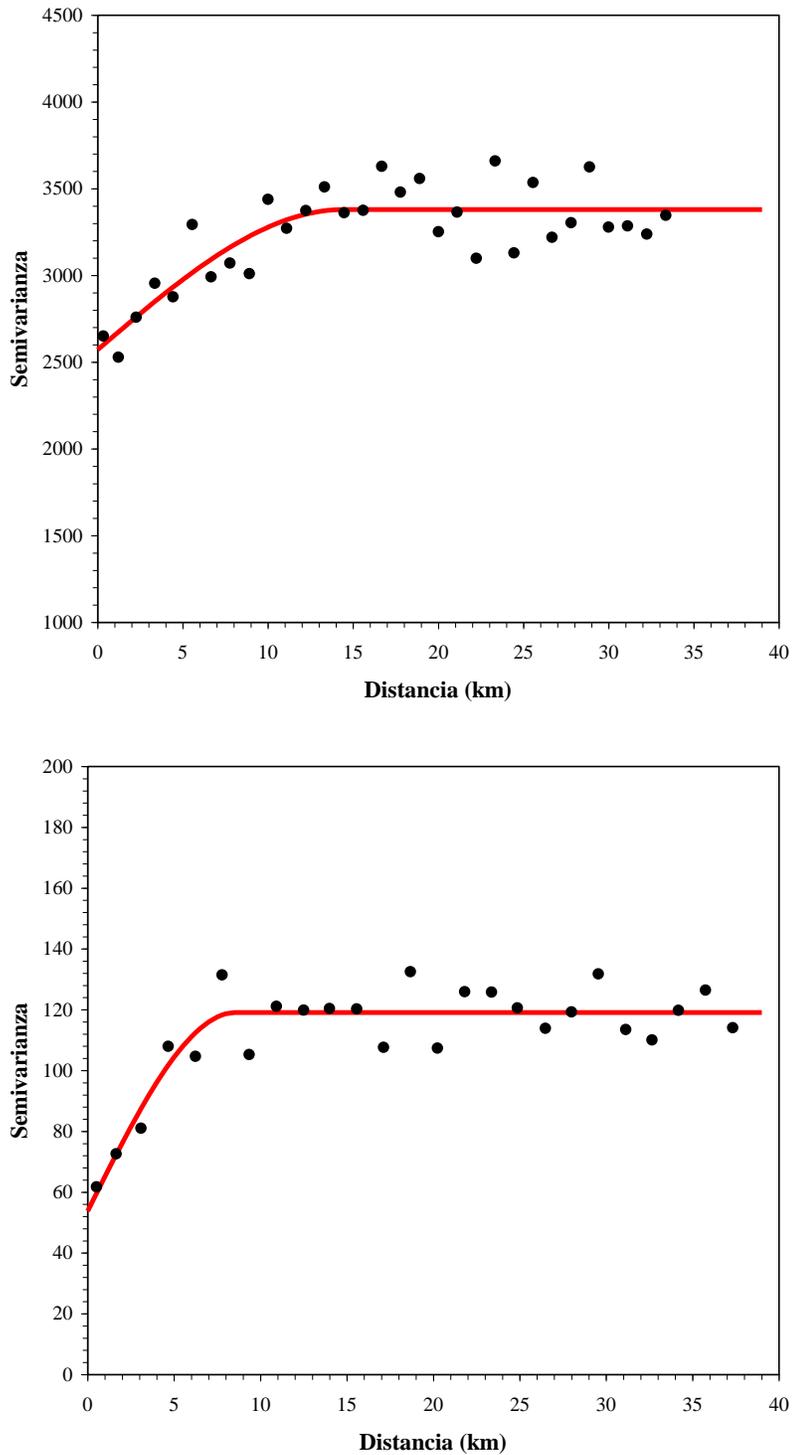


Fig. 82. Variograma experimental (puntos) y variograma teórico (línea continua) del potencial reproductivo de langostino amarillo (*C. johni*, arriba) y langostino colorado (*P. monodon*, abajo).

En ambas especies, el modelo de variograma teórico que mostró la mejor bondad de ajuste mediante el procedimiento de mínimos cuadrados ponderados (Cressie, 1993), fue el modelo esférico con rango de 14,4 km en langostino amarillo y 8,6 km en langostino colorado (Fig. 83).

En el caso de langostino amarillo se observaron altos valores del potencial reproductivo en la mitad norte del foco histórico y hacia el centro. En tanto, en el caso del langostino colorado, la distribución espacial del potencial reproductivo se concentró también la mitad norte del foco, pero en este caso, hacia los bordes de éste (Fig. 83).

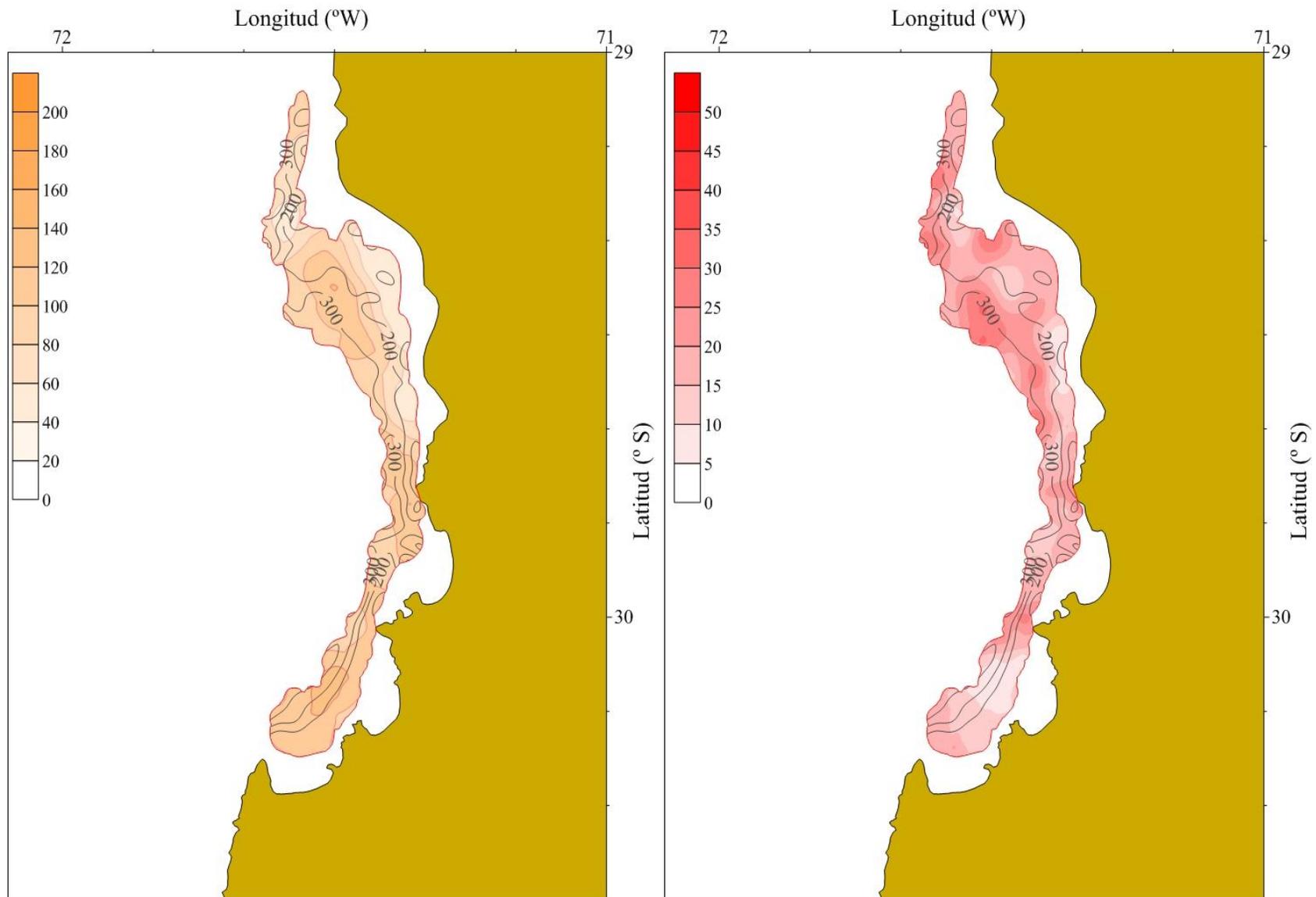


Fig. 83. . Distribución espacial del potencial reproductivo (millones de huevos) de langostino amarillo (*C. johni*, izquierda) y langostino colorado (*P. monodon*, derecha) frente a la IV Región.

4.2.5. Talla promedio de madurez sexual.

Se realizó el ajuste de la talla de primera madurez sexual en las dos especies de langostino para la totalidad del área de estudio. Al respecto, para el langostino amarillo, el indicador se situó en 25,1 mm de LC, con un error de 0,0331 y un coeficiente de correlación de 0,987 (Fig. 84), en el caso del langostino colorado, la talla de primera madurez sexual fue estimada en 24,1 mm de LC con un error de 0,0375 y un coeficiente de correlación de 0,995 (Fig. 85).

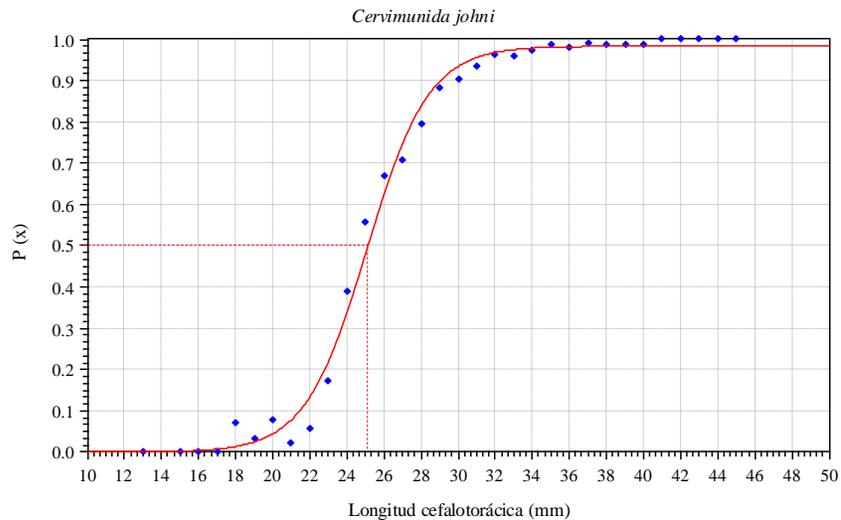


Fig. 84. Ojiva de madurez sexual estimada para el recurso langostino amarillo para toda el área de estudio. Se indica la talla bajo el criterio del $L_{50\%}$.

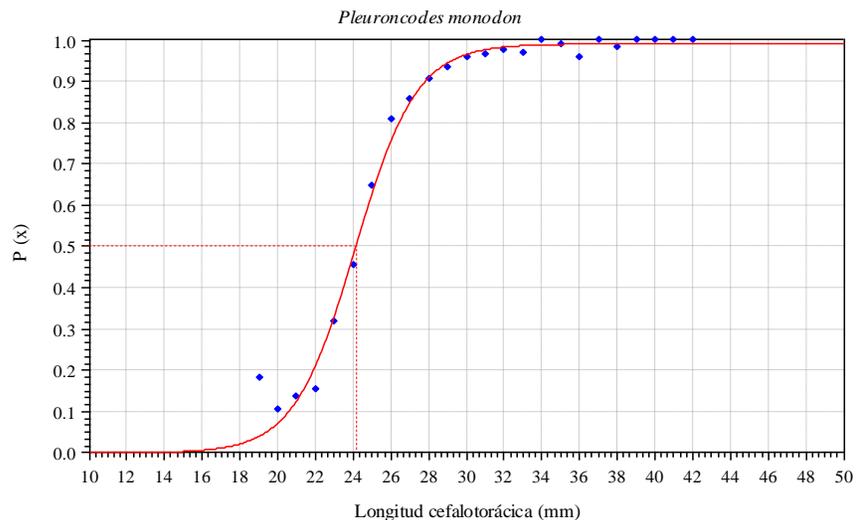


Fig. 85. Ojiva de madurez sexual estimada para el recurso langostino colorado para toda el área de estudio. Se indica la talla bajo el criterio del $L_{50\%}$.

4.3. Objetivo específico 3

Con el fin de caracterizar las agregaciones de langostinos, las filmaciones se llevaron a cabo en dos etapas. La primera de ellas, correspondiente a 2009, se llevaron a cabo durante cuatro salidas o períodos, correspondientes a 14 de mayo, 30 de julio, 07 de octubre y 24 de octubre de 2009. En tanto la segunda etapa, llevada a cabo en 2010, en tres salidas o períodos, el 1 de julio, 6 de agosto, y del 8 al 10 de septiembre de 2010 (Tabla 30).

En ambas etapas, las experiencias fueron llevadas a cabo en un área ubicada aproximadamente a la cuadra de la Bahía de Guanaqueros (Región de Coquimbo).

Durante el proyecto, mediante el uso del trineo se llevó a cabo un total de 54 filmaciones, las cuales acumularon un total de 13,2 hrs de filmación. En términos de distancia, dicho total correspondió a aproximadamente a 19,8 mn (36,4 km) de filmación.

De dicho total, y debido a limitantes operacionales, básicamente condiciones meteorológicas en términos de viento o altura de la ola, se obtuvo un total 7,2 hrs de filmación del fondo marino (4,1 hrs en 2009 y 3,1 hrs en 2010), las que se realizaron entre 109 y 215 m de profundidad en 2009 y entre 102 y 204 m de profundidad en 2010.

Tabla 30. Resumen operacional del total de las filmaciones realizadas. H_INI y H_FIN, hora inicial y final del lance; Z_INI y Z_FIN, profundidades inicial y final; D.F. distancia filmada en millas náuticas.

ID	CODIGO	FECHA	H_INI	H_FIN	Z_INI (m)	Z_FIN (m)	D.F. (nm)
1	2a	14/05/2009	16:15	16:25	160	130	0,2
2	2b	14/05/2009	16:30	16:40	130	135	0,18
3	3a	14/05/2009	17:50	18:00	165	160	0,28
4	3b	14/05/2009	18:05	18:15	165	165	0,26
5	4a	14/05/2009	19:28	19:38	125	125	0,27
6	4b	14/05/2009	19:43	19:53	125	125	0,25
7	5a	14/05/2009	21:07	21:17	148	140	0,26
8	5b	14/05/2009	21:22	21:33	149	148	0,31
9	6a	14/05/2009	22:51	23:02	212	212	0,37
10	6b	14/05/2009	23:06	23:17	215	215	0,39
11	7a	30/07/2009	05:56	06:07	140	140	0,29
12	7b	30/07/2009	06:12	06:22	138	138	0,26
13	8a	30/07/2009	07:33	07:43	171	170	0,26
14	8b	30/07/2009	07:48	07:58	171	175	0,29
15	9a	30/07/2009	09:07	09:17	134	132	0,3
16	9b	30/07/2009	09:22	09:32	131	130	0,27
17	10a	30/07/2009	10:43	10:53	118	118	0,34
18	10b	30/07/2009	10:58	11:08	117	117	0,31
19	12a	30/07/2009	13:53	14:04	202	199	0,19
20	12b	30/07/2009	14:09	14:19	197	195	0,23
21	14a	07/10/2009	11:08	11:18	198	192	0,33
22	15a	07/10/2009	12:37	12:47	166	170	0,25
23	15b	07/10/2009	12:52	13:02	174	168	0,23
24	17a	07/10/2009	18:24	18:34	123	125	0,32
25	20a	24/10/2009	04:56	05:06	170	171	0,32
26	20b	24/10/2009	05:11	05:21	172	172	0,32
27	22a	24/10/2009	08:52	09:02	179	179	0,21
28	22b	24/10/2009	09:07	09:17	178	178	0,26
29	23a	24/10/2009	10:22	10:32	142	141	0,21
30	23b	24/10/2009	10:37	10:47	141	140	0,23
31	24a	24/10/2009	12:01	12:11	108	110	0,24
32	24b	24/10/2009	12:16	12:26	110	109	0,26
33	25a	24/10/2009	13:42	13:52	152	153	0,2
34	25b	24/10/2009	13:57	14:07	151	151	0,22
35	26a	01/07/2010	15:00	16:19	150	147	2,11
36	27	06/08/2010	11:11	11:21	210	204	0,32
37	28	06/08/2010	11:26	11:36	201	195	0,28
38	29	06/08/2010	13:42	13:52	192	194	0,22
39	30	06/08/2010	13:57	14:07	196	197	0,18
40	31	06/08/2010	16:14	16:19	147	147	0,13

Tabla 30... continuación

ID	CODIGO	FECHA	H_INI	H_FIN	Z_INI (m)	Z_FIN (m)	D.F. (nm)
41	32	06/08/2010	16:21	16:26	147	146	0,14
42	33	06/08/2010	18:24	18:29	134	136	0,14
43	34	06/08/2010	18:31	18:36	136	137	0,15
44	35	08/09/2010	19:46	20:11	102	102	0,63
45	36	08/09/2010	21:36	22:01	140	140	0,63
46	37	08/09/2010	23:24	23:49	170	170	0,63
47	38	09/09/2010	01:31	01:56	204	204	0,63
48	39	09/09/2010	19:21	19:46	200	200	0,63
49	40	09/09/2010	20:58	21:23	245	245	0,63
50	41	09/09/2010	22:50	23:15	280	280	0,63
51	42	10/09/2010	11:33	11:59	102	100	0,65
52	43	10/09/2010	13:10	13:36	140	140	0,65
53	44	10/09/2010	15:02	15:28	135	124	0,65
54	45	10/09/2010	16:46	17:11	180	168	0,63

4.3.1. Resultados operacionales filmaciones realizadas en 2009

Las filmaciones de fondo marino obtenidas fueron llevadas a cabo en un total de 28 recorridos del trineo-cámara (Fig. 86). En 10 de ellos se detectó langostino amarillo, en 16 langostino colorado y en 2 la mezcla de ambos recursos. A partir de las 4,1 hrs de filmación del fondo marino, se contabilizó un total de 15.157 ejemplares de langostinos. De dicho total, se estimó que 242 ejemplares correspondieron a langostino amarillo, 14.668 a langostino colorado y 247 a mezcla de ambos recursos (Tabla 31). Las posiciones de las filmaciones, por período se muestran en la Fig. 87.

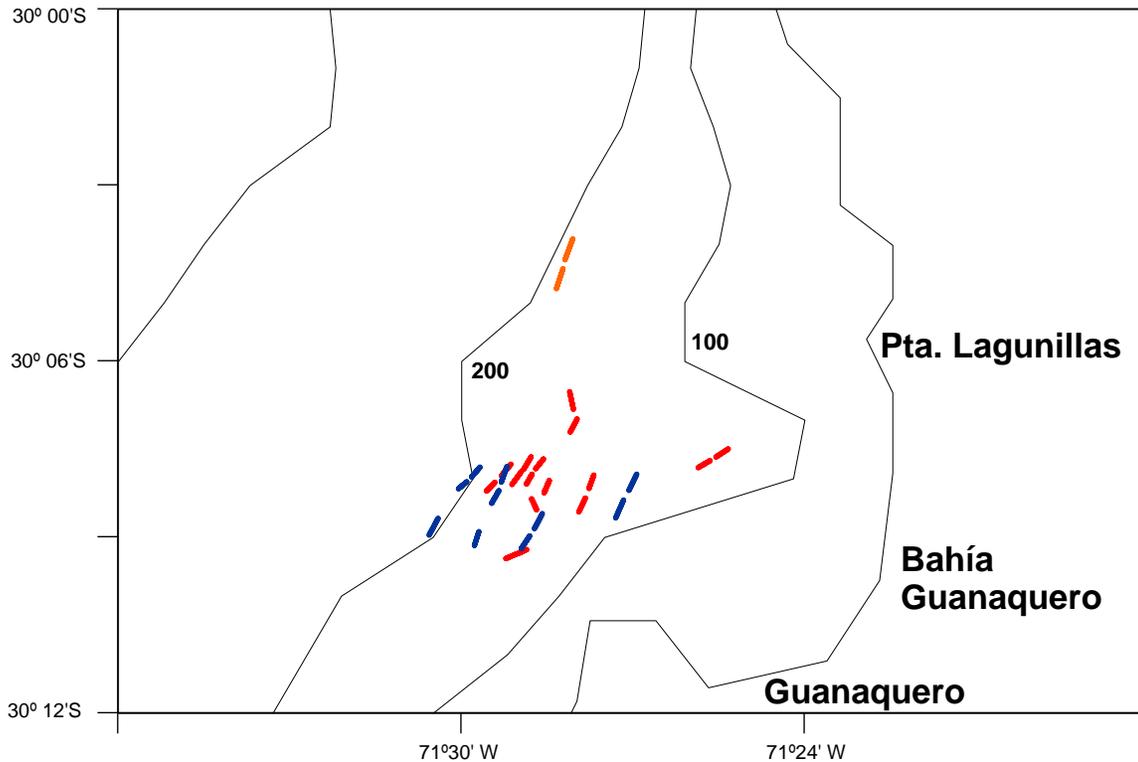


Fig. 86. Posición de las filmaciones del fondo marino en 2009. En rojo: langostino colorado, en azul: langostino amarillo y en anaranjado: mezcla de ambos recursos.

Tabla 31. Resumen operacional de las filmaciones de fondo marino en 2009. H_INI y H_FIN, hora inicial y final del lance; Z_INI y Z_FIN, profundidades inicial y final; D.F. distancia filmada en millas náuticas.

ID	CODIGO	FECHA	H_INI	H_FIN	Z_INI (m)	Z_FIN (m)	RUMBO	D.F. (nm)
1	2a	14/05/2009	16:15	16:25	160	130	60°	0,2
2	2b	14/05/2009	16:30	16:40	130	135	62°	0,18
3	3a	14/05/2009	17:50	18:00	165	160	30°	0,28
4	3b	14/05/2009	18:05	18:15	165	165	30°	0,26
5	4a	14/05/2009	19:28	19:38	125	125	20°	0,27
6	4b	14/05/2009	19:43	19:53	125	125	15°	0,25
7	5a	14/05/2009	21:07	21:17	148	140	20°	0,26
8	5b	14/05/2009	21:22	21:33	149	148	20°	0,31
9	6a	14/05/2009	22:51	23:02	212	212	18°	0,37
10	6b	14/05/2009	23:06	23:17	215	215	20°	0,39
11	8a	30/07/2009	07:33	07:43	171	170	30°	0,26
12	8b	30/07/2009	07:48	07:58	171	175	20°	0,29

Tabla 31... continuación.

13	9a	30/07/2009	09:07	09:17	134	132	200°	0,3
14	9b	30/07/2009	09:22	09:32	131	130	210°	0,27
15	10a	30/07/2009	10:43	10:53	118	118	20°	0,34
16	10b	30/07/2009	10:58	11:08	117	117	22°	0,31
17	12a	30/07/2009	13:53	14:04	202	199	42°	0,19
18	12b	30/07/2009	14:09	14:19	197	195	38°	0,23
19	14a	07/10/2009	11:08	11:18	198	192	190	0,33
20	15a	07/10/2009	12:37	12:47	166	170	20	0,25
21	22a	24/10/2009	08:52	09:02	179	179	30	0,21
22	22b	24/10/2009	09:07	09:17	178	178	20	0,26
23	23a	24/10/2009	10:22	10:32	142	141	20	0,21
24	23b	24/10/2009	10:37	10:47	141	140	15	0,23
25	24a	24/10/2009	12:01	12:11	108	110	20	0,24
26	24b	24/10/2009	12:16	12:26	110	109	25	0,26
27	25a	24/10/2009	13:42	13:52	152	153	15	0,2
28	25b	24/10/2009	13:57	14:07	151	151	30	0,22

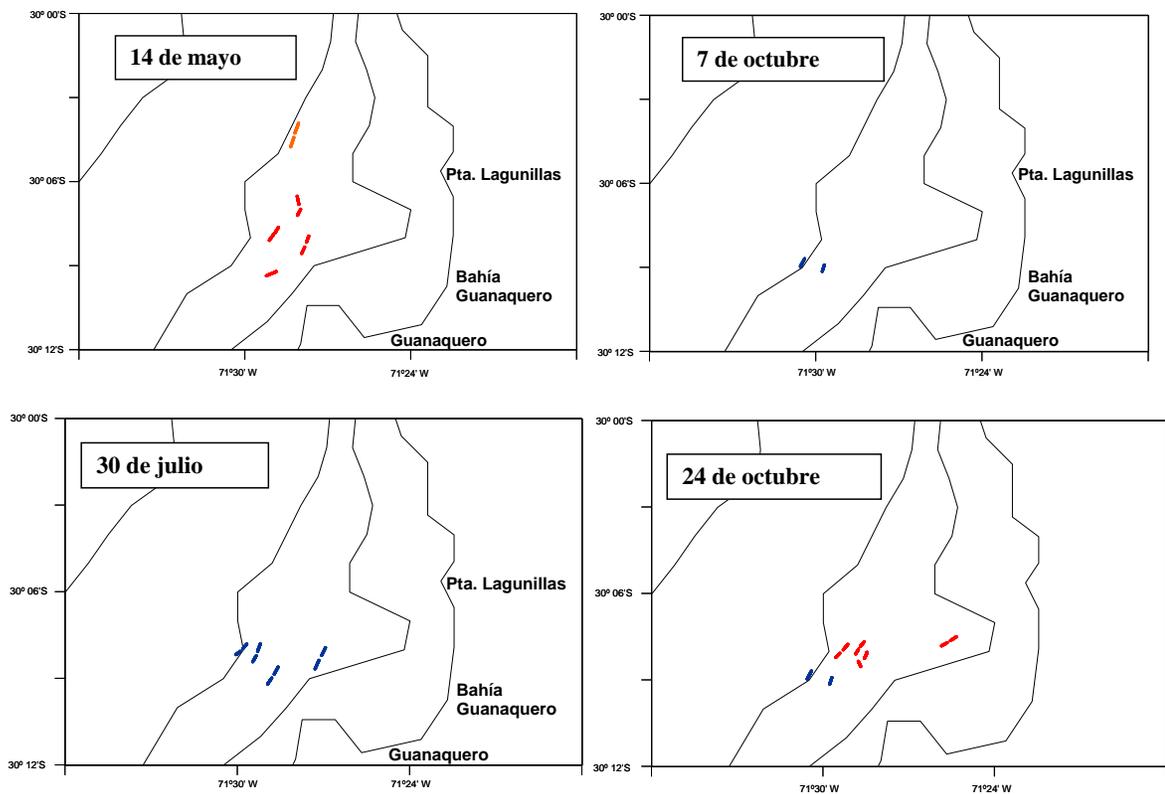


Fig. 87. Posición de las filmaciones del fondo marino por salida o periodo. En rojo: langostino colorado, en azul: langostino amarillo y en anaranjado: mezcla de ambos recursos.

4.3.2. Resultados operacionales filmaciones realizadas en 2010

Las filmaciones de fondo marino llevadas a cabo mediante el trineo fueron obtenidas mediante el empleo del trineo en un total de 11 recorridos. En 7 de ellos se detectó langostino colorado, en uno langostino amarillo, mientras que en tres de ellos, mezcla entre ambas especies de langostino (Fig. 88).

Durante las 3,1 hrs de filmación del fondo marino (Tabla 32), fueron individualizados y contabilizados un total de 5.312 ejemplares de langostinos. De dicho total, se estimó que 555 ejemplares correspondieron a langostino amarillo y 4.757 a langostino colorado (Fig. 89).

