

VARIACIÓN ESPACIO-TEMPORAL DEL ESTADO REPRODUCTIVO DE LOS
MACHOS DE LANGOSTINO *Pleoticus muelleri*
(SPENCE BATE, 1888) (CRUSTACEA, DECAPODA, SOLENOCERIDAE)
EN EL LITORAL PATAGÓNICO, ARGENTINA*

por

MÓNICA FERNÁNDEZ¹, DANIEL HERNÁNDEZ¹ y GUSTAVO MACCHI^{1,2}

¹Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP),
Paseo Victoria Ocampo N° 1, Escollera Norte, B7602HSA - Mar del Plata, Argentina
correo electrónico: monica-fernandez@inidep.edu.ar

²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina

SUMMARY

Spatiotemporal variation of red shrimp *Pleoticus muelleri* (Spence Bate, 1888) (Crustacea, Decapoda, Solenoceridae) males reproductive stage in the Patagonian littoral, Argentina. Red shrimp *Pleoticus muelleri* (Spence Bate, 1888) mature males size structure and adult males maturity stages frequency distribution were studied. The specimens, macroscopically differentiated in the area comprised between 42° S-47° S and 62° W and the coast during the 1998-2010 period were analyzed from a spatiotemporal approach. Besides, mature males relative abundance index derived from catch per unit of effort data was estimated. The samples and data analyzed were gathered in 24 research surveys performed by the Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) and 59 trips of the commercial outrigger fleet. The statistical treatment of data included a cluster analysis and the application of the General Linear Model. The presence of *P. muelleri* mature males in the study area was observed all year round. The highest percentages and abundance values of that stage were observed in Autumn and Winter. Larger sizes were found in the San Jorge Gulf outer waters, Rawson and Camarones Bay in Spring. Males maturing process begins earlier and continues beyond the end of females reproductive activity. No seasonal maturity cycle in males was differentiated.

RESUMEN

Se estudió la estructura de tallas de los machos maduros y la distribución de frecuencias de los estadios de madurez de los machos adultos del langostino *Pleoticus muelleri* (Spence Bate, 1888). Los individuos, diferenciados macroscópicamente en el área comprendida entre los 42° S-47° S y 62° W y la costa durante el período 1998-2010 se analizaron desde un enfoque espacio-temporal. Se estimó, además, el índice de abundancia relativa de machos maduros a partir de datos de captura por unidad de esfuerzo. Las muestras y los datos analizados se obtuvieron en 24 campañas de investigación realizadas por el Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) y 59 viajes de la flota comercial langostinera. El tratamiento estadístico de los datos incluyó el análisis de agrupamiento jerárquico y la aplicación del Modelo Lineal General. Se observó la presencia de machos maduros de *P. muelleri* en el área de estudio

*Contribución INIDEP N° 1870

durante todo el año. Los porcentajes más elevados y los mayores valores de abundancia de ese estadio se observaron en otoño e invierno. Las tallas mayores se localizaron en aguas exteriores al Golfo San Jorge y en el sector de Rawson y Bahía Camarones en primavera. El proceso de maduración de los machos se inicia antes y se prolonga más allá del cese de la capacidad reproductiva de las hembras. No se diferenció un ciclo de madurez estacional en machos.

Key words: *Pleoticus muelleri*, reproduction, mature males, abundance.

Palabras clave: *Pleoticus muelleri*, reproducción, machos maduros, abundancia.

INTRODUCCIÓN

La pesquería del langostino *Pleoticus muelleri* (Spence Bate, 1888) es una de las más importantes y rentables de la Zona Económica Exclusiva de la Argentina, ya que representa un importante porcentaje del valor total de las exportaciones pesqueras del país. La misma se desarrolla principalmente en el sector patagónico comprendido entre 43° S y 47° S, en jurisdicción de las provincias de Chubut y Santa Cruz así como en aguas de alcance nacional. En todas las jurisdicciones existen limitaciones espacio-temporales a la pesca, vedas impuestas de acuerdo con disposiciones o resoluciones emanadas de las administraciones tanto provinciales como nacionales, que ocasionalmente restringen parcialmente el acceso al recurso. En la jurisdicción nacional, se habilita por unos meses la captura de langostino a partir de fines del primer semestre del año o inicio del segundo (Bertuche *et al.*, 2000, 2005 a; de la Garza *et al.*, 2008). En la jurisdicción provincial, específicamente en el Golfo San Jorge, la inhabilitación a la pesca se limita al período reproductivo, principalmente al verano (Fischbach *et al.*, 2009).

La pesquería tiene su inicio a principios de la década de los ochenta con un desembarco de 2.616 t, alcanzando a partir de 2000 desembarcos superiores a las 27.000 t (excepto en 2005) (Bertuche *et al.*, 2000, 2005 a). Esta pesquería se caracteriza por una gran fluctuación de los desembarcos anuales (Boschi, 1989; Bertuche *et al.*, 2000, 2005 a). La captura anual declarada hasta la fecha, correspondiente a 2011, alcanzó un volu-

men cercano a 82.892,8 t (MAGyP, 2012). Cabe mencionar que en Brasil (litoral de San Pablo) y en Uruguay (Punta del Diablo) también se desarrollan pesquerías artesanales de este crustáceo, aunque con capturas totales inferiores a las 34,06 t (Costa *et al.*, 2004; Castilho *et al.*, 2008 a, b; Segura *et al.*, 2008).

La distribución de *P. muelleri* se limita al Atlántico Sudoccidental, desde Río de Janeiro (23° S), Brasil, a Santa Cruz (50° S), Argentina. Esta especie es de aguas templado frías, de hábito demersal bentónico y se mantiene en el medio marino a lo largo de todo su ciclo de vida, el cual es relativamente corto y considerado anual para la administración pesquera (Boschi, 1989, 1997; Bertuche *et al.*, 2000, 2005 a). Según estimaciones de de la Garza (2006), el langostino puede alcanzar una edad máxima teórica de 3,5 años.

P. muelleri presenta variaciones en su comportamiento reproductivo, siendo el proceso continuo en la zona tropical y estacional en las latitudes más altas (Boschi, 1997; Castilho *et al.*, 2008 a). En la Patagonia, la reproducción se desarrolla durante la primavera y el verano a lo largo de la costa, entre las latitudes 42° S y 47° S. Los núcleos reproductivos se concentran a profundidades entre 23 y 100 m, a temperaturas que varían entre 7,7 y 15,5 °C y a salinidades entre 32,85 y 34,26 (Fernández *et al.*, 2011). De acuerdo con la observación macroscópica de hembras adultas en diferentes estadios de madurez y con la evolución temporal de los estadios de desarrollo ovárico determinados histológicamente, la actividad reproductiva de la especie presenta variaciones latitudinales en su inicio y duración, así como una marcada heterogeneidad temporal (Fernández *et*

al., 2012). En Rawson, Bahía Camarones y norte del Golfo San Jorge (GSJ), los mayores porcentajes de hembras maduras y de hembras impregnadas se observan entre noviembre y febrero; mientras que en el sur del GSJ se observan entre diciembre y febrero. Según Fernández *et al.* (2012) las estimaciones de abundancia de hembras maduras en los citados meses son superiores en Rawson, Bahía Camarones y norte del GSJ, con respecto a las registradas en el sur del golfo. Para el período 2006-2010, los valores medios de abundancia relativa en número de individuos por hora de arrastre, según datos de la flota comercial, fueron de 1.343 ind. h⁻¹ en Rawson, 1.810 ind. h⁻¹ en Bahía Camarones, 5.224 ind. h⁻¹ en el norte del GSJ y 240 ind. h⁻¹ en el sector sur.

En este estudio se analiza desde un enfoque espacio-temporal la estructura de talla de los machos maduros de langostino, al igual que la distribución de frecuencias de los distintos estadios de madurez sexual de los machos adultos diferenciados macroscópicamente; en el área comprendida entre las latitudes 42° S y 47° S y el meridiano 62° W y la costa. A la vez, se estima un índice de abundancia relativa de machos maduros a partir de datos de captura por unidad de esfuerzo (CPUE) de la flota langostinera, mediante la aplicación de un Modelo Lineal General. El objetivo de este trabajo es ampliar el conocimiento sobre el proceso reproductivo del langostino, el cual requiere atención permanente para el manejo de la pesquería, por ser una especie de vida relativamente corta y sometida a una intensa presión pesquera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio y muestreo

Las muestras y los datos analizados fueron colectados en 24 campañas de investigación correspondientes al Proyecto Langostino y al Pro-

grama “Pesquerías de Crustáceos” del Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) y de 59 viajes de pesca realizados por observadores a bordo de la flota comercial langostinera dependientes del Subprograma “Observadores a Bordo de Buques Comerciales y Muestreo de Desembarque” de la misma institución. Las campañas de investigación consideradas fueron aquellas realizadas durante enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio, agosto, septiembre y noviembre, llevadas a cabo entre 2000 y 2010 (OB-01/2000, OB-03/2000, OB-07/2000, OB-12/2000, OB-01/2001, OB-06/2001, OB-11/2001, OB-13/2001, OB-01/2002, OB-05/2003, OB-04/2004, OB-09/2004, OB-01/2005, OB-05/2005, OB-08/2005, OB-10/2005, OB-01/2006, OB-03/2006, OB-06/2006, OB-02/2007, OB-05/2007, OB-03/2008, OB-01/2009 y OB-01/2010) por el BIP “Capitán Oca Balda”. En cuanto a los viajes de pesca, se trabajó sólo con los procedentes de barcos comerciales con potencia declarada de motor principal mayor e igual a 800 HP –por ser el grupo o estrato de barcos que presentaba mayor información– (Fischbach y Hernández, 2001), realizados entre 1998 y 2010. El área de estudio se localizó entre las latitudes 42° S y 47° S y el meridiano 62° W y la costa (Figura 1).

La cobertura espacial del área de distribución del recurso fue irregular y estuvo condicionada, en el caso de los datos provenientes de los barcos pesqueros, a la dinámica propia de esta flota en su búsqueda de concentraciones rentables y a sus restricciones para acceder a determinadas áreas vedadas a la pesca, según disposiciones de la administración provincial o nacional (de la Garza *et al.*, 2008). La inaccesibilidad de la flota a determinados sectores, particularmente a la costa sur del golfo donde existe una veda total y permanente de pesca (Boschi, 1989; Bertuche *et al.*, 2000), ha sido parcialmente compensada con la información proveniente de las campañas de investigación.

