

Estado reproductivo del langostino (*Pleoticus muelleri*) del sector patagónico. Resultados de la Campaña de Investigación BS-2023/02 (noviembre 2023)

Mónica Fernández, María Inés Militelli, Manuel García Penoni, Marta Estrada, Hugo Brachetta y Ezequiel Maldonado Montes de Oca

Dirección: Programa Pesquería de Langostino

Area: Dirección de Pesquerías de Invertebrados y Ambiente Marino

Citar como:

Fernández M, Militelli MI, García Penoni M, Estrada M, Brachetta H y Maldonado Montes de Oca E. 2024. Estado Reproductivo del langostino (*Pleoticus muelleri*) del sector patagónico. Resultado de la Campaña de Investigación BS-2023/02 (noviembre 2023). Inf Investigación INIDEP N° 052/24, 22 pp.



Estado reproductivo del langostino (*Pleoticus muelleri*) del sector patagónico. Resultados de la Campaña de Investigación BS-2023/02 (noviembre 2023)

Fernández Mónica¹, Militelli M. Inés^{1,2}, García Penoni Manuel¹, Estrada Marta¹, Brachetta Hugo¹ y Maldonado Montes de Oca Ezequiel¹

¹Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.

²Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras – Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (IIMyC - CONICET), Argentina.

Resumen

Se presentan los resultados del análisis de la información colectada durante la campaña de investigación BS-2023/02 (noviembre 2023) realizada entre los paralelos 43°S y 47°S. Los mismos corresponden a la distribución espacial y estructura de longitudes de cefalotórax de hembras maduras (HM) e impregnadas (hembras próximas a desovar) (HI), así como a datos de abundancia. A la vez, se analizó las frecuencias porcentuales de los estadios de maduración ovárica y se estimaron los índices gonadosomático y hepatosomático y el factor de condición de las hembras en reproducción. La presencia de HM se observó en toda el área de estudio excepto en el sector suroeste del Golfo San Jorge. Las HI sólo se registraron al norte de la latitud 45°S. Con respecto a las HM, los mayores valores de abundancia relativa puntual, porcentaje y longitud media de cefalotórax, también se registraron al norte de la citada latitud. La abundancia de hembras en reproducción en 2023 fue superior respecto a 2022. En la distribución de longitudes para el total de hembras (TH) al norte de 45°S, al igual que en el 2022, se destaca una mayor participación porcentual de hembras adultas de longitudes menores a 36 mm LC y una menor participación de hembras entre 37-46 mm de LC, respecto a 2021. En los sectores norte y sur del Golfo San Jorge (NGSJ y SGSJ), para la distribución del TH y HM, se observa una distribución desplazada hacia longitudes menores respecto a años previos. La participación porcentual de los estadios de vitelogénesis en el Golfo San Jorge (aguas interiores) presentaron un descenso respecto a años previos y continúa siendo baja respecto a lo histórico conocido. De manera general, se señala que se sigue observando un retraso en el inicio del proceso reproductivo en el Golfo San Jorge con respecto a la información histórica de la especie. El factor de condición o la condición corporal de las hembras maduras del golfo y de la zona costera próxima a Rawson, no presentó diferencias significativas respecto a años previos.

Palabras Clave

Langostino, reproducción, Patagonia, Argentina.

Introducción

La reproducción del langostino en el área patagónica se desarrolla fundamentalmente durante la primavera y el verano a lo largo de la costa, entre las latitudes 42°S y 47°S. Sin embargo, la actividad reproductiva de la especie presenta variaciones latitudinales en su inicio y duración (Fernández et al. 2012). A partir del año 2013 se registraron nuevas áreas con actividad reproductiva y una extensión temporal de la misma, que se correspondería con el aumento de la biomasa disponible para la pesca registrada en los últimos años (Fernández et al. 1918, 2019).

En este informe se analizan distintos aspectos de la reproducción del langostino en el área patagónica comprendida entre 43°10'S - 47°00'S durante noviembre de 2023. Los objetivos del trabajo fueron conocer la abundancia, distribución espacial y estructura de longitudes de las hembras maduras e impregnadas; establecer las frecuencias porcentuales de los estadios de maduración ovárica de las



hembras adultas según información macroscópica e histológica; así como estimar los índices gonadosomático y hepatosomático y el factor de condición de las hembras en reproducción.

Dado los cambios observados en el estado reproductivo de las hembras, los resultados obtenidos se compararon con los provenientes de las campañas de 2017 a 2022, a fin de poder analizar las posibles variaciones en el potencial reproductivo de la especie.

Materiales y métodos

Los datos y muestras biológicas fueron obtenidos en la Campaña de Investigación BS-2023/02, llevada a cabo en el BP Bogavante Segundo entre el 3 y 20 de noviembre de 2023. El objetivo principal de la misma fue verificar la presencia de concentraciones de langostino accesible y vulnerable a la red tangonera comercial entre 43° 10'S y 47° 00'S y al oeste de 64° 00'W (de la Garza et al. 2024). En la Figura 1 se observa la localización de los lances de pesca, así como los lances con presencia de langostino. En el Informe Técnico Oficial N° 001/24 (Pisani et al. 2024) se describen las características de las redes de arrastre utilizadas y las operatorias y actividades de pesca realizadas en la campaña. En los lances con presencia de langostino, se registró la captura y se realizó el muestreo biológico correspondiente conforme a la metodología convencional: separación de los ejemplares por sexo, medición del largo de cefalotórax (LC) en milímetros (al milímetro más cercano) desde el seno orbitario hasta el borde posterior del cefalotórax, determinación macroscópica del estado de madurez sexual y peso de la muestra. En cada lance de pesca se estimó la abundancia relativa del langostino en peso (t/mn^2) y en número (miles de individuos/ mn^2). Las muestras ponderadas a la captura/ mn^2 , se agruparon desde un punto de vista espacial para graficar la distribución de longitudes del total de hembras, hembras maduras (HM) e impregnadas (HI). Para el análisis espacial de los datos se consideraron tres sectores: sur y norte del Golfo San Jorge (SGSJ y NGSJ) y Norte de Chubut (Figura 1).

El procesamiento del material a bordo y en el laboratorio para estudios histológicos, así como la determinación de los estadios de madurez gonadal se realizó según lo desarrollado en Fernández et al. (2001, 2002). La escala microscópica del proceso de maduración ovárica consiste en seis estadios: (1) inmaduro (juvenil), ovario compacto con ovocitos en crecimiento primario; (2) maduración inicial, ovarios con ovocitos en inicio de vitelogénesis; (3) maduración avanzada, ovarios con ovocitos vitelados; (4) maduración total, ovarios con ovocitos vitelados y vesículas periféricas; (5) post-desove, ovocitos en crecimiento primario, con movilización folicular y/o elementos vitelados en reabsorción y (6) reposo, ovario laxo con túnica engrosada con o sin ovocitos en crecimiento primario.