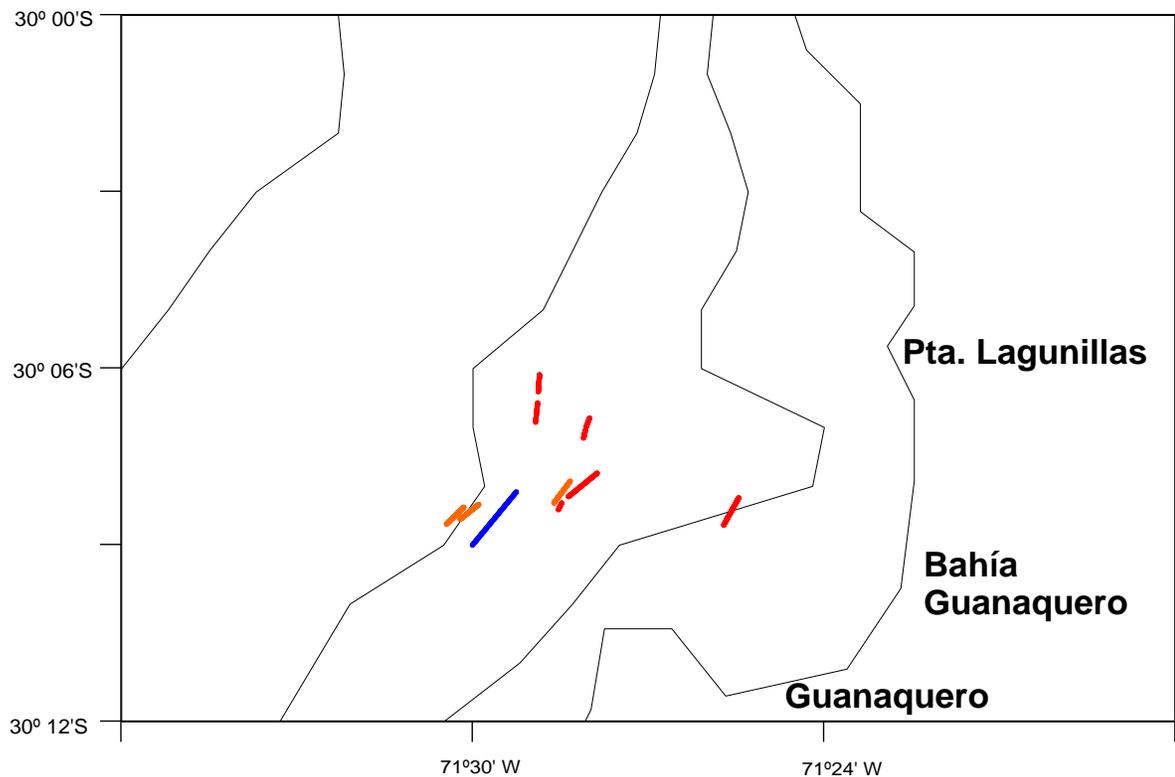


Fig. 88. Posición de las filmaciones del fondo marino en 2010. En rojo: langostino colorado, en azul: langostino amarillo y en anaranjado: mezcla de ambos recursos.

Tabla 32. Resumen operacional de las filmaciones de fondo marino en 2010. H_INI y H_FIN, hora inicial y final del lance; Z_INI y Z_FIN, profundidades inicial y final; D.F. distancia filmada en millas náuticas.

ID	CODIGO	FECHA	H_INI	H_FIN	Z_INI (m)	Z_FIN (m)	RUMBO	D.F. (nm)
1	27	06/08/2010	11:11	11:21	210	204	187°	0,32
2	28	06/08/2010	11:26	11:36	201	195	185°	0,28
3	31	06/08/2010	16:14	16:19	147	147	20°	0,13
4	32	06/08/2010	16:21	16:26	147	146	10°	0,14
5	33	06/08/2010	18:24	18:29	134	136	25°	0,14
6	35	08/09/2010	19:46	20:11	102	102	-	0,63
7	36	08/09/2010	21:36	22:01	140	140	-	0,63
8	37	08/09/2010	23:24	23:49	170	170	-	0,63
9	38	09/09/2010	01:31	01:56	204	204	-	0,63
10	39	09/09/2010	19:21	19:46	200	200	-	0,63
11	44	10/09/2010	15:02	15:28	135	124	-	0,65

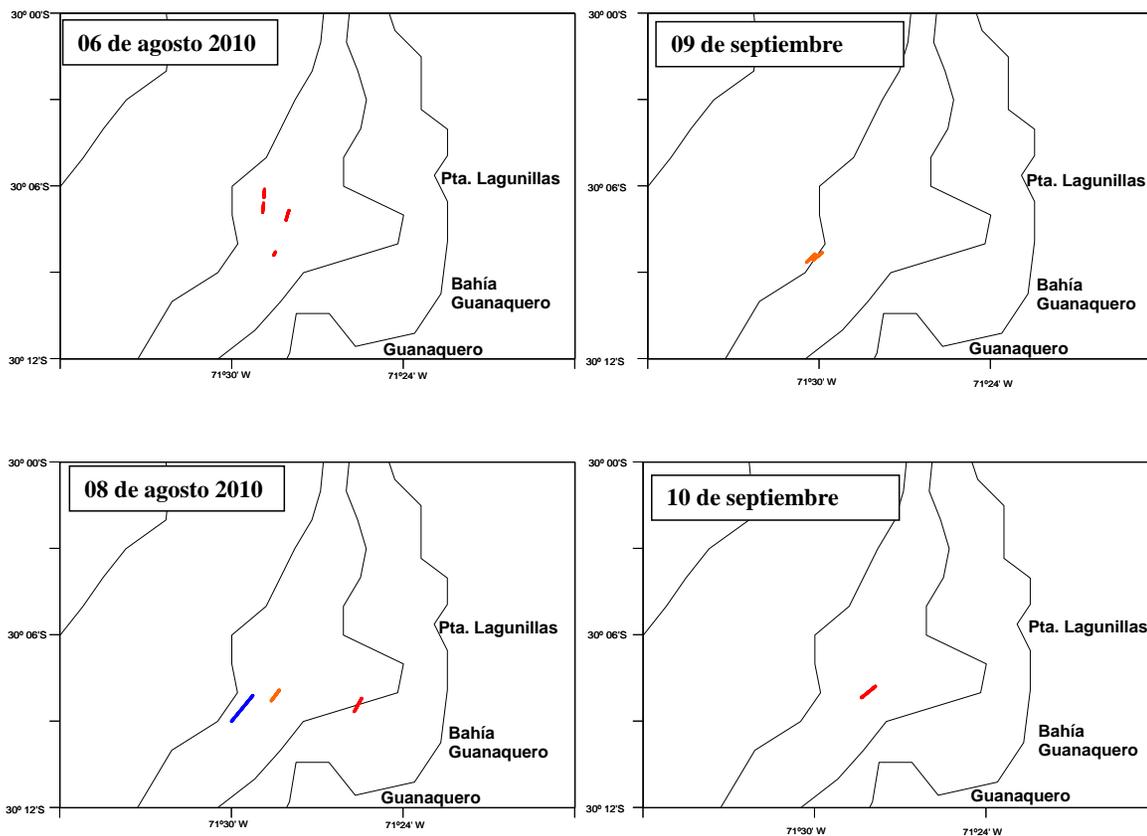


Fig. 89. Posición de las filmaciones del fondo marino por salida o periodo. En rojo: langostino colorado, en azul: langostino amarillo y en anaranjado: mezcla de ambos recursos.

4.3.3. Caracterización de agregaciones de filmaciones 2009

A partir del total de los cuadrantes en los cuales fue posible distinguir el fondo marino y el área de cada uno de ellos ($0,16 \text{ m}^2$), se estimó que globalmente los langostinos presentaron una densidad de $9,8 \text{ ejemplares/m}^2$. En tanto que desglosando por especie, el langostino amarillo tuvo una densidad de $0,4 \text{ ejemplares/m}^2$, el langostino colorado $16,1 \text{ ejemplares/m}^2$, y en la mezcla de ambos crustáceos, la densidad fue $7,1 \text{ ejemplares/m}^2$.

En el caso del langostino colorado, al tomar en cuenta cada estación ($0,64 \text{ m}^2$ cada una), las densidades por estación variaron entre cero y $162,5 \text{ ejemplares/m}^2$. Al considerar en tanto las filmaciones (64 m^2 cada una), dos de ellas resaltaron por su mayor densidad (2a y 2b), correspondientes a $63,1$ y $72,0 \text{ ejemplares/m}^2$, en general las densidades medias de *P. monodon* por filmación variaron entre $3,0$ y $72,0 \text{ ejemplares/m}^2$ (Tabla 33, Fig. 90).

Analizando por estación, las densidades de langostino amarillo o mezcla de langostino amarillo y colorado, variaron entre cero y $34,4 \text{ ejemplares/m}^2$. Al considerar en tanto las filmaciones, las densidades medias estuvieron comprendidas entre cero y $16,4 \text{ ejemplares/m}^2$.

Los ejemplares identificados en las filmaciones con mayor densidad (langostino colorado) correspondieron a individuos de pequeño tamaño, en tanto ejemplares de mayor tamaño fueron localizados en filmaciones de menor densidad (Figs. 90, 91 y 92).

Espacialmente, las mayores densidades de langostino colorado se detectaron en filmaciones realizadas hacia el sur del sector prospectado ($30^{\circ}09'36$ - $30^{\circ}09'28$ y $30^{\circ}09'27$ - $30^{\circ}09'20$) a profundidades de 160 y 130 m. Espacialmente, el langostino amarillo se localizó en filmaciones llevadas a cabo en el centro de las áreas prospectadas en torno a los $30^{\circ}08'00$, a profundidades medias entre 117 m y 202 m (Fig. 93).

Tabla 33. Caracterización de agregaciones de langostinos en las filmaciones de fondo marino en 2009

ID	CODIGO	ESPECIE	N°	CUADRANTES CON EJEMPLARES	DENSIDAD MEDIA (ejemplares/m ²)	MAX. ESTACIÓN (ejemplares/m ²)	MIN. ESTACIÓN (ejemplares/m ²)
1	2a	LC	3644	361	63,1	103,1	43,8
2	2b	LC	3848	334	72	162,5	0
3	3a	LC	1755	309	35,5	62,5	0
4	3b	LC	237	52	28,5	42,2	17,2
5	4a	LC	408	356	7,2	17,2	1,6
6	4b	LC	254	400	4	9,4	0
7	5a	LC	608	286	13,1	23,4	3,1
8	5b	LC	578	384	9,4	21,9	1,6
9	6a	LC, LA	210	80	16,4	34,4	6,3
10	6b	LC, LA	37	136	1,7	6,3	0
11	8a	LA	18	400	0,3	3,1	0
12	8b	LA	20	400	0,3	3,1	0
13	9a	LA	10	400	0,2	1,6	0
14	9b	LA	19	396	0,3	3,1	0
15	10a	LA	11	400	0,2	3,1	0
16	10b	LA	14	400	0,2	3,1	0
17	12a	LA	48	400	0,8	4,7	0
18	12b	LA	60	400	0,9	6,3	0
19	14a	LA	25	124	1,3	4,7	0
20	15a	LA	17	396	0,3	3,1	0
21	22a	LC	451	400	7	25	0
22	22b	LC	662	400	10,3	23,4	0
23	23a	LC	326	400	5,1	15,6	0
24	23b	LC	456	400	7,1	17,2	0
25	24a	LC	189	400	3	9,4	0
26	24b	LC	418	396	6,6	25	1,6
27	25a	LC	365	400	5,7	10,9	0
28	25b	LC	469	400	7,3	12,5	1,6

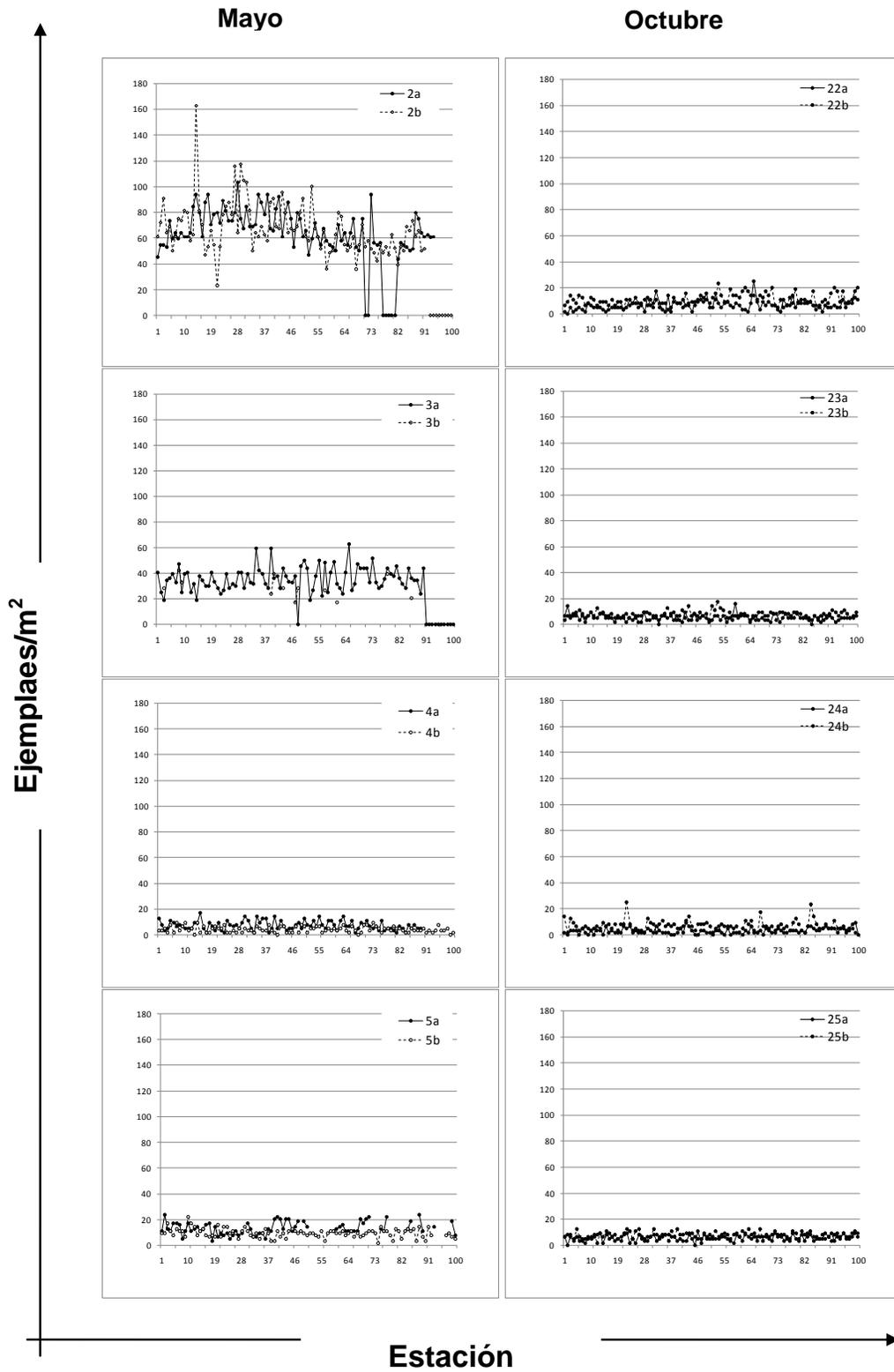


Fig. 90. Densidad por estación de langostino colorado en mayo y octubre de 2009.

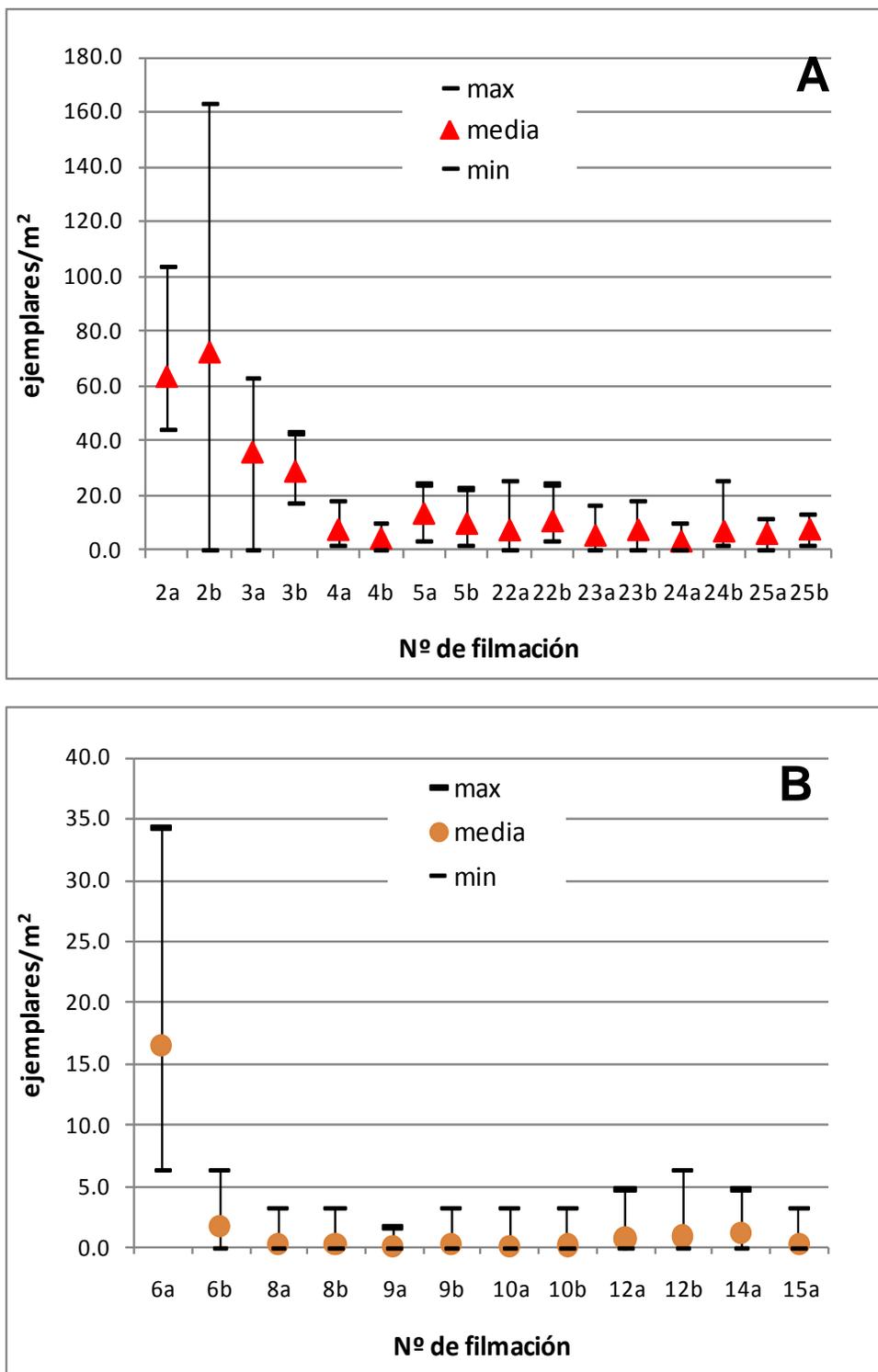


Fig. 91. Densidad de langostino colorado (A) y langostino amarillo o mezcla de langostino amarillo-langostino colorado (B) en ejemplares/m², por filmación en 2009.

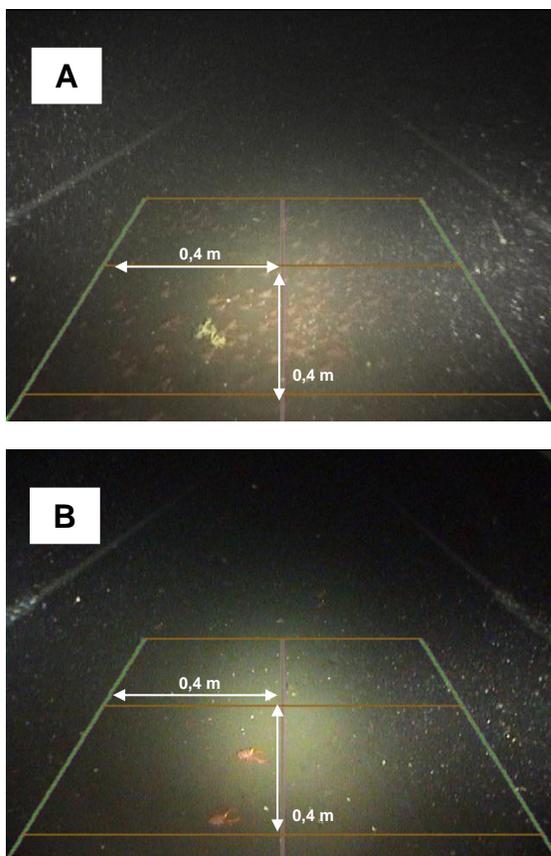


Fig. 92. Langostino colorado en una filmación con alto grado de agregación (N°filmación 2b, A) y en bajo grado de agregación (N°filmación 4b, B).

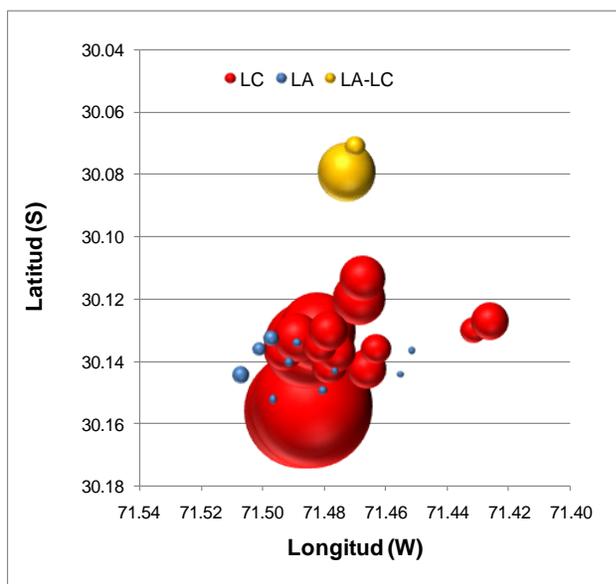


Fig. 93. Distribución espacial de filmaciones y densidad media relativa por especie en 2009.

4.3.4. Caracterización de agregaciones de filmaciones 2010

Durante 2010, y del mismo modo en que analizó la información en 2009, la densidad global para los langostinos fue 7,0 ejemplares/ m². Se determinó que el langostino colorado tuvo una densidad promedio de 9,7 ejemplares/ m², en tanto que el langostino amarillo o la mezcla de ambas especies, 4,5 ejemplares/ m².

Analizando por estación de muestreo (0,64 m² cada una), en el caso del langostino colorado, las densidades variaron en cada una de ellas entre cero y 34,3 ejemplares/ m². Al considerar en tanto las filmaciones, las densidades medias de *P. monodon* por filmación variaron entre 2,9 y 18,5 ejemplares/ m² (Tabla 34).

Analizando por estación, las densidades de langostino amarillo o mezcla de langostino amarillo y colorado, variaron entre cero y 23,4 ejemplares/ m². Al considerar en tanto las filmaciones, las densidades medias estuvieron comprendidas entre 2,4 y 13,1 ejemplares/ m².

En general, las filmaciones dieron cuenta de estaciones con densidades entre 5 y 10 ejemplares/ m² y algún mayor grado de volatilidad en las filmaciones 33, 36 y 44, correspondientes a LC o mezcla de LC y LA (Figs. 94, 95 y 96).

Espacialmente, el langostino colorado tendió a distribuirse en aguas someras, sin marcadas diferencias de densidad, a diferencia de lo observado en 2009. Espacialmente, el langostino amarillo y las mezclas entre ambas especies, se localizó en filmaciones llevadas a cabo en el sur de las áreas prospectadas, en torno a los 30°08'00 (Fig. 97).

Tabla 34. Caracterización de agregaciones de langostinos en las filmaciones de fondo marino en 2010

ID	CODIGO	ESPECIE	Nº	CUADRANTES CON EJEMPLARES	DENSIDAD MEDIA (ejemplares/m ²)	MAX. ESTACIÓN (ejemplares/m ²)	MIN. ESTACIÓN (ejemplares/m ²)
1	27	LC	261	153	10,7	14,1	0
2	28	LC	261	147	11,1	34,4	6,3
3	31	LC	268	153	10,9	20,3	0
4	32	LC	117	252	2,9	14,1	0
5	33	LC	436	147	18,5	20,3	0
6	35	LC	667	588	7	29,3	0
7	36	LC, LA	775	796	6	53,7	0
8	37	LA	173	380	2,8	17,1	0
9	38	LC, LA	526	760	4,3	36,6	0
10	39	LC, LA	205	532	2,4	14,6	0
11	44	LC	1556	740	13,1	51,3	0

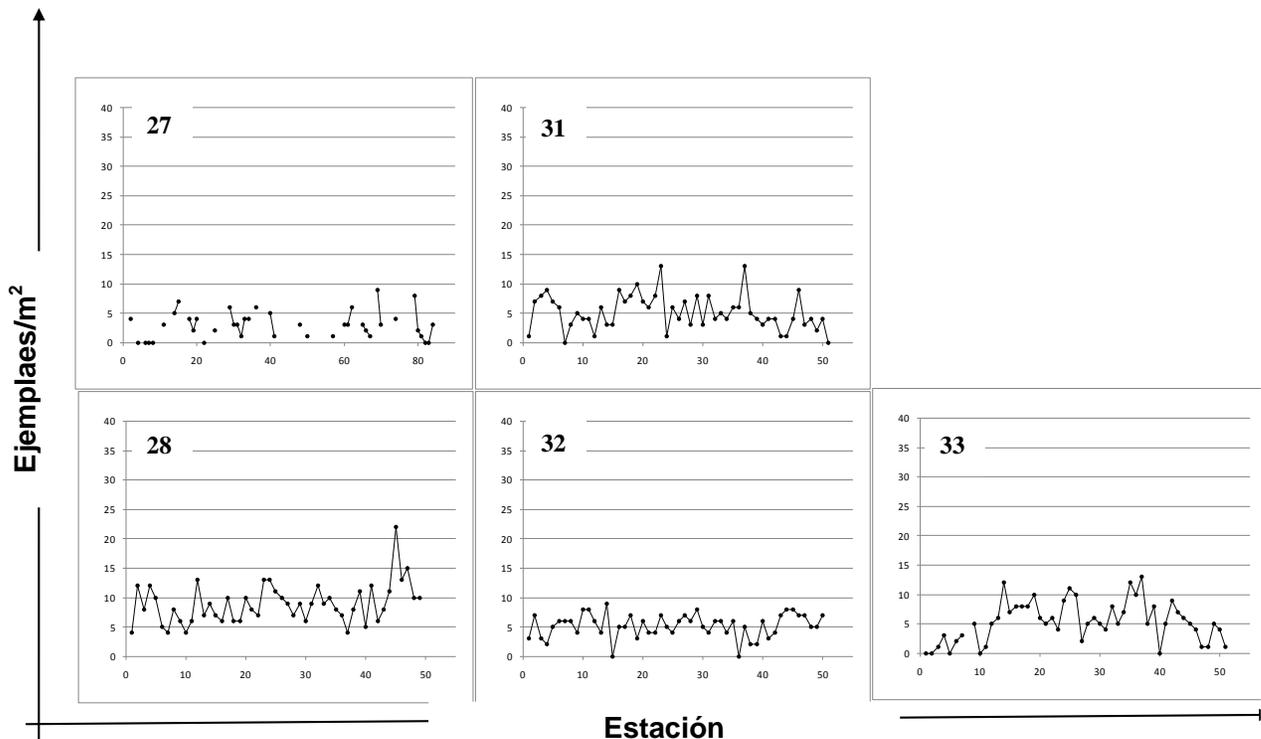


Fig. 94. Densidad por estación de langostino colorado, langostino amarillo o mezcla de ambas especies en agosto de 2010.

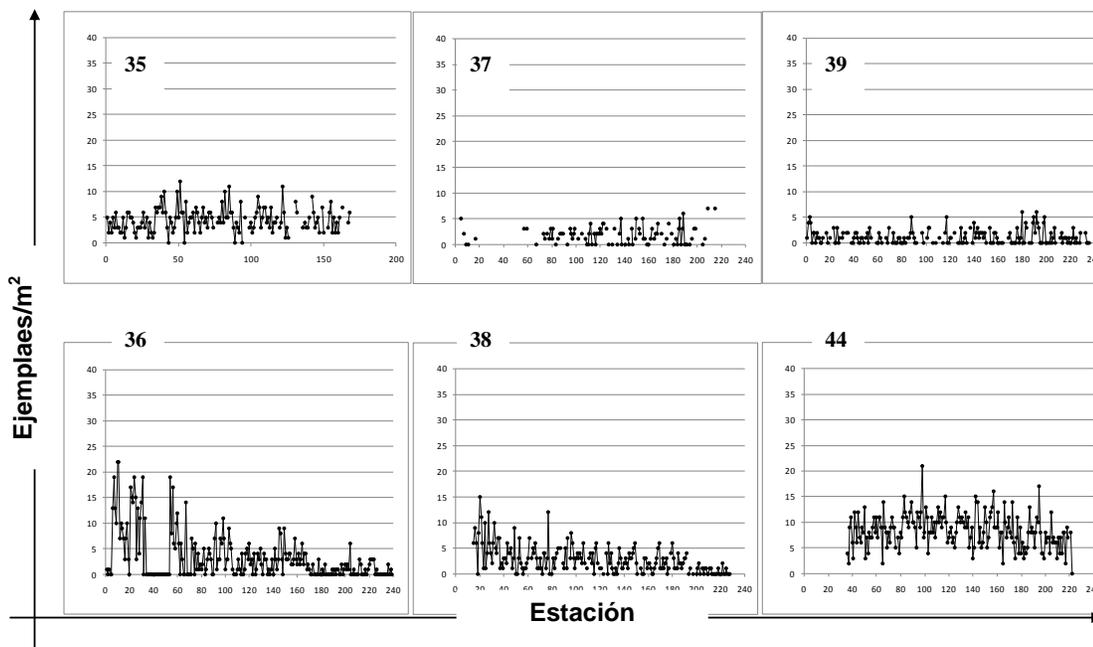


Fig. 95. Densidad por estación de langostino colorado en septiembre de 2010.