Los muestreos biológicos provinieron de lances de pesca realizados con redes langostineras convencionales de aproximadamente 35 m de largo,

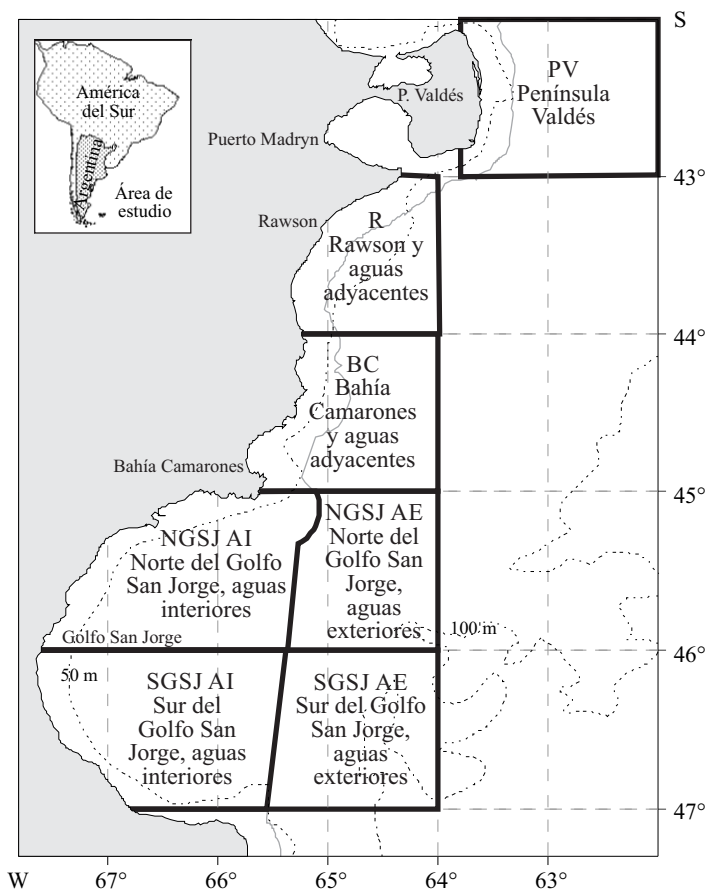


Figura 1. Sectores definidos dentro del área de estudio.
 Figure 1. Sectors defined within the study area.

1,5 m de abertura vertical, y luz de red de 45 a 50 mm. Durante las campañas de investigación cada lance de pesca dura, como norma, entre 15 y 30 min y se realiza a una velocidad promedio de 3,5 nudos; mientras que durante los viajes de pesca de los buques pesqueros, el tiempo de arrastre varía entre 5 min y 3 h 40 min y la velocidad promedio por marea, entre 2,7 y 4,1 nudos (Fernández, 2006; Roux y Piñero, 2006).

La toma de muestras de langostino en las campañas de investigación se realizó según lo indicado por Angelescu y Boschi (1959), y por de la Garza y Fischbach (2009) en los barcos comerciales. De cada muestra se separaron los ejemplares por sexo, midiendo posteriormente el largo

del caparazón (LC) en milímetros (al milímetro más cercano) desde el seno de la órbita ocular hasta el borde posterior medio del cefalotórax, consignando su estado de madurez sexual macroscópicamente. Este estadio para machos se determinó de acuerdo con la presencia y coloración del espermátforo en la ampolla terminal (en las coxas del quinto par de pereiópodos), según la escala propuesta por Boschi (1989). El criterio utilizado en este trabajo fue el siguiente: macho en proceso de maduración “espermátforo blanquecino” o postevacuado (MPM-PE), y macho maduro “espermátforo de color verde” (MM).

Con el objetivo de agrupar y promediar las muestras, éstas fueron estandarizadas. Para ello,

se utilizó la abundancia relativa, expresada como el número de individuos por hora de arrastre (ind. h⁻¹), por lo cual las muestras fueron expandidas utilizando el siguiente factor:

$$\text{Factor de ponderación} = (\text{Captura total} * 60) / (\text{Peso muestra} * \text{Tiempo de arrastre})$$

En total se analizaron 3.917 muestras. Una vez estandarizadas, las mismas fueron agrupadas y promediadas en función del mes y los sectores de estudio. Los sectores fueron:

- 1) Península Valdés (42° S-43° S y 62° W y la costa) (PV) de donde sólo hay información de noviembre de 2001,
- 2) Rawson y aguas adyacentes (43° S-44° S y 64° W y la costa) (R),
- 3) Bahía Camarones y aguas adyacentes (44° S-45° S y 64° W y la costa) (BC),
- 4) Golfo San Jorge, aguas interiores (45° S-47° S y el límite de la jurisdicción provincial y la costa), que se subdivide en norte (NGSJ AI) y sur de la latitud 46° S (SGSJ AI) y
- 5) aguas exteriores adyacentes al Golfo San Jorge (45° S-47° S y 64° W y el límite de la jurisdicción provincial), subdividido en norte y sur de la latitud 46° S (NGSJ AE y SGSJ AE) (Figura 1).

Las muestras de diferentes fuentes no fueron analizadas en conjunto. Aquellas provenientes de las campañas de investigación fueron utilizadas para describir SGSJ AI (enero a junio, agosto, septiembre y noviembre), R y BC (enero, febrero y noviembre); mientras que las muestras de los buques comerciales fueron usadas para R (agosto a octubre y diciembre), BC (julio a octubre y diciembre), SGSJ AI (julio, octubre y diciembre) y para los restantes sectores y meses. Este tratamiento de los datos se realizó a los efectos de manejar de manera independiente la información proveniente de las diferentes fuentes. Dada las características de la información, la cual se pre-

senta fraccionada anualmente, se trabajó con los diferentes agrupamientos sólo por mes y sector, sin considerar análisis interanuales.

Análisis estadístico

Para el análisis de las estructuras de tallas de los machos maduros entre sectores-meses, se realizó un análisis de agrupamiento jerárquico de las distribuciones de frecuencia de talla, utilizando la distancia euclídea al cuadrado, combinada con el método de agrupamiento de Ward. Esta combinación determina que los grupos obtenidos en cada nivel de similitud sean lo más homogéneos internamente y lo más heterogéneos entre sí (Diday *et al.*, 1982). A la vez, se representaron las distribuciones de frecuencia de talla (intervalos de 1 mm de largo de caparazón) de machos maduros resultante del agrupamiento de los datos disponibles para R, BC, NGSJ AI y SGSJ AI (agosto a febrero) y NGSJ AE y SGSJ AE (mayo a noviembre).

Para el análisis estadístico de los estadios de madurez sexual se consideró la frecuencia de MPM-PE y MM en relación al total de machos adultos, definidos como aquellos con tallas iguales o superiores a la talla de primera madurez. Iorio *et al.* (2000) determinaron el LC de 28 mm como la talla de madurez funcional en machos (talla a la cual el 50% presenta ampollas seminales con espermatozoides de color verde “maduros”). Para tener una mejor visualización del proceso reproductivo se graficaron distribuciones porcentuales mensuales de MPM-PE y MM por sector con inicio y final en invierno (agosto a julio) siguiendo el criterio utilizado en Fernández *et al.* (2012). Las distribuciones de frecuencias de los estadios de madurez sexual de machos adultos fueron analizadas entre sectores-meses, considerando los sectores:

- 1) R, BC, NGSJ AI, SGSJ AI, NGSJ AE y SGSJ AE, de agosto a noviembre,
- 2) R, BC, NGSJ AI y SGSJ AI, de agosto a febrero, y

3) NSJG AI y SGSJ AI, de enero a diciembre.

A los efectos de obtener una representación de la estructura de similitudes de las distribuciones de frecuencia entre meses dentro de un sector dado, se realizó un análisis de agrupamiento jerárquico entre meses por sector considerando la distancia euclídea y el ligamiento promedio (Johnson y Wichern, 1998).

La estimación de un índice de abundancia relativa de MM a partir de los datos de CPUE en número de individuos por hora de arrastre de la flota langostinera, se realizó mediante la aplicación de un Modelo Lineal General (MLG). Se trabajó con 67 viajes de pesca correspondientes al período enero-diciembre de los años 2000-2010, excepto 2005. Este año se caracterizó por la sobrepesca del reclutamiento (Bertuche *et al.*, 2005 b) y durante el mismo se limitaron las operaciones de pesca de la flota comercial langostinera y la presencia de los observadores en los barcos.

Se consideraron sólo los lances con presencia de machos maduros, los cuales sumaron un total de 2.319 (Tabla 1).

Los factores contemplados para explicar la variabilidad temporal de la CPUE fueron Año y Mes con sus respectivos niveles (variables categóricas) y HP nominal, Latitud, Longitud y Profundidad (promedio entre la profundidad inicial y final del lance) (variables continuas). Los niveles para las variables categóricas fueron 10 para Año (2000-2004 y 2006-2010) y 12 para Mes (enero a diciembre). El factor Sector (considerando los sectores PV, R, BC, NGSJ AI, SGSJ AI, NGSJ AE y SGSJ AE) no pudo ser incorporado en el análisis por no haber información de todos los sectores durante todos los años y meses.

El modelo considerado fue:

$$\ln(\text{CPUE}_{\text{MM}}) = \mu + \text{Año} + \text{Mes} + b_1 \text{HP} + b_2 \text{Latitud} + b_3 \text{Longitud} + b_4 \text{Profundidad} + \varepsilon \quad (1)$$

siendo:

CPUE_{MM} : CPUE expresada en número de machos maduros por hora de arrastre;

μ : la constante del modelo;

b : coeficientes de regresión;

ε : término de error.

No se incluyó en el modelo la interacción Año \times Mes debido a la existencia de celdas vacías. Se excluyeron los *outliers* considerando el residuo estudentizado eliminado (Hair *et al.*, 1999) y la corrección de Bonferroni sobre el nivel de significación (Morrison, 1976). La selección del modelo se efectuó a partir del criterio de selección de Akaike (AIC) (Burnham y Anderson, 1998). La CPUE media anual y mensual se estimó directamente considerando la transformación antilogaritmo (Hernández y Perrotta, 2006).