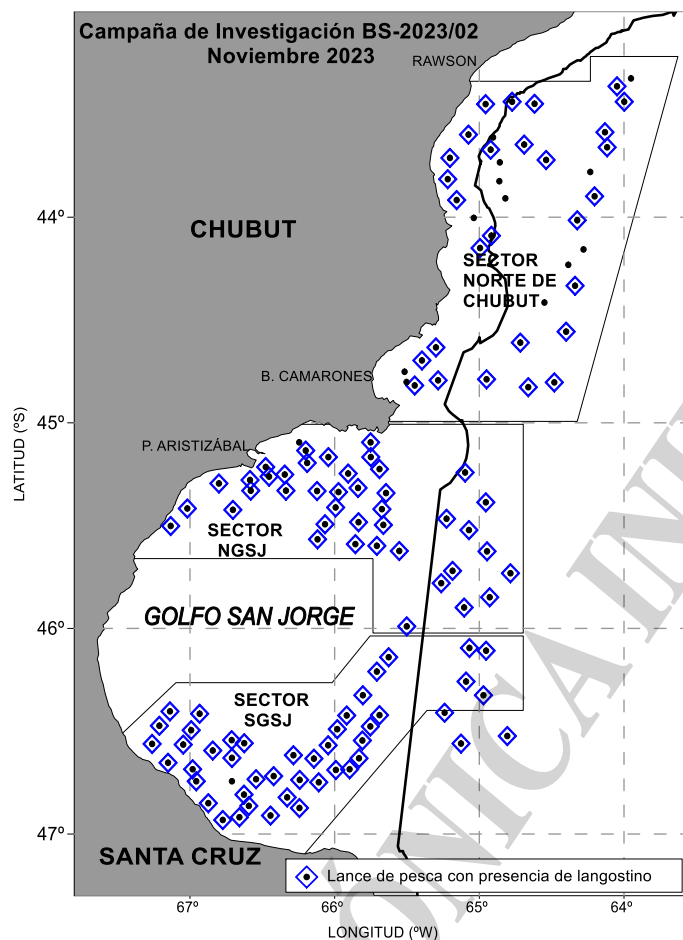


Figura 1. Ubicación geográfica de los lances de pesca y lances con presencia de langostino en la Campaña de Investigación BS-2023/02.

Tabla 1. Fecha y ubicación geográfica de los lances de pesca de la Campaña de Investigación BS-2023/02 con toma de muestras para análisis histológico (n=821).

Lance	Fecha	Latitud (°S)	Longitud (°W)	Lance	Fecha	Latitud (°S)	Longitud (°W)
01 (n=30)	05/11/2023	45°15'	65°06'	79 (n=51)	12/11/2023	45°17'	66°35'
02 (n=40)	05/11/2023	45°23'	64°57'	81 (n=18)	12/11/2023	45°16'	66°27'
08 (n=20)	05/11/2023	46°07'	64°57'	86 (n=39)	13/11/2023	45°08'	66°12'
11 (n=21)	06/11/2023	46°34'	65°08'	89 (n=22)	13/11/2023	44°48'	65°17'
13 (n=10)	06/11/2023	46°16'	65°06'	90 (n=20)	14/11/2023	44°49'	65°27'
14 (n=39)	06/11/2023	46°06'	65°04'	95 (n=22)	14/11/2023	44°47'	64°57'
20 (n=40)	07/11/2023	46°13'	65°43'	97 (n=20)	14/11/2023	44°48'	64°29'
25 (n=38)	07/11/2023	46°38'	65°50'	99 (n=20)	16/11/2023	43°43'	64°32'
39 (n=24)	08/11/2023	46°52'	66°36'	111 (n=41)	16/11/2023	43°55'	65°09'
51 (n=33)	09/11/2023	46°49'	66°38'	121 (n=42)	17/11/2023	43°36'	65°05'
55 (n=24)	10/11/2023	46°38'	66°09'	124 (n=40)	17/11/2023	43°26'	64°46'
59 (n=36)	10/11/2023	45°37'	65°33'	126 (n=28)	17/11/2023	43°26'	63°60'
65 (n=45)	11/11/2023	45°21'	65°39'	128 (n=24)	12/11/2023	45°17'	66°35'
75 (n=34)	12/11/2023	45°25'	67°01'				

n = número de individuos utilizados para el análisis histológico

La abundancia en número de hembras en actividad reproductiva se calculó a partir de las estimaciones de numerosidad de la fracción de langostino accesible y vulnerable a la red de pesca del BP Bogavante Segundo, utilizando la información microscópica de los estadios madurativos. Esta estimación se realizó por el método de área barrida a partir de los valores de densidad obtenidos en los lances de pesca (Pisani et al. 2024).



Con el fin de analizar las reservas energéticas en diferentes tejidos, se calculó el índice hepatosomático (IHS) y gonadosomático (IGS) (Díaz 2001) así como el factor de condición (K) (Sobrino y García 2007) para el total de las hembras muestreadas.

El IHS proporciona información del estado de las reservas de energía en el hepatopáncreas y se definió mediante la ecuación:

$$\text{IHS} = \frac{\text{PH}}{\text{Pte}} * 100$$

PH: peso del hepatopáncreas

Pte: peso total eviscerado.

El IGS es un indicativo del grado de desarrollo gonadal y de las reservas acumuladas en los ovocitos.

$$\text{IGS} = \frac{\text{PG}}{\text{Pte}} * 100$$

PG: peso de la gónada (ovario)

Pte: peso total eviscerado.

Para todas estas determinaciones, se utilizó el peso eviscerado ya que el peso del individuo puede estar muy influenciado por el contenido del estómago o el desarrollo gonadal.

El factor de condición o estado corporal “K” se estimó aplicando el índice descripto por Le Cren (Sobrino y García 2007):

$$K = \frac{\text{Pte}}{\text{Pteo}}$$

Pte: peso total eviscerado.

Pteo: peso teórico o de referencia, estimado a través de la ecuación longitud de caparazón - peso.

$$\text{Pteo} = a * L^b$$

L: longitud de caparazón

a: constante

b: constante alométrica

El modelo de regresión longitud – peso se realizó integrando los datos del total de hembras muestreadas desde 2016 a 2023 (Fernández et al. 2020, 2021, 2022), siendo los valores de *a* y *b* de 0,0027 y 2,5476, respectivamente ($R^2= 0,94$; $P<0,05$). Los factores de condición no son más que índices basados en las proporciones entre los valores de peso observado y valores teóricos o de referencia (Sobrino y García 2007). Por lo tanto, para la obtención del factor de condición de las hembras muestreadas, el peso de cada ejemplar se comparó con el estimado utilizando una única curva teórica.

Los valores medios resultantes para cada índice y factor “K” por año (2016 a 2023) se compararon entre sí mediante los tests no paramétricos Kruskal Wallis y Mann Whitney (Zar 1996) utilizando el programa Statistica Versión 7.0 (2007). A los efectos de evitar sesgos, los análisis se realizaron trabajando en el rango de longitudes en común para todos los años de muestreo (entre 37 y 44 mm LC, entre 42 y 52 mm LC y entre 37 y 50 mm LC, para las hembras del Golfo San Jorge, sector costero cercano a Rawson y áreas adyacentes a los sectores citados, respectivamente). A la vez, se analizó la medida de dependencia lineal entre las variables de estudio a través del Coeficiente de Correlación de Pearson (Zar op. cit.).