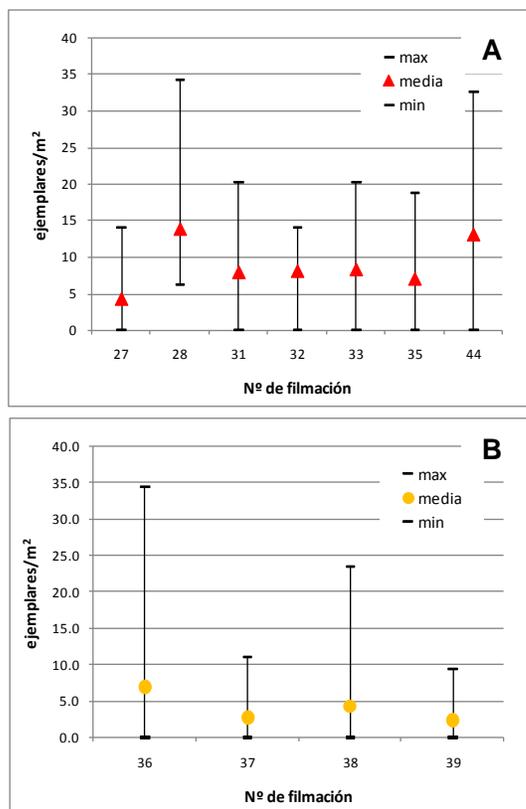


Fig. 96. Densidad de langostino colorado (A) y langostino amarillo o mezcla de langostino amarillo-langostino colorado (B) en ejemplares/ m², por filmación en 2010.

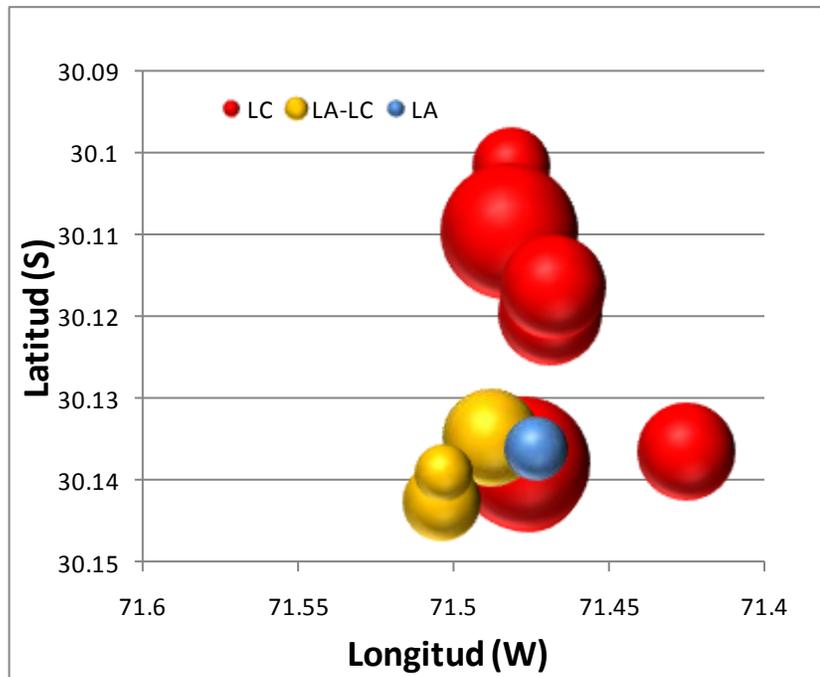


Fig. 97. Distribución espacial de filmaciones y densidad media relativa por especie en 2010.

4.3.5. Comportamiento

El análisis de comportamiento se centró durante 2009, dada la mayor disponibilidad de imágenes de mejor calidad. Así, en dicho período, el langostino amarillo se presentó disgregado y en bajas concentraciones, generalmente inmóvil sobre fondo fangoso con presencia de grava. Ante la presencia del trineo de filmación los ejemplares tendieron a nadar o desplazarse.

En el caso del langostino colorado en tanto, éste se agregó en mayor medida que *C. johni*, y los ejemplares se localizaron semienterrados en el sedimento del fondo marino, orientados en una misma dirección. Ante la presencia del trineo, tendió a enterrarse más profundamente en el sedimento (Fig. 98).

Igualmente, y en el caso del langostino amarillo, durante el crucero realizado en julio, se observaron numerosos especímenes en cópula. Este comportamiento se registró principalmente en torno al veril de los 200 metros de profundidad (Fig. 99).

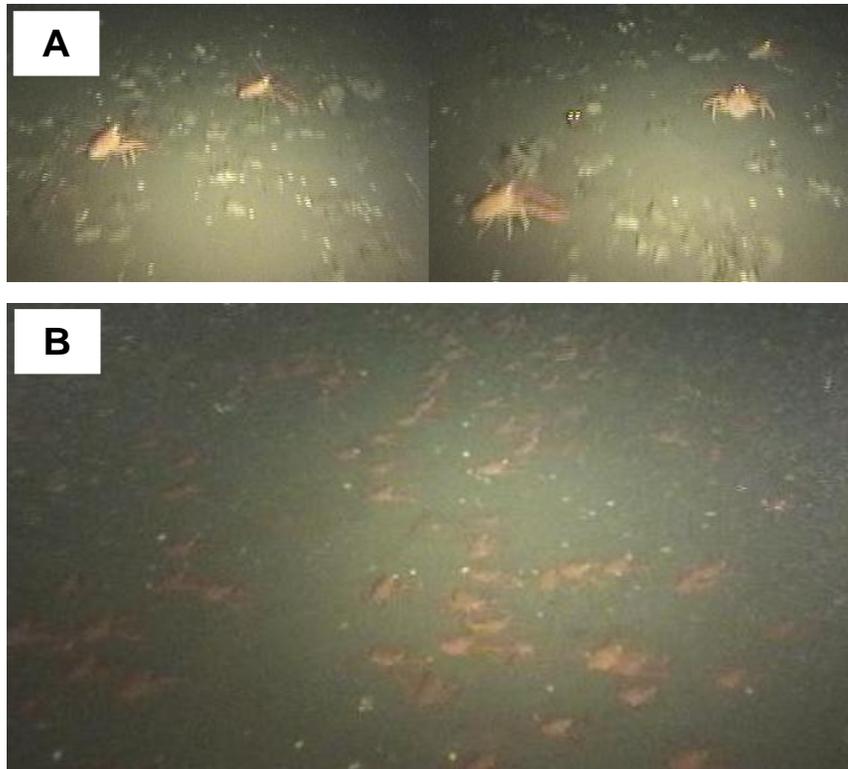


Fig. 98. Ejemplares de langostino amarillo (A) y langostino colorado (B) durante las filmaciones.



Fig. 99. Ejemplares de langostino amarillo en cópula.

4.3.6. Otras especies registradas

Durante las filmaciones de langostino amarillo y colorado, se registraron igualmente otras especies (Tabla 35, Fig. 100), entre ellas cabe mencionar:

- a) Langostino amarillo: camarón nailon (*Heterocarpus reedi*), jaiba paco (*Mursia gaudichaudii*), caracoles (*Aeneator* sp.), lenguado de ojos grandes (*Hippoglossina macrops*), merluza común (*Merluccius gayi*), y ejemplares de porífera (sin identificar).
- b) Langostino colorado: jaiba paco (*Mursia gaudichaudii*), caracoles (*Aeneator* sp.), merluza común (*Merluccius gayi*), tollo, y ejemplares de Porifera (sin identificar).

Tabla 35. Resumen de otras especies detectadas durante las experiencias en 2009

COD	FECHA	PROF. (m)	ESPECIE DOMINANTE	OTRAS ESPECIES
2a	14/05/2009	160	LC	jaiba paco, poriferos, L. amarillo
2b	14/05/2009	130	LC	jaiba paco, poriferos, L. amarillo, caracoles
3a	14/05/2009	165	LC	poriferos, caracoles
3b	14/05/2009	165	LC	poriferos, caracoles
4a	14/05/2009	125	LC	jaiba paco, poriferos, L. amarillo, caracol, tollo
4b	14/05/2009	125	LC	jaiba paco, poriferos, caracoles
5a	14/05/2009	148	LC	jaiba paco, poriferos, L. amarillo, caracoles
5b	14/05/2009	149	LC	jaiba paco, poriferos, L. amarillo, caracoles
6a	14/05/2009	212	LC Y LA	poriferos, L. amarillo
6b	14/05/2009	215	LC y LA	poriferos
7a	30/07/2009	140	LA	camarón nailon, jaiba paco, poriferos
7b	30/07/2009	138	LA	camarón nailon, jaiba paco, poriferos, caracoles
8a	30/07/2009	171	LA	camarón nailon, jaiba paco, poriferos, caracoles
8b	30/07/2009	171	LA	camarón nailon, jaiba paco, poriferos, lenguado
9a	30/07/2009	134	LA	jaiba paco, poriferos, caracoles
9b	30/07/2009	131	LA	jaiba paco, poriferos, caracoles, lenguado, merluza
10a	30/07/2009	118	LA	jaiba paco, poriferos, merluza
10b	30/07/2009	117	LA	jaiba paco, poriferos, lenguado, merluza

Tabla 35. Continuación.

COD	FECHA	PROF. (m)	ESPECIE DOMINANTE	OTRAS ESPECIES
12a	30/07/2009	202	LA	camarón nailon,jaiba paco, poriferos, caracoles, lenguado
12b	30/07/2009	197	LA	camarón nailon,jaiba paco, poriferos
14a	07/10/2009	198	LA	camarón nailon,jaiba paco, poriferos, merluza, lenguado
15a	07/10/2009	166	LA	camarón nailon,jaiba paco, poriferos, merluza, lenguado
20a	24/10/2009	170	LC	poriferos
20b	24/10/2009	172	LC	poriferos, caracoles, merluza
22a	24/10/2009	179	LC	jaiba paco, poriferos, caracoles
22b	24/10/2009	178	LC	poriferos
23a	24/10/2009	142	LC	poriferos, caracoles
23b	24/10/2009	141	LC	poriferos
24a	24/10/2009	108	LC	poriferos
24b	24/10/2009	110	LC	poriferos
25a	24/10/2009	152	LC	poriferos, caracoles
25b	24/10/2009	151	LC	poriferos, caracoles



Fig. 100. Ejemplares de lenguado (*Hippoglossina macrops*) (A) y merluza común (*Merluccius gayi*) (B) identificados durante las filmaciones.

4.3.7. Otros

Finalmente, se elementos varios, entre los que destacaron exoesqueletos descoloridos, correspondientes probablemente a langostinos, además de diversos desperdicios, tales como restos de redes de pesca (Fig. 101).



Fig. 101. Exoesqueletos de langostino y redes de pesca sobre el fondo marino.

4.4. Objetivo específico 4.

4.4.1. Estructura de talla.

Para los experimentos de agregación, estados de actividad e interacciones se utilizaron los mismos individuos, en total fueron 1152 entre machos y hembras de ambas especies. Para el experimento “eficacia en la búsqueda de alimento” se utilizó un total de 148 individuos entre machos y hembras (Tabla 36). Las tallas (longitud cefalotoraxica) de los machos de *C. johni* tuvieron un promedio de $34,5 \pm 4,32$ cm y las hembras tuvieron un promedio de $34,45 \pm 4,31$. En *P. monodon* los machos tuvieron un promedio de $34,47 \pm 4,31$ cm y las hembras un promedio de $34,45 \pm 4,31$.

Tabla 36. Numero de ejemplares (de ambas especies, machos y hembras) utilizados en los distintos experimentos.

EXPERIMENTO	Nº INDIVIDUOS UTILIZADOS
Agregacion, estados de actividad e interacciones	1.152
Eficacia en la búsqueda de alimento	148
TOTAL	1.300

4.4.2. Conducta de agregación.

Se observan índices de agregación mayores en los meses de agosto y septiembre para los grupos Cervimunida y Pleuroncodes. Para el grupo Pleuroncodes se observa un leve incremento en el índice de agregación en el mes de mayo. Los valores relativamente bajos (alrededor de 100) del índice de agregación sugieren que los individuos estaban relativamente dispersos en el estanque. A pesar de no observarse un patrón claro en la agregación, los resultados del test de ANOVA (Tabla 37) muestran diferencias significativas ($p < 0,05$) entre meses y entre grupos. Sin embargo, no se observan diferencias significativas entre tratamientos (sin y con alimento) (Fig. 102). También se observan diferencias significativas en la interacción estadística entre mes/grupo

($f = 4$, $p < 0,05$), entre mes/tratamiento ($f = 5$, $p < 0,05$) y entre grupo/tratamiento ($f = 12$, $p < 0,05$).

Tabla 37. Tabla de ANOVA factorial modelo I, con tres factores. Comparación de la conducta de agregación de los grupos de observación durante 6 meses. SS=Suma de cuadrados; G.L.=Grados de libertad; MS=Media cuadrática; f=Estadístico; p=probabilidad asociada.

Índice de agregación LOG (X+1)	SS	G.L.	MS	f	p
MES	0,365	5	0,073	13	0,000000
GRUPO	0,135	2	0,067	12	0,000009
TRATAMIENTO	0,012	1	0,012	2	0,150796
MES*GRUPO	0,204	10	0,020	4	0,000116
MES*TRATAMIENTO	0,153	5	0,031	5	0,000075
GRUPO*TRATAMIENTO	0,138	2	0,069	12	0,000007
MES*GRUPO*TRATAMIENTO	0,085	10	0,009	1	0,140374

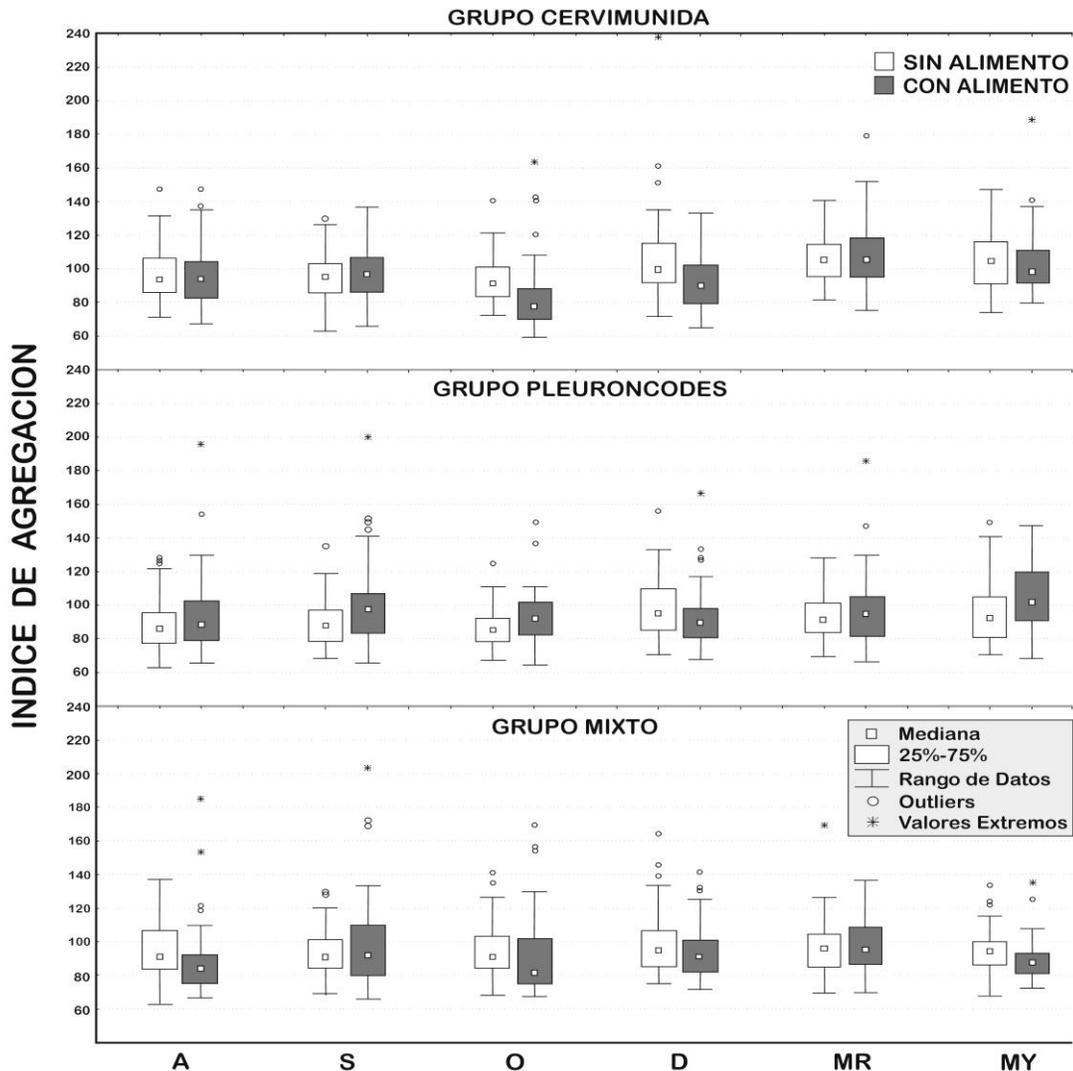


Fig. 102. Índice de agregación medido cada 2 horas (12 mediciones por réplica) en 3 grupos (grupo Cervimunida, Pleuroncodes y Mixto) con 2 tratamientos (sin alimento y con alimento) durante 6 meses (A: agosto, S: septiembre, O: octubre, D: diciembre, MR: marzo y MY: mayo).

4.4.3. Estados de Actividad.

En general, en todos los meses se observa un mayor porcentaje de “actividad locomotriz” en los tratamientos con alimento (t-test, $p < 0,05$) y en el mes de octubre. Para *C. johni*, tanto en el grupo Cervimunida y Mixto se observa una clara disminución de la actividad locomotriz (gris

oscuro en Fig. 103) en los meses de marzo y mayo en ambos tratamientos. En cambio para *P. monodon* (grupo Pleuroncodes y Mixto) no se observa este patrón. En cuanto a la “actividad sin locomoción” no se observan diferencias entre tratamientos (t-test, $p > 0,05$), y en forma general, es en los meses de septiembre y marzo donde este estado alcanza los mayores porcentajes de tiempo y en el mes de octubre ocurre el menor porcentaje. Para el estado “sin actividad” no se observan diferencias significativas (t-test, $p > 0,05$) entre tratamientos sin y con alimento. Los mayores porcentajes “sin actividad” se observan en el mes de octubre para ambas especies.

4.4.4. Interacciones entre individuos.

Para las interacciones de contactos se observa un patrón estacional y diferencias claras entre los tratamientos sin y con alimento. Los resultados del test ANOVA (Tabla 38) muestran diferencias significativas en el factor mes ($f = 5,025$, $p < 0,05$) indicando que en el mes de octubre ocurrió la mayor frecuencia de contactos. También existen diferencias significativas en el factor tratamiento ($f = 52,471$, $p < 0,05$), y la mayor frecuencia de contactos ocurrió en los tratamientos con presencia de alimento. Para el factor grupo también se observaron diferencias significativas ($f = 4,954$, $p < 0,05$) siendo el grupo Pleuroncodes el que muestra la mayor frecuencia de contactos. Para los grupos Cervimunida y Mixto se observa la mayor frecuencia en el mes de octubre, no así para el grupo Pleuroncodes en el cual se observa una mayor frecuencia en los meses de septiembre y marzo. En los grupos Cervimunida y Mixto, en los tratamientos sin alimento, se observa una clara disminución en la frecuencia a partir del mes de diciembre. Dentro del grupo mixto se observa que la mayoría de las interacciones de contactos son realizadas entre las combinaciones *C. johni*-*P. monodon* seguido por la combinación *P. monodon*-*P. monodon* (Fig. 104). También se observaron diferencias significativas en la interacción estadística entre los factores mes/grupo ($f = 2,247$, $p < 0,05$).

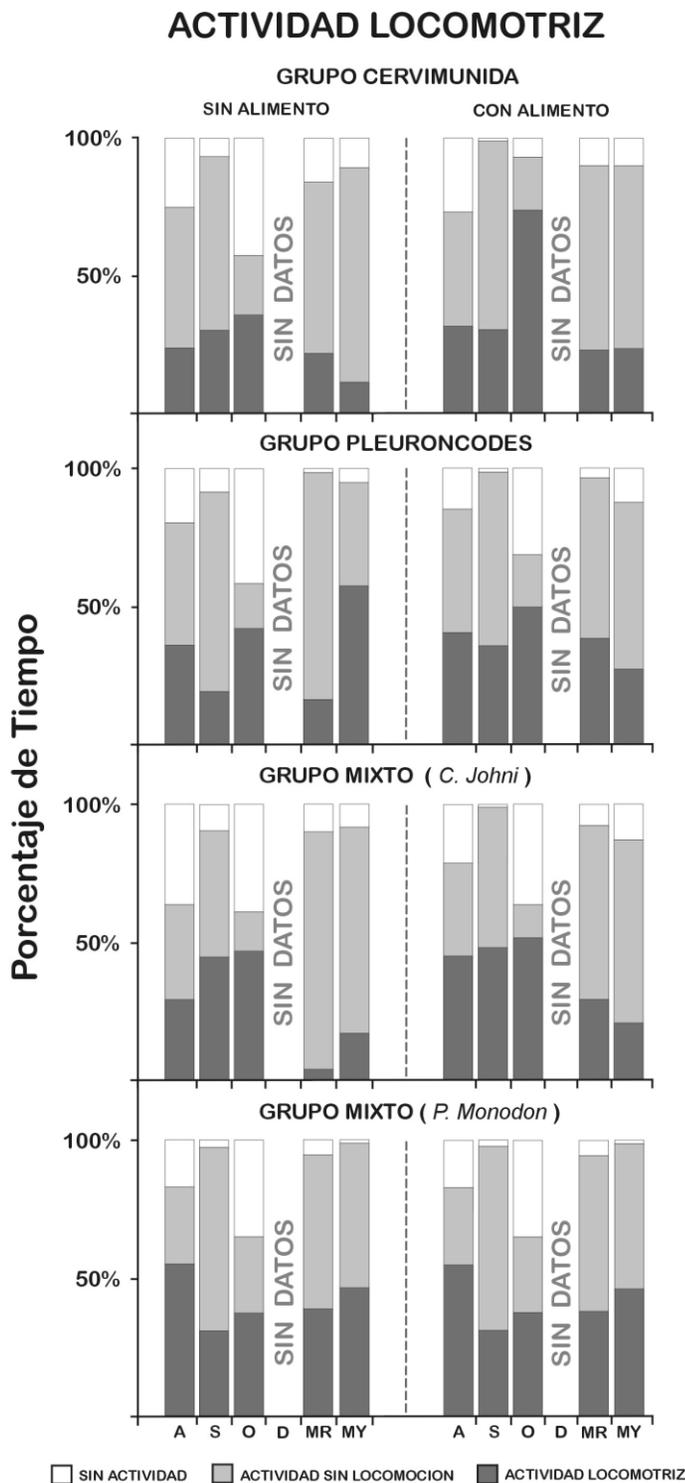


Fig. 103. Porcentajes de tiempo para tres tipos de actividad (sin actividad, actividad sin locomoción y actividad locomotriz) en dos horas de observación (5-6am y 5-6 pm) en los grupos “Cervimunida”, “Pleuroncodes”, “Mixto (*C. johni*)” y “Mixto (*P. monodon*)” bajo dos tipos de tratamiento (sin alimento y con alimento, separados por la línea segmentada). Para el mes de diciembre no se cuenta con datos.

Tabla 38. Tabla de ANOVA factorial modelo I, con tres factores. Comparación de la frecuencia de contactos no agresivos durante 6 meses. SS=Suma de cuadrados; G.L.=Grados de libertad; MS=Media cuadrática; f=Estadístico; p=probabilidad asociada.

Frec. Contactos LOG(X+1)	SS	G. L.	MS	f	p
MES	2,1562	5	0,4312	5,025	0,000354
TRATAMIENTO	4,5034	1	4,5034	52,471	0,000000
GRUPO	0,8503	2	0,4252	4,954	0,008742
MES*TRATAMIENTO	0,9372	5	0,1874	2,184	0,061193
MES*GRUPO	1,9288	10	0,1929	2,247	0,020048
TRATAMIENTO*GRUPO	0,3552	2	0,1776	2,069	0,131243
MES*TRATAMIENTO*GRUPO	1,1748	10	0,1175	1,369	0,204453

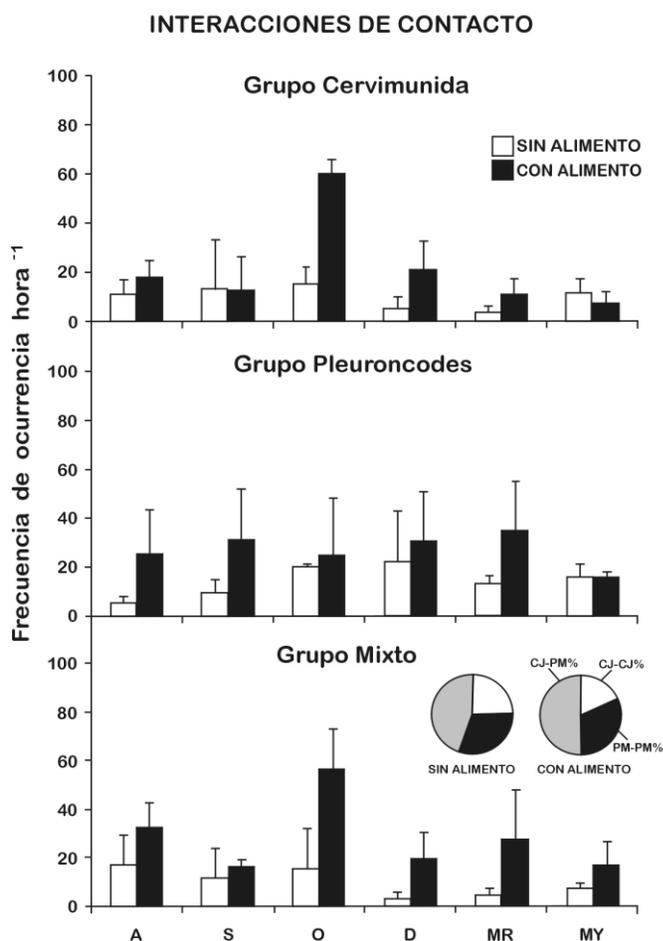


Fig. 104. Frecuencia de ocurrencia (promedio \pm SD) de interacciones con contactos no agresivos (contactos breves únicos, contactos breves repetidos y contactos prolongados) en 2 horas de observación (entre 5-6 am y 5-6 pm) durante 6 meses. Los gráficos circulares muestran el porcentaje de ocurrencia para las combinaciones mono e inter-específicas dentro de los grupos mixtos durante los 6 meses. El color blanco corresponde a la combinación *C. johnei*-*C. johnei*, el color negro corresponde a *P. monodon*-*P. monodon* y el color gris a *C. johnei*-*P. monodon*.

Para las interacciones agonísticas el test ANOVA (Tabla 39) muestra diferencias significativas en el factor mes ($f = 11,3409$, $p < 0,05$) donde el mes de agosto presenta la mayor frecuencia y el mes de diciembre la menor. También existen diferencias significativas en el factor grupo ($f = 16,4274$, $p < 0,05$) siendo el grupo Pleuroncodes el que presenta las mayores frecuencias seguido por el grupo Mixto. No se observa una mayor diferenciación en la ocurrencia de interacciones agonísticas entre los tratamientos con y sin alimento (Fig. 105). También se observa que para los tres grupos disminuye la frecuencia a partir del mes de octubre con un incremento en el mes de mayo. Dentro del grupo Mixto se observa que la mayoría de las interacciones agonísticas ocurrieron en combinaciones inter-específicas (*C. johni*-*P. monodon*) seguido por *P. monodon*-*P. monodon*.