RESULTADOS

Estructura de tallas

En la Figura 2 se presenta la distribución porcentual promedio de tallas resultante del agrupamiento de las estructuras de tallas de los sectores R, BC, NGSJ AI, SGSJ AI, NGSJ AE y SGSJ AE. En el sector de Rawson y aguas adyacentes la talla media se estimó en $39,09 \pm 3,35$ mm LC y la modal en 43 mm LC. En Bahía Camarones y aguas adyacentes, la talla media fue de $37,87 \pm 2,41$ mm LC y el valor modal de 37 mm LC. En el sector norte del Golfo San Jorge, aguas interiores, la talla media se ubicó en $34,82 \pm 2,57$ mm de LC y el valor modal en 34 mm; mientras que en el sector sur se ubicó en $33,27 \pm 2,12$ mm LC y 33 mm LC, respectivamente. Para los sectores norte y sur del Golfo San Jorge aguas exteriores se estimaron tallas medias de $37,37 \pm 2,47$ mm LC y $37,44 \pm 2,88$ mm LC, respectivamente. La talla modal se ubicó en 38 mm LC en ambos sectores.

Los mayores valores de talla media se registraron en todos los sectores con registro de informa-

Tabla 1. Nombre de los buques pesqueros, número y fecha de los viajes de pesca y número de lances con machos maduros.
 Table 1. Name of fishing vessels, number and date of fishing trips and number of trawls with mature males.

Buque pesquero	Viaje de pesca	Fecha	Nº de lances
“Arbumasa XI”	92/2000	14/06/2000-27/07/2000	39
“Scombrus”	113/2000	21/07/2000-28/07/2000	13
“Mar Sur”	137/2000	29/09/2000-30/09/2000	6
“Codepeca III”	148/2000	01/10/2000-03/10/2000	5
“Empesur II”	152/2000	29/09/2000-04/10/2000	6
“Alvamar III”	156/2000	12/10/2000-04/12/2000	44
“Alvamar VI”	182/2000	07/11/2000-12/11/2000	6
“Arbumasa XVIII”	190/2000	29/11/2000-11/01/2001	40
“Arbumasa VII”	20/2001	19/01/2001-06/03/2001	43
“Juan Alvarez”	21/2001	22/01/2001-19/02/2001	28
“Sermilik”	25/2001	15/01/2001-16/02/2001	25
“Mar Esmeralda”	31/2001	26/01/2001-08/03/2001	32
“Codepeca I”	48/2001	26/10/2001-16/11/2001	12
“Arbumasa XVIII”	52/2001	16/11/2001-31/12/2001	35
“María Alejandra”	23/2002	03/07/2002-15/07/2002	3
“Arbumasa XII”	32/2002	08/08/2002-06/09/2002	26
“Mara I”	35/2002	03/08/2002-16/10/2002	51
“Codepeca II”	45/2002	28/08/2002-25/09/2002	20
“Sermilik”	48/2002	28/08/2002-01/10/2002	26
“Mar Sur”	53/2002	19/09/2002-22/10/2002	28
“Mar Austral I”	58/2002	08/10/2002-20/11/2002	31
“Sermilik”	31/2003	27/03/2003-23/04/2003	27
“Promarsa II	61/2003	29/05/2003-30/06/2002	28
“Codepeca I”	62/2003	02/06/2003-05/07/2002	7
“Sermilik”	100/2003	10/09/2003-22/10/2003	16
“Puente San Jorge”	125/2004	23/07/2004-07/09/2004	62
“Codepeca I”	129/2004	24/07/2004-10/08/2004	15
“Codepeca III”	152/2004	10/09/2004-15/10/2004	27
“Aresit”	161/2004	16/09/2004-22/10/2004	30
“Sermilik”	162/2004	16/09/2004-21/10/2004	29
“Codepeca III”	178/2004	16/10/2004-16/11/2004	29
“Uchi”	112/2006	02/07/2006-11/08/2006	105
“Conarpesa I”	116/2006	01/07/2006-14/07/2006	17
“Monte de Vios”	130/2006	08/08/2006-07/10/2006	101
“Uchi”	166/2006	18/09/2006-27/09/2006	22
“Conarpesa I”	75/2007	12/06/2007-19/07/2007	62
“Empesur II”	77/2007	12/06/2007-05/07/2007	46
“Miércoles Santo”	80/2007	13/06/2007-13/08/2007	98

Tabla 1. Continuación.
Table 1. Continued.

Buque pesquero	Viaje de pesca	Fecha	N° de lances
“María Eugenia”	127/2008	29/06/2008-16/07/2008	14
“Codepeca II”	144/2008	19/07/2008-15/08/2008	37
“Puente San Jorge”	154/2008	31/07/2008-11/08/2007	7
“María Eugenia”	176/2008	04/08/2008-30/09/2008	31
“María Liliana”	177/2008	05/09/2008-29/09/2008	27
“Borrasca”	106/2009	17/07/2009-03/08/2009	39
“José Luis Alvarez”	107/2009	17/07/2009-11/08/2009	40
“Conarpesa I”	113/2009	17/07/2009-14/08/2009	38
“María Eugenia”	118/2009	29/07/2009-07/09/2009	57
“Entrena II”	134/2009	28/08/2009-18/10/2009	64
“Paku”	135/2009	28/08/2009-30/10/2009	14
“Empesur V”	137/2009	02/09/2009-16/09/2009	20
“Puente S. Jorge”	146/2009	20/09/2009-27/10/2009	66
“María Eugenia”	147/2009	24/09/2009-21/10/2009	43
“María Liliana”	133/2009	29/08/2009-09/10/2009	73
“José Luis Alvarez”	61/2010	27/02/2010-09/04/2010	54
“Conarpesa I”	65/2010	25/03/2010-30/03/2010	9
“Arbumasa XVIII”	66/2010	24/03/2010-07/04/2010	28
“Argenova II”	108/2010	01/05/2010-27/05/2010	16
“Pespasa I”	113/2010	18/05/2010-15/06/2010	54
“Pespasa I”	136/2010	02/07/2010-02/09/2010	92
“Aresit”	138/2010	02/07/2010-25/07/2010	27
“Arbumasa XIX”	141/2010	07/07/2010-01/08/2010	36
“Conarpesa I”	143/2010	09/07/2010-12/08/2010	71
“Empesur V”	144/2010	07/07/2010-21/07/2010	10
“Puente Chico”	146/2010	08/07/2010-30/07/2010	32
“Miércoles Santo”	147/2010	10/07/2010-10/08/2010	36
“Puente San Jorge”	168/2010	19/08/2010-24/08/2010	6
“Codepeca IV”	190/2010	22/09/2010-05/10/2010	38

ción entre mayo y agosto (Tabla 2). La talla máxima para los machos maduros se ubicó en 52 mm LC.

El análisis de agrupamiento jerárquico definió, a un nivel de disimilitud del 25%, dos grupos (Figura 3). El grupo 1, se integró fundamentalmente por las estructuras de tallas de los sectores NGSJ AE y SGSJ AE (de los meses de mayo a

noviembre), por las estructuras de tallas de los meses de primavera de R (agosto a diciembre) y BC (julio a diciembre); y las correspondientes a marzo, junio, julio y agosto del sector NGSJ AI y abril, junio y agosto del sector SGSJ AI. En el grupo 2 se observó un agrupamiento constituido por las estructuras de tallas de los meses de enero, febrero, marzo, mayo, julio, septiembre, octubre,