Resultados y Discusión

1. Abundancia relativa y estructura de longitudes de hembras maduras (HM) e impregnadas (HI) (observación macroscópica)

Los mayores valores puntuales de abundancia relativa de HM se localizaron en el sector Norte de Chubut (Figura 2). Estos valores se ubicaron entre 0,14 y 1.760,92 miles de individuos/mn².

En el NGSJ la densidad de HM varió entre 0,28 y 53,86 miles de individuos/mn². Los máximos valores se localizaron se ubicaron en el extremo norte del Golfo (45° 06´S y 65° 45´W).

En el SGSJ los valores oscilaron entre 0,15 y 9,47 miles de individuos/mn². Las mayores concentraciones de hembras en reproducción se localizaron en aguas adyacentes a la boca del golfo y hacia el sector este del mismo (en 46° 00´S – 46° 45´S) conocido como “la pared”. Según Fernández et al. (2012 a, b) la abundancia de HM que se observa en el SGSJ podría estar subestimada debido a la posible localización de altas densidades de reproductores en la zona conocida como “la pared”, zona de difícil acceso para la pesca de arrastre.

Las HI sólo se registraron en el sector Norte de Chubut, ubicándose la abundancia relativa entre 0,16 y 227,27 miles de individuos/mn². Las mayores concentraciones se ubicaron en aguas costeras próximas a Rawson.

Tabla 2. Participación porcentual de hembras adultas “HA” (> 31 mm LC) y de hembras maduras “HM” e impregnadas “HI” respecto al total de hembras adultas; y longitud del cefalotórax en mm, LC (valor promedio). NORTE CHUB (sector norte de Chubut), NGSJ y SGSJ (sectores norte y sur del Golfo San Jorge). Noviembre 2017 a 2023.

		2017			2018			2019			2020			2021		
Área	%	HA	HM	HI	HA	HM	HI	HA	HM	HI	HA	HM	HI	HA	HM	HI
	Total	LC	63,26	7,5	0,69	60,47	5,87	0,42	63,8	10,5	0,07	77,47	19,87	0,005	79,09	17,30
NORTE CHUB.	%	96,70	43,95	7,37	98,39	29,1%	4,57	93,41	27,44	0,22	96,47	28,08	0,007	98,88	44,41	1,41
	LC	43,33	45,12	46,26	45,06	47,19	47,58	42,97	45,41	44,47	39,28	42,85	47,18	43,18	45,38	45,68
NGSJ	%e	66,03	9,52	-	52,12	6,51	-	71,04	5,28	-	76,10	13,75	0,003	74,43	5,32	0,01
	LC	37,88	43,09	-	36,86	42,10	-	37,37	43,01	-	37,19	41,24	38	36,73	43,14	42,00
SGSJ	%	58,44	0,33	-	60,74	1,32	-	45,86	0,12	-	48,71	1,32	-	69,79	1,94	-
	LC	35,82	41,44	-	35,44	45,18	-	34,77	45,66	-	34,21	41,94	-	35,58	44,47	-
		2022			2023											
		HA	HM	HI	HA	HM	HI									
Área Total	%	71,77	28,03	0,05	74,51	44,02	3,73									
	LC	38,10	44,40	47,81	40,45	44,80	46,00									
NORTE CHUB.	%	96,90	58,37	0,13	97,08	61,91	5,71									
	LC	42,36	44,90	47,81	42,85	45,24	46,01									
NGSJ	%e	62,29	8,88	-	55,78	15,58	-									
	LC	35,32	41,13	-	36,31	40,55	-									
SGSJ	%	57,63	1,75	-	32,23	2,81	-									
	LC	34,56	40,83	-	34,19	40,64	-									

Los valores porcentuales de HM y de HI, en relación con hembras adultas en el área total de



estudio, fueron 44,02% y 3,73%, respectivamente. Estos valores fueron superiores a los registrados para el período 2017 a 2022. Los mayores porcentajes de hembras en reproducción se localizaron en el sector Norte de Chubut al igual que en años anteriores (Tabla 2). De acuerdo con lo señalado por Pisani et al. (2024), los mayores porcentajes de hembras maduras se deben principalmente a la detección de grandes concentraciones reproductivas al norte de 45°S que no suelen aparecer en campañas primaverales dada la pesca de la flota amarilla que se realiza en el área desde el mes de octubre.