Tabla 39. Tabla de ANOVA factorial modelo I, con tres factores. Comparación de la frecuencia de interacciones agonísticas durante 6 meses. SS=Suma de cuadrados; G.L.=Grados de libertad; MS=Media cuadrática; f=Estadístico; p=probabilidad asociada.

Frec. Agonísticas LOG(X+1)	SS	G. L.	MS	f	p
MES	2,71231	5	0,54246	11,3409	0,000000
TRATAMIENTO	0,05260	1	0,05260	1,0996	0,296698
GRUPO	1,57153	2	0,78576	16,4274	0,000001
MES*TRATAMIENTO	0,35148	5	0,07030	1,4696	0,205722
MES*GRUPO	0,60807	10	0,06081	1,2712	0,255741
TRATAMIENTO*GRUPO	0,16435	2	0,08218	1,7180	0,184288
MES*TRATAMIENTO*GRUPO	0,77195	10	0,07719	1,6139	0,112096

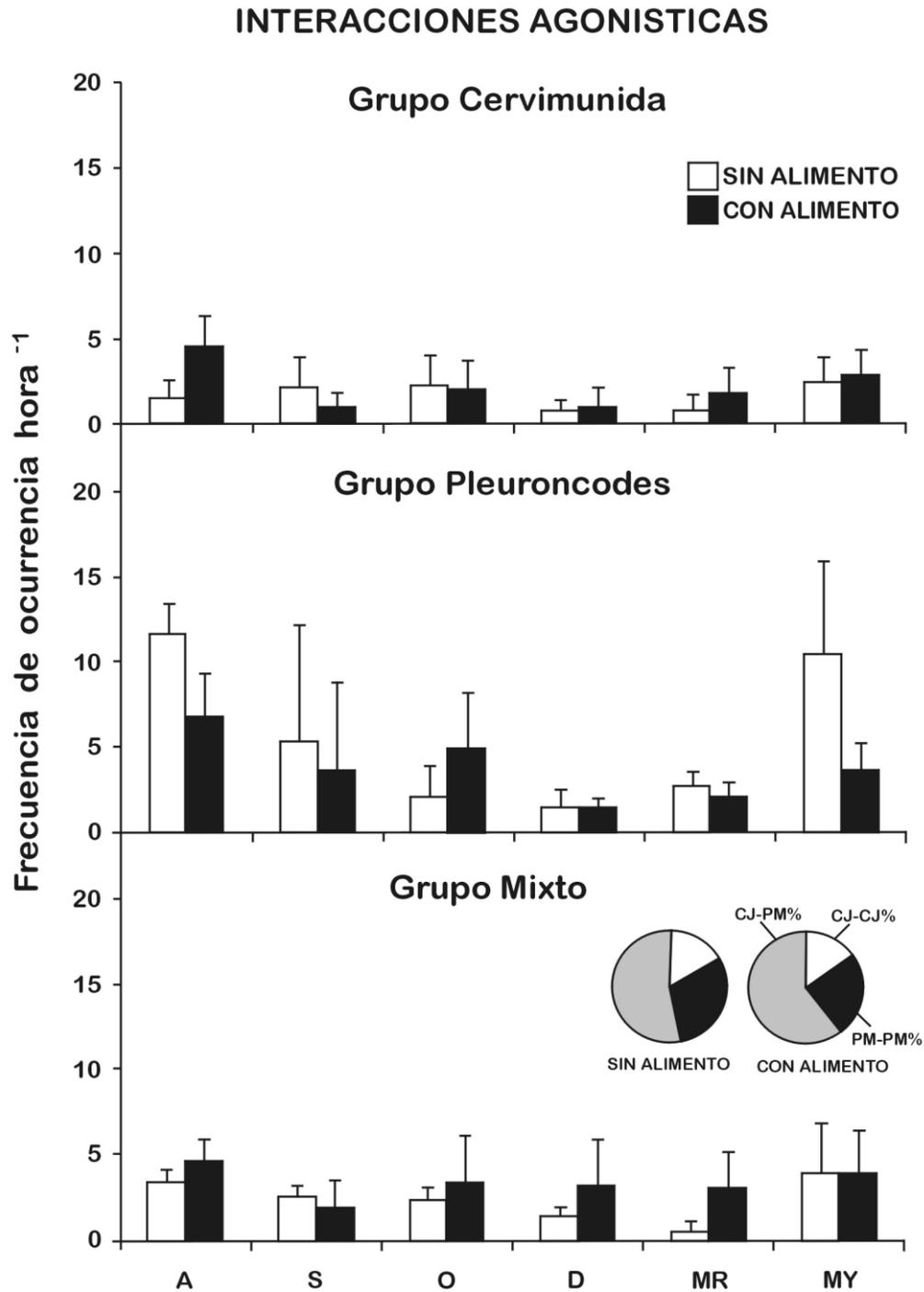


Fig. 105. Frecuencia de ocurrencia (promedio \pm SD) de interacciones agonísticas (ataques únicos, ataques repetidos, peleas y persecuciones) en 2 horas de observación (entre 5-6 am y 5-6 pm). Los gráficos circulares muestran el porcentaje de ocurrencia para las combinaciones mono e inter-específicas dentro de los grupos mixtos durante los 6 meses. El color blanco corresponde a la combinación *C. johni-C. johni*, el color negro corresponde a *P. monodon-P. monodon* y el color gris a *C. johni-P. monodon*.

En cuanto a las interacciones reproductivas, el test ANOVA (Tabla 40) muestra diferencias significativas en el factor mes ($f = 8,71136$, $p < 0,05$) ya que solo se registraron este tipo de interacciones en los meses de agosto, septiembre y mayo, siendo en el mes de septiembre donde se registró la mayor frecuencia. También se observa que en el mes de agosto, en los grupos Cervimunida y Mixto, se registraron interacciones reproductivas en ambos tratamientos (sin alimento y con alimento) a diferencia del mes de septiembre donde sólo se registraron en el tratamiento con alimento (Fig. 106). Para el grupo Pleuroncodes no se registraron interacciones en el tratamiento con alimento del mes de agosto; en cambio en el mes de septiembre la frecuencia fue mayor en dicho tratamiento. En el mes de mayo se registraron interacciones reproductivas exclusivamente en el grupo Cervimunida. Dentro del grupo Mixto todas las interacciones fueron realizadas por *C. johni* en el tratamiento sin alimento, y también en el tratamiento con alimento *C. johni* tuvo un mayor porcentaje de interacciones reproductivas.

Tabla 40. Tabla de ANOVA factorial modelo I, con tres factores. Comparación de la frecuencia de interacciones reproductivas durante 6 meses. SS=Suma de cuadrados; G.L.=Grados de libertad; MS=Media cuadrática; f=Estadístico; p=probabilidad asociada.

Frec. Reproductivas LOG(X+1)	SS	G. L.	MS	f	p
MES	0,467203	5	0,093441	8,71136	0,000001
TRATAMIENTO	0,010385	1	0,010385	0,96818	0,327335
GRUPO	0,054774	2	0,027387	2,55327	0,082518
MES*TRATAMIENTO	0,267895	5	0,053579	4,99512	0,000373
MES*GRUPO	0,193868	10	0,019387	1,80741	0,067634
TRATAMIENTO*GRUPO	0,000691	2	0,000345	0,03220	0,968321
MES*TRATAMIENTO*GRUPO	0,027905	10	0,002791	0,26016	0,988248

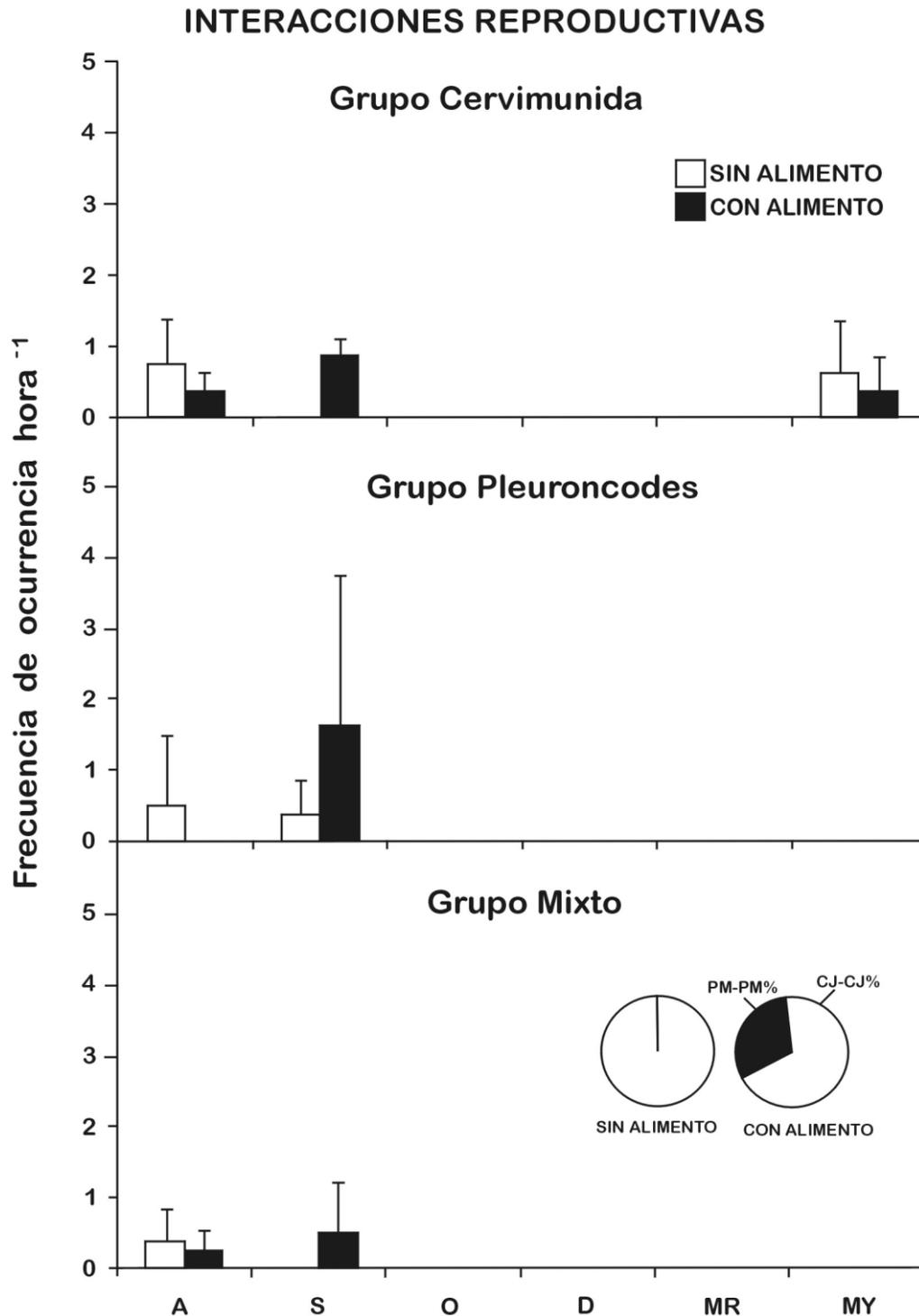


Fig. 106. Frecuencia de ocurrencia (promedio \pm SD) de interacciones reproductivas (pre-cópula, cópula y post-cópula) en 2 horas de observación (entre 5-6 am y 5-6 pm) durante 6 meses. Los gráficos circulares muestran el porcentaje de ocurrencia para las combinaciones mono-específicas dentro de los grupos mixtos. El color blanco corresponde a *C. johni* y el color negro corresponde a *P. monodon*.

4.4.5. Eficacia en búsqueda de alimento.

En el primer experimento realizado, de un total de 56 réplicas, en 28 se pudo observar que por lo menos uno de los individuos logró llegar al cebo (Tabla 41). En el segundo experimento, de un total de 10 réplicas, en 5 uno de los individuos llegó al cebo. En el tercer experimento de un total de 20, en 13 hubo llegada al cebo.

Tabla 41. Porcentaje de llegada y velocidad promedio de los individuos en cada tratamiento. Se indica el porcentaje de llegada para cada tratamiento en relación al total de las réplicas realizadas. También se señala el porcentaje de llegada separado por sexo y la velocidad promedio de los individuos que llegaron al cebo. Los tratamientos *, pertenecen al tercer experimento donde se utilizaron exclusivamente individuos machos para la realización de T1 y T4.

Tratamientos T	Especie	% de Llegada en T	% de Llegada por Sexo		Velocidad Promedio [cm/s] ± DS
			Macho	Hembra	
T1: mPm; hPm	<i>Pleuroncodes monodon</i>	50,0%	12,5%	37,5%	2,55 ± 2,93
T1: mPm *	<i>Pleuroncodes monodon</i>	40,0%	40,0%	-----	1,32 ± 0,47
T2: mPm	<i>Pleuroncodes monodon</i>	12,5%	12,5%	-----	2,36 ± 1,30
T3: mPm y hPm	<i>Pleuroncodes monodon</i>	50,0%	16,7%	33,3%	2,84 ± 2,08
T4: mCj; hCj	<i>Cervimunida johni</i>	50,0%	33,3%	16,7%	3,02 ± 0,87
T4: mCj *	<i>Cervimunida johni</i>	20,0%	20,0%	-----	2,37 ± 1,48
T5: mCj y mCj	<i>Cervimunida johni</i>	75,0%	75,0%	-----	2,20 ± 0,92
T6: mCj y hCj	<i>Cervimunida johni</i>	83,3%	66,7%	16,7%	1,90 ± 0,95
T7: mPm y mCj	<i>Pleuroncodes monodon</i>	33,3%	33,3% (Cj 16,7% y Pm 16,7%)	-----	1,97 ± 0,78
	<i>Cervimunida johni</i>				
T8: mCj y hPm	<i>Pleuroncodes monodon</i>	50,0%	33,3%	16,7%	0,97 ± 0,25
	<i>Cervimunida johni</i>				
T9: mPm y hCj	<i>Pleuroncodes monodon</i>	50,0%	0,0%	50,0%	1,70 ± 0,50
	<i>Cervimunida johni</i>				

Del total de tratamientos el mayor porcentaje de llegada se observó en T5 y T6. Ambos corresponden al grupo de competencia intraespecífica de *C. johni*. También se puede observar que en los tratamientos en que participaban individuos de esta especie, eran los machos quienes llegaban más frecuentemente. Esto difiere de los tratamientos de competencia intraespecífica, con individuos de *P. monodon*. En ellos el porcentaje de llegada mayor correspondió a hembras.

Respecto a la velocidad promedio de los individuos en cada tratamiento, se observó que en T4 un macho *C. johni* se demoró más tiempo en llegar al cebo. El menor promedio de velocidad se registra en T8, el cual correspondió a competencia interespecífica entre hembras *P. monodon* y machos *C. johni*.

En relación a los tratamientos sin competencia, la mitad de los individuos consiguió llegar al cebo. Respecto a la velocidad promedio, los valores se encuentran dentro de los tres mayores (ver Tabla 42). Los individuos sin competencia pueden desarrollar velocidades mayores. En ambos tratamientos los individuos de mayor tamaño fueron los que llegaron al cebo. En la repetición de T1 (machos *P. monodon*), hubo un 40% de llegada, sin embargo la velocidad disminuyó. En T4 disminuyó considerablemente el porcentaje de llegada a un 20%.

En competencia de machos, se observó que fueron los machos *C. johni* los que llegaron al cebo en un mayor número de oportunidades. En T2 (machos *P. monodon*) solo dos individuos llegaron al cebo. En estos tratamientos se observaron comportamientos agonísticos.

Para la competencia intraespecífica, los machos de *C. johni* consiguieron llegar en más oportunidades al cebo (Tabla 42). Entre machos y hembras, las hembras de *P. monodon* llegaron en mayor proporción, alcanzando una velocidad promedio mayor que la obtenida por los individuos *C. johni*.

Tabla 42. Porcentaje de llegada en los tratamientos T2 y T5. Realizados entre junio y septiembre de 2010. No hay datos para T5 en junio.

Llegada de individuos en competencia de machos intraespecíficos					
Tratamientos	Especie	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
T2	<i>P. monodon</i>	0%	0%	0%	40%
T5	<i>C. johni</i>	---	80%	80%	40%

En competencia interespecífica la mitad de los individuos llegó al cebo. Los machos llegaron en un mayor número de oportunidades. Respecto a la velocidad promedio, claramente se puede observar que las hembras *P. monodon* alcanzan velocidades mayores, así los machos *C. johni* consiguen velocidades mayores que los machos *P. monodon* (Tabla 43).

Tabla 43. Promedio de velocidad según sexo y especie. Velocidad promedio de los individuos que llegaron al cebo (con un total de 40 individuos), 32 machos (9 individuos de la especie *P. monodon* y 23 de *C. johni*) y 8 hembras (5 individuos de la especie *P. monodon* y 3 de *C. johni*).

Promedio de Velocidad [cm/s] ± DS		
	<i>P. monodon</i>	<i>C. johni</i>
Machos	1,41 ± 0,67	2,01 ± 0,96
Hembras	3,32 ± 2,61	1,37 ± 0,83
Promedio	2,17 ± 1,80	1,94 ± 0,95

En el tercer experimento, realizado en el mes de septiembre, al aumentar el tiempo a 30 minutos de observación, *P. monodon* logró llegar al cebo en solitario con una velocidad de $1,32 \pm 0,47$ cm/s y en competencia con una velocidad de $1,55 \pm 1,06$ cm/s. En los mismos experimentos desarrollados en *C. johni*, para individuos solitarios, sólo llegó un individuo con una velocidad de 0,43 cm/s y en competencia la velocidad es de $1,82 \pm 1,15$ cm/s.

5. DISCUSION

En septiembre de 2009, tanto en el caso del langostino amarillo como del langostino colorado, el bajo número de lances de pesca disponibles para el análisis de la distribución espacial de la densidad poblacional de ambas especies, y más aún el extremadamente bajo número de lances de pesca positivos, cinco en el caso de langostino amarillo y sólo dos en langostino colorado, no permitió el análisis geoestadístico (variogramas) de los datos disponibles. Adicionalmente, en el caso de langostino colorado, en agosto, la disposición espacial altamente contagiosa de los lances de pesca positivos en el extremo sur del foco histórico, también fue un impedimento para el análisis de la distribución espacial de la especie en el área de estudio. Sin embargo, los problemas anteriores deben ser vistos en el contexto de la proposición inicial de realizar muestreos bimensuales, resultando finalmente que en algunos periodos se realizaron muestreos mensuales. Como resultado de lo anterior, debe considerarse que ello impidió evaluar de mejor manera la continuidad temporal de los focos de alta abundancia en ambas especies.

El análisis de la distribución espacial de la proporción sexual de langostino amarillo en sentido Este-Oeste, o de manera equivalente, desde la zona costera más somera (<200 m de profundidad) hasta la zona oceánica más profunda (>400 m de profundidad), no mostró un patrón de segregación sexual claro, encontrándose altas concentraciones de machos (y consecuentemente menores concentraciones de hembras) tanto en el sector costero como en el sector oceánico, lo que se observó particularmente en el trimestre julio-septiembre de 2009 (Figura 61) donde en la latitud 29°24'S aproximadamente, se observa dos núcleos de alta abundancia de machos, uno en el margen costero del foco de abundancia, y otro en el sector oceánico. El núcleo costero está caracterizado por lances de pesca con profundidades medias de 230 m (ver IDP: 47, 50, 54-58, 60, 61, 68, y 184 de las Bases de Datos), mientras que el núcleo oceánico por lances de pesca de entre 296 y 315 m (ver IDP: 40, 42, 45, 188, 216, 219, 220 y 224 de las Bases de Datos).

La condición de distribución anterior, se repite aproximadamente en el trimestre junio-agosto de 2010 (Figura 64), donde también se observa alta concentración de machos en el sector más somero del foco histórico, así como en el sector oceánico (o más profundo) en el mismo paralelo geográfico, aunque en el caso del núcleo oceánico, se observó una reducción de tamaño en

comparación con el trimestre julio-septiembre de 2009, y complementariamente un incremento del núcleo costero.

En el trimestre octubre-diciembre de 2009 tampoco existe un patrón de segregación batimétrico entre sexos, dado que se observa núcleos de alta densidad (de machos) tanto en el sector más somero del foco histórico, como hacia el sector oceánico (mas profundo). Alternativamente, se observa que los núcleos de mayor abundancia de machos localizados el norte de 29°40'S son predominantemente oceánicos, mientras que los localizados al sur, son mayormente costeros (Figura 62).

En el caso del langostino colorado, tampoco se observa segregación batimétrica entre sexos, sino que la distribución espacial de la proporción sexual se puede considerar como homogénea, existiendo núcleos de alta proporción de machos (> 75%) solo en julio-septiembre de 2009 (Fig. 66) y en marzo-mayo de 2010 (Fig. 68).

El empleo de trineos con equipos de filmación, conocidos internacionalmente como “towed sledge”, han sido empleados internacionalmente para caracterizar cualitativa o cuantitativamente poblaciones marinas o características del bentos. En particular, esta técnica ha sido utilizada exitosamente en la estimación de densidad y comportamiento de crustáceos (Watanabe, 2002). En el caso del presente estudio, los resultados son auspiciosos, debido a que demuestran que es factible aplicar esta metodología a poblaciones de crustáceos demersales de nuestro país, cuya pesquería se desarrolla en fondos marinos accidentados que pudiesen dificultar el arrastre del dispositivo sobre el sustrato y afectar por ello la calidad de las filmaciones.

Así, durante el estudio se determinó que las agregaciones de langostinos con mayor densidad sobre el fondo marino corresponden a aquellas ocupadas por langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*). Si bien las filmaciones permiten el monitoreo de una fracción reducida del fondo marino, cabe hacer notar que estos resultados son concordantes con lo reportado en el transcurso de cruceros de evaluación directa de *C. johni* y *P. monodon* llevados a cabo en la misma zona, los que ha reportado una mayor densidad relativa de este último crustáceo (17,9 ton/km²) respecto al

langostino amarillo (15,2 ton/km²) (Acuña *et al.*, 2008a), siendo esto normal ya que el área de muestreo está inserta en un sector donde predomina el langostino colorado.

Por otro lado, y respecto de observaciones relativas a comportamiento, cabe resaltar las filmaciones de ejemplares de langostino amarillo en proceso de cópula durante el mes de julio de 2009. Este hecho, coincide con observaciones realizadas en laboratorio, las que indican un activo apareamiento en ejemplares de *C. johni* entre mayo y septiembre (Acuña *et al.*, 2008b).

Al respecto, el empleo de filmaciones submarinas adosadas a un trineo remolcado por una nave, ha dado pruebas de su viabilidad en términos de permitir cubrir de manera sistemática áreas del fondo marino con fines descriptivos cualitativos y cuantitativos. Ese hecho, abre variadas potenciales aplicaciones entre las que cabe mencionar, el empleo en tareas de evaluación directa de crustáceos, ya sea como medio directo de estimación de abundancia o como forma de calibración con una técnica complementaria, o para caracterizar hábitat en términos de variables abióticas (sustrato) y bióticas (etología).

En especies de interés pesquero es útil conocer datos biológicos básicos como el comportamiento y los hábitos de vida, porque entre otros, ello permite determinar las variaciones en la accesibilidad del recurso (Pérez, 2005). Una vez identificados los ritmos de actividad y conducta (i.e. conducta de agregación, movimientos estacionales e interacciones), éstos se deben tener en cuenta para evaluar la dinámica de las poblaciones explotadas, con miras a una gestión sostenible de la pesquería (Aguzzi & Sarda, 2008; Aguzzi & Bahamon, 2009).

Conducta de agregación en *C. johni* y *P. monodon*.

En ambas especies de langostinos los individuos generalmente se encuentran dispersos sin formar agregaciones duraderas en el tiempo. En este contexto, las agregaciones observadas son efímeras y se realizan entre pocos individuos. Se ha demostrado que las agrupaciones formadas por individuos conoespecíficos pueden ser una respuesta denso-independiente a señales locales del ambiente o ser la respuesta de los individuos a otros miembros de la población (Evans *et al.* 2007).

Las diferencias estacionales posiblemente podrían tener relación con la receptividad de las hembras como se ha sugerido para los langostinos por Acuña *et al.* (2008). De forma similar se han descrito patrones de agregación estacionales en la gamba rosada *Aristeus antennatus*, que varían a diferentes profundidades (entre 400 – 900 m), señalando que esta especie realiza migraciones nocturnas hacia aguas someras (en busca de alimento, zooplancton que realiza migración vertical) (Sarda *et al.* 2003).

Una posible explicación para la ausencia de un patrón claro en la agregación, puede ser que el tiempo que permanecieron juntos los individuos de cada réplica (24 hrs.), no fue el suficiente como para establecer preferencias de ubicación dentro del estanque de observación. Este factor es importante en el establecimiento de patrones conductuales de agregación, los cuales se observan cuando existe una jerarquía de dominancia dentro de un grupo (Hemelrijk, 2000). Siguiendo en este contexto, la ausencia de un patrón conductual de agregación estacional puede deberse a que los individuos estarían evitando estar cerca uno del otro. Este comportamiento se vería acentuado al estar en un espacio reducido (estanque de observación). Así ocurre entre *Goneplax rhomboides* y *Nephrops norvegicus*, en los cuales el patrón de actividad observado se opone sincrónicamente y los distintos patrones de actividad se relacionan con la evasión espacial entre ambas especies; esta evasión se debería principalmente a la competencia por espacio (Trenkel *et al.*, 2007).

Estados de Actividad.

En general, los mayores porcentajes de actividad locomotriz se observaron en los grupos Pleuroncodes y Mixto (*P. monodon*). Para *C. johni* se observó una clara estacionalidad (a diferencia de *P. monodon*) en la actividad locomotriz. Los máximos porcentajes para este estado se observaron en el mes de octubre con una disminución en los meses de marzo y mayo. La mayor actividad locomotriz corresponde a los tratamientos con alimento lo que demuestra que ambas especies buscan activamente este recurso. De forma similar se observó un aumento en los movimientos de machos pequeños del camarón de roca (*Rhynchocinetes typus*) en presencia de alimento (Dennenmoser & Thiel, 2007). Otro ejemplo del aumento de actividad en presencia de alimento es el que han reportado Aguzzi & Sarda (2008) para la cigala *Nephrops norvegicus*.

Ellos indican que los ritmos diarios y el comportamiento dependen, entre otras variables ecológicas, de la presencia de alimento, concentración de oxígeno y duración del fotoperiodo.

Según los resultados obtenidos, la variación estacional de actividad locomotriz estaría vinculada al periodo de apareamiento observado (en los meses de agosto, septiembre y mayo). El periodo de pleno apareamiento para estas especies ocurre precisamente entre los meses de mayo y octubre (Palma & Arana, 1997, Acuña *et al.*, 1998 y Espinoza, 2008). Algo similar ocurre en *Pleuroncodes planipes*, donde la mayor actividad de locomoción esta relacionada con el ciclo reproductivo y los movimientos bentónicos hacia la costa y hacia mar adentro, asociados a fenómenos de surgencia (Tulipani & Boudrias, 2006).

Entre los tres estados de actividad estudiados (actividad locomotriz, actividad sin locomoción y sin actividad) el estado que ocupó los mayores porcentajes de tiempo fue la actividad sin locomoción. Basado en este resultado se puede inferir que ambas especies invierten gran parte de su tiempo en actividades que no requieren locomoción, como por ejemplo limpieza del exoesqueleto o alimentación detritívora. En el cangrejo pelágico *Pleuroncodes planipes*, Tulipani & Boudrias (2006) observaron que los individuos gastan un importante porcentaje de tiempo en limpiar meticulosamente su exoesqueleto de partículas que se le adhieren. Para ello usan su quinto par de pereópodos quelados. Esta actividad es de gran importancia ya que si no la realizan frecuentemente entre mudas se puede ver afectada la forma del cefalotórax, pereópodos y abdomen. En esta especie seria especialmente importante esta actividad para lograr un nado eficiente.

En el presente estudio se observó un claro patrón estacional para el estado “actividad locomotriz”. Este patrón estacional parece ser vinculado con los meses de máxima reproducción para ambas especies (entre mayo y octubre). En cambio no se observa un patrón estacional claro para el estado “actividad sin locomoción”. Sin embargo, es la actividad que ocupa los mayores porcentajes de tiempo en ambas especies (solo se observa una disminución en el mes de octubre) lo que sugiere que este estado no está asociado marcadamente a la época de máxima reproducción.