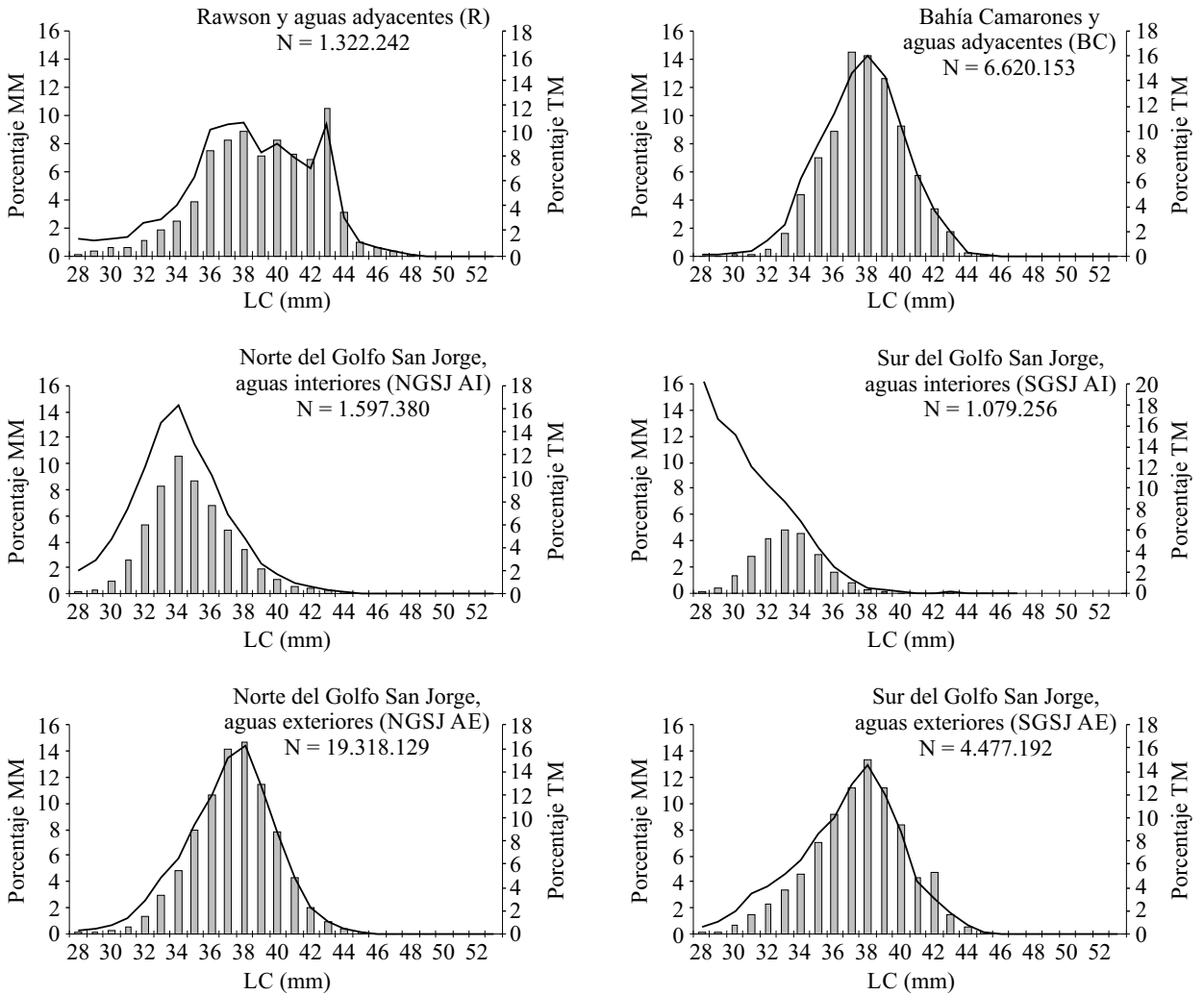


Figura 2. Distribución de frecuencia de tallas de machos maduros (MM, barras) en relación al total de machos adultos (TM, línea entera). Período 1998-2010. LC: largo del caparazón.
 Figure 2. Mature males size frequency distribution (MM, bars) in relation to the total of adult males (TM, full line). 1998-2010 period. LC: carapace length.

noviembre y diciembre del sector SGSJ AI, por las distribuciones de enero, febrero, abril, mayo, septiembre, octubre y noviembre de NGSJ AI; y las de enero y febrero de R y BC. A este grupo se integraron las estructuras de tallas de noviembre de NGSJ AE y septiembre de SGSJ AE. Las tallas medias de los agrupamientos 1 y 2 fueron de $37,75 \pm 2,65$ mm LC y $34,47 \pm 2,44$ mm LC, respectivamente.

Distribución espacial y temporal de los estadios macroscópicos de madurez sexual

La presencia de MM se observó en todos los sectores durante todos los meses con registro de información (Figura 4). En la Figura 5 se presenta la distribución porcentual mensual de los estadios de madurez sexual de machos adultos para los sectores de estudio considerados. En los sectores

Tabla 2. Datos mensuales de talla media (\bar{x}), desviación estándar (DS) y coeficiente de variación (C.V.) de machos maduros por sector. R: Rawson y aguas adyacentes, BC: Bahía Camarones y aguas adyacentes, NGSJ AI: norte del Golfo San Jorge, aguas interiores, SGSJ AI: sur del Golfo San Jorge, aguas interiores, NGSJ AE: norte del Golfo San Jorge, aguas exteriores, SGSJ AE: sur del Golfo San Jorge, aguas exteriores. Periodo 1998-2010.

Table 2. Mean size monthly data (\bar{x}), standard deviation (DS) and coefficient of variation (C.V.) of mature males per sector. R: Rawson and adjacent waters, BC: Camarones Bay and adjacent waters, NGSJ AI: North of the San Jorge Gulf, inner waters, SGSJ AI: South of the San Jorge Gulf, inner waters, NGSJ AE: North of the San Jorge Gulf, outer waters, SGSJ AE: South of the San Jorge Gulf, outer waters. 1998-2010 period.

Mes	R			BC			NGSJ AI			SGSJ AI			NGSJ AE			SGSJ AE		
	\bar{x}	DS	C.V.	\bar{x}	DS	C.V.	\bar{x}	DS	C.V.	\bar{x}	DS	C.V.	\bar{x}	DS	C.V.	\bar{x}	DS	C.V.
Enero	33,17	5,53	7,62	33,44	2,24	6,71	34,03	1,80	5,30	33,28	2,24	6,74	-	-	-	-	-	-
Febrero	32,51	2,02	6,21	33,16	2,19	6,59	33,27	2,03	6,10	33,46	1,62	4,83	-	-	-	-	-	-
Marzo	-	-	-	-	-	-	35,70	1,72	4,82	33,22	1,39	4,19	-	-	-	-	-	-
Abril	-	-	-	-	-	-	34,37	1,80	5,23	36,26	2,49	6,86	-	-	-	-	-	-
Mayo	-	-	-	-	-	-	32,99	2,27	6,87	32,76	2,56	7,82	38,39	2,30	5,99	36,65	2,91	7,95
Junio	-	-	-	-	-	-	36,90	2,78	7,52	37,21	1,95	5,25	38,02	2,36	6,21	39,00	2,14	5,48
Julio	-	-	-	38,52	2,88	7,49	35,77	2,36	6,61	33,92	2,49	7,35	37,47	2,31	6,18	37,44	2,57	6,86
Agosto	39,71	3,92	7,34	37,95	2,49	6,57	36,06	2,84	7,87	36,63	3,35	9,14	36,95	2,35	6,36	36,29	2,88	7,93
Septiembre	38,83	2,90	7,46	37,91	2,32	6,13	34,55	2,85	8,24	33,76	2,05	6,08	36,23	2,83	7,81	35,60	6,61	7,32
Octubre	35,56	2,90	8,16	37,24	2,55	6,85	34,30	2,56	7,47	33,62	2,16	6,43	35,87	2,51	6,99	38,50	3,30	8,56
Noviembre	36,81	2,48	6,73	37,02	2,63	7,10	34,93	2,09	5,99	36,44	1,72	4,72	35,02	2,17	6,21	36,31	1,33	6,35
Diciembre	36,34	2,00	5,51	36,93	2,05	5,55	35,21	2,27	6,45	35,54	2,51	7,06	-	-	-	-	-	-

con información anual, norte y sur del Golfo San Jorge y aguas interiores (NGSJ AI y SGSJ AI), los mayores porcentajes de MM se registraron entre mayo y diciembre, con valores promedios de 65,98 y 48,54%, respectivamente. Dentro de este período, los meses de mayo a septiembre se caracterizaron por presentar los registros máximos (valores promedio de 71,47% para el sector norte y de 59,32% para el sur). En aguas exteriores al Golfo San Jorge (NGSJ AE y SGSJ AE), los porcentajes de MM fueron también máximos

entre mayo y agosto (88,83 y 87,22%, respectivamente), registrándose un descenso de los valores a partir de septiembre, que llega a ser del orden del 12% en noviembre en SGSJ AE. En Bahía Camarones (BC) y en el área de Rawson (R), con información de julio/agosto a febrero, los máximos valores se registraron entre julio y septiembre (87,98%), y agosto y septiembre (81,94%), respectivamente. En el sector de Península Valdés (PV), durante noviembre de 2001, el porcentaje de MM fue de 38,36%.

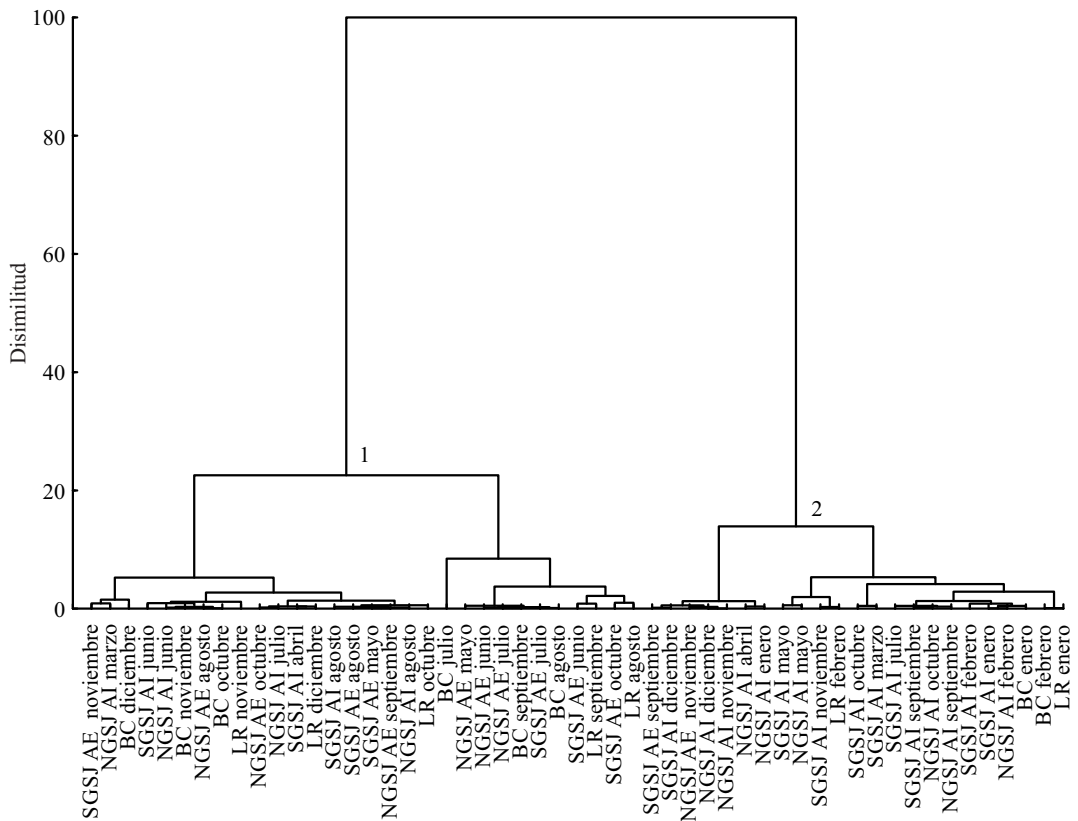


Figura 3. Agrupamiento jerárquico de las estructuras de tallas mensuales de machos maduros por sector. R: Rawson y aguas adyacentes, BC: Bahía Camarones y aguas adyacentes, NGSJ AI: norte del Golfo San Jorge, aguas interiores, SGSJ AI: sur del Golfo San Jorge, aguas interiores, NGSJ AE: norte del Golfo San Jorge, aguas exteriores y SGSJ AE: sur del Golfo San Jorge, aguas exteriores. 1: grupo 1, 2: grupo 2.