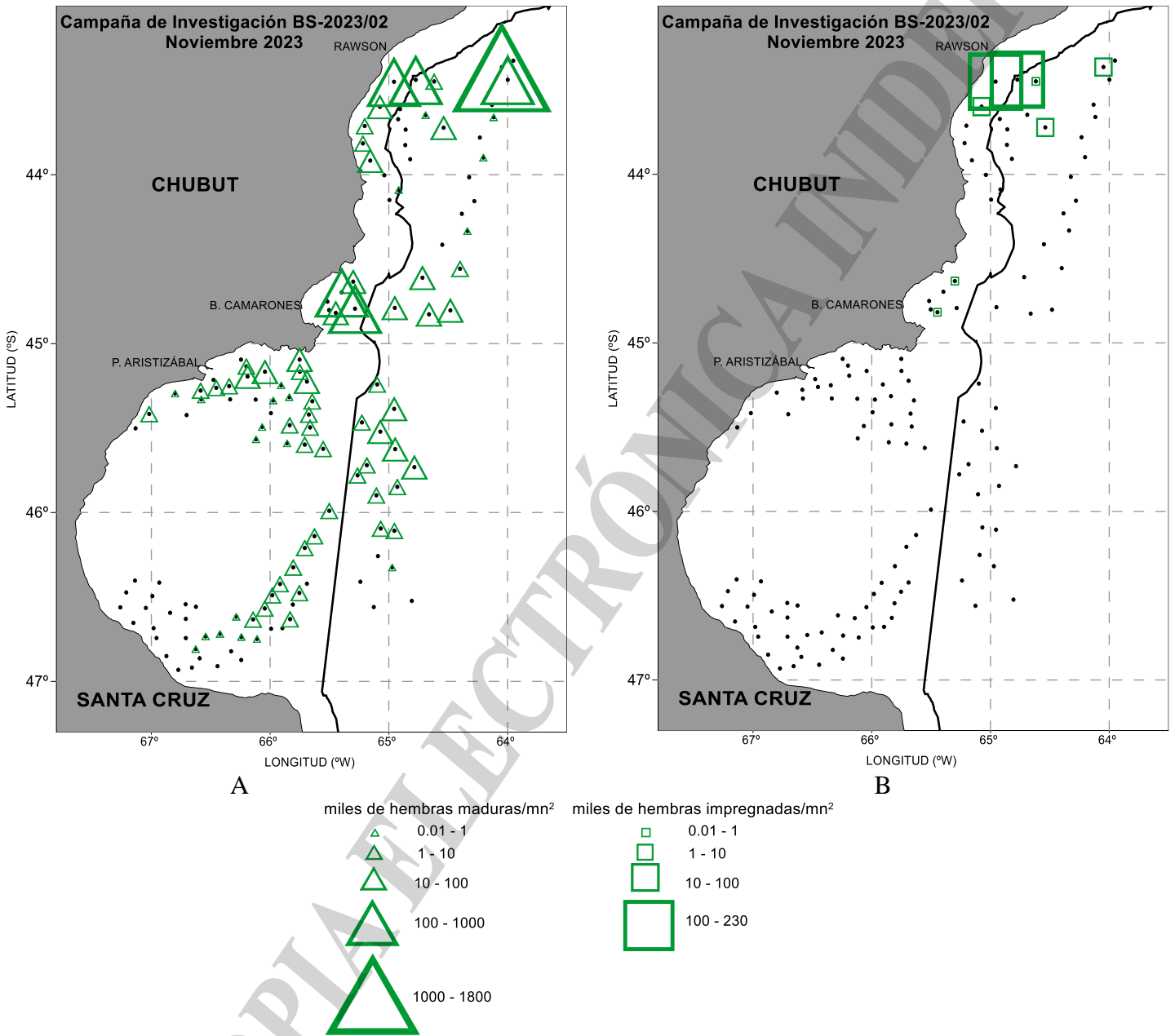


Figura 2. Distribución de los valores puntuales de densidad relativa de hembras maduras (A) y de hembras impregnadas (B) de langostino en número (miles de individuos/mn²). Noviembre de 2023.

**Distribución de frecuencia de longitudes de hembras en actividad reproductiva**

Considerando la totalidad del área de estudio, la longitud media de las hembras maduras (HM) en 2023 fue similar a la estimada para años previos; mientras que para hembras impregnadas (HI) el valor medio fue inferior respecto a 2022 (Tabla 2). Las mayores longitudes de hembras adultas y de hembras en reproducción se observaron en el sector Norte de Chubut igual que lo observado en años previos y corresponden según la clasificación comercial a las categorías L1 y L2 (Tablas 2 y 3).

Tabla 3. Composición porcentual, en términos de categorías comerciales, de hembras inmaduras (HINM), hembras maduras (HM) y hembras impregnadas (HI), por sector. Noviembre de 2023.

Categ com	Piezas/ kg	NORTE DE CHUBUT			NGSJ			SGSJ		
		HINM	HM	HI	HINM	HM	HI	HINM	HM	HI
L1	10-20	13,22	55,17	64,94	1,72	19,96	0	0,35	20,29	0
L2	20-30	30,04	32,47	30,96	10,44	41,53	0	4,23	42,67	0
L3	30-40	26,99	9,70	4,10	18,40	29,53	0	11,82	30,30	0
L4	40-60	15,52	1,99	0,00	24,84	8,31	0	25,82	6,74	0
L5	60-80	8,30	0,41	0,00	22,62	0,45	0	28,90	0,00	0
L6	>80	5,94	0,27	0,00	21,98	0,21	0	28,88	0,00	0

Al analizar la distribución de longitudes por sector, en el Norte de Chubut, se observó al igual que en años anteriores, la presencia de dos grupos para el total de hembras (TH), uno de hembras con LC inferior a 44/45 mm LC y otro con moda en 47 mm LC (Figura 3A). Además, se destaca al igual que en el 2022, una mayor participación porcentual de hembras adultas de longitudes menores a 36 mm LC y una menor participación de hembras entre 37-46 mm de LC, respecto a 2021. Para el caso de las HM, la distribución de longitudes fue similar a la registrada para 2021 y 2022, pero con una mayor participación porcentual por longitud de cefalotórax respecto al 2021 (Figura 3B). Con respecto a las hembras impregnadas se observa un rango de longitudes semejantes para los últimos años de estudio y la importante participación porcentual de estas hembras en 2023, situación que fue discutida en párrafos anteriores.

En el caso de la distribución de longitudes de los sectores NGSJ y SGSJ, se observa que la distribución de longitudes para TH y HM esta desplazada hacia longitudes menores respecto a años previos (Figuras 4 y 5 A, B). Esta situación se corresponde con lo señalado por Pisani et al. (2023) quienes indican que la estructura poblacional observada durante la campaña primaveral de 2023 presentó un leve aumento en la proporción de individuos menores a 24 mm LC en comparación con 2021 y 2022.

El hecho de que la fracción adulta y en particular las HM esté integrada por langostinos con LC menores tendría implicancias directas en la fecundidad y en el proceso de reclutamiento, debido a que la fecundidad potencial (número de ovocitos vitelados en el ovario) está relacionada de manera directa con el tamaño de las hembras. Las hembras de menor LC desovarían una menor cantidad de ovocitos; por lo tanto, la disminución de la longitud media de las hembras desovantes podría reducir la capacidad de la población de dejar descendencia (Fernández et al. 2021). Sin embargo, esta situación podría estar compensada por la mayor proporción de hembras maduras observada durante este año. Además, durante la campaña de marzo 2024 se registró un mayor número de larvas avanzadas respecto a años anteriores (Souto com pers). Esta situación indicaría un mayor éxito reproductivo que podría deberse a una mayor proporción de hembras en actividad reproductiva o a condiciones ambientales favorables.