Interacciones entre individuos.

Al parecer, la presencia o ausencia de alimento sería uno de los principales factores que determinan la cantidad de interacciones de contactos no agresivos. La marcada influencia del factor “alimento” en estas interacciones se debería (entre otros factores) a la época en que se realizaron las observaciones. En este sentido, los meses con mayores frecuencias de contactos (agosto, septiembre y octubre) pertenecerían a la época de intermuda, ya que se ha reportado una mayor presencia de ejemplares recién mudados entre los meses de enero y marzo (Acuña *et al.* 1998). Muchos crustáceos restringen sus actividades, como la alimentación, inmediatamente antes y después de la época de muda (Duffy & Thiel, 2007). Es de esperar que en el periodo agosto-octubre ambas especies centren mayoritariamente sus actividades en el recurso alimento, influenciando marcadamente el resultado de las interacciones sociales.

En cuanto a las interacciones agonísticas estas tuvieron la mayor frecuencia en el mes de agosto y el mínimo en el mes de diciembre. La mayoría de las interacciones agonísticas se observó en la especie *P. monodon* tanto en el grupo Pleuroncodes como en los grupos Mixtos. El factor alimento no jugó un rol importante en estas interacciones, quizás debido a que se ofreció demasiado alimento en las réplicas con alimento lo cual provocó que no hubo competencia por este recurso. Así ha sido demostrado en el camarón *Orconectes rusticus*, en el cual la actividad agresiva disminuye cuando los recursos alimento y refugio están disponibles *ad libitum* (Capelli & Hamilton, 1984). En el grupo Mixto los mayores porcentajes de estas interacciones “agresivas” correspondieron a *P. monodon* tanto en interacciones inter- y mono-específicas. Esto confirma la mayor agresividad observada en *P. monodon*. Se ha demostrado que existen diferencias intra- e inter-específicas en la neuromodulación del comportamiento y actividad. Así se observó en *Munida quadrispina* al administrar serotonina mostró un aumento de las interacciones agonísticas, mientras que al administrar octopamina se observaron comportamientos típicos de individuos subordinados (Antonsen & Paul, 1997).

La mayor frecuencia de interacciones agonísticas en *P. monodon* puede estar relacionado con la tasa sexual operacional (O.S.R.), que en esta especie está sesgada hacia las hembras (Acuña *et al.* 2008). En este sentido, la mayor agresividad observada en *P. monodon* tendría relación con que

no se observa claramente una pre-cópula o post-cópula en el apareamiento. Los machos aprovechan rápidamente una oportunidad de apareamiento mostrando conductas más agresivas. Este supuesto concuerda con lo observado en laboratorio; aparentemente el peak de la época reproductiva (entre mayo y octubre) coincide con la mayor frecuencia de interacciones agonísticas observadas para esta especie en los meses de agosto y mayo con un mínimo en el mes de diciembre.

Otra posible explicación es que la especie *P. monodon* demora un tiempo mayor en establecer una jerarquía, por lo que se observarían una mayor cantidad de interacciones agonísticas, las que disminuirían al transcurrir el tiempo. Tal vez, en el tiempo en que fueron observadas las réplicas (24 hrs), *P. monodon* no alcanza a establecer una jerarquía determinada como para observar esta disminución de las interacciones agonísticas en el tiempo, como ha sido demostrado en el camarón *Astacus astacus* (Goessmann *et al.* 2000).

El hecho que no se observen diferencias significativas en la frecuencia de interacciones agonísticas entre tratamientos (sin y con alimento) puede deberse a que se suministró una cantidad de alimento que no generó competencia por este recurso. Así ocurre en el galateido *Munida sarsi* que habita en el fango donde el alimento es abundante y ciertamente no habría competencia por este (Berril, 1970).

Respecto a las interacciones reproductivas, las mayores frecuencias se observaron en el mes de septiembre seguido por el mes de agosto y mayo (en que sólo se observaron estas interacciones en *C. johni*) lo que concuerda con lo reportado en la literatura (Palma & Arana, 1997, Acuña *et al.*, 1998 y Espinoza, 2008). Es importante tener en cuenta que los tiempos que toman este tipo de interacciones difieren marcadamente entre ambas especies. Por ejemplo, el estado de pre-cópula en *C. johni* puede durar varias horas o días, mientras que en *P. monodon* puede durar sólo unos minutos (Espinoza, 2008). De esta forma la posibilidad de registrar interacciones de *P. monodon* es mucho menor que para *C. johni*. Posiblemente fuera de el tiempo de observación de cada réplica (2 horas) ocurrió un mayor número de interacciones reproductivas (en el caso de *P. monodon*) que por su corta duración no fueron registradas.

Eficacia en búsqueda de alimento.

En todos los experimentos se observó que los individuos detectaron la presencia de alimento manifestando un comportamiento activo al momento de percibir el estímulo alimentario. Los individuos de *C. johni* llegaron al cebo en una proporción mayor que los individuos de *P. monodon* lo que sugiere que *C. johni* busca activamente fuentes de olor más concentrado, es decir alimentos de mayor tamaño. Se observó que *P. monodon* circulaba mucho más en sectores del estanque que acumulaban una mayor cantidad de partículas pequeñas desprendidas de la esponja. Esto sugiere que su estrategia de alimentación más recurrente es la de detritívoro o suspensívoro activo (Garm & Høeg, 2000).

La velocidad de llegada corresponde a una característica identificada para caracterizar la efectividad de una especie en acceder al recurso alimenticio. En promedio los individuos de *P. monodon* alcanzaron a desarrollar una mayor velocidad que los individuos de *C. johni*. Sin embargo, existe diferencia entre los machos y hembras de *P. monodon* ya que en condiciones de competencia intraespecífica, las hembras llegaron en más oportunidades al cebo que los machos y a una velocidad tres veces más alta que un macho de su misma especie. De todas formas la desviación estándar es demasiado alta (producto del bajo número de réplicas que resultaron en llegadas efectivas al cebo) como para afirmar que estas velocidades serían las observadas en forma general en las hembras. El hecho que la proporción de machos *P. monodon* que llegaron al cebo disminuyó en los tratamientos de competencia sugiere que la interferencia intra-específica impide la búsqueda eficiente de carroña. Esto coincide con las observaciones de los experimentos de interacciones en los cuales se observó un aumento de interacciones en los tratamientos con alimento.

Se puede indicar que la competencia es efectiva, ya que estos organismos al interactuar presentaron comportamientos agonísticos. Esta condición se hace más evidente para *C. johni*. En esta especie dominaron los machos de gran tamaño en los experimentos de competencia. Los individuos pequeños normalmente evadieron las interacciones directas, en forma similar a lo observado en *R. typus* (Correa *et al.*, 2003). Esto podría indicar que los individuos pequeños se encuentran subordinados bajo la presencia de individuos de gran tamaño. En general, la estrategia

empleada por los langostinos, especialmente por *C. johni*, se parece a la búsqueda pura. Esto se ve también reflejado en la alta proporción de llegada de *C. johni* en los experimentos de competencia intra-específica.

Esta estrategia de búsqueda pura es comúnmente desarrollada en decápodos, y consiste en moverse rápidamente hacia el recurso evitando un enfrentamiento ante un adversario superior (Correa *et al.*, 2003). Se ha descrito en el camarón de roca *Rhynchocinetes typus*, que el morfotipo *typus* invierte la mayor cantidad de su tiempo recorriendo grandes áreas en búsqueda de alimento (Dennenmoser & Thiel, 2007), lo que resultaría en una mayor velocidad de búsqueda para los individuos de menor tamaño.

Según lo observado en el presente estudio, la estrategia de *C. johni* corresponde a la búsqueda de carroña o la captura activa de presas (Hudson & Wingham, 2003). Ambas especies también pueden alimentarse selectivamente de la materia orgánica depositada en el fondo (Garm & Høeg, 2000), lo que también se encuentra descrito para *P. monodon* (Zapata, 2010).

Se puede concluir que en general los galateidos presentan estrategias que son comunes en los decápodos, desde cazar activamente, a la búsqueda de carroña y hasta alimentarse de pequeñas partículas depositadas en el sedimento.

6. CONCLUSIONES

- La distribución espacial de la densidad poblacional (cpua) de langostino amarillo frente a la IV Región presentó anisotropía en la dirección NE-SW en los meses de agosto y noviembre de 2009 y julio de 2010. No se observó anisotropía en los meses de julio, octubre y diciembre de 2009.
- En septiembre de 2009, el bajo número de lances de pesca obtenidos, su distribución espacial altamente contagiosa y el extremadamente bajo número de lances de pesca positivos para langostino amarillo, imposibilitó analizar la distribución espacial de la densidad poblacional de esta especie.
- En el caso del langostino colorado en septiembre de 2009, la existencia de un número bajo de lances de pesca disponibles y tan sólo dos lances de pesca positivos para la especie no permitió analizar la distribución espacial de ésta en el área de estudio. Mientras que en agosto de 2009, la disposición espacial altamente contagiosa de los lances de pesca en el extremo sur del foco histórico, también fue un impedimento para el análisis de la distribución espacial de esta especie.
- El análisis de variogramas direccionales de la distribución espacial de la densidad poblacional de langostino colorado frente a la IV Región mostró la existencia de efecto anisotrópico sólo en julio de 2009 en la dirección N-S. El modelo de variograma teórico que mostró la mejor bondad de ajuste en la mayoría de los casos (meses) fue el modelo gaussiano.
- El centro de gravedad de la densidad poblacional de langostino amarillo entre julio y diciembre de 2009 fluctuó entre $29^{\circ}16'51,2''S$ y $30^{\circ}04'42,2''S$. Al interior del foco histórico de la IV Región, el centro de gravedad fluctuó alrededor de $29^{\circ}37'S$.
- En el caso de langostino colorado, en tanto, el centro de gravedad de la densidad poblacional entre julio y diciembre de 2009 fluctuó alrededor de $29^{\circ}51'S$. En el foco

histórico, la posición del centro de gravedad fluctuó alrededor de $29^{\circ}52'S$, más al sur en comparación con el langostino amarillo.

- El grado de agregación de la densidad poblacional de langostino amarillo y colorado medido a través del índice de Gini indica que ambos recursos tienden a distribuirse a la forma de conglomerados de abundancia.
- En el caso de langostino amarillo como de langostino colorado, el análisis de variogramas direccionales de la distribución espacial de la proporción sexual frente a la IV Región no mostró existencia de efecto anisotrópico. El modelo de variograma teórico que mostró la mejor bondad de ajuste en la mayoría de los casos, fue el modelo esférico.
- La distribución espacial de la proporción sexual (proporción de machos) de langostino amarillo y langostino colorado no mostró gradientes longitudinales temporalmente (por trimestre) evidentes. En el langostino colorado, la distribución espacial de la proporción sexual se puede considerar como relativamente homogénea en el foco histórico frente a la IV Región.
- El centro de gravedad de la proporción sexual (proporción de machos) de langostino amarillo frente a la IV Región entre julio de 2009 y agosto de 2010 fluctuó alrededor de $29^{\circ}37'15,0''S$, mientras que en el caso de langostino colorado fluctuó alrededor de $29^{\circ}48'S$, con muy poca fluctuación latitudinal entre meses, en ambas especies.
- Se realizaron un total de 54 filmaciones, las que acumularon un total de 13,2 hrs. de filmación, equivalentes a 19,8 mn (36,4 km).
- Se obtuvo un total de 7,2 hrs de filmación del fondo marino (4,1 hrs en 2009 y 3,1 hrs en 2010), las que se realizaron entre 109 y 215 m de profundidad en 2009 y entre 102 y 204 m de profundidad en 2010.

- En 2009, se contabilizaron en total 15157 ejemplares de langostinos, 242 correspondieron a langostino amarillo, 14668 a langostino colorado y 247 a mezcla de ambos recursos. En 2010 se contabilizaron 5312 ejemplares de langostinos, 555 ejemplares correspondieron a langostino amarillo y 4757 a langostino colorado.
- En 2009, los langostinos presentaron una densidad media de 9,8 ejemplares/m². Específicamente, el langostino amarillo tuvo una densidad de 0,4 ejemplares/m², el langostino colorado 16,1 ejemplares/m², y en la mezcla de ambos crustáceos, la densidad fue 7,1 ejemplares/m².
- En 2010, los langostinos presentaron una densidad media de 7,0 ejemplares/m². El langostino colorado tuvo una densidad de 9,7 ejemplares/m², en tanto que el langostino amarillo o la mezcla de ambas especies, 4,5 ejemplares/m².
- En 2009, en langostino colorado, las densidades por estación (0,64 m²) variaron entre cero y 162,5 ejemplares/m². En langostino amarillo o mezcla de ambos recursos, las densidades por estación variaron entre cero y 34,4 ejemplares/m².
- En 2010, en langostino colorado, las densidades por estación (0,64 m²) variaron entre cero y 34,3 ejemplares/m². En langostino amarillo o mezcla de ambos recursos, las densidades por estación variaron entre cero y 23,4 ejemplares/m².
- Tanto en 2009 como en 2010, el langostino amarillo se presentó en el fondo marino a menores densidades que el langostino colorado. En 2009, el langostino amarillo permaneció generalmente inmóvil sobre fondo fangoso con presencia de grava, en tanto el langostino colorado semienterrado en el sedimento del fondo marino, con individuos orientados en una misma dirección.
- Durante las filmaciones de julio de 2009, se registró numerosos ejemplares de langostino amarillo en proceso de cópula, en torno al veril de los 200 m de profundidad.

- En 2009, se identificaron las siguientes especies de fauna en los fondos filmados, para el langostino amarillo: camarón nailon (*Heterocarpus reedi*), jaiba paco (*Mursia gaudichaudii*), caracoles (*Aeneator* sp.), lenguado de ojos grandes (*Hippoglossina macrops*), merluza común (*Merluccius gayi*), y ejemplares de Porifera (sin identificar), en tanto para el langostino colorado: jaiba paco (*Mursia gaudichaudii*), caracoles (*Aeneator* sp.), merluza común (*Merluccius gayi*), tollo, y ejemplares de Porifera (sin identificar).
- En otras especies de crustáceos explotados comercialmente se han relacionado los patrones de agregación con la dinámica del stock (Sarda et al. 2003 & Aguzzi & Bahamon, 2009). En el presente estudio no se apreció un patrón claro en la agregación respecto al tiempo. Sin embargo, los datos de actividad locomotriz e interacciones muestran que a partir del mes de octubre se produce una disminución de la actividad. De forma similar en diciembre y marzo se observó una menor frecuencia de interacciones (i.e. interacciones de contacto). Estos cambios podrían estar relacionados a la época de muda que se concentra en la época de verano (Acuña et al. 1998).
- Es claro que los desplazamientos estacionales de las poblaciones sometidas a pesquerías influyen significativamente en las capturas del recurso (Aguzzi & Sarda, 2008; Aguzzi & Bahamon, 2009). Se ha podido observar que ambas especies invierten la mayor parte de su tiempo en desplazarse activamente. Debido a esto, identificar patrones estacionales en este comportamiento es de suma importancia para la administración eficiente de este recurso.
- Otro factor importante en la administración de estos recursos es el hecho que en zonas donde co-ocurren ambas especies se deberían observar comportamientos estacionales distintos que en zonas donde sólo se encuentra una especie. Un ejemplo es lo observado en las especies *Munida intermedia* y *M. tenuimana*, en las cuales no se observa una regulación del comportamiento vinculada al sexo o tamaño de los individuos. La regulación del ritmo del comportamiento tendría que ver más que nada con la competencia inter-específica cuando ambas especies se encuentran presentes (Aguzzi et al., 2009).

- En resumen el peak de la época reproductiva (entre mayo y octubre) estaría modulando mayoritariamente el patrón estacional observado en la actividad locomotriz y en las interacciones sociales en *C. johni* y *P. monodon*. Contar con la información relacionada al comportamiento, es de gran importancia para la sustentabilidad del recurso en el tiempo. La información generada permitirá tener un mejor acercamiento a los patrones conductuales que ambas especies tendrían en su ambiente natural y como éstos varían según la época del año, permitiendo diseñar medidas de explotación más acabadas (i.e. no sólo tomando en cuenta la protección del recurso basados sólo en la época reproductiva).

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° 2008-47. En este evento se contó con la presencia de representantes de las instituciones participantes y representantes del sector pesquero artesanal de la III y IV Regiones, cuya lista de participantes se presenta en la Tabla 44.

Al estar aprobado el Pre-Informe de Final, 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. 107 se presenta una copia de la invitación y dístico enviada a los representantes de las distintas instituciones gubernamentales, de investigación pesquera y empresarial.

Tabla 44. Lista de participantes al Taller de Difusión de Resultados del Proyecto FIP N° 2008-47.

NOMBRE	INSTITUCIÓN	EMAIL
Enzo Acuña	UCN	eacuna@ucn.cl
Martin Thiel	UCN	thiel@ucn.cl
Alex Cortés	UCN	acortesh@ucn.cl
Rubén Alarcón	Inpesca	ralarco@inpesca.cl
Erick Gaete Alfaro	Tecpes-PUCV	erick.gaete@ucv.cl
Mauricio Ahumada	Tecpes-PUCV	mauricio.ahumada@ucv.cl
Osciel Velasquez	Asociación Industriales Pesqueros	posvel@gmail.com
Ximena Bennett	UCN	xbennett@ucn.cl
Rodrigo Rojas	UCN	equinodermo.rojas@gmail.com
Ana María Bravo	Armadores pesqueros III Region	serenamar4@gmail.com
Claudia Fuentes	Magister - UCN	clauvette_gaia@yahoo.com
David Chicaiza	Magister - UCN	devo17@alumnos.cl
Edgardo Muñoz	Armadores pesqueros III Region	edromer@gmail.com
Otilio Avendaño	Magister - UCN	ottoavend@hotmail.com



Universidad Católica del Norte
ver más allá



ENZO ACUÑA SOTO, Director del Proyecto FIP N° 2008-47 y MAXIMILIANO ALARMA, 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 FIP N° 2008-47 "Dinámica del comportamiento de langostino colorado y amarillo en la III y IV Regiones", actividad organizada por el Departamento de Biología Marina de la Universidad Católica del Norte-Sede Coquimbo.

Esta actividad tendrá lugar a las 9-30 horas del día viernes 26 de noviembre de 2010, en la Salón Shizuo Akaboshi de la Facultad de Ciencias del Mar, Campus Guayacán de la Universidad Católica del Norte, Sede Coquimbo.

Agradecemos confirmar su asistencia al fono/fax (51) 209814 o a los e-mail eaacuna@ucn.cl y/o acortesb@ucn.cl

COQUIMBO, 19 de noviembre de 2010.



F I P

Fondo de Investigación Pesquera
Bellavista 168 – Piso 21
Valparaíso

Fono: (56) (32) 502842
Fax: (56) (32) 502840
e-mail: fip@subpesca.cl




TALLER DE DIFUSIÓN DE RESULTADOS

Proyecto FIP N° 2008-47: Dinámica del comportamiento de langostino colorado y amarillo en la III y IV Regiones



AREA DE PESQUERIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA MARINA
UNIVERSIDAD CATOLICA DEL NORTE - COQUIMBO

26 de noviembre 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 los resultados obtenidos en el proyecto "Dinámica del comportamiento de langostino colorado y amarillo en la III y IV Regiones" (FIP N° 2008-47).

Objetivo del taller:

Dar a conocer los resultados obtenidos en los proyectos "Dinámica del comportamiento de langostino colorado y amarillo en la III y IV Regiones" (FIP N° 2008-47).

Fecha y lugar de realización:

El taller se realizará el viernes 26 de noviembre de 2010 en el Salón Shizuo Akaboshi de la Facultad de Ciencias del Mar, Campus Guayacán de la Universidad Católica del Norte, ubicado en Larrondo 1281, Coquimbo.

Organización:
Área de Pesquerías
Departamento de Biología Marina
Universidad Católica del Norte, Sede Coquimbo.

PROGRAMA

Proyecto FIP N° 2008-47

09:30 – 09:45	Palabras de bienvenida e introducción. Expositor: Enzo Acuña
09:45 – 10:00	Variación espacio-temporal de la disponibilidad a la pesquería de langostino amarillo y langostino colorado en caladeros de la Unidad de Pesquería III y IV Región. Expositor: Rubén Alarcón.
10:00 – 10:30	Variación espacio-temporal de la proporción sexual, estados de madurez y fracción de hembras ovíferas. Expositor: Enzo Acuña.
10:30 – 10:50	Café.
10:50 – 11:15	Filmaciones <i>in situ</i> de langostinos mediante el uso de un trineo de arrastre submarino. Expositor: Eric Gaete.
11:15 – 12:30	Comportamientos de agregación, movimiento, uso de refugios, e interacciones intra e interespecíficas de los langostinos bajo condiciones controladas en el laboratorio. Expositor: Martín Thiel.
12:30 – 13:00	Comentarios y discusión final. Mesa redonda.

Fig. 107. Invitación a participar en el Taller de Difusión de resultados del proyecto FIP 2008-47 y díptico con las actividades, realizado en Coquimbo, el 26 de noviembre de 2010.

Listado de presentaciones.

Para iniciar la sesión de charlas, el Jefe del Proyecto FIP N° 2008-47, 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° 2008-47: Dinámica del comportamiento de langostino colorado y amarillo en la III y IV regiones”. Posteriormente, la serie de exposiciones continuó como sigue:

1. El tema “Variación espacio–temporal de la disponibilidad a la pesquería de langostino amarillo y langostino colorado en caladeros de la Unidad de Pesquería III y IV Región” fue presentado por el Sr. Rubén Alarcón, el cual expuso los resultados obtenidos en el Objetivo Específico 1: “Determinar la variación espacio – temporal mensual de la disponibilidad a la pesquería de langostino amarillo y langostino colorado en caladeros de la Unidad de Pesquería III y IV Región”. Aquí se entregó información sobre la distribución de las densidades de la especie, las estructuras de tallas para sexos combinados y por separado y porcentaje acumulado de las mismas en cada foco de abundancia para la especie.
2. El Sr. Enzo Acuña, presentó el tema “Variación espacio–temporal de la proporción sexual, estados de madurez y fracción de hembras ovíferas”, en el cual se detalló el análisis y resultados obtenidos del Objetivo Específico 2: “Evaluar espacial y temporalmente la proporción sexual, estados de madurez y fracción de hembras ovíferas por recursos y caladero, durante todo el periodo de estudio”. En particular, se destacó el tema de la variación temporal de la estructura de tallas y proporción sexual de los recursos langostino amarillo y langostino colorado en el período de estudio.
3. El expositor, Sr. Erick Gaete presentó el tema “Filmaciones *in situ* de langostinos mediante el uso de un trineo de arrastre submarino”, en el cual se presentó el análisis del Objetivo Específico 3: “Caracterizar los distintos tipos de asociaciones intra e interespecíficas de los langostinos *in situ*, describir el comportamiento gregario del recurso y determinar su variación espacio-temporal en el área de estudio”. En forma adicional a los antecedentes, se presentaron resultados de un análisis video/fotográfico de las filmaciones realizadas y la metodología utilizada para las estimaciones de densidad.

4. El Sr. Martin Thiel, presentó el tema “Comportamientos de agregación, movimiento, uso de refugios, e interacciones intra e interespecíficas de los langostinos bajo condiciones controladas en el laboratorio” un completo análisis correspondiente al Objetivo Específico 4: “Describir los distintos tipos de comportamientos biológicos de agregación, movimiento, uso de refugios, e interacciones intra e interespecíficas de los langostinos bajo condiciones controladas en el laboratorio”.

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 la información sobre la distribución espacial de langostinos dentro del foco de abundancia.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña, E., H. Arancibia, A. Mujica, L. Cid & R. Roa. 1997a. Análisis de la pesquería y Evaluación indirecta del stock de langostino amarillo en la III y IV Regiones. Informes FIP. FIP/IT N° 96-08, 153 p.
- Acuña, E., H. Arancibia, A. Mujica, L. Cid, R. Roa & F. Winkler. 1997b. Análisis de la pesquería y evaluación indirecta del stock de camarón nailon (III y VIII Regiones). Informes FIP, FIP/IT N° 95-06, 211 p.
- Acuña, E., Berríos, M., Cid, L., Díaz, C., Moraga, J., Mujica, A., Olivares, J. & Roa, R. 1998. Análisis de la pesquería y evaluación del stock de langostino amarillo en el litoral de la III y IV Regiones. Informes Técnicos FIP. FIP-IT/97-25, 104 pp. + 7 anexos.
- Acuña, E., G. Conan, L. Cid, L. Cubillos & R. Alarcón. 2004. Evaluación directa de langostino Colorado entre la III y IV regiones, año 2003. Informes Técnicos FIP. FIP/IT N° 2003-03, 141 p.
- Acuña, E., H. Arancibia & 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., M. Andrade, A. Bodini & 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., Alarcón, R., Arancibia, H., Cid, L., Cortes, A., Cubillos, L., Haye, P., León, R., Martínez, G. & Neira, S. 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, 405 pp.
- Acuña, E., R. Alarcón, L. Cid, H. Arancibia, L. Cubillos & A. Cortés. 2006. Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2005. Informe Final. Proyecto FIP N° 2005-09.
- Acuña, E., M. Andrade, L. Cubillos, H. Arancibia, J. Moraga, A. Mujica, M. Berríos, D. Lancellotti, J.C. Villarroel, P. Haye & W. Stotz. 2007a. Determinación de zonas y épocas de reclutamiento de camarón nailon, langostino a amarillo y langostino colorado en las regiones III y IV. Informes Técnicos FIP. FIP/IT N° 2004-45, 345 pp.
- Acuña, E., Andrade, M., Cubillos, L., Arancibia, H., Moraga, J., Mujica, A., Berríos, M., Lancellotti, D., Villarroel, J.C., Haye, P. & Stotz, W. 2007b. Determinación de zonas y épocas de reclutamiento de camarón nailon, langostino a amarillo y langostino colorado en las regiones III y IV. Informes Técnicos FIP. FIP/IT N° 2004-45, 345 pp.

- Acuña, E., M. Thiel, M. Andrade, A. Cortes, N. Espinoza & I. Hinojosa. 2008b. “Dinámica reproductiva del langostino amarillo y langostino colorado en la III y IV Región”. Informes Técnicos FIP. FIP/IT N° 2006-43, 156 pp.
- Acuña, E., R. Alarcón, H. Arancibia, L. Cid, A. Cortes, L. Cubillos & R. Leon. 2008a. Evaluación directa de langostino colorado y langostino amarillo entre la II y VIII Regiones, año 2007”. Informe Final. Proyecto FIP No 2007-19, 418 pp.
- Acuña, E., R. Alarcón, H. Arancibia, L. Cid, A. Cortés, L. Cubillos & R. León, 2007b. 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.
- Aguzzi, J., & Sarda, F. 2008. A history of recent advancements on *Nephrops norvegicus* behavioral and physiological rhythms. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 18: 235-248.
- Aguzzi, J., & Bahamon, N. 2009. Modeled day-night biases in decapod assessment by bottom trawling survey. *Fisheries Research* 100: 274-280.
- Aguzzi, J., Company, J. B. & Garcia, J.A. 2009. Ontogenetic and gender-modulated behavioural rhythms in the deep-water decapods *Liocarcinus depurator* (Brachyura: Portunidae), *Munida tenuimana* and *Munida intermedia* (Anomura: Galatheidae). *Marine Ecology* 30: 93-105.
- Antonsen, B. L. & Paul, D. H. 1997. Serotonin and Octopamine elicit stereotypical agonistic behaviors in the squat lobster *Munida quadrispina* (Anomura, Galatheidae). *Journal of Comparative Physiology A* 181: 501-510.
- Anderson, G.S. 2010. Decomposition and invertebrate colonization of cadavers in coastal marine environments. Pp. 223-272 in J. Ament, C.P. Campobasso, M.L. Goff, and M. Grassberger, editors. *Current Concepts in Forensic Entomology*. Springer, Heidelberg.
- Arana, P., E. Dupré & V.Gaete.1985. Ciclo reproductivo, talla de primera madurez sexual y fecundidad de la langosta de Juan Fernández (*Jasus frontalis*). En: P. Arana (ed.). *Investigaciones Marinas en el Archipiélago de Juan Fernández*. Escuela de Ciencias del Mar, UCV, Vaparaíso, pp: 187-211.
- Bartoszynski R., M. & Niewiadomska-Bugaj.1996. *Probability and Statistical Inference*. Wiley and Sons, Series on Probability and Statistics, 1996.
- Bauer, R.T. 2004. *Remarkable shrimps: adaptations and natural history of the carideans*. University of Oklahoma Press, Norman, Oklahoma, USA. Págs.
- Berrill, M. 1970. The aggressive behavior of *Munida sarsi* (Crustacea: Galatheidae). *Sarsia*. 43: 1-11.
- 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.