Figure 3. Cluster analysis of size monthly structure of mature males per sector. R: Rawson and adjacent waters, BC: Camarones Bay and adjacent waters, NGSJ AI: North of the San Jorge Gulf, inner waters, SGSJ AI: South of the San Jorge Gulf, inner waters, NGSJ AE: North of the San Jorge Gulf, outer waters and SGSJ AE: South of the San Jorge Gulf, outer waters. 1: group 1, 2: group 2.

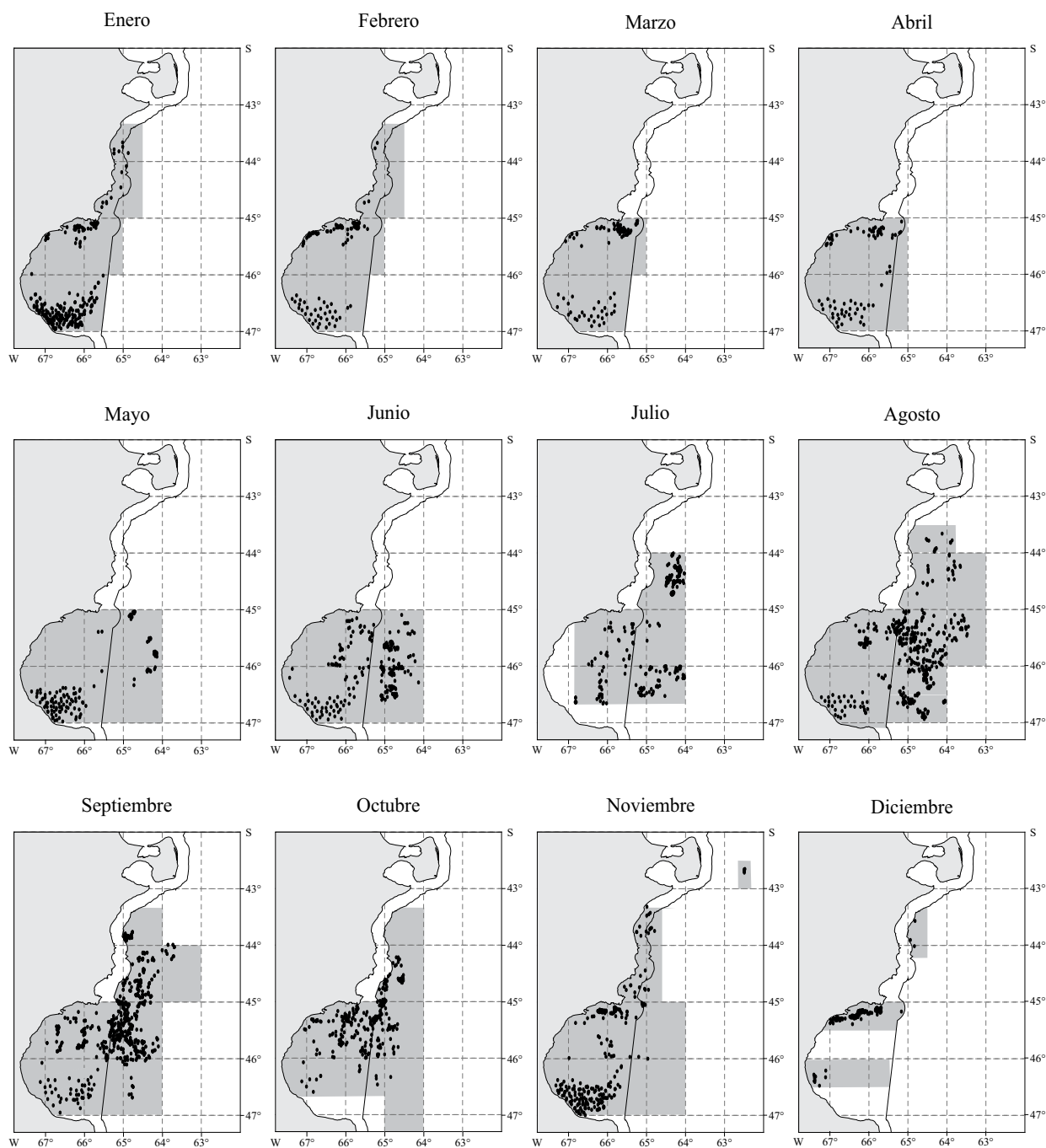


Figura 4. Distribución espacio-temporal de los machos maduros de langostino. Período 1998-2010. Las zonas marítimas grises indican las áreas muestreadas durante las campañas de investigación y los viajes de pesca de la flota comercial langostinera.

Figure 4. Spatiotemporal distribution of shrimp mature males. 1998-2010 period. The maritime grey zones indicate the areas sampled during the research cruises and commercial outrigger fleet trips.

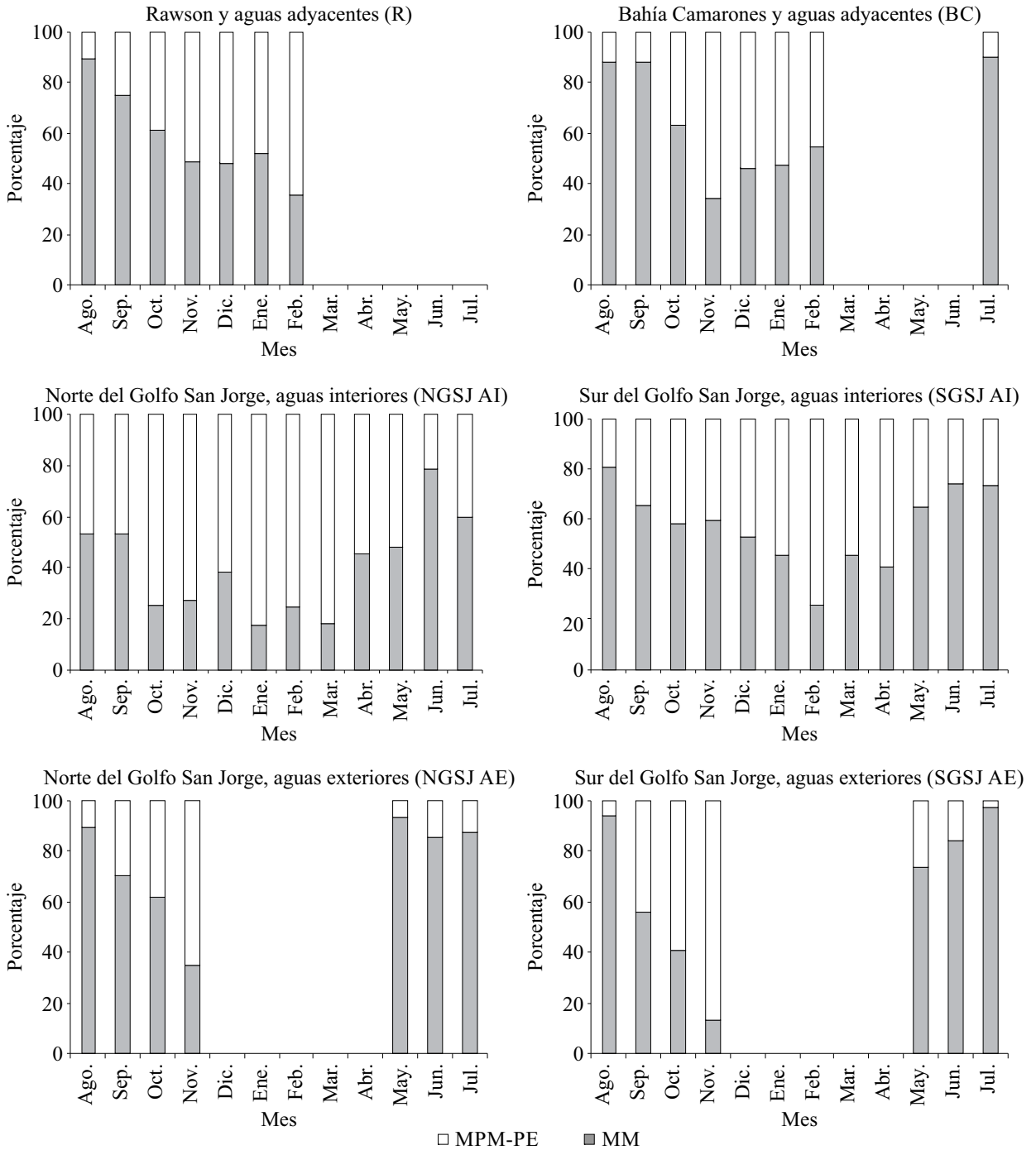


Figura 5. Distribución porcentual mensual de machos de langostino en proceso de maduración o postevacuado (MPM-PE) y maduros (MM) en los sectores de estudio considerados. Período 1998-2010.

Figure 5. Monthly percentage of shrimp maturing or post-evacuated males (MPM-PE) and mature males (MM) in each study sector: 1998-2010 period.

El análisis de agrupamiento jerárquico por sector (Figura 6) permitió diferenciar dos grupos de meses a un nivel de disimilitud de 25%, que se corresponden de manera general con los descritos en párrafos anteriores en función de la frecuencia de estadios. Por un lado, el grupo 1 formado por agosto, agosto-septiembre (Figuras 6 A y B) y mayo-diciembre (Figura 6 C); y por otro, el grupo 2 formado por octubre-noviembre, septiembre-octubre (Figura 6 A), octubre-febrero (Figura 6 B) y enero-abril (Figura 6 C). En relación con los sectores norte y sur del golfo, aguas exteriores (Figura 6 A) se observa que noviembre se diferencia claramente del grupo 1 y 2. Ambos grupos se caracterizaron por integrar meses con características muy homogéneas entre sí por sector y entre sectores.

Índice de abundancia relativa

Se detectaron nueve *outliers*, por lo tanto se excluyeron sus registros de la matriz de datos inicial. El criterio de Akaike seleccionó como modelo más parsimonioso el modelo (1) presentado en Materiales y Métodos, en el cual todos los factores (Año y Mes) y variables continuas (HP, Latitud, Longitud y Profundidad) incluidas resultaron estadísticamente significativas.