Distribución de longitudes para el Sector Norte de Chubut

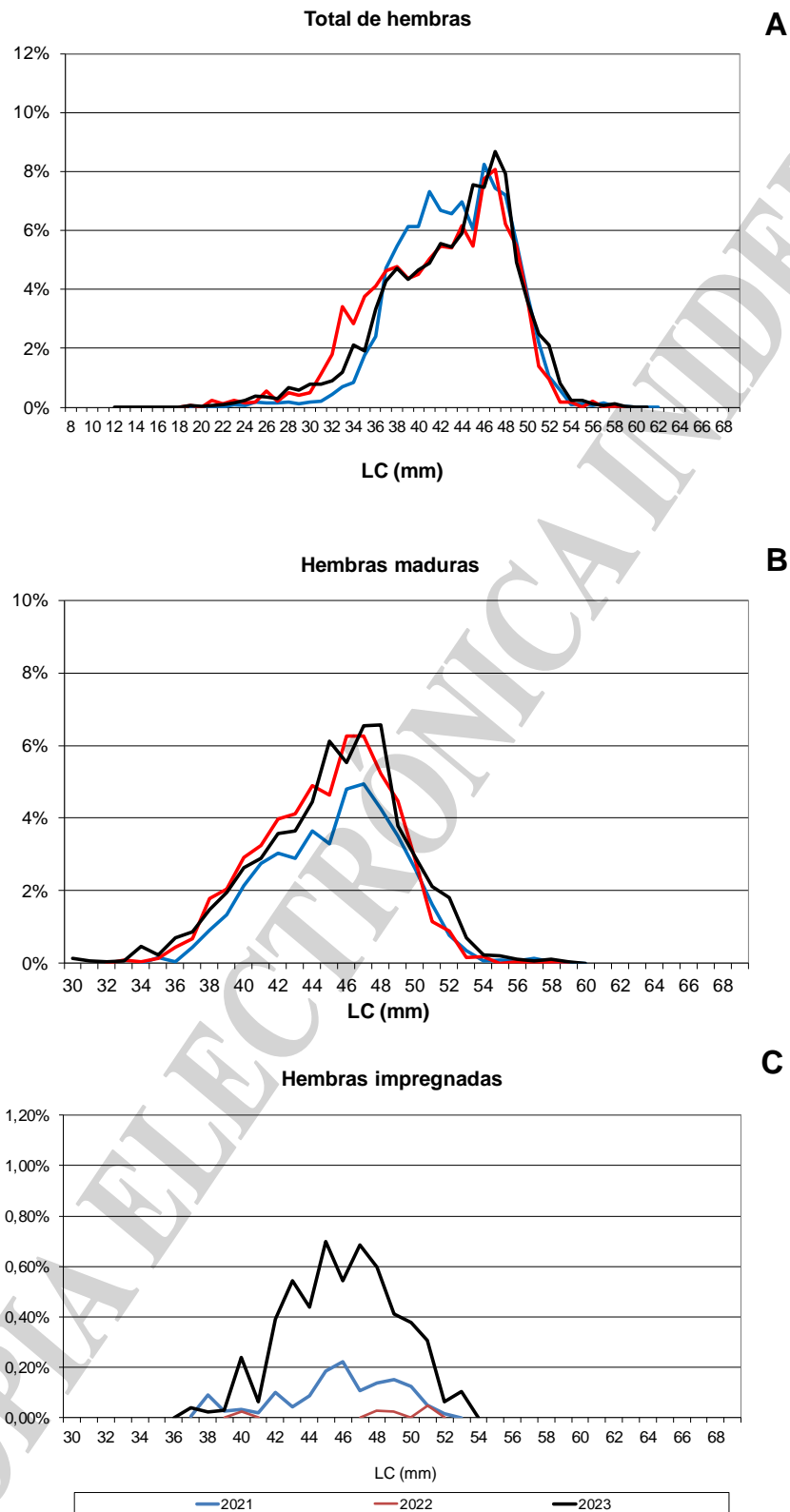


Figura 3. Distribución porcentual de longitudes del total de hembras (TH) (A), de hembras maduras (HM) (B) y hembras impregnadas (HI) (C) de langostino, sector Norte de Chubut, para noviembre de 2021 a 2023.



Distribución de longitudes para el Sector Norte del Golfo San Jorge

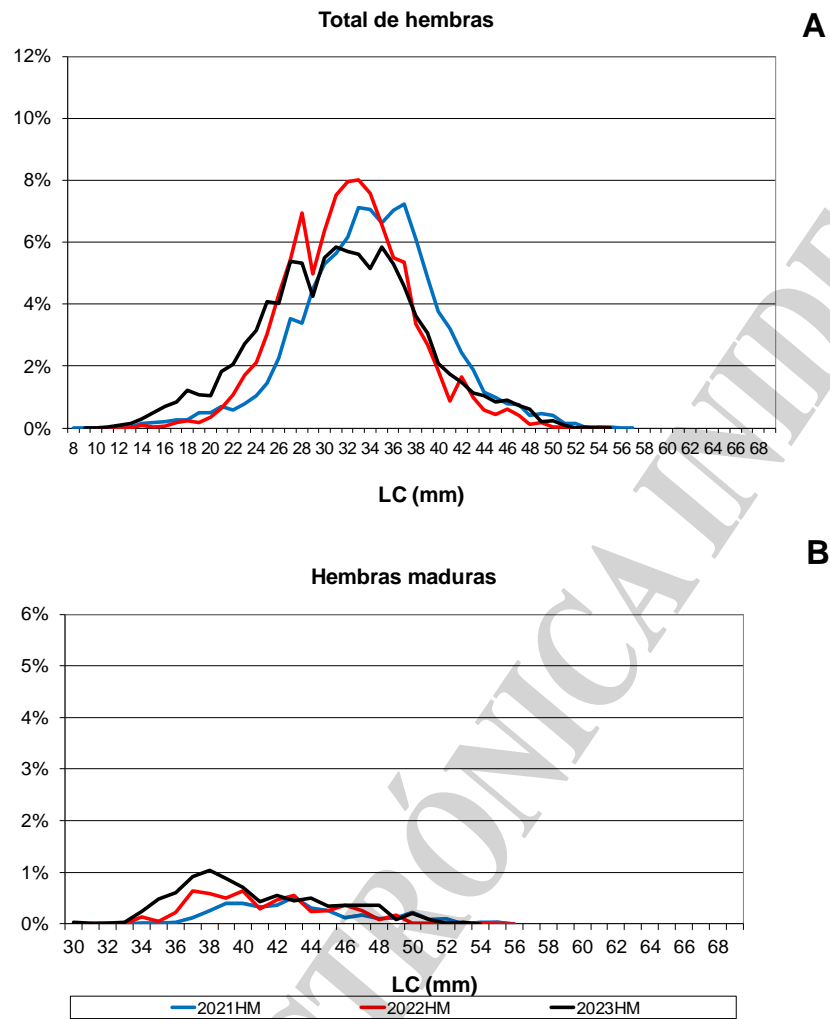


Figura 4. Distribución porcentual de longitudes del total de hembras (TH) (A) y de hembras maduras (HM) (B) de langostino, sector NGSJ, para noviembre de 2021 a 2023.