- Brockerhoff A. M., & C. L. McLay. 2005. Mating behaviour, female receptivity and male–male competition in the intertidal crab *Hemigrapsus sexdentatus* (Brachyura: Grapsidae). *Marine Ecology Progress Series* 290: 179–191.
- Burrough, P. A., & R. A. McDonnell. 1998. *Principles of Geographic Information Systems, Spatial Information and Geostatistics*. Oxford University Press. 333 p.
- Capelli, G. M., & Hamilton, P. A. 1984. Effects of food and shelter on aggressive activity in the crayfish *Orconectes rusticus* (Girard) *Journal of Crustacean Biology* 4: 252-260.
- Cartes J. E., 1998. Feeding strategies and partition of food resources in deep-water decapod crustaceans (400-2300 m). *Journal of the Marine Biology Association of the United Kingdom* 78: 509-524.
- Carver, A. M., T. G. Wolcott, D. L. Wolcott, & A. H. Hines. 2005. Unnatural selection: Effects of a male–focused size–selective fishery on reproductive potential of a blue crab population. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 319: 29–41.
- Ceriola, L., P. Accadia, P. Mannini, F. Massa, N. Milone, & N. Ungaro. 2008. A bio-economic indicators suite for the appraisal of the demersal trawl fishery in the Southern Adriatic Sea (Central Mediterranean). *Fisheries Research* in press.
- Correa C., Baeza J. A., Hinojosa I. A. & Thiel M., 2003. Male dominance hierarchy and mating tactics in the rock shrimp *Rhynchocinetes typus* (Decapoda: Caridea). *Journal of Crustacean Biology* 23: 33-45.
- Correa, C. & M. Thiel, 2003. Population structure and operational sex ratio in the rock shrimp *Rhynchocinetes typus* (Decapoda: Caridea). *Journal of Crustacean Biology* 23: 849-861.
- Cressie, N.A.C. (1993) *Statistics for spatial data*. Wiley, New York.
- Dennenmoser, S. & M. Thiel. 2007. Competition for food and mates by dominant and subordinate male rock shrimp, *Rhynchocinetes typus*. *Behaviour* 144: 33-59.
- Dennenmoser, S. & M. Thiel. 2008. Effects of Social Structure on the Behaviour and Performance of Alternative Reproductive Phenotypes in Male Rock Shrimp, *Rhynchocinetes typus*. *Ethology* 114: 327–339.
- Deutsch, C.V. & A.G. Journel (1998) *GSLIB: Geostatistical Software Library and User's Guide*. 2nd Ed. Oxford University Press, New York. 369 p.
- Draper N.R., & H. Smith. *Applied Regression Analysis*. Wiley and Sons, Series on Probability and Statistics, 1981.
- Duffy, E. J. & Thiel, M. 2007. The behavioral ecology of crustaceans. En E.J. Duffy and M. Thiel, editores. *Evolutionary ecology of social and sexual systems. Crustaceans as model organisms*. Oxford University Press, New York, 502 pp.

- Dupré, E. 1988. Desarrollo embrionario de la langosta de Juan Fernández *Jasus frontalis* (Decapoda, Macrura, Palinuridae). Invest. Mar., Valparaíso, 16:49-62.
- Dupré, E., G. Bellolio & K. Lohrmann. 1992. Desarrollo embrionario del camarón de roca (*Rhynchocinetes typus* H. Milne-Edwards, 1837), en condiciones de laboratorio. Rev. Chil. Hist. Nat., 65: 435-442.
- Escuela de Ciencias del Mar. (1999). Evaluación directa de langostino amarillo entre la III y VIII Regiones, 1999. Informes FIP. FIP/IT N° 99-09, 288 p.
- Espinoza, N. 2008. Características reproductivas de langostino colorado, *Pleuroncodes monodon* (H. Milne Edwards, 1837) y langostino amarillo *Cervimunida johni* Porter 1903, (Decapoda: Anomura: Galatheidae) en condiciones de laboratorio. Tesis Biología Marina. Universidad Católica del Norte.
- Evans, S. R., Finnie, M. & Manica, A. 2007. Shoaling preferences in decapod crustacea. Animal Behaviour 74: 1691-1696.
- FAO. 1996. FAO Fishing Technology Service. Fishing operations. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries. N° 1. Rome, FAO. 1996. 26 p. 6 annexes.
- Garm A. & Høeg J. T., 2000. Functional mouthpart morphology of the squat lobster *Munida sarsi* with comparison to other anomurans. Marine Biology 137: 123-138.
- Goessmann, C., Hemelrijk, C., & Huber, R. 2000. The formation and maintenance of crayfish hierarchies: behavioral and self-structuring properties. Behavioral Ecology and Sociobiology 48: 418-428.
- Goshima, S., M. Kanazawa, K. Yoshino, & S. Wada. 2000. Maturity in male stone crab *Hapalogaster dentata* (Anomura: Lithodidae) and its application for fishery management. Journal of Crustacean Biology 20: 641-646.
- Gosselin, T., Sainte-Marie, B. & L. Bernatchez. 2003. Patterns of sexual cohabitation and female ejaculate storage in the American lobster (*Homarus americanus*). Behavioral Ecology & Sociobiology 55: 151-160.
- Guzmán, L. & C. Ríos. 1986. La doble exponencial, una nueva función para describir la relación talla-fecundidad en la centolla (*Lithodes antarcticus* Jacquinet). En: P.Arana (ed).La Pesca en Chile. Escuela de Ciencias del Mar, UCV, 103 -112.
- Guzmán, L. & I. Campodónico. 1972. Fecundidad de la centolla *Lithodes antarctica* Jacquinet (Crustacea, Decapoda, Anomura: Lithodidae). Ans. Inst. Patagonia, Punta Arenas (Chile), 3(1-2): 249-258.
- Hartnoll, R.G. 2006. Reproductive investment in Brachyura. Hydrobiología 557: 31- 40.

- Hemelrijk, C. 2000. Towards the integration of social dominance and spatial structure. *Animal Behaviour* 59: 1035-1048.
- Henríquez, G. 1979. Langostino colorado *Pleuroncodes monodon* (H. Milne Edwards) (Crustacea, Decápoda, Anomura, Galatheidae). En: Estado actual de las principales pesquerías nacionales. Bases para un desarrollo pesquero. Corporación de Fomento de la Producción, Gerencia de Desarrollo, AP 79 – 18:52 pp.
- Hines, A. H., P. R. Jivoff, P. J. Bushmann, J. van Montfrans, S. A. Reed, D. L. Wolcott, & T. G. Wolcott. 2003. Evidence for sperm limitation in the blue crab, *Callinectes sapidus*. *Bulletin of Marine Science* 72: 287–310.
- Hobbs, R.J. 1997. Future landscapes and the future of landscape ecology. *Landscape and Urban Planning* 37. 1-9 pp.
- Hudson I. & Wigham B., 2003. In situ observations of predatory feeding behavior of the galatheid squat lobster *Munida sarsi* (Huus, 1935) using a remotely operated vehicle. *Journal of the Marine Biology Association of the United Kingdom* 83: 4265/1-2.
- Isaaks, E.H. & R.M. Srivastava (1989) *An Introduction to Applied Geostatistics*. Oxford University Press, New York. 561 p.
- Jivoff, P. 1997. Sexual competition among male blue crab, *Callinectes sapidus*. *Biological Bulletin* 193: 368–380.
- Jormalainen, V. 1998. Precopulatory mate guarding in crustaceans: male competitive strategy and intersexual conflict. *The Quarterly Review of Biology* 73: 275–304.
- Journel, A.G. & C.J. Huijbregts, 1978. *Mining geostatistics*. Academic Press, London.
- Journel, A.G., 1983. Non-parametric estimation of spatial distribution. *Mathematical Geology*, 15:445-468.
- Kasatkina S.M. & P.S. Gasyukov. 2006. Estimating uncertainty in Baltic acoustic survey results applying geostatistics techniques and simulation. *ICES CM 2006/I:14*. 20 pp.
- Kendall, M. S., & T. G. Wolcott. 1999. The influence of male mating history on male–male competition and female choice in mating associations in the blue crab, *Callinectes sapidus* (Rathbun). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 293: 23–32.
- Kendall, M. S., D. L. Wolcott, T. G. Wolcott, & A. H. Hines. 2002. Influence of male size and mating history on sperm content of ejaculates of the blue crab *Callinectes sapidus*. *Marine Ecology Progress Series* 230: 235–240.
- Kronenberger, K., D. Brandis, M. Türkay & V. Storch. 2004. Functional morphology of the reproductive system of *Galathea intermedia* (Decapoda: Anomura). *Journal of Morphology* 262: 500-516.

- Magorrian B.H. & M. Service, 1998. Analysis of underwater visual data to identify the impact of physical disturbance on Horse Mussel (*Modiolus modiolus*) beds. *Marine Pollution Bulletin* 36(5), 354-359.
- Melo, T., Silva, N., Muñoz, P., Diaz-Naveas, J., Sellanes, J., Bravo, A., Lamilla, J., Sepúlveda, J., Vogler, R., Guerrero, Y., Bustamante, C., Alarcón, M.A., Queirolo, D., Hurtado, F., Gaete, E., Rojas, P., Montenegro, I., Escobar, R. & Zamora, V. 2007. "Caracterización del fondo marino entre la III y X Regiones". *Informes Técnicos FIP. FIP/IT N° 2005-61*, 287 pp.
- Michalopoulos C., P.J. Auster & R.J. Malatesta, 1992. A comparison of transect and species-time counts for assessing faunal abundance from video survey. *Marine Technology Society Journal*, 26(4), 27-30.
- Minoli, S. A., Baraballe, S. & Figueiras, A.N. 2007. Daily rhythm of aggregation in the haematophagous bug *Triatoma infestans* (Heteroptera: Reduviidae). *Memorias Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro* 102: 449-454.
- Moctezuma, M. A. & Blake, B.F. 1981. Burrowing activity in *Pennaeus vannamei* Boone from the Caimanero-Huizache lagoon system on the pacific coast of Mexico. *Bulletin of Marine Science* 31(2): 312-317.
- 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.
- Neter J., M.H. Kutner, C.J. Nachtsheim & W.Wasserman. 1996. *Linear Regression Models*. 3rd Ed. Irwin, McGraw Hill, Chicago.
- Palma, S. & P. Arana. 1997. Aspectos reproductivos del langostino colorado (*Pleuroncodes monodon* H. Milne Edwards, 1837), frente a la costa de Concepcion, Chile. *Investigaciones Marinas, Valparaiso* 25: 203-221.
- Palma, S. 1994. Distribución y abundancia de larvas de langostino colorado *Pleuroncodes monodon* frente a la costa de Concepción, Chile, *Investigaciones Marinas, Valparaíso* 22:13-29.
- Palma, S.1994. Distribución y abundancia de larvas de langostino colorado *Pleuroncodes monodon* frente a la costa de Concepción, Chile, *Invest. Mar., Valparaíso*, 22:13-29.
- 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.
- Paul, A. J. 1992. A review of size at maturity in male Tanner (*Chionocetes bairdi*) and king (*Paralithodes camatschaticus*) crabs and the methods to determine maturity. *American Society of Zoologists* 32: 534–540.
- Paul, A. J., & J. M. Paul. 2001. Size of maturity in male golden king crab, *Lithodes aequispinus* (Anomura: Lithodidae). *Journal of Crustacean Biology* 21: 384–387.

- Pérez, E.P. 2005. Un modelo simple para describir la dinámica de la biomasa del camarón nailon *Heterocarpus reedi* en Coquimbo, Chile. *Investigaciones Marinas*, Valparaíso 33, 131–142.
- Pérez-Barros P., Tapella F., Romero M.C., Calcagno J.A. & Lovrich G.A., 2004. Benthic decapod crustaceans associated with captures of *Munida* spp. (Decapoda: Anomura) in the Beagle Channel, Argentina. *Scientia Marina* 68: 237-246.
- Petitgas, P. 1993. Geostatistics for fish stock assessments: a review and an acoustic application. *ICES Journal Marine Science*, 50: 258-298.
- Quiroz, J.C., C. Montenegro, P. Baéz, F. Espíndola, C. Canales, H. Reyes, O. Magnere, O. Yañez, J. Tapia, R. Bahamonde, G. Arriagada & P. Galvez. 2006. Dinámica y estructura poblacional del langostino colorado III y IV regiones. *Informes Técnicos FIP. FIP/IT 2005-41*, 340 pp.
- Restrepo, V.R. & R.A. Watson. 1991. An approach to modeling crustacean egg-bearing fractions as a function of size and season. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 48: 1431-1436.
- Rivera, J., & E. Santander. 2005. Variabilidad estacional de la distribución y abundancia de las larvas de langostino colorado en la zona norte de Chile (Decapoda, Anomura, Galatheidae). *Invest. Mar.*, Valparaiso, 33(1): 3-23, 2005.
- Rivoirard, J., J. Simmonds, K. Foote, P. Fernandes & N. Bez. 2000. *Geostatistics for estimating fish abundance*. Blackwell Sciences, Oxford.
- 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. & R. Bahamonde (1993). Growth and expansion of an exploited population of the squat lobster (*Pleuroncodes monodon*) after 3 years without harvesting. *Fisheries Research* 18: 305-319.
- Romero M.C., Lovrich G.A. & Tapella F., 2006. Seasonal changes in dry mass and energetic content of *Munida subrugosa* (Crustacea: Decapoda) in the Beagle Channel, Argentina. *Journal of Shellfish Research* 25: 101-106.
- Romero, M.C., G.A. Lovrich & F. Tapella. 2006a. Seasonal changes in dry mass and energetic content of *Munida subrugosa* (Crustacea: Decapoda) in the beagle channel, Argentina. *Journal of Shellfish Research* 25: 101–106.
- Romero, M. C., F. Vanella, F. Tapella & G. A. Lovrich. 2006b. Assimilation and oxygen uptake associated with two different feeding habits of *Munida gregaria* (= *M. subrugosa*) (Crustacea, Decapoda). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 333: 40– 48.

- Rondeau, A. & B. Sainte-Marie. 2001. Variable mate-guarding time and sperm allocation by male snow crabs (*Chionoecetes opilio*) in response to sexual competition, and impact on the mating success of females. *Biological Bulletin* 201: 204-217.
- Sarda, F., Company, J. B. & Castellon, A. 2003. Intraspecific aggregation structure of a shoal of a Western Mediterranean (Catalan coast) deep-sea shrimp, *Aristeus antennatus* (Risso, 1816), during the reproductive period. *Journal of Shellfish Research* 22: 569-579.
- Schlining, K.L. & J.D. Spratt. 2000. Assessment of Carmel Bay spot prawn, *Pandalus platyceros*, resource and trap fishery adjacent to an ecological reserve in central California. *Crustacean Issues* 12:751-762.
- Sokal, R. R. & F. J. Rohlf (1981). *Biometry*. W. H. Freeman and Co., San Francisco, California, 859 pp.
- Somerton, D. A., & R. A. MacIntosh. 1985. Reproductive biology of the female blue king crab *Paralithodes platypus* near the Pribilof Islands, Alaska. *Journal of Crustacean Biology* 5: 365-376.
- Trenkel, V. M., Le Loc'h, F. & Rochet, M. 2007. Small-scale spatial and temporal interactions among benthic crustaceans and one fish species in the Bay of Biscay.
- Tulipani, D.C. & Boudrias, M.A. 2006. Behaviors of the pelagic red crab *Pleuroncodes planipes* (Decapoda: Anomura: Galatheidae) observed in captivity. *Biology of Anomura II, Crustacean Research special number 6*: 67-79.
- Wada, S., M. Ashidat, K. Yoshino, T. Sato, & S. Goshima. 2000. Effects of sex ratio on egg extrusion frequency and mating behavior of the spiny king crab *Paralithodes brevipes* (Decapoda: Lithodidae). *Journal of Crustacean Biology* 20: 479-482.
- Watanabe, T. 2002. Method to estimate the population density of snow crab *Chionoecetes opilio* using a deep-sea video monitoring system on a towed sledge. *JARQ* 36(1).
- Vaz, S., C.S. Martin, B. Ernande, F. Coppin, S. Harrop & A. Carpentier. 2005. Using geostatistics to quantify annual distribution and aggregation patterns of fishes in the Eastern English Channel. *ICES CM 2005/L*: 21. 22 pp.
- Vinuesa J.H. & Varisco M., 2007. Trophic ecology of the lobster krill *Munida gregaria* in San Jorge Gulf, Argentina. *Investigaciones Marinas* 35: 25-34.
- Wilkinson, L. 1988. *SYSTAT: The system for statistic*. SYSTAT Inc., Evanston, IL.
- Wuillez, M., P. Petitgas, J. Rivoirard, J.C. Poulard & N. Bez. 2005. Indices for capturing spatial pattern and change across years of fish population: an application on European hake (*Merluccius merluccius*) in the Bay of Biscay. *ICES CM 2005/L*:16. 14 pp.

Wolcott, D.L., C.W.B. Hopkins, & T. G. Wolcott. 2005. Early events in seminal fluid and sperm storage in the female blue crab *Callinectes sapidus* Rathbun: Effects of male mating history, male size, and season. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 319: 43–55.

Zapata G., 2010. Relaciones tróficas de la fauna bentónica en distintos ambientes del margen continental chileno: Un análisis mediante isótopos estables de carbono y nitrógeno. Tesis para optar al título de Biólogo Marino, Coquimbo Chile, Universidad Católica del Norte, Facultad de Ciencias del Mar. 76 p.

Zar, J.H.1996. *Biostatistical Analysis*. Third Edition. Prentice Hall: NJ.918 pp

8. Plan detallado de asignación del personal profesional y técnico.**8.1. Total de horas por objetivo específico**

Objetivo específico 1. Determinar la variación espacio-temporal mensual de la disponibilidad a la Pesquería de langostino amarillo y langostino colorado en caladeros de la Unidad de Pesquería III y IV Región.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Enzo Acuña			40	50	10	100
Alex Cortés		20	40	40	5	105
Juan Carlos Villarroel		30	60	30	5	125
Ximena Bennett	50	50	10			110
Viviana López	50	50	10			110
Martin Thiel						0
Iván Inojosa						0
Rodrigo Rojas						0
Claudia Valenzuela	100	50				150
Danny Rivera	100	50				150
Daniel Céspedes	100	50				150
TOTAL	400	300	160	120	20	1000

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Teófilo Melo						0
Dante Queirolo						0
Erick Gaete						0
Victor Zamora						0
TOTAL	0	0	0	0	0	0

CONSULTORES INDEPENDIENTES

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Luis Cid		40	80	60	10	190
Rubén Alarcón		40	80	60	10	190
TOTAL	0	80	160	120	20	380

Objetivo específico 2. Evaluar espacial y temporalmente la proporción sexual, estados de madurez y fracción de hembras ovíferas por recurso y caladero, durante todo el periodo de estudio.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Enzo Acuña			40	50	10	100
Alex Cortés		20	40	40	5	105
Juan Carlos Villarroel		30	60	30	5	125
Ximena Bennett	50	50	10			110
Viviana López	50	50	10			110
Martin Thiel						0
Iván Inojosa						0
Rodrigo Rojas						0
Claudia Valenzuela	50	50				100
Danny Rivera	50	50				100
Daniel Céspedes	50	50				100
TOTAL	250	300	160	120	20	850

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Teófilo Melo						0
Dante Queirolo						0
Erick Gaete						0
Victor Zamora						0
TOTAL	0	0	0	0	0	0

CONSULTORES INDEPENDIENTES

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Luis Cid		10	20	20	10	60
Rubén Alarcón		10	20	20	10	60
TOTAL	0	20	40	40	20	120

Objetivo específico 3. Caracterizar los distintos tipos de asociaciones intra e interespecíficas de los langostinos *in situ*, describir el comportamiento gregario del recurso y determinar su variación espacio-temporal en el área de estudio.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Enzo Acuña			25	25		50
Alex Cortés		5	20	20		45
Juan Carlos Villarroel						0
Ximena Bennett						0
Viviana López						0
Martin Thiel	50	50	10	10	10	130
Iván Inojosa	50	40				90
Rodrigo Rojas						0
Claudia Valenzuela						0
Danny Rivera						0
Daniel Céspedes						0
TOTAL	100	95	55	55	10	315

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Teófilo Melo		30	40	20	10	100
Dante Queirolo	30	40	20	10		100
Erick Gaete	50	50				100
Victor Zamora	50	50				100
TOTAL	130	170	60	30	10	400

CONSULTORES INDEPENDIENTES

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Luis Cid						0
Rubén Alarcón						0
TOTAL	0	0	0	0	0	0

Objetivo específico 4. Describir los distintos tipos de comportamientos biológicos de agregación, movimiento, uso de refugios, e interacciones intra e interespecíficas de los langostinos bajo condiciones controladas en el laboratorio.

UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Enzo Acuña			25	25		50
Alex Cortés		5	20	20		45
Juan Carlos Villarroel						0
Ximena Bennett						0
Viviana López						0
Martin Thiel	50	50	10	10		120
Iván Inojosa	50	50	10	10	10	130
Rodrigo Rojas	100	100				200
Claudia Valenzuela						0
Danny Rivera						0
Daniel Céspedes						0
TOTAL	200	205	65	65	10	545

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO

NOMBRE	MUESTREO	PROCESAMIENTO	ANALISIS	INFORMES	TALLER	TOTAL
Teófilo Melo						0
Dante Queirolo						0
Erick Gaete						0
Victor Zamora						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. Anexos

ANEXOS

- Anexo 1. Disposición espacial mensual de los lances de pesca usados para caracterizar la distribución espacial de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) y langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) en el foco históricos de la IV Región.

ANEXO 1

DISPOSICIÓN ESPACIAL DE LANCES DE PESCA MENSUALES

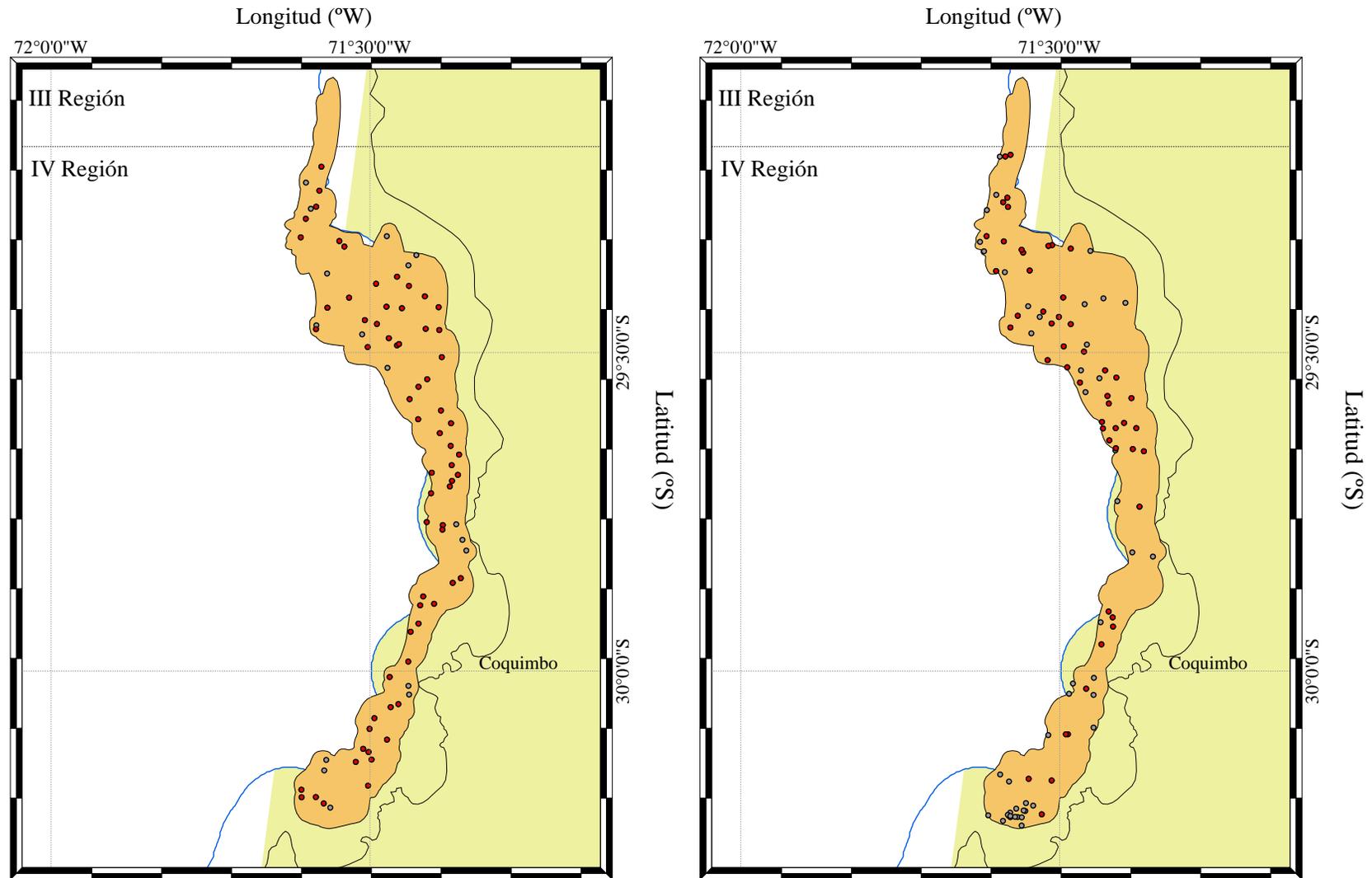


Fig. 108. Disposición espacial de los lances de pesca utilizados para caracterizar la distribución espacial de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) en julio (izquierda) y agosto (derecha) de 2009 frente a la IV Región. Puntos rojos corresponden a lances positivos para la especie objetivo.

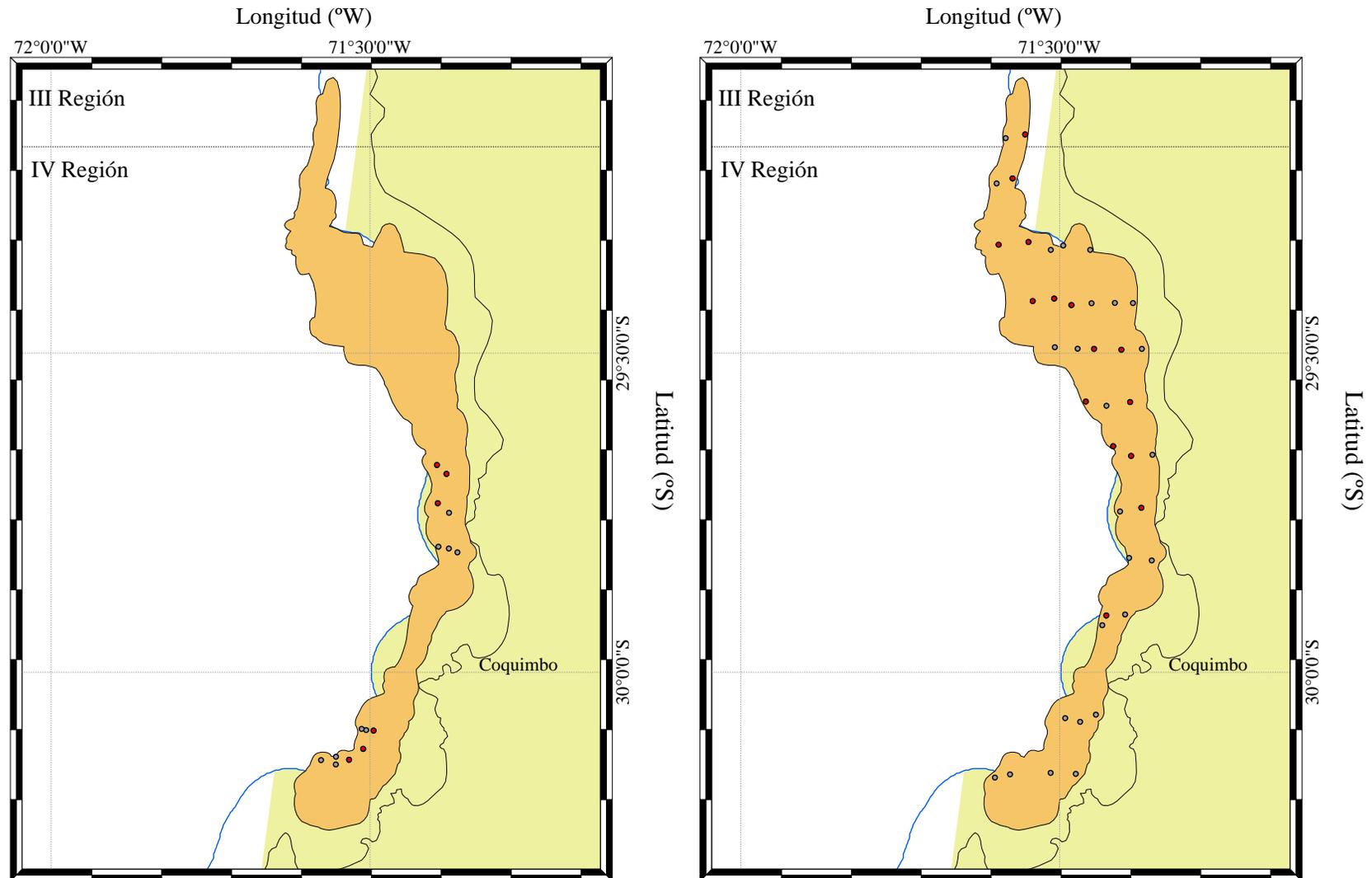


Fig. 109. Disposición espacial de los lances de pesca utilizados para caracterizar la distribución espacial de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) en septiembre (izquierda) y octubre (derecha) de 2009 frente a la IV Región. Puntos rojos corresponden a lances positivos para la especie objetivo.