El Modelo Lineal General utilizado explicó el 57,49% de la variabilidad del $\ln(\text{CPUE}_{\text{MM}})$ de la flota tangonera en el área y período analizado. En la Tabla 3 se presentan los resultados de la tabla ANOVA del modelo. Todos los factores resultaron altamente significativos ($P < 0,01$) para el modelo, como fuentes de variabilidad de la CPUE. Esto significa que la abundancia de machos maduros varía temporalmente (entre años y entre meses) así como espacialmente. Teniendo en cuenta los coeficientes $b_2 = -0,61279$, $b_3 = -0,69625$ y $b_4 = -0,01204$, correspondientes a la Latitud, Longitud y Profundidad respectivamente, los valores de abundancia muestran una tendencia a ser mayores a medida que disminuye la Latitud, Longitud y Profundi-

dad. El diagnóstico del modelo, a partir de los gráficos de los residuales *versus* los valores predictivos y los gráficos de la distribución normal (*normal plots*) categorizados por año, resultó satisfactorio.

En cuanto a la evolución anual de la abundancia de machos maduros entre 2000-2010 (Figura 7), los máximos valores de 3.447 y 3.632 ind. h^{-1} se registraron en 2001 y 2007, respectivamente. Las máximas abundancias mensuales se observaron entre mayo y julio (valores por encima de 4.000 ind. h^{-1}) (Figura 8).

El semivariograma correspondiente a los residuos obtenidos del ajuste del MLG para los valores de CPUE de machos maduros se muestra en la Figura 9. Como puede observarse, no se puede establecer una correlación espacial residual clara, mostrando un efecto “pepita puro”. Esto permite considerar los residuos del modelo (1) no correlacionados y justifica la estimación de los parámetros por Mínimos Cuadrados Ordinarios.

DISCUSIÓN

El análisis espacio-temporal de la distribución y frecuencia relativa de los estadios de madurez sexual de los machos de langostino del litoral patagónico, realizado a partir de la información colectada durante el lapso 1998-2010, permitió ampliar el conocimiento sobre la dinámica reproductiva de la especie, específicamente en el Golfo San Jorge y aguas exteriores adyacentes al mismo, áreas de donde provienen los mayores desembarcos declarados de la pesquería (Bertuche *et al.*, 2005 a, b).

Los machos maduros son machos mayores de un año (de la Garza, 2006). Según este autor, de acuerdo con los parámetros de crecimiento, el langostino puede alcanzar una edad máxima teórica de 3,5 años, que en el caso de los machos se corresponde con un L_∞ de 45,46 mm de LC.

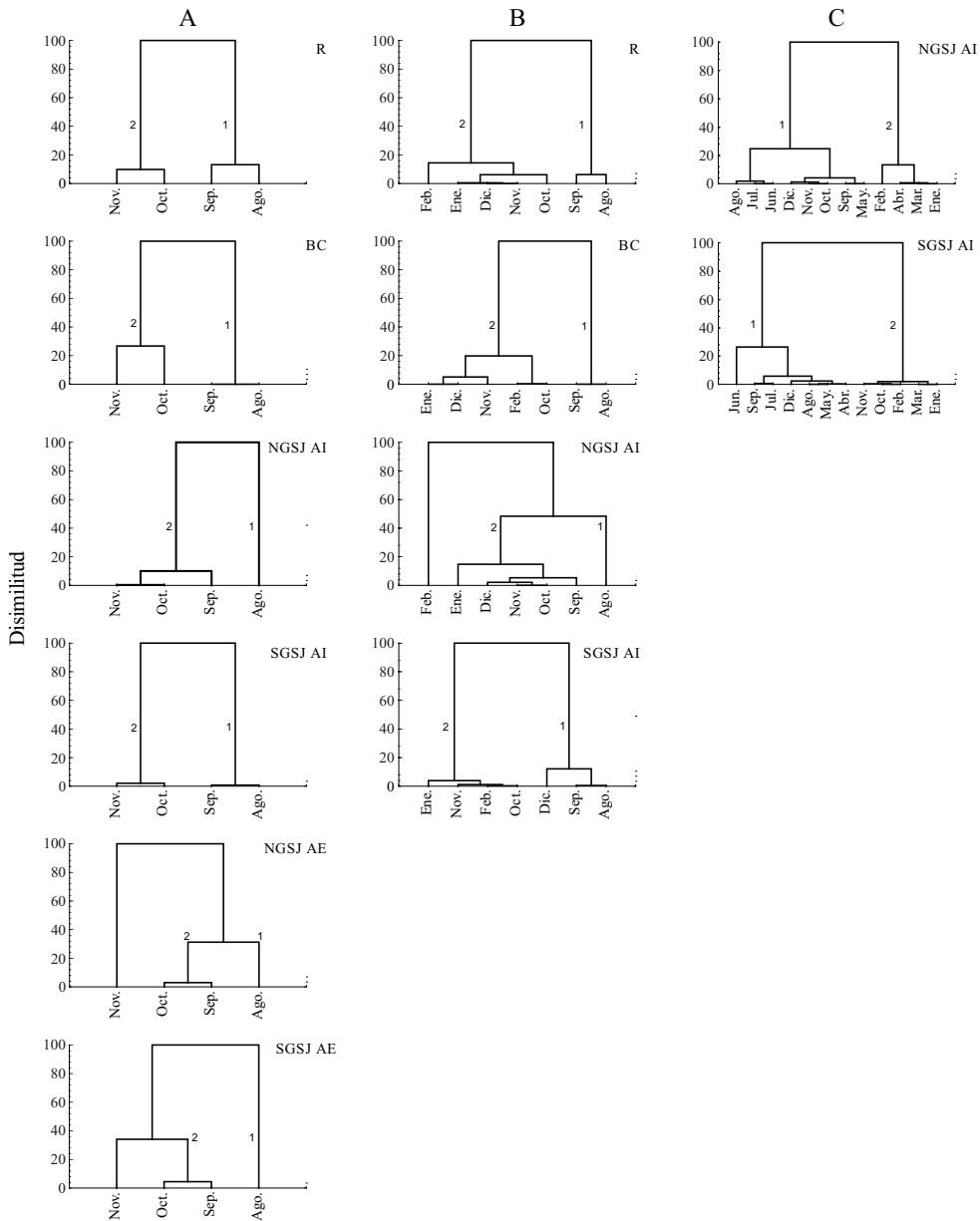


Figura 6. Agrupamiento jerárquico de las frecuencias mensuales de los estadios de madurez de machos adultos por sector. R: Rawson y aguas adyacentes, BC: Bahía Camarones y aguas adyacentes, NGSJ AI: norte del Golfo San Jorge, aguas interiores, SGSJ AI: sur del Golfo San Jorge, aguas interiores, NGSJ AE: norte del Golfo San Jorge, aguas exteriores y SGSJ AE: sur del Golfo San Jorge, aguas exteriores (A); R, BC, NGSJ AI y SGSJ AI (B) y NGSJ AI y SGSJ AI (C). Período 1998-2010. 1: grupo 1, 2: grupo 2.

Figure 6. Cluster analysis of adult males maturity stages monthly frequency per sector. R: Rawson and adjacent waters, BC: Camarones Bay and adjacent waters, NGSJ AI: North of the San Jorge Gulf, inner waters, SGSJ AI: South of the San Jorge Gulf, inner waters, NGSJ AE: North of the San Jorge Gulf, outer waters and SGSJ AE: South of the San Jorge Gulf, outer waters (A); R, BC, NGSJ AI and SGSJ AI (B); and NGSJ AI and SGSJ AI (C). 1998-2010 period. 1: group 1, 2: group 2.

Tabla 3. Resultados del análisis de varianza del Modelo Lineal General.

Table 3. Results of the General Linear Model variance analysis.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F	Probabilidad
Año	9	616,420	68,4912	47,5621	0,000000
Mes	11	535,211	48,6556	33,7878	0,000000
HP	1	52,473	52,4725	36,4384	0,000000
Latitud	1	27,057	27,0567	18,7889	0,000015
Longitud	1	119,717	119,7165	83,1344	0,000000
Profundidad media	1	17,738	17,7379	12,3177	0,000457
Error	3.283	3.283,281	1,4400		

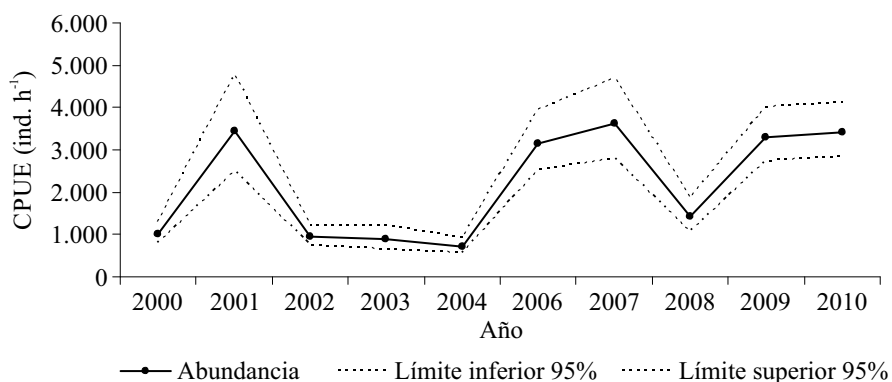


Figura 7. Valores medios estandarizados e intervalos de confianza de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE). Período 2000-2010.

Figure 7. Catch per unit of effort (CPUE) standardized mean values and confidence intervals. 2000-2010 period.

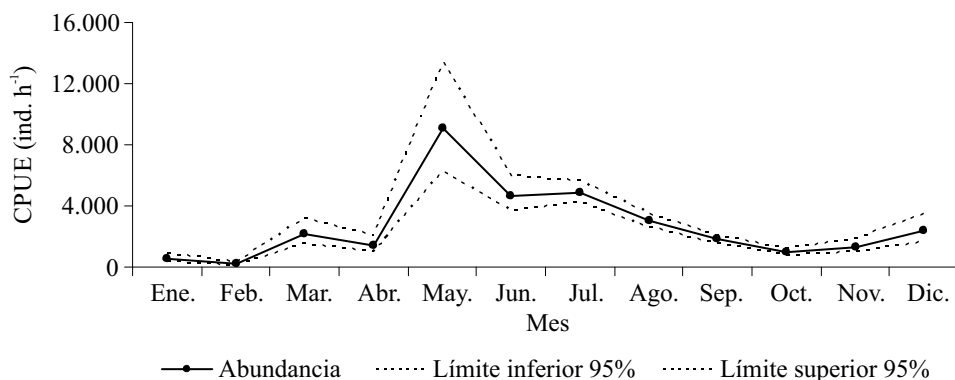


Figura 8. Valores medios estandarizados e intervalos de confianza de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) en función del mes. Período 2000-2010.