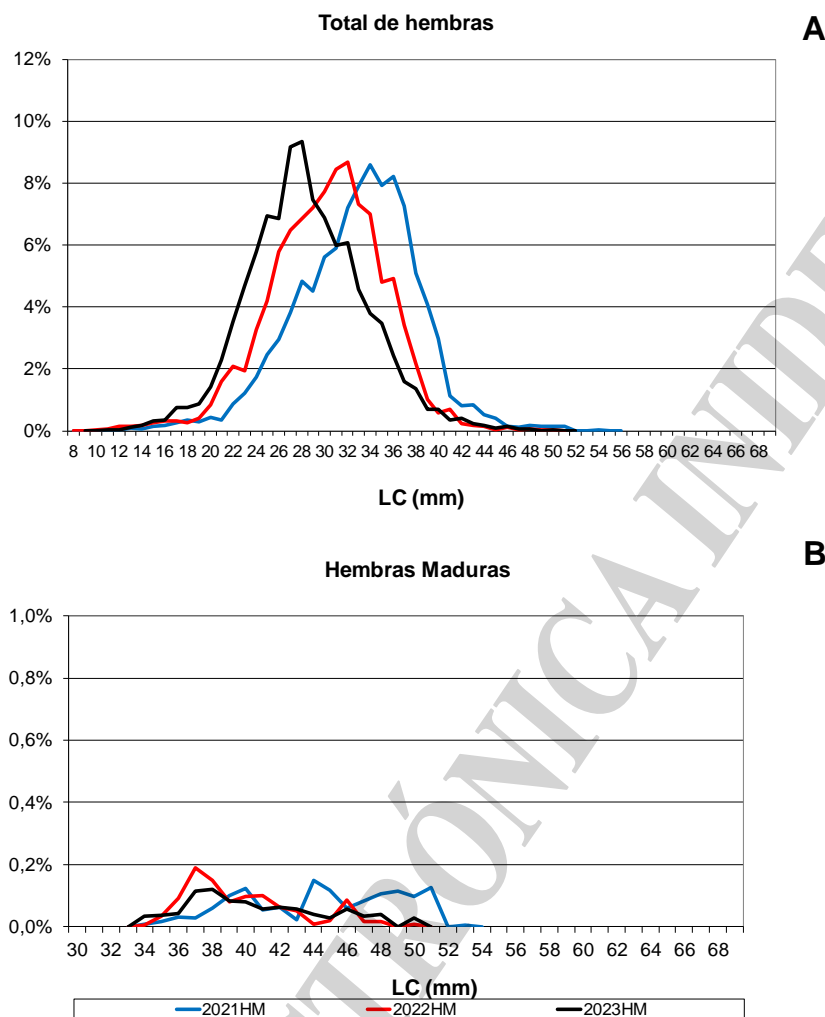
Distribución de longitudes para el Sector Sur del Golfo San Jorge

Figura 5. Distribución porcentual de longitudes del total de hembras (TH) (A) y de hembras maduras (HM) (B) de langostino, sector SGSJ, para noviembre de 2021 a 2023.

2. Distribución espacial de los estadios madurativos de las hembras adultas (según observación microscópica)

Se analizaron histológicamente los ovarios de 823 ejemplares entre 31 y 55 mm de LC. Los porcentajes de hembras en actividad reproductiva (vitelogénesis) en los sectores de estudio fueron: 58,73% en el NORTE DE CHUBUT, 31,17% en el NGSJ y 4,02% en el SGSJ (Figura 6). En el sector NORTE DE CHUBUT, las mayores proporciones se observaron específicamente en aguas cercanas a la costa de Rawson y en aguas sobre la plataforma media entre 43°S – 44°S.

Si bien en todos los sectores se diagnosticaron ejemplares adultos inmaduros (reposo) la mayor proporción se vio al sur de la latitud 46°00'S (Figura 6). Dentro de los ejemplares inmaduros se detectaron ovarios con presencia de ovocitos en proliferación y crecimiento en un 71,74%, 58,79% y 75,35% para los sectores NORTE DE CHUBUT, NGSJ y SGSJ, respectivamente, indicando esto un inminente inicio de la actividad reproductiva (Fernández et al. 2022).

Los procesos atrésicos en las hembras en vitelogénesis se observaron en los tres sectores, con



porcentajes de 12,93%, 1,04% y 11,11% para los sectores NORTE DE CHUBUT, NGSJ y SGSJ respectivamente.

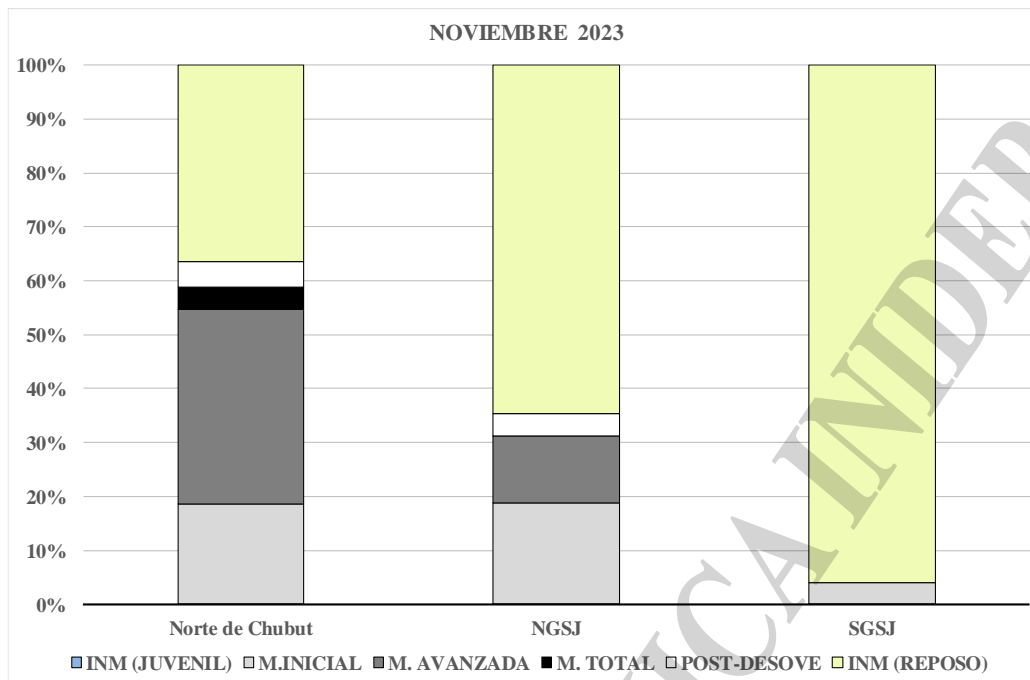


Figura 6. Distribución de las frecuencias porcentuales de los estadios de maduración ovárica de las hembras adultas (>31 mm LC). Noviembre de 2023.

Considerando el Golfo San Jorge en su conjunto (aguas interiores), el porcentaje de hembras en maduración se observó inferior a lo registrado entre 2016 y 2022 (Fernández et al. 2019b, 2020, 2021, 2022); mientras que el porcentaje de hembras inmaduras fue superior, excepto respecto a 2018 (Tabla 4). Los procesos atrésicos, disminuyeron en relación a los últimos años de estudio.

Tabla 4. Porcentaje de estadios de maduración ovárica (maduración, post-desove e inmaduro con el correspondiente porcentaje de individuos con ovocitos en proliferación y crecimiento) y atresias, de las hembras adultas del Golfo San Jorge (aguas interiores). Noviembre de 2016 a 2023.

AÑO	MADURACIÓN	POST-DESOVE	INMADURO		ATRESIAS
			Juvenil y adulto en reposo	Proliferación y crecimiento	
2016	17,72	6,33	75,95	68,75	0,00
2017	54,11	0,00	45,89	13,61	0,05
2018	16,67	1,04	82,29	36,46	0,02
2019	22,86	0,00	77,14	44,21	0,00
2020	37,69	0,00	62,31	71,94	2,97
2021	33,80	0,00	66,20	33,76	33,88
2022	18,24	5,41	76,35	30,97	11,11
2023	16,45	3,45	80,11	65,25	3,23

En el año 2023, en el norte del golfo al igual que en años previos, se observó la ausencia del estadio maduración total. La participación del estadio de madurez avanzada fue superior con respecto a 2022. En el sur del golfo, en los años de estudio (excepto en 2017), se destaca la importante participación de hembras adultas en reposo (Tabla 5) de las cuales al igual que en el norte, más del 50% presentaba en sus ovarios imágenes de ovocitos en proliferación y crecimiento. Los valores



porcentuales de hembras en maduración en el golfo en los últimos años fueron inferiores a los reportados históricamente para este mes (Fernández et al. 2012c) (Tabla 5). Lo que significa que se continúa observando un retraso en el inicio y desarrollo del proceso reproductivo (Fernández et al. 2012b).