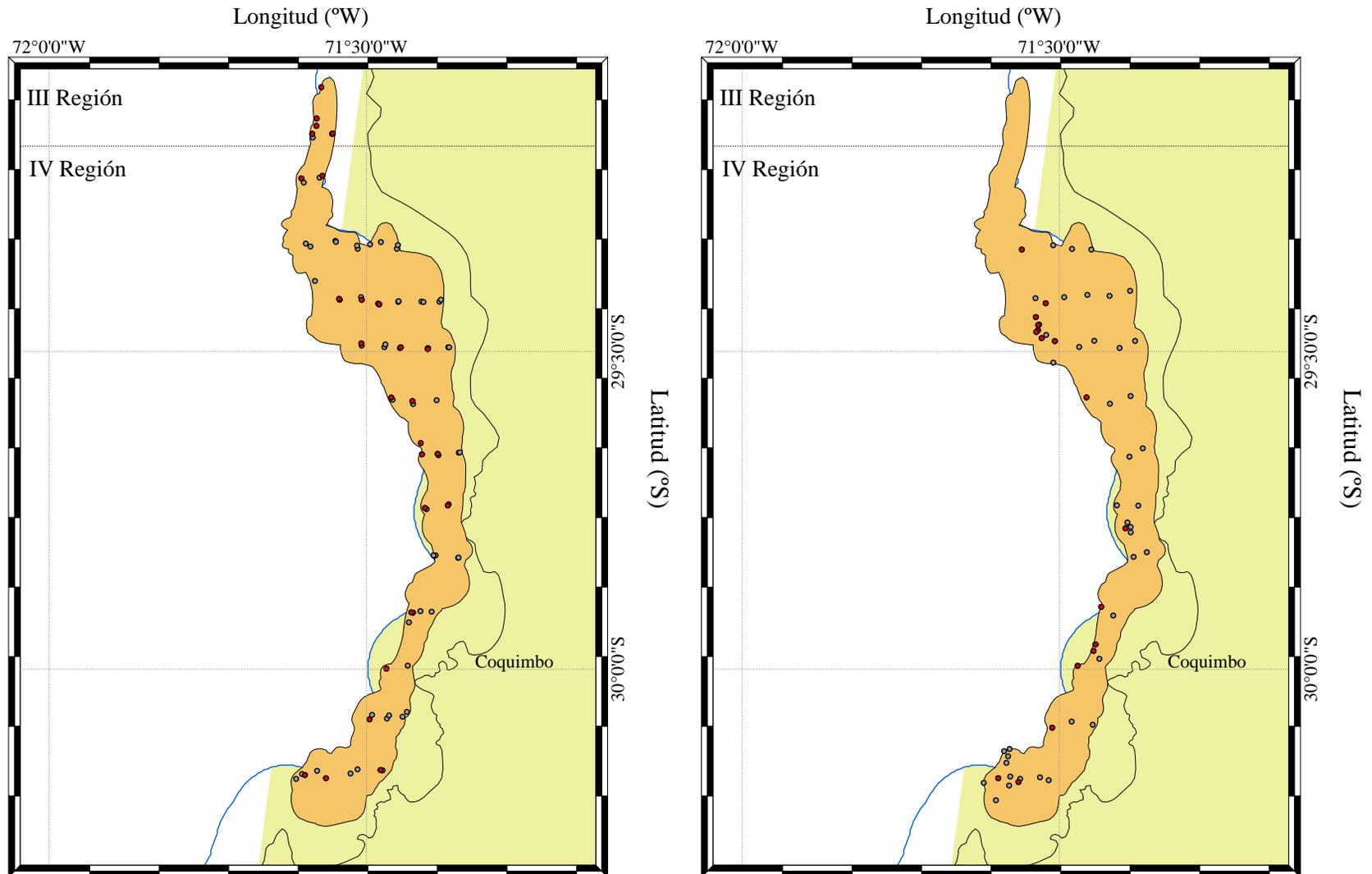


Fig. 110. Disposición espacial de los lances de pesca utilizados para caracterizar la distribución espacial de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) en noviembre (izquierda) y diciembre (derecha) de 2009 frente a la IV Región. Puntos rojos corresponden a lances positivos para la especie objetivo.

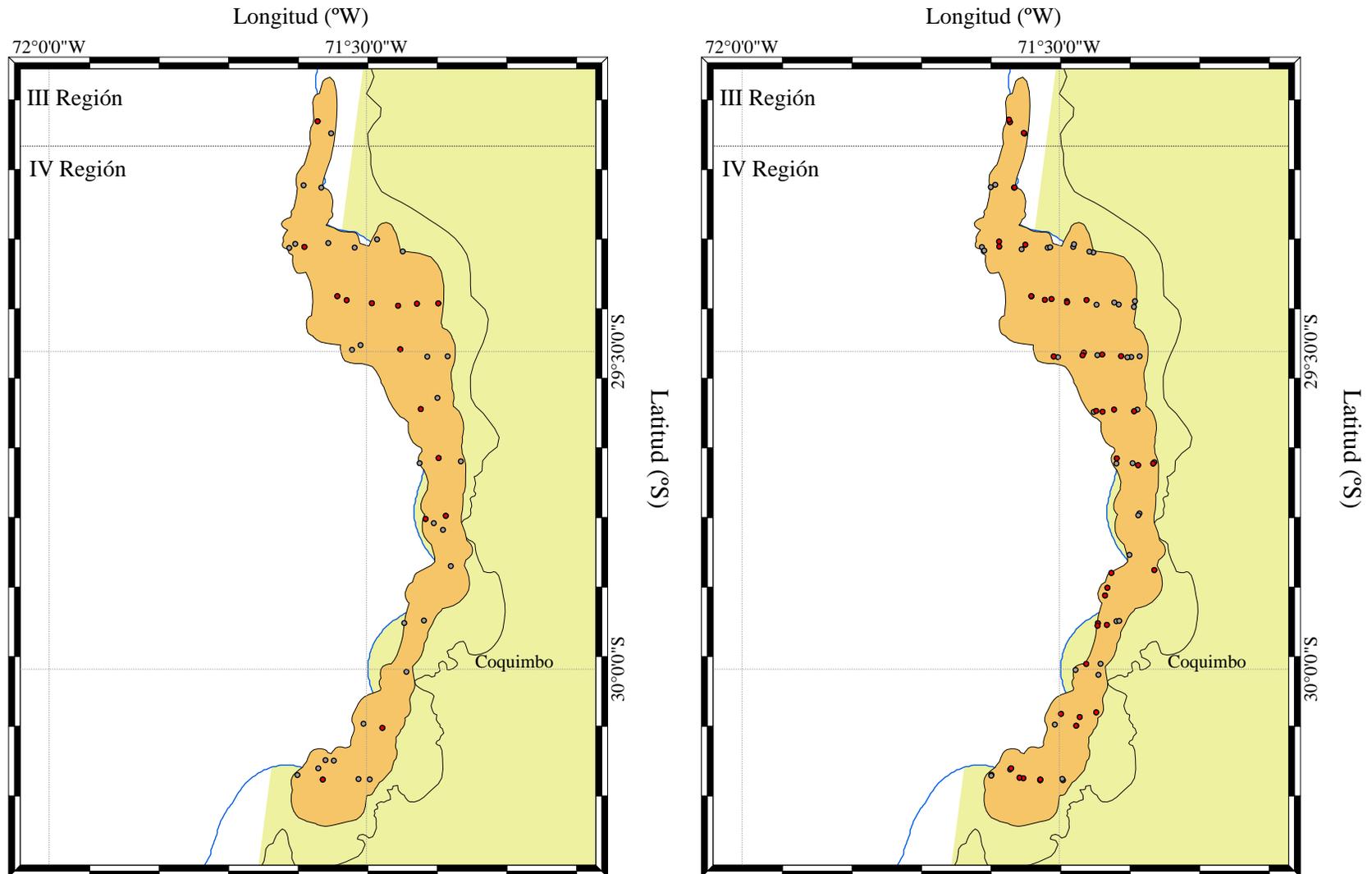


Fig. 111. Disposición espacial de los lances de pesca utilizados para caracterizar la distribución espacial de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) en marzo (izquierda) y abril (derecha) de 2010 frente a la IV Región. Puntos rojos corresponden a lances positivos para la especie objetivo.

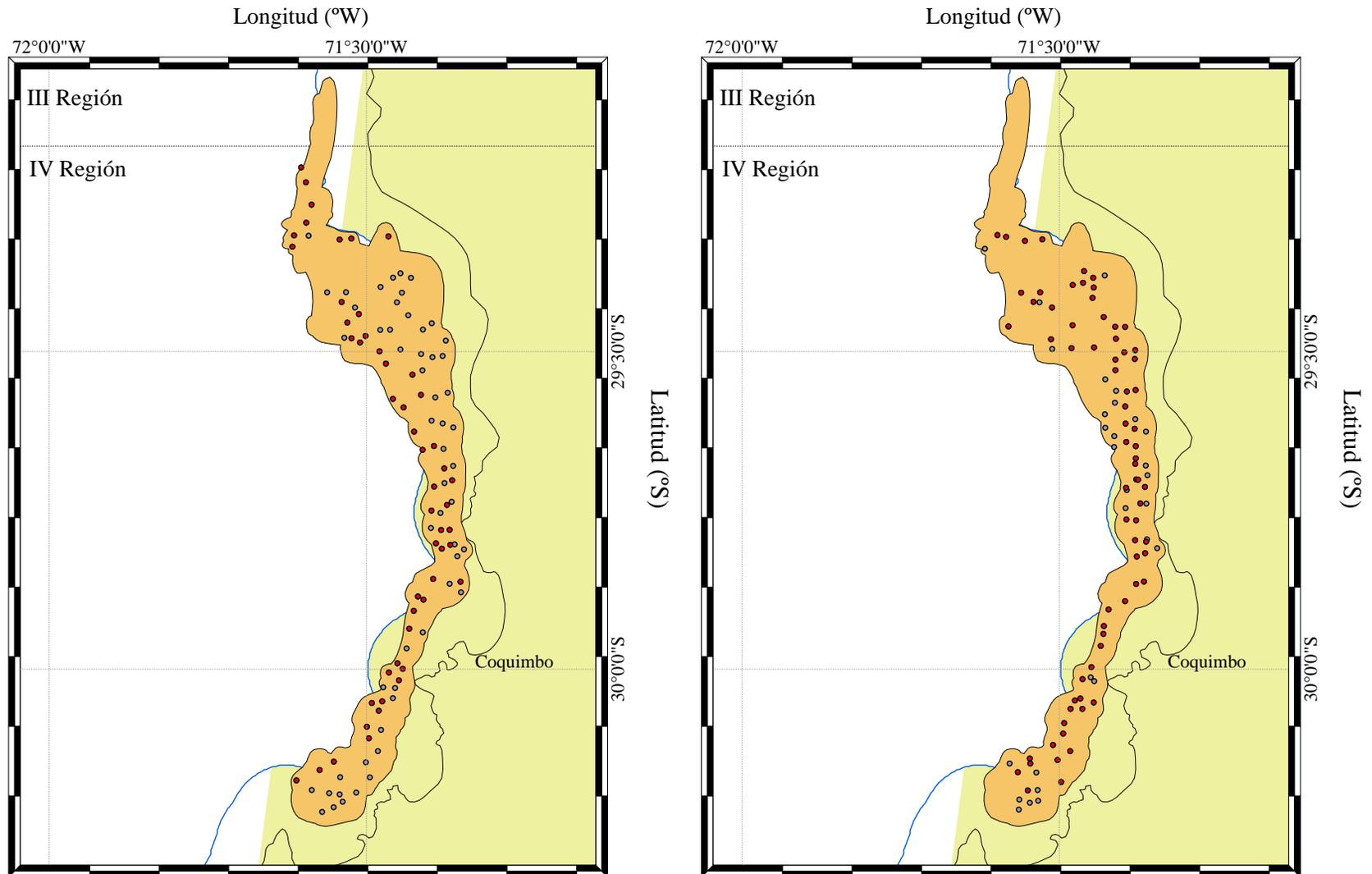


Fig. 112. Disposición espacial de los lances de pesca utilizados para caracterizar la distribución espacial de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) en mayo (izquierda) y junio (derecha) de 2010 frente a la IV Región. Puntos rojos corresponden a lances positivos para la especie objetivo.

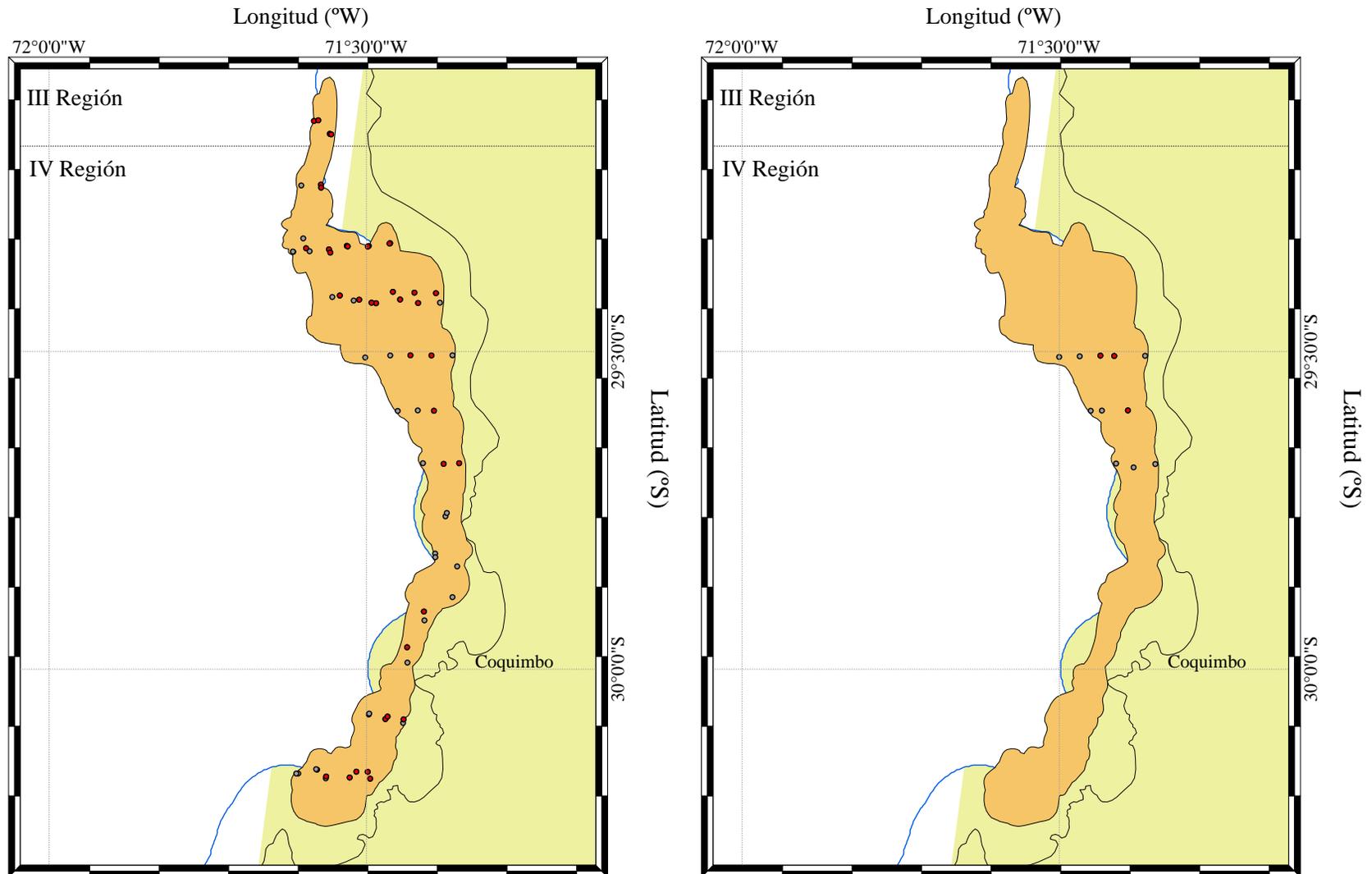


Fig. 113. Disposición espacial de los lances de pesca utilizados para caracterizar la distribución espacial de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) en julio (izquierda) y agosto (derecha) de 2010 frente a la IV Región. Puntos rojos corresponden a lances positivos para la especie objetivo.

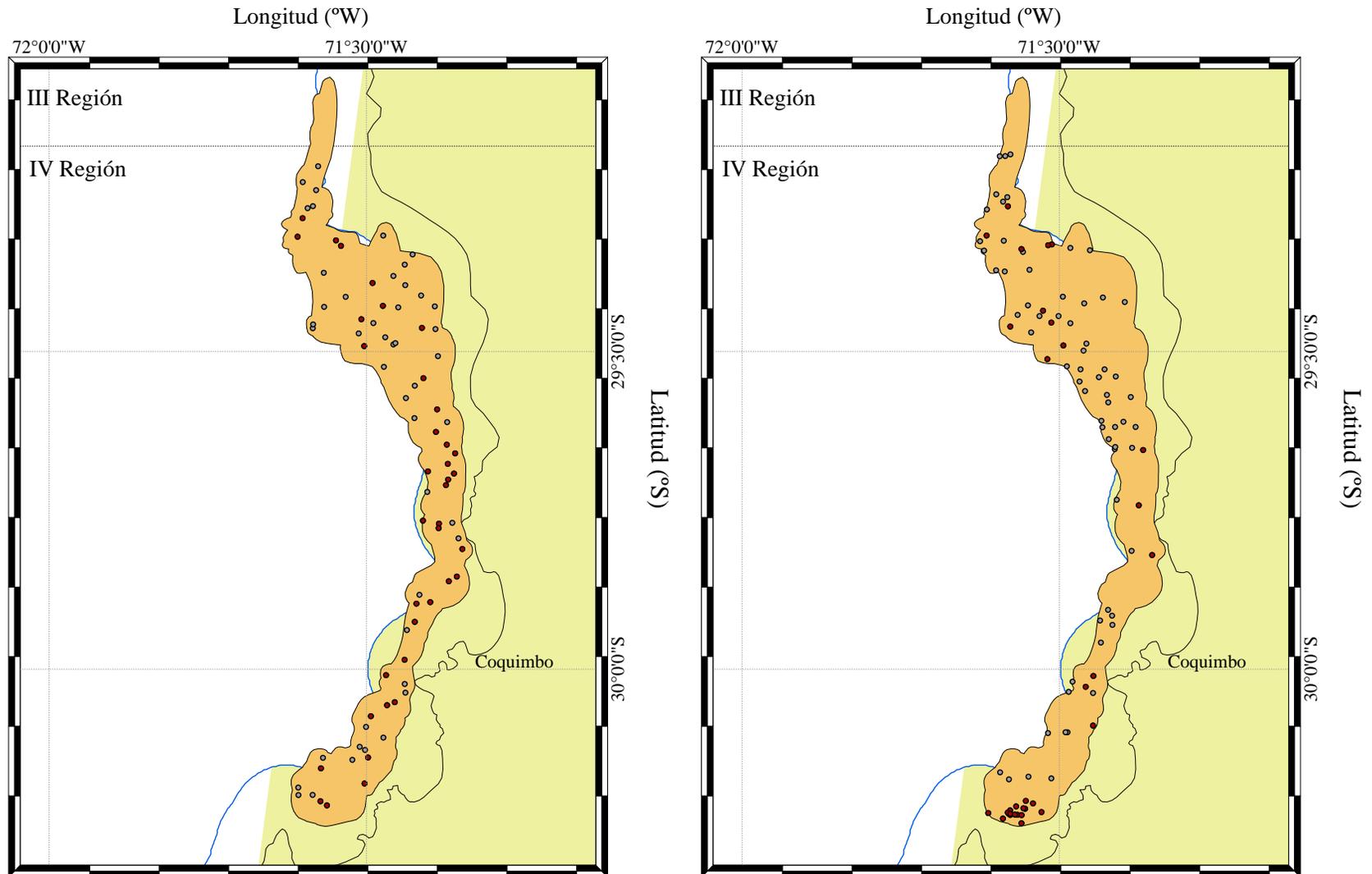


Fig. 114. Disposición espacial de los lances de pesca utilizados para caracterizar la distribución espacial de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) en julio (izquierda) y agosto (derecha) de 2009 frente a la IV Región. Puntos rojos corresponden a lances positivos para la especie objetivo.

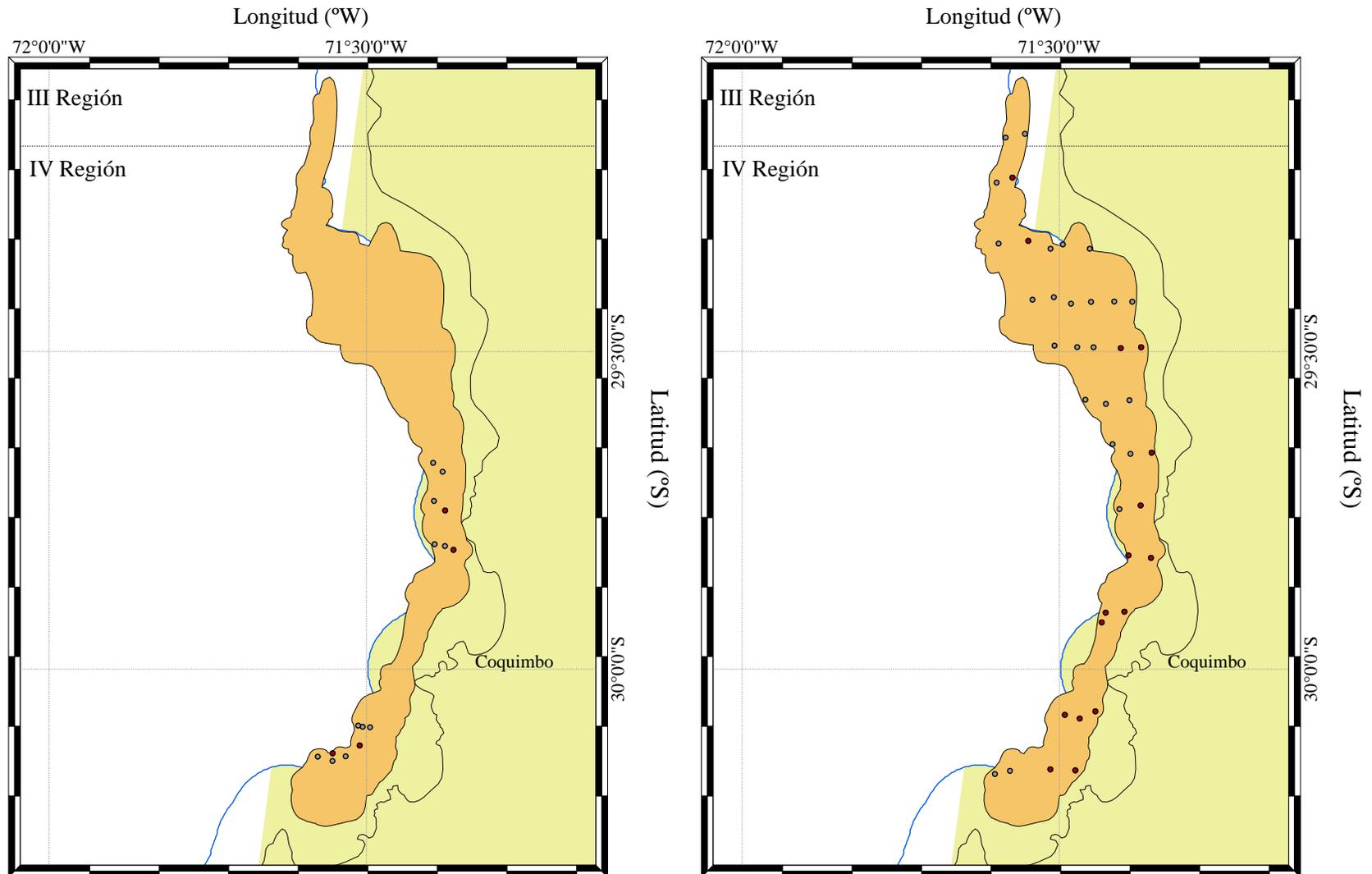


Fig. 115. Disposición espacial de los lances de pesca utilizados para caracterizar la distribución espacial de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) en septiembre (izquierda) y octubre (derecha) de 2009 frente a la IV Región. Puntos rojos corresponden a lances positivos para la especie objetivo.

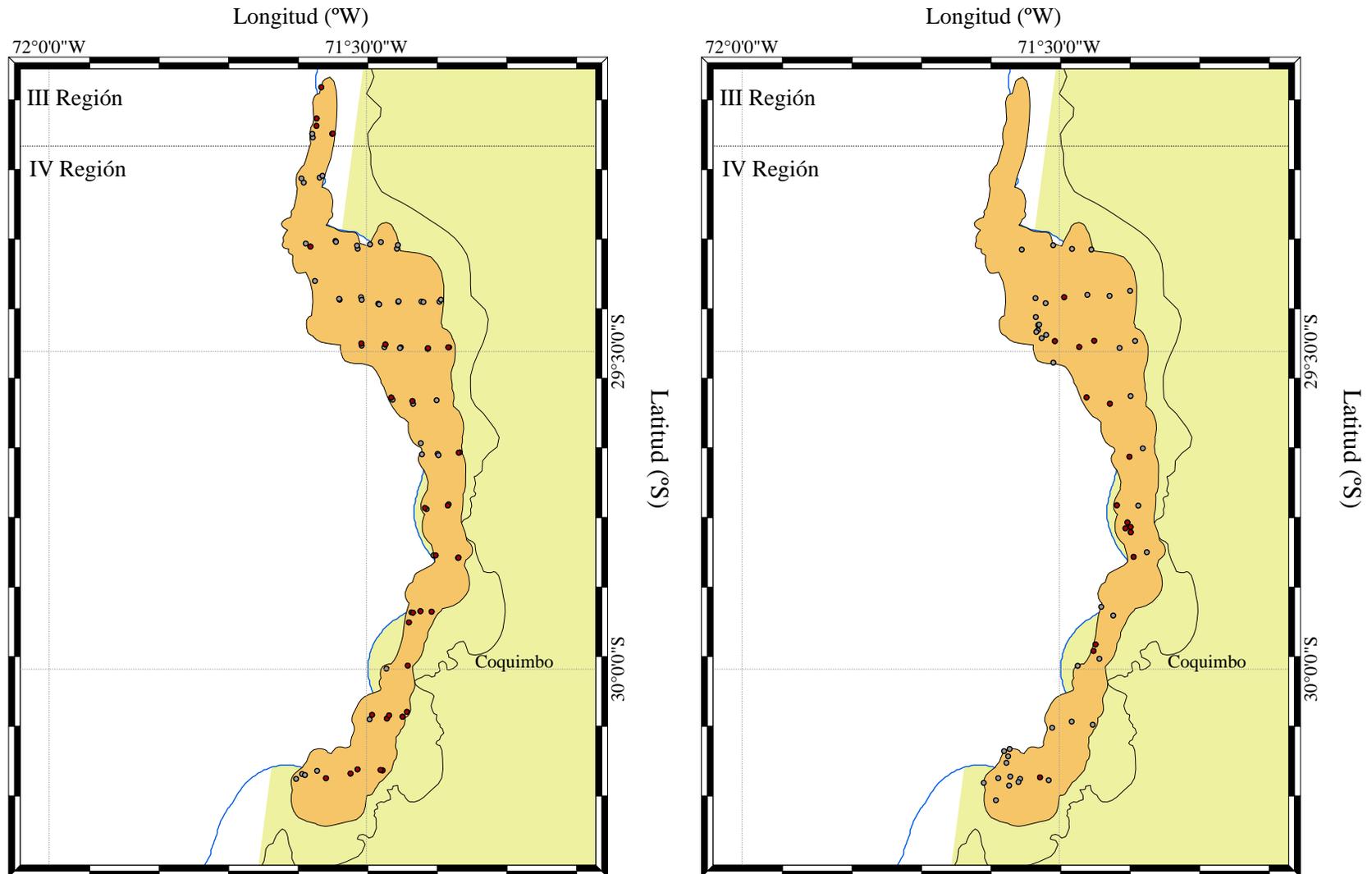


Fig. 116. Disposición espacial de los lances de pesca utilizados para caracterizar la distribución espacial de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) en noviembre (izquierda) y diciembre (derecha) de 2009 frente a la IV Región. Puntos rojos corresponden a lances positivos para la especie objetivo.