Figure 8. Catch per unit of effort (CPUE) standardized mean values and confidence intervals as a function of the month. 2000-2010 period.

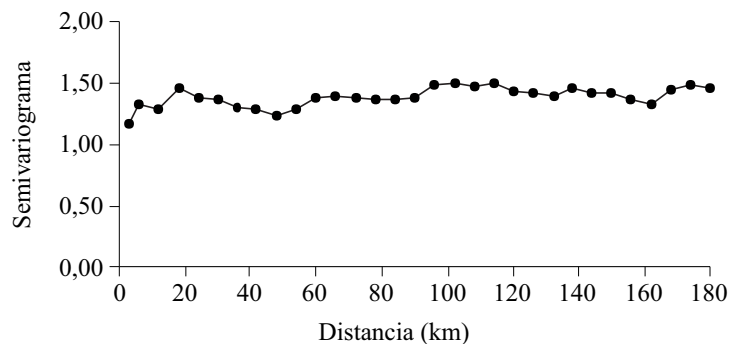


Figura 9. Semivariograma experimental correspondiente a los residuales del Modelo Lineal General para el período de estudio analizado.

Figure 9. Experimental semi-variogram corresponding to the General Linear Model residuals for the study period analyzed.

Las tallas de machos maduros fueron inferiores a las de hembras maduras (Fernández *et al.*, 2012), en correspondencia con el dimorfismo sexual de la especie. Las diferencias entre machos y hembras en la longitud del cuerpo son una regla general en los langostinos de la Superfamilia Penaeoidea. Este dimorfismo sexual se relaciona con la fecundidad de las hembras. La mayor longitud del cuerpo de las hembras es una adaptación para incrementar la producción de ovocitos tal como lo mencionaran Boschi (1989) y Castilho *et al.* (2008 a).

Los machos maduros, así como las hembras maduras (Fernández *et al.*, 2011, 2012) del langostino del litoral patagónico, presentan tallas superiores a las observadas en la costa de Brasil (23° S), donde se registraron tallas de primera madurez de 12,5 mm LC para machos y 15,5 mm LC para hembras (Castilho *et al.*, 2008 a). Según Castilho *et al.* (2007 a, b; 2008 a, b) estas diferencias estarían relacionadas con las variaciones latitudinales que afectan tanto la estructura poblacional como los patrones reproductivos. Castilho *et al.* (2007 b) señalan que las variaciones de los parámetros de historia de vida de una especie, como longevidad, crecimiento y talla de primera madurez, se modifican por las condiciones del hábitat relacionadas con la latitud, tales como la temperatura del agua, la disponibilidad de los nutrientes y la producción primaria.

En nuestro estudio el análisis espacio-temporal de las estructuras de tallas de machos maduros sugiere que las tallas mayores, al igual que lo observado para hembras maduras (Fernández *et al.*, 2012), se encuentran en aguas exteriores al Golfo San Jorge, en Rawson y Bahía Camarones durante la primavera, en coincidencia con lo descrito por Boschi (1989) y de la Garza *et al.* (2008). Estos autores describieron una gradación latitudinal neta de las tallas medias y modales hacia tallas superiores en el área de distribución del recurso, de sur (sector sur del Golfo San Jorge) a norte (Rawson) sugiriendo una migración de langostinos adultos desde el interior del golfo. De la Garza *et al.* (2008) indican que esta migración comienza a partir de otoño y es en sentido E-NE, hacia aguas de jurisdicción nacional adyacentes al Golfo San Jorge, donde suele habilitarse anualmente la captura de esta especie entre junio y julio. A comienzos de la primavera, el langostino iniciaría su desplazamiento hacia el litoral de Chubut, tanto hacia la costa norte del Golfo San Jorge como hacia el norte de la latitud 45° S (Bahía Camarones y litoral de Rawson).

La presencia de machos maduros de *P. muelleri* en el litoral patagónico durante todo el año coincide con lo observado por Díaz *et al.* (2003) para la población del langostino de Mar del Plata (38° S). A su vez, en relación con las estaciones con mayores porcentajes y abundancia de estos

individuos, nuestros resultados son inversos a los indicados por Díaz *et al.* (2003). En Mar del Plata, los máximos porcentajes de machos maduros se observan en primavera y verano con porcentajes de 35 y 50% respectivamente; siendo los porcentajes del orden del 10% en otoño-invierno (Díaz *et al.*, 2003). Para el caso del langostino de la Patagonia, la abundancia de machos maduros durante el período reproductivo, tendería a disminuir como consecuencia de la transferencia de los espermátóforos a la hembra. El análisis histológico de los testículos de ejemplares colectados durante futuras campañas estivales permitirá conocer la proporción de los ejemplares postevacuados durante el período reproductivo.

Iorio (com. pers.)¹ indica que la maduración de los machos en *P. muelleri* antecede a la de las hembras y se prolonga aún cuando la capacidad reproductiva de las hembras ha cesado, no diferenciándose un ciclo de madurez estacional en machos. Esto coincide con lo encontrado para el langostino de aguas templadas *Aristaemorpha foliacea* (Superfamilia Penaeoidea; Familia Aristaemoridae) en la costa oeste de Italia (42° 30' N) (Belcari *et al.*, 2003). Sin embargo, Desantis *et al.* (2003) luego de analizar la presencia de machos maduros en un período anual para la misma población, encontraron que la actividad testicular es discontinua. Los autores señalan además que la máxima actividad espermatogénica se observa en primavera, cuando el epitelio seminífero está constituido por espermatoцитos primarios y espermatozoos, y que durante el verano la espermatogénesis comienza a disminuir. En el invierno los testículos están inactivos, sin actividad meiótica. Estos cambios estacionales en la actividad testicular han sido reportados para otros penaeoideos como *Penaeus setiferus* de la costa atlántica de Estados Unidos (Desantis *et al.*, 2003).

Cabe indicar que diversos trabajos tratan el aspecto morfológico y fisiológico del aparato

reproductor de los machos de *P. muelleri* (Angellescú y Boschi, 1959; Boschi, 1989; Díaz *et al.*, 2002), pero aún no se han realizado investigaciones considerando la espermatogénesis desde un punto de vista temporal en el área de distribución de la especie, lo cual podría aportar información sobre los períodos de actividad de las glándulas sexuales. Los estudios sobre el proceso de espermatogénesis en langostinos penaeoideos son escasos y la información sobre la fisiología reproductiva de los machos es limitada. La mayoría de los estudios sobre la temática desarrollan aspectos de ultraestructura del espermátóforo dirigidos a cuestiones filogenéticas y taxonómicas (Sunilkumar y Diwan, 1993; Desantis *et al.*, 2003).

Las mayores abundancias de machos maduros registradas a menores latitudes en nuestra área de estudio se relacionan con el proceso migratorio de la especie en sentido E-NE y con la evolución latitudinal de los procesos ambientales, en particular con los incrementos de la temperatura del agua a partir de la primavera, primero en Rawson, Bahía Camarones y norte del Golfo San Jorge y posteriormente en el sur del golfo. La temperatura del agua, la disponibilidad de alimento en el medio y el fotoperíodo son factores ambientales que influyen en el crecimiento de los organismos y en los procesos reproductivos en general (Fernández *et al.*, 2011). La tendencia al incremento de los valores de abundancia con la disminución de la longitud no se corresponde con el incremento de los mismos valores hacia la costa en áreas de puesta propuesto para *P. muelleri* en la Patagonia (Fernández *et al.*, 2012). En nuestro estudio, esto posiblemente podría deberse a la falta de información en zonas más costeras durante el período analizado.

Los mayores valores de abundancia anual coinciden en parte con lo indicado por Fischbach *et al.* (2009). Estos autores analizaron la evolución anual de la abundancia de langostino entre

¹María I. Iorio, Programa "Pesquerías de Crustáceos", INIDEP, P. V. Ocampo N° 1, B7602HSA - Mar del Plata, Argentina.

1992 y 2008, indicando que el período de máxima abundancia se registró entre 2000-2003, con el mayor valor anual encontrado en 2001. Esta situación también se registró para las hembras maduras al estimarse un índice de abundancia relativa para las mismas a partir de datos de CPUE mediante la aplicación de un Modelo Lineal General (Fernández y Hernández, 2011). En cuanto a los valores de abundancia mensual, nuestros resultados estarían en concordancia con lo indicado por Fischbach *et al.* (2009). Según los autores, el patrón mensual de abundancia del langostino está sesgado por las decisiones administrativas provinciales y nacionales que habitualmente se toman, que habilitan e inhabilitan áreas de pesca generando restricciones al acceso del recurso. Fischbach *et al.* (2009) indican que se observan máximos de abundancia en marzo y en julio-agosto. El primero, estaría relacionado con la apertura de la temporada en aguas de jurisdicción provincial, estrategia de captura adoptada a partir de 1996. Esta estrategia incluye un cierre de la pesca en el verano y una posterior apertura en febrero-abril. El segundo máximo se vincula a la pesca de langostino en aguas de jurisdicción nacional, tanto en años en que el área era de libre pesca como en años en que, existiendo restricciones, se habilitó la operatoria de buques pesqueros langostineros en la zona. La mínima abundancia mensual se corresponde, según los citados autores, a los meses previos a la apertura de la temporada de pesca en el Golfo San Jorge.

CONCLUSIONES

- La presencia de machos maduros de *P. muelleri* en el área de estudio se observó durante todo el año.
- Otoño e invierno fueron las estaciones con porcentajes más altos de machos maduros conjuntamente con los mayores valores de abundancia.

- Las tallas superiores de machos maduros se localizaron en aguas exteriores al Golfo San Jorge y en el sector de Rawson y Bahía Camarones durante la primavera.