Tabla 5. Frecuencias porcentuales de los estadios de maduración ovárica de las hembras adultas (>31 mm LC). Norte y sur del Golfo San Jorge. Valores de noviembre de 2016 a 2023 y valores históricos (Fernández et al. 2012).

	Norte del Golfo San Jorge (aguas interiores)					
	INM (juvenil)	M. Inicial	M. Avanzada	M. Total	Post -desove	INM (reposo)
Histórico	0,00	27,39	41,57	0,00	2,63	28,40
2016	2,50	12,50	20,00	0,00	7,50	57,50
2017	1,37	69,86	19,18	2,74	0,00	6,85
2018	0,00	28,89	2,22	0,00	0,00	68,89
2019	0,00	24,72	8,99	0,00	0,00	66,29
2020	0,00	15,25	16,12	0,00	0,00	68,63
2021	0,00	34,00	8,00	0,00	0,00	58,00
2022	0,00	16,73	0,40	0,00	7,17	75,70
2023	0,00	14,94	8,30	0,00	5,39	71,37
	Sur del Golfo San Jorge (aguas interiores)					
	INM (juvenil)	M. Inicial	M. Avanzada	M. Total	Post -desove	INM (reposo)
Histórico	0,00	18,36	3,37	0,00	0,00	77,77
2016	0,00	2,50	0,00	0,00	5,00	92,50
2017	25,76	19,70	0,00	0,00	0,00	54,55
2018	11,76	3,92	0,00	0,00	1,96	82,35
2019	0,00	11,63	0,00	0,00	0,00	88,37
2020	5,37	8,83	1,73	0,00	0,00	84,07
2021	0,00	21,38	1,89	0,00	0,00	76,73
2022	0,00	19,17	0,52	0,00	3,11	77,20
2023	0,00	4,41	0,00	0,00	0,00	95,59

Con respecto a la zona costera próxima a Rawson, se observó un aumento en el porcentaje de hembras en maduración avanzada y total y del estadio post-desove en comparación a lo registrado para los años previos (Fernández et al. 2020b, 2021, 2022) (Tabla 6).

Tabla 6. Frecuencias porcentuales de los estadios de maduración ovárica de las hembras adultas (>31 mm LC). Zona costera próxima a Rawson. Valores de noviembre de 2016 a 2023 y valores históricos (Fernández et al. 2012).

	INM (juvenil)	M. Inicial	M. Avanzada	M. Total	Post -desove	INM (reposo)
Histórico	0,00	9,09	40,91	29,55	0,00	20,45
2016	0,00	17,50	50,00	22,50	0,00	10,00
2017	0,00	7,81	50,00	1,56	14,06	26,56
2018	0,00	18,06	51,39	2,78	5,56	22,22
2020	5,91	29,56	38,42	0,00	2,46	23,65
2021	0,00	28,42	40,53	2,11	0,53	28,42
2022	0,00	38,24	14,71	0,00	0,00	47,06
2023	0,00	12,93	48,98	6,80	3,40	27,89

3. Abundancia de hembras en actividad reproductiva (hembras maduras e impregnadas)



de acuerdo con la información microscópica.

Considerando la totalidad del área y en base a la información microscópica, la abundancia de hembras en reproducción en 2023 fue un 64% superior respecto a la estimada en 2022 (Tabla 5).

Tabla 5. Numerosidad de hembras en actividad reproductiva (miles de individuos) para noviembre de 2021 a 2023.

Años	miles de individuos
2017	575.074,75
2018	365.887,77
2019	297.845,05
2020	1.412.610,30
2021	677.595,49
2022	327.779,21
2023	540.059,75

Cabe recordar que la mayor abundancia registrada en 2020 respecto a la serie de años analizados podría relacionarse con la reducción de la presión pesquera que se le aplicó al recurso debido a la pandemia mundial de Covid 19, lo cual favoreció a una mayor numerosidad de la especie en el sector patagónico donde se realizan las estimaciones de abundancia (de la Garza et al. 2021).

4. Análisis de correlación, Factor de condición e Índices gonadosomático y hepatosomático de hembras maduras de langostino

En 2023, para aguas interiores del Golfo San Jorge, se observó una relación positiva entre el peso total eviscerado (Pte) y el factor de condición (FC) y negativa entre el FC y el índice hepatosomático (IHS), además de la correlación esperada entre la longitud de cefalotórax (LC) y PTe (P<0,05) (Tabla 9).

Tabla 9. Matriz de correlación, hembras maduras del Golfo San Jorge (aguas interiores), 2023. LC: longitud de cefalotórax, Pte: peso total eviscerado, IHS: índice hepatosomático, IGS: índice gonadosomático y FC: factor de condición.

Hembras maduras (N=40)					
	LC	Pte	IHS	IGS	FC
LC	1,00	0,88	0,14	0,20	0,16
Pte	0,88	1,00	-0,05	0,12	0,61
IHS	0,14	-0,05	1,00	-0,009	-0,34
IGS	0,20	0,12	-0,009	1,00	-0,03
FC	0,16	0,61	-0,34	-0,03	1,00

P<0,05



En la zona próxima a Rawson y en aguas nacionales próximas al golfo y a Rawson se observa las mismas correlaciones que para las hembras del golfo, agregándose la correlación entre el LC y el FC y el LC y el IGS (Tablas 10 y 11).

Cabe indicar que, para la utilización del IGS como indicador del estado de desarrollo gonadal, es una condición necesaria que se mantenga la misma proporción (peso total-peso gonadal), sea cual sea la longitud (Díaz 2001), situación que no se evidenció para los datos analizados de 2023.

Tabla 10. Matriz de correlación, hembras maduras de la zona costera próxima a Rawson, 2023. LC: longitud de cefalotórax, Pte: peso total eviscerado, IHS: índice hepatosomático, IGS: índice gonadosomático y FC: factor de condición.

Hembras maduras (N=81)					
	LC	Pte	IHS	IGS	FC
LC	1,00	0,88	0,13	-0,06	-0,24
Pte	0,88	1,00	0,002	-0,03	0,24
IHS	0,13	0,002	1,00	-0,34	-0,26
IGS	-0,06	-0,03	-0,34	1,00	0,06
FC	-0,24	0,24	-0,26	0,06	1,00

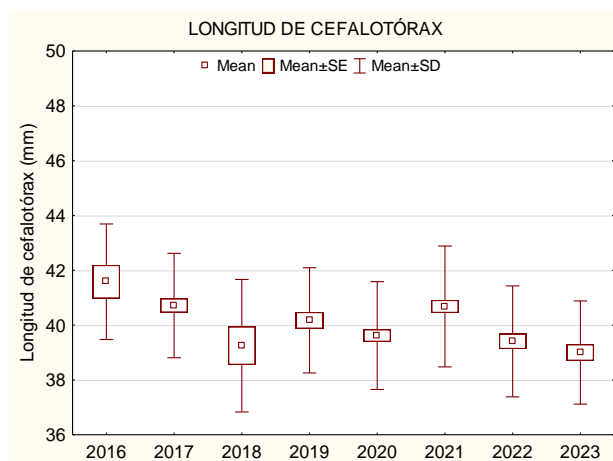
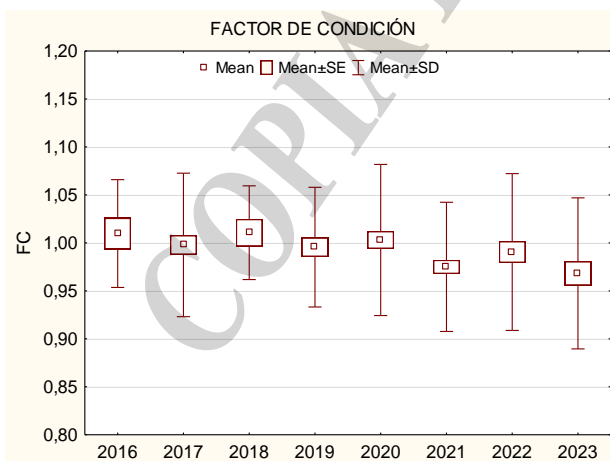
P<0,05

Tabla 11. Matriz de correlación, hembras maduras de la zona aguas nacionales adyacentes al Golfo San Jorge y a la zona costera próxima a Rawson, 2023. LC: longitud de cefalotórax, Pte: peso total eviscerado, IHS: índice hepatosomático, IGS: índice gonadosomático y FC: factor de condición.

Hembras maduras (N=72)					
	LC	Pte	IHS	IGS	FC
LC	1,00	0,91	-0,03	0,23	-0,23
Pte	0,91	1,00	-0,16	0,21	0,17
IHS	-0,03	-0,16	1,00	0,04	-0,34
IGS	0,23	0,21	0,04	1,00	-0,06
FC	-0,23	0,17	-0,34	-0,06	1,00

El análisis comparativo interanual (2016 – 2023) de los valores medios del FC indicó una condición corporal similar para las hembras maduras del Golfo San Jorge (P>0,05) (Figura 7). Además, las hembras de 2023, no presentaron diferencias significativas en la longitud de cefalotórax y peso, respecto a 2022 (P > 0,05).

HEMBRAS EN MADURACIÓN INICIAL Y AVANZADA



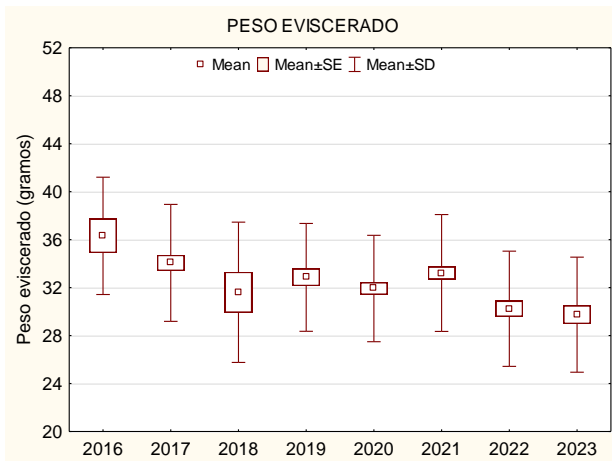


Figura 7. Factor de condición, peso eviscerado y longitud de cefalotórax de las hembras maduras (N = 378), Golfo San Jorge, 2016 a 2023.

Con respecto a los índices corporales, para el año 2023 el valor medio del IHS de las hembras maduras fue significativamente superior con respecto a los años 2017 a 2022 ($P < 0,05$) y semejante al registrado en 2016 (Figura 8). El IGS en 2023 no presentó diferencias significativas con los estimados para 2018 a 2022 ($P > 0,05$).

HEMBRAS EN MADURACIÓN INICIAL Y AVANZADA

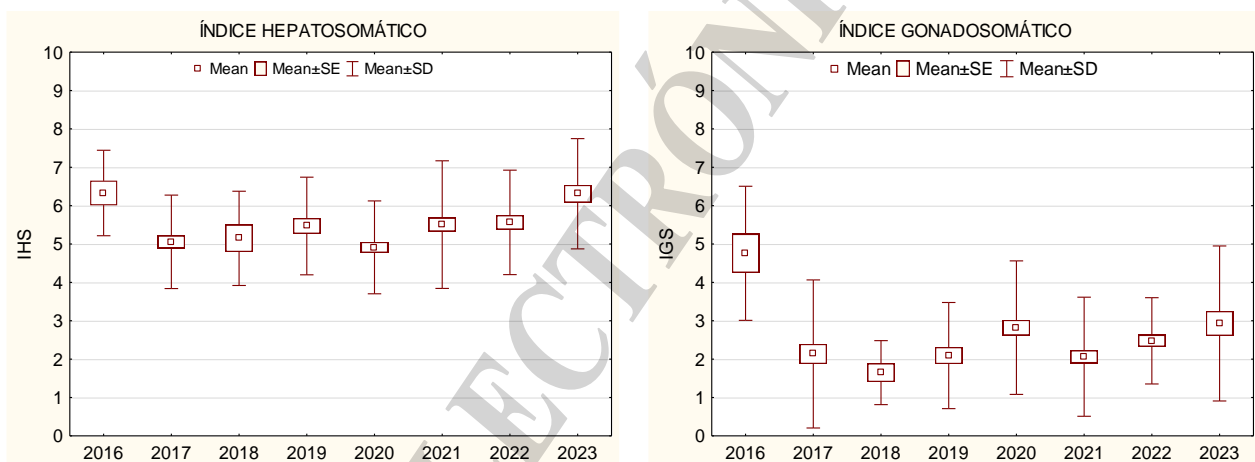


Figura 8. Índice hepatosomático (IHS) y gonadosomático (IGS) de las hembras maduras (N = 378), Golfo San Jorge, 2016 a 2023.

Al analizar las hembras maduras de la zona costera de Rawson se pudo observar que no existieron diferencias significativas interanuales en el FC, el PTe y el LC ($P > 0,05$) (Figura 9). En cuanto a los índices corporales, el IHS se mantuvo semejante a años previos presentando las gónadas (IGS) mayores reservas energéticas respecto a 2018, 2020 y 2022 ($P < 0,05$) (Figura 10).



HEMBRAS EN MADURACIÓN INICIAL Y AVANZADA