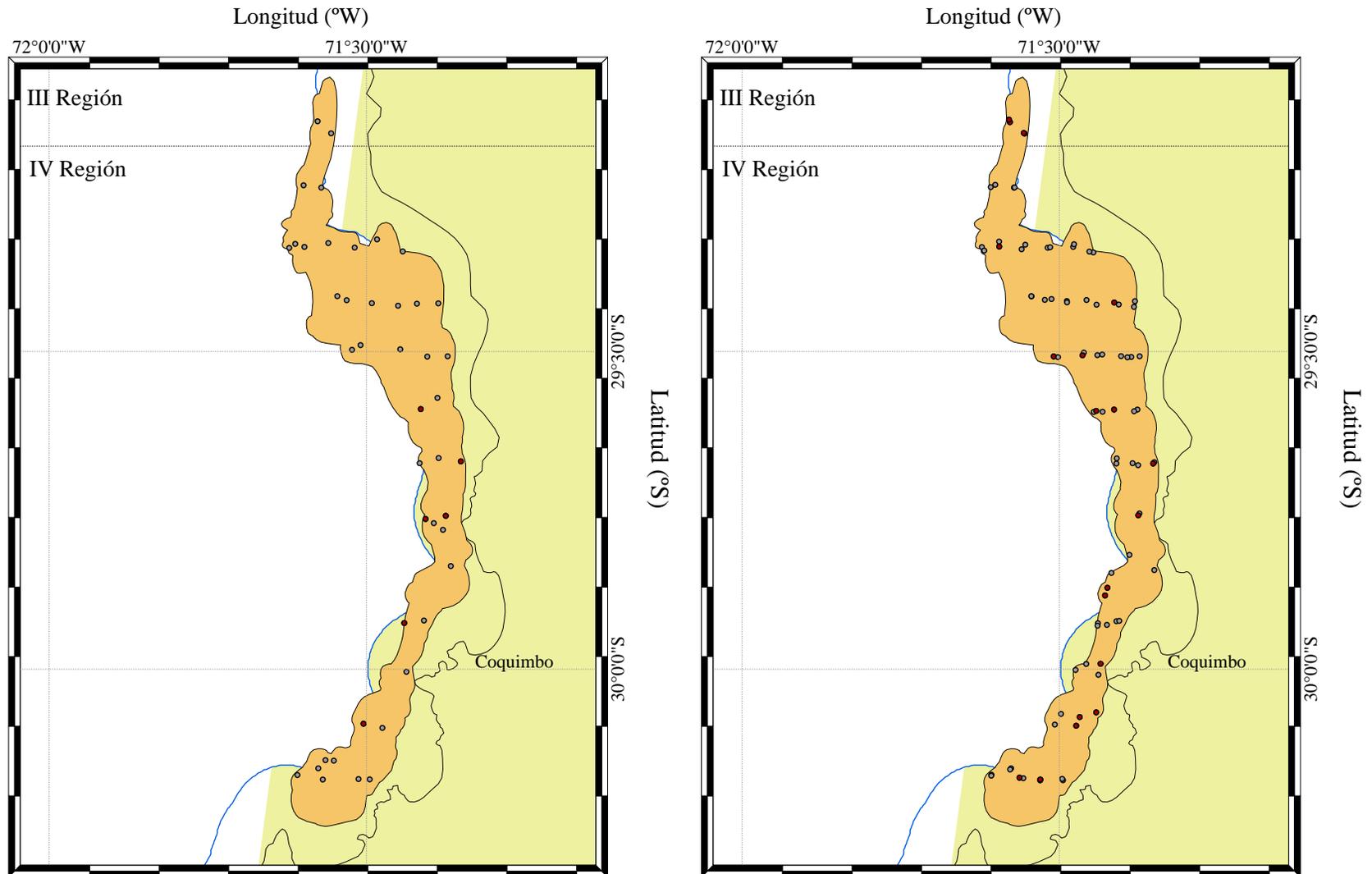


Fig. 117. Disposición espacial de los lances de pesca utilizados para caracterizar la distribución espacial de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) en marzo (izquierda) y abril (derecha) de 2010 frente a la IV Región. Puntos rojos corresponden a lances positivos para la especie objetivo.

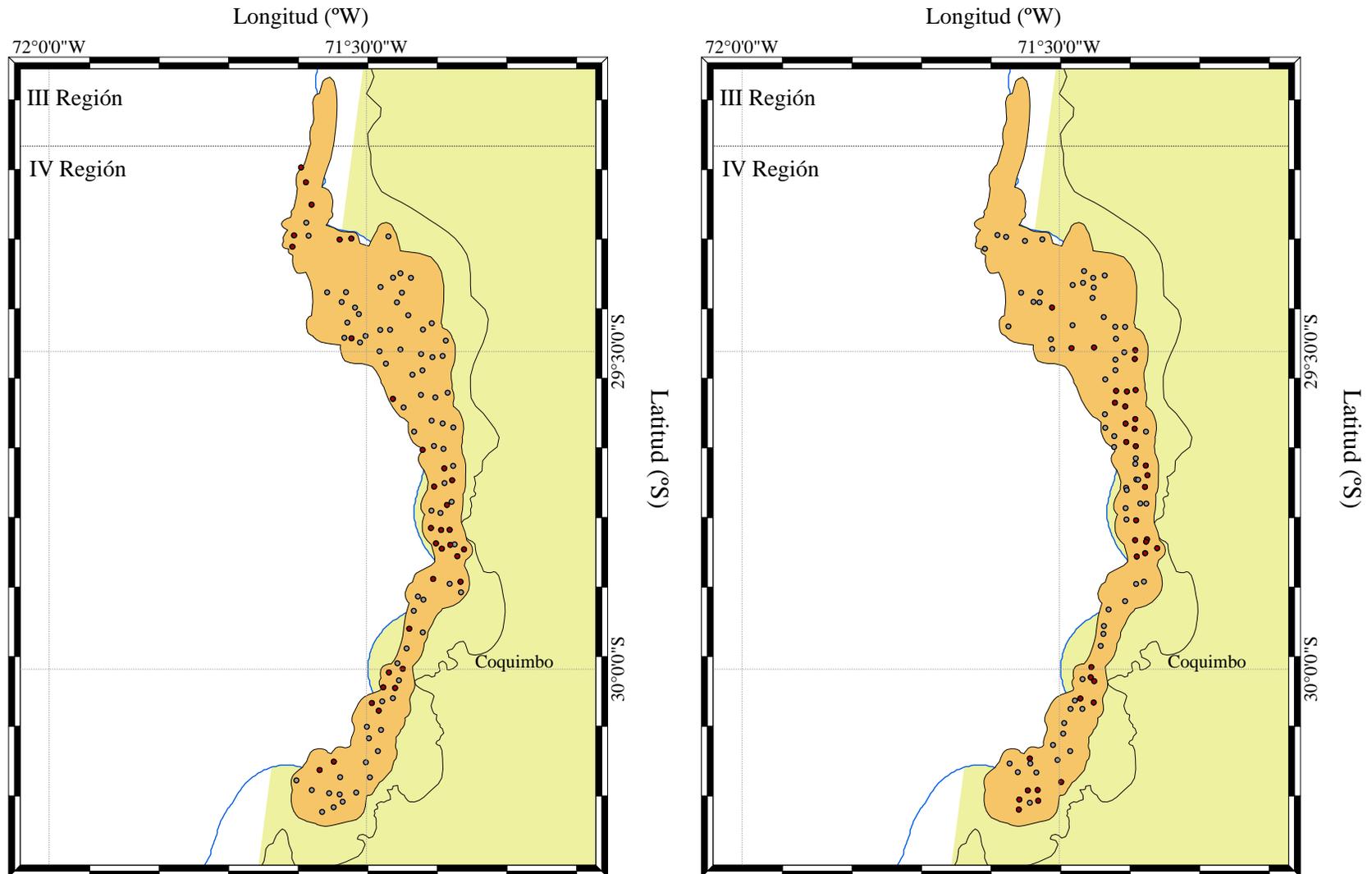


Fig. 118. Disposición espacial de los lances de pesca utilizados para caracterizar la distribución espacial de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) en mayo (izquierda) y junio (derecha) de 2010 frente a la IV Región. Puntos rojos corresponden a lances positivos para la especie objetivo.

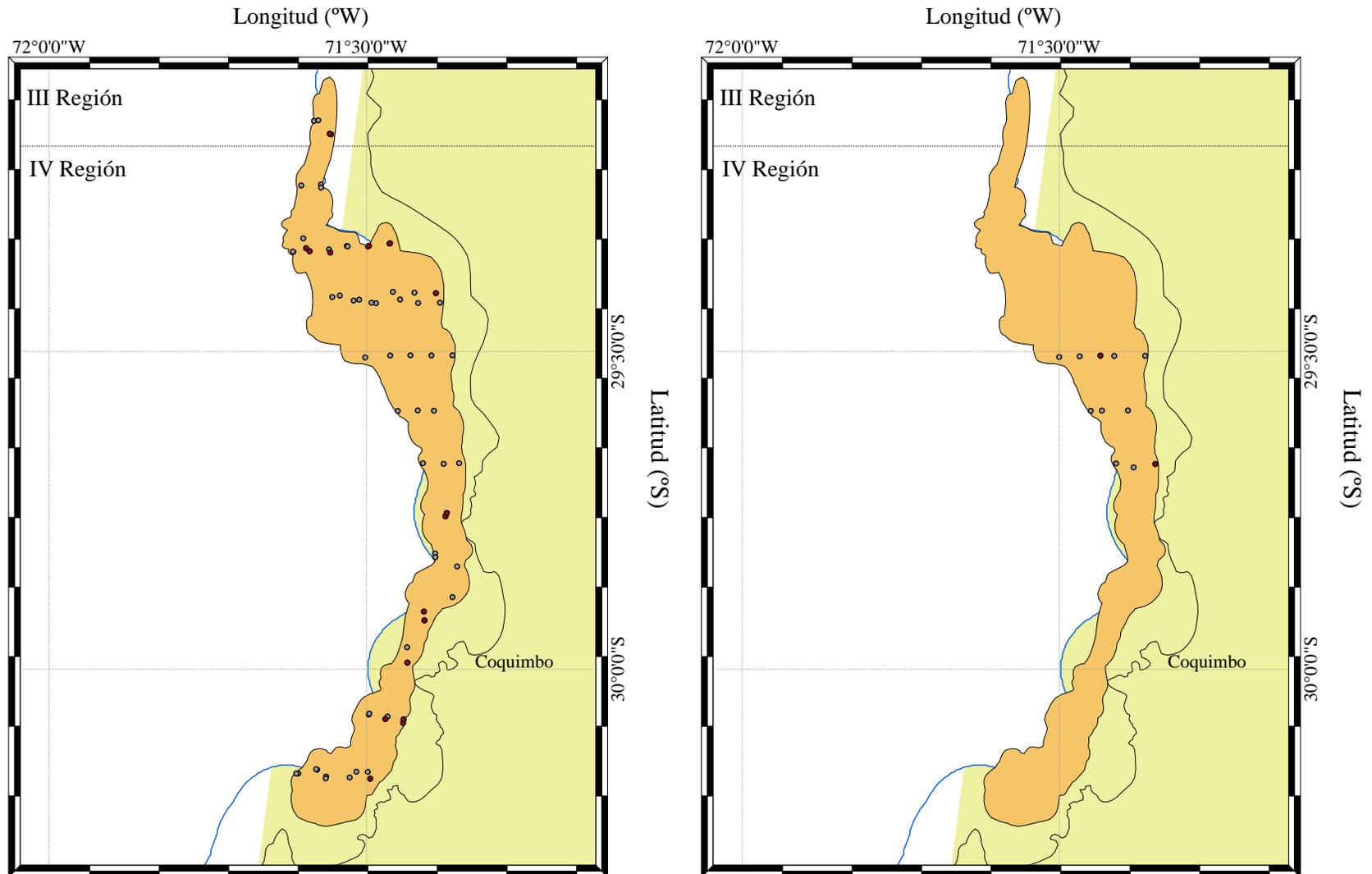


Fig. 119. Disposición espacial de los lances de pesca utilizados para caracterizar la distribución espacial de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) en julio (izquierda) y agosto (derecha) de 2010 frente a la IV Región. Puntos rojos corresponden a lances positivos para la especie objetivo.

Anexo 2. Pesos medios (g) mensuales por clase de tamaño de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) y langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) entre julio de 2009 y julio de 2010.

ANEXO 2

**PESOS MEDIOS POR CLASE DE
TAMAÑO EN LAS CAPTURAS
MENSUALES**

Tabla 45. Pesos medios (g) por clase de tamaño de machos de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) entre julio y diciembre de 2009 y marzo-julio de 2010.

LCT (mm)	2009						2010				
	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.
10					0,60				0,57		
11					0,98			1,10			
12	2,10				1,30				1,26		
13				1,95				2,10	1,58		
14	2,35				1,79				1,60	1,87	
15	1,82				2,52		1,70		2,21	2,65	
16	2,79			3,80	2,98			2,50	2,76	3,48	
17				4,53	3,42			3,18	3,11	3,97	
18	4,25			4,90	3,99	4,30	3,30	3,76	3,68	4,59	
19	4,79	3,89		5,13	4,23	4,70	3,30	4,07	4,45	5,36	5,30
20	5,52	3,88	6,30	5,62	4,90	5,25	5,13	5,09	5,24	5,72	5,80
21	6,28	6,50		6,92	6,19	6,48	6,39	5,77	6,27	6,49	7,67
22	7,06	7,29		7,69	6,90	6,10	6,55	6,50	6,87	7,35	
23	8,51	7,04	8,60	7,95	7,65	7,54	7,29	7,66	8,02	8,17	8,06
24	9,31	9,03	8,30	9,47	8,93	8,00	7,78	9,00	9,09	9,80	9,48
25	10,63	9,40	10,53	11,00	10,59	9,03	8,44	9,70	10,39	11,07	11,20
26	11,68	10,54	11,10	11,86	11,55	10,79	9,76	10,61	11,54	12,41	12,19
27	13,08	12,90	12,94	13,72	13,32	12,20	10,28	12,22	12,97	13,93	13,40
28	14,48	14,72	14,06	15,28	14,51	13,53	11,51	13,46	14,32	15,23	15,17
29	16,00	15,58	15,93	16,14	15,57	15,76	13,46	14,69	16,03	17,34	16,48
30	17,79	17,62	18,45	18,38	17,88	17,57	14,92	15,99	17,06	18,98	18,48
31	19,40	19,39	19,11	20,13	19,71	18,57	16,63	18,52	19,08	20,74	20,26
32	21,97	22,07	20,78	22,15	21,98	21,55	19,33	20,96	21,47	23,60	22,14
33	24,10	24,52	23,47	24,13	23,63	24,47	20,01	23,39	23,66	25,53	24,21
34	26,77	26,72	27,64	26,47	26,26	29,71	22,22	25,89	25,97	29,07	26,97
35	29,38	29,26	30,31	28,08	29,22	32,34	26,05	29,08	28,71	31,94	30,02
36	33,09	32,16	31,79	29,97	31,82	35,87	27,86	32,62	31,57	34,88	32,89
37	36,70	36,05	34,26	33,65	34,61	38,63	30,75	35,29	34,65	38,94	37,15
38	40,76	39,44	38,46	37,16	37,61	41,84	33,35	38,68	38,44	41,99	39,00
39	44,36	42,89	41,07	40,46	41,85	45,13	34,74	42,63	42,40	44,88	42,66
40	47,15	46,00	44,75	45,81	45,43	48,32	40,87	44,95	46,11	49,21	44,51
41	49,57	49,34	46,46	50,18	46,46	51,63	44,92	47,31	48,91	52,54	49,81
42	53,92	53,01	51,17	51,83	50,31	53,65	42,78	51,34	52,18	57,15	51,14
43	57,26	55,17	51,73	54,56	54,90	60,28	49,08	53,94	53,20	61,44	55,44
44	61,02	58,85	56,07	55,73	62,13	63,80	47,30	60,10	59,37	56,57	55,83
45	68,31	62,31	63,08	59,11	63,50	70,50		61,38	69,57	70,23	64,80
46	67,90	66,17	63,95	59,70	66,50		68,90		66,08	78,15	
47	70,10	71,42	64,70	69,10					66,38		
48		77,83								74,60	
49	74,70	85,00	80,20					89,60	72,60		
50											
51		98,90									
52										101,70	
53								105,10			
54											
55											
56											
57									117,10		
58											
59											
60											

Tabla 46. Pesos medios (g) por clase de tamaño de hembras de langostino amarillo (*Cervimunida johni*) entre julio y diciembre de 2009 y marzo-julio de 2010.

LCT (mm)	2009						2010				
	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.
10											
11					0,80						
12					1,30						1,80
13					1,30					1,64	
14				2,96	1,95						
15					2,08				2,31	2,77	
16					2,53			3,40	2,73	3,11	
17				5,40	3,45				3,21	3,79	
18				4,93	3,68			3,40	3,66	4,13	
19		5,20		4,93	4,62	4,10	4,83	4,21	4,28	5,26	5,30
20	5,90	5,40		5,95	5,70	5,60	4,73	5,23	5,20	5,61	
21	6,39	6,78		6,63	6,56	5,98	5,46	5,42	6,05	6,73	6,45
22	7,54	7,28		7,36	7,28	7,12	6,50	6,95	7,28	7,61	7,65
23	8,27	8,15		8,55	8,17	7,11	7,45	7,95	8,51	9,01	9,05
24	9,62	8,95	9,20	9,69	9,21	8,44	8,57	8,62	8,88	10,19	9,29
25	11,22	10,28	11,47	10,90	10,20	10,12	8,79	9,71	10,43	11,64	11,48
26	12,26	11,41	12,90	11,68	11,24	12,15	10,76	10,81	12,31	13,15	12,52
27	13,88	13,26	13,40	12,89	12,63	13,57	11,51	12,33	13,39	14,99	14,08
28	15,25	15,25	14,89	14,15	14,24	15,97	13,16	13,63	15,24	16,53	15,60
29	17,31	16,38	16,26	15,37	15,89	16,54	14,18	15,47	16,99	18,39	17,71
30	18,89	18,74	17,95	17,81	18,60	18,48	16,33	16,99	18,99	20,32	19,11
31	21,15	20,95	20,22	20,54	19,60	20,70	18,31	18,34	20,26	22,77	21,95
32	23,36	23,64	22,29	21,26	21,44	22,22	19,42	20,71	22,57	24,59	24,13
33	25,65	26,10	24,32	23,18	24,80	24,13	20,65	23,22	24,22	26,78	25,84
34	27,49	28,52	26,29	26,25	25,20	26,66	23,83	23,97	26,00	29,87	30,12
35	31,78	30,67	28,97	28,10	28,74	26,80	24,32	25,71	29,08	33,76	33,12
36	32,78	32,70	31,49		30,80	28,60	25,60	31,65	31,09	33,74	33,70
37	35,86	35,29	34,04		33,65	36,30	26,45	27,70	34,58	39,28	34,33
38	37,86	36,76	35,75	34,50	36,46		30,60		37,24	40,80	40,63
39	38,96	41,76				38,50		36,40	37,18	39,44	
40	42,53	42,31			46,60				42,60	44,22	49,25
41	45,60	48,33			42,70						
42		46,77							44,30	53,68	
43		61,30							54,51		53,80
44											
45											
46		68,87									
47											
48											
49											
50											
51											
52											
53											
54											
55											
56											
57											
58											
59											
60											

Tabla 47. Pesos medios (g) por clase de tamaño de machos de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) entre julio y diciembre de 2009 y marzo-julio de 2010.

LCT (mm)	2009						2010					
	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	
10												
11	0,55			0,60								
12	1,82			1,10		1,80						
13	1,65			1,15								
14	0,84	1,26		1,43			1,40					
15	1,31	1,33	1,60	1,42	1,97	1,80		1,95	1,87	2,20		
16	1,61	1,40	1,58	1,60	1,93	1,86		1,68		1,85		
17	2,25	2,23	1,77	2,48	2,32	2,24	2,00	1,97	2,89	2,27		
18	3,03	2,54	2,10	2,80	2,66	2,52	2,65	2,06	2,88	2,81		
19	3,50	3,34	2,58	3,10	3,24	2,88	2,91	2,55	3,49	3,44	3,45	
20	3,73	3,44	2,72	3,58	3,89	3,48	3,01	3,25	4,39	3,57	3,59	
21	4,21	5,49	3,15	4,04	4,26	4,47	4,24	3,94	4,83	5,12	4,43	
22	5,00	5,06		4,86	4,90	5,17	4,37	4,80	5,04	5,18	4,92	
23	6,46	6,27		5,75	6,12	6,00	6,06	5,36	5,75	6,55	5,93	
24	6,66	6,89		6,70	6,20	6,91	7,16	5,89	7,06	6,74	6,85	
25	8,10	7,81		7,61	7,78	7,97	7,82	6,53	8,07	7,65	8,08	
26	8,82	9,41		8,59	8,29	8,62	8,62	8,36	8,64	8,73	9,43	
27	10,36	10,42		9,67	9,30	9,30	10,33	8,60	9,68	10,87	9,97	
28	11,40	11,78	11,53	10,66	10,03	10,47	9,00	10,84	10,79	12,17	12,73	
29	12,22	12,75	11,84	11,55	11,44	11,45	12,87	12,92	13,02	13,96	13,33	
30	13,46	14,31	12,72	12,71	13,47	12,04	12,41	12,39	13,96	15,49	15,47	
31	14,89	15,51	13,72	13,64	14,30	13,46	15,63	16,32	15,67	17,91	16,92	
32	16,49	17,86	14,93	15,04	15,94	14,67	16,44	18,28	17,89	19,94	19,31	
33	18,35	21,33	16,56	16,09	18,36	16,29	15,93	18,90	20,02	22,74	21,92	
34	19,97	24,17	18,30	17,37	19,46	17,45	17,80	21,63	21,90	24,57	23,76	
35	22,45	25,85	20,40	18,89	21,42	22,43	20,68	22,67	24,39	28,96	25,21	
36	25,36	27,09	22,40	19,87	21,90	26,85	20,37	25,98	25,80	30,66	27,59	
37	26,70	29,00		20,59	26,23	28,00	21,30	29,03	27,91	32,45	27,28	
38	28,05	30,66	31,20	22,37	28,98	29,45		28,02	30,53	32,31	31,18	
39	30,88	32,60	31,60	27,88	34,16		25,70	31,48	32,01	35,46	32,40	
40	34,96	35,65	29,70		32,75	36,08		36,57	37,96	37,33	34,47	
41	35,62	36,90			39,40	36,05		37,40	38,51	39,90	42,90	
42	36,40	41,84			41,80	38,20		40,28	39,30	43,70		
43	40,75	44,84	37,30		39,10	38,53		42,00	42,10	45,03		
44	45,50	48,28	43,90		42,64	43,35		51,60		55,38		
45	47,58	53,83	47,90			41,10		51,60				
46		58,50				56,30		57,70				
47						50,90						
48									59,50			
49												
50												
51												
52												
53						72,80						
54												
55												
56												
57											119,80	
58												
59												
60												

Tabla 48. Pesos medios (g) por clase de tamaño de hembras de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) entre julio y diciembre de 2009 y marzo-julio de 2010.

LCT (mm)	2009						2010					
	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	
10												
11	0,55			0,60								
12	1,82			1,10		1,80						
13	1,65			1,15								
14	0,84	1,26		1,43			1,40					
15	1,31	1,33	1,60	1,42	1,97	1,80		1,95	1,87	2,20		
16	1,61	1,40	1,58	1,60	1,93	1,86		1,68		1,85		
17	2,25	2,23	1,77	2,48	2,32	2,24	2,00	1,97	2,89	2,27		
18	3,03	2,54	2,10	2,80	2,66	2,52	2,65	2,06	2,88	2,81		
19	3,50	3,34	2,58	3,10	3,24	2,88	2,91	2,55	3,49	3,44	3,45	
20	3,73	3,44	2,72	3,58	3,89	3,48	3,01	3,25	4,39	3,57	3,59	
21	4,21	5,49	3,15	4,04	4,26	4,47	4,24	3,94	4,83	5,12	4,43	
22	5,00	5,06		4,86	4,90	5,17	4,37	4,80	5,04	5,18	4,92	
23	6,46	6,27		5,75	6,12	6,00	6,06	5,36	5,75	6,55	5,93	
24	6,66	6,89		6,70	6,20	6,91	7,16	5,89	7,06	6,74	6,85	
25	8,10	7,81		7,61	7,78	7,97	7,82	6,53	8,07	7,65	8,08	
26	8,82	9,41		8,59	8,29	8,62	8,62	8,36	8,64	8,73	9,43	
27	10,36	10,42		9,67	9,30	9,30	10,33	8,60	9,68	10,87	9,97	
28	11,40	11,78	11,53	10,66	10,03	10,47	9,00	10,84	10,79	12,17	12,73	
29	12,22	12,75	11,84	11,55	11,44	11,45	12,87	12,92	13,02	13,96	13,33	
30	13,46	14,31	12,72	12,71	13,47	12,04	12,41	12,39	13,96	15,49	15,47	
31	14,89	15,51	13,72	13,64	14,30	13,46	15,63	16,32	15,67	17,91	16,92	
32	16,49	17,86	14,93	15,04	15,94	14,67	16,44	18,28	17,89	19,94	19,31	
33	18,35	21,33	16,56	16,09	18,36	16,29	15,93	18,90	20,02	22,74	21,92	
34	19,97	24,17	18,30	17,37	19,46	17,45	17,80	21,63	21,90	24,57	23,76	
35	22,45	25,85	20,40	18,89	21,42	22,43	20,68	22,67	24,39	28,96	25,21	
36	25,36	27,09	22,40	19,87	21,90	26,85	20,37	25,98	25,80	30,66	27,59	
37	26,70	29,00		20,59	26,23	28,00	21,30	29,03	27,91	32,45	27,28	
38	28,05	30,66	31,20	22,37	28,98	29,45		28,02	30,53	32,31	31,18	
39	30,88	32,60	31,60	27,88	34,16		25,70	31,48	32,01	35,46	32,40	
40	34,96	35,65	29,70		32,75	36,08		36,57	37,96	37,33	34,47	
41	35,62	36,90			39,40	36,05		37,40	38,51	39,90	42,90	
42	36,40	41,84			41,80	38,20		40,28	39,30	43,70		
43	40,75	44,84	37,30		39,10	38,53		42,00	42,10	45,03		
44	45,50	48,28	43,90		42,64	43,35		51,60		55,38		
45	47,58	53,83	47,90			41,10		51,60				
46		58,50				56,30		57,70				
47						50,90						
48									59,50			
49												
50												
51												
52												
53						72,80						
54												
55												
56												
57											119,80	
58												
59												
60												