BIBLIOGRAFÍA

- ANGELESCU, V. & BOSCHI, E.E. 1959. Estudio biológico pesquero del langostino de Mar del Plata en conexión con la operación nivel medio. Serv. Hidrog. Naval Arg., H 1017: 1-135.
- BELCARI, P., VIVA, C., MORI, M. & DE RANIERI, S. 2003. Fishery and Biology of *Aristaeomorpha foliacea* (Risso, 1827) (Crustacea: Decapoda) in the Northern Tyrrhenian Sea (Western Mediterranean). J. Northw. Atl. Fish. Sci., 31: 195-204.
- BERTUCHE, D., FISCHBACH, C., ROUX, A., FERNÁNDEZ, M. & PIÑERO, R. 2000. Langostino (*Pleoticus muelleri*). En: BEZZI, S.I., AKSELMAN, R. & BOSCHI, E.E. (Eds.). Síntesis del estado de las pesquerías marítimas argentinas y de la Cuenca del Plata. Años 1997-1998, con la actualización de 1999. Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Mar del Plata: 179-190.
- BERTUCHE, D., DE LA GARZA, J., FERNÁNDEZ, M., FISCHBACH, F., MORIONDO, P., PIÑERO, R. & ROUX, A. 2005 a. Estudio de las potenciales afectaciones de las distintas actividades económico-productivas realizadas en la zona costera patagónica, en especial en el Golfo San Jorge, sobre especies bentónicas, en relación a la evolución de aquellas definidas como indicadores. Consultora Serman & Asociados S.A., Informe Proyecto Langostino. INIDEP, 162 pp.
- BERTUCHE, D., COLOMBO, M., DE LA GARZA, J., FERNÁNDEZ, M., FISCHBACH, C., GÓNGORA, M.E., MORIONDO, P., PETTOVELLO, A. & SPANJERSBERG, G. 2005 b. Plan de manejo para la recuperación de la Pesquería de langostino

- patagónico. Elementos conceptuales básicos. Acta de la Reunión del Grupo Técnico. Consejo Federal Pesquero, 4 pp.
- BOSCHI, E.E. 1989. Biología pesquera del langostino del litoral patagónico de Argentina (*Pleoticus muelleri*). Contrib. Inst. Nac. Invest. Desarr. Pesq. (Mar del Plata), N° 646: 1-71.
- BOSCHI, E.E. 1997. Las pesquerías de crustáceos decápodos en el litoral de la República Argentina. Invest. Mar., 25: 19-40.
- BURNHAM, K.P. & ANDERSON, D.R. 1988. Model Selection and Multimodel Inference. A Practical Information-Theoretic Approach. Springer-Verlag, Nueva York, 488 pp.
- CASTILHO, A.L., COSTA, R., FRANZOZO, A. & BOSCHI, E.E. 2007 a. Reproductive pattern of the South American endemic shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeoidea), off Sao Paulo State, Brazil. Rev. Biol. Trop., 55 (1): 39-48.
- CASTILHO, A.L., COSTA, R., FRANZOZO, A. & NEGREIROS-FRANZOZO, M.L. 2008 a. Reproduction and recruitment of the South American red shrimp, *Pleoticus muelleri* (Crustacea: Solenoceridae), from the southeastern coast of Brazil. Mar. Biol. Res., 4: 361-368.
- CASTILHO, A.L., PIE, M., FRANZOZO, A., PINHEIRO, A. & COSTA, R. 2008 b. The relationship between environmental variation and species abundance of shrimp community (Crustacea: Decapoda, Penaeoidea) in south-eastern Brazil. J. Mar. Biol. Ass. U.K., 88 (1): 119-123.
- CASTILHO, A.L., GAVIO, M.A., COSTA, R., BOSCHI, E.E., BAUER, R.T. & FRANZOZO, A. 2007 b. Latitudinal variation in population structure and reproductive pattern of the endemic south american shrimp *Artemesia longinaris* (Decapoda: Penaeoidea). J. Crust. Biol., 27 (4): 548-552.
- COSTA, R.C., FRANZOZO, A. & PINHEIRO, A. 2004. Ecological distribution of the shrimp *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888) (Decapoda: Penaeoidea) in southeastern, Brazil. Hydrobiologia, 529 (1): 197-205.
- DE LA GARZA, J. 2006. Estimación de los parámetros de crecimiento del langostino patagónico, utilizando frecuencia de tallas para las temporadas 2004 a 2006. Inf. Téc. INIDEP N° 16/2006, 13 pp.
- DE LA GARZA, J. & FISCHBACH, C. 2009. Protocolo de trabajo de un observador de pesca a bordo de un barco langostinero. Inf. Ases. Transf. INIDEP N° 40/2009, 8 pp.
- DE LA GARZA, J., FERNÁNDEZ, M., FISCHBACH, C., MORIONDO, P. & ROUX, R. 2008. Estudio del ciclo reproductivo del langostino patagónico (*Pleoticus mulleri*) en el Golfo San Jorge, dinámica espacio-temporal de la reproducción, desove y estadios larvales y descripción de los patrones de migración de los langostinos juvenil y adulto. Consultora Ezcurra y Schmidt S. A., Informe Programa de Pesquería de Crustáceos. Langostino. INIDEP, 97 pp.
- DESANTIS, S., LABATE, M., CIRILLO, F., LABATE, G.M., MAIORANO, P. & D'ONGHIA, G. 2003. Testicular activity and espermin Glycoproteins in Giant Red Shrimp *Aristaeomorpha foliacea*. J. Northw. Atl. Fish. Sci., 31: 205-212.
- DÍAZ, C., PETRIELA, A.M. & FENUCCI, J.L. 2003. Ciclo de muda y reproducción de la población del langostino *Pleoticus muelleri* (Crustacea, Penaeoidea) de Mar del Plata. Cienc. Mar., 29: 343-355.
- DÍAZ, A., FERNÁNDEZ GIMENEZ, A.V., PETRIELA, A.M. & FENUCCI, J.L. 2002. Morphological and functional study of the male reproductive tract in the shrimp *Pleoticus muelleri* Bate (Decapoda, Penaeoidea). Invertebr. Reprod. Dev., 42 (1): 69-74.
- DIDAY, E., LAMAIRE, J., POUGET, J. & TESTU, F. 1982. Eléments d'Analyse de Données. Bordas, Paris, 464 pp.
- FERNÁNDEZ, M. 2006. Características físico-químicas de los sedimentos del Golfo San Jorge y su relación con los organismos bentónicos del sector. Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata, 307 pp.

- FERNÁNDEZ, M. & HERNÁNDEZ, D. 2011. Estimación de un índice de abundancia relativa de hembras maduras de langostino del litoral patagónico (período 2000-2010) a partir de datos de CPUE, considerando un Modelo Lineal General. Inf. Invest. INIDEP N° 86/2011, 15 pp.
- FERNÁNDEZ, M., HERNÁNDEZ, D. & ROUX, A. 2011. Analysis of the relation among relative abundance of mature and of impregnated females shrimp (*Pleoticus muelleri*) and environmental variables applying Statistic Models. Lat. Am. J. Aquat. Res., 39 (1): 1-15.
- FERNÁNDEZ, M., IORIO, M.I., HERNÁNDEZ, D. & MACCHI, G. 2012. Studies on the reproductive dynamics of *Pleoticus muelleri* (Spence Bate, 1888) (Crustacea, Decapoda, Solenoceridae) of Patagonia, Argentina. Lat. Am. J. Aquat. Res., 40 (3): 858-871.
- FISCHBACH, C. & HERNÁNDEZ, D. 2001. Indicadores de abundancia y esfuerzo pesquero en la pesquería de langostino en el período 1992-2000. Aplicación de un modelo lineal general. Inf. Téc. Int. DNI-INIDEP N° 51/2001, 15 pp.
- FISCHBACH, C., BERTUCHE, D. & DE LA GARZA, J. 2009. Identificación pragmática de períodos críticos en la abundancia de langostino patagónico, 1992-2008. Inf. Téc. Of. INIDEP N° 19/2009, 15 pp.
- HAIR, J.F., ANDERSON, R.E., TATHAM, R.L. & BLACK, W.C. 1999. Análisis Multivariante. Prentice Hall, Madrid, 799 pp.
- HERNÁNDEZ, D.R. & PERROTTA, R.G. 2006. Influencia de las interacciones con el factor año en los índices de abundancia obtenidos por modelos lineales generales utilizando datos de captura por unidad de esfuerzo. Rev. Invest. Desarr. Pesq., 18: 57-73.
- IORIO, M.I., MACCHI, G. & HERNÁNDEZ, D. 2000. Estimación de la talla de primera madurez y fecundidad del langostino patagónico. Caracterización del desarrollo del ovario y estadio de impregnación. Inf. Téc. Int. DNI-INIDEP N° 61/2000, 14 pp.
- JOHNSON, R.A. & WICHERN, D.W. 1998. Applied Multivariate Statistical Analysis. Prentice Hall, Nueva Jersey, 816 pp.
- MAGYP (MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA). 2012. [web en línea]. http://www.minagri.gob.ar/site/pesca/pesca_maritima/02-desembarques/index.php [Consulta: 20 de julio 2012].
- MORRISON, D.F. 1976. Multivariate Statistical Methods. McGraw Hill, Nueva York, 415 pp.
- ROUX, A. & PIÑERO, R. 2006. Crustáceos decápodos y estomatópodos asociados a la pesquería del langostino patagónico *Pleoticus muelleri* (Bate, 1888) en el Golfo San Jorge, Argentina. Rev. Invest. Desarr. Pesq., 18: 33-43.
- SEGURA, A.M., DELGADO, E. & CARRANZA, A. 2008. La pesquería de langostino en Punta del Diablo (Uruguay): un primer acercamiento. P. Am. J. A. Sci., 3 (3): 232-236.
- SUNILKUMAR, K. & DIWAN, A. 1993. Spermatogenesis and spermatophore formation in the Indian white prawn *Penaeus indicus* Milne Edwards. J. Mar. Biol. Assoc. India, 35 (1-2): 180-192.

Recibido: 01-08-2012

Aceptado: 19-02-2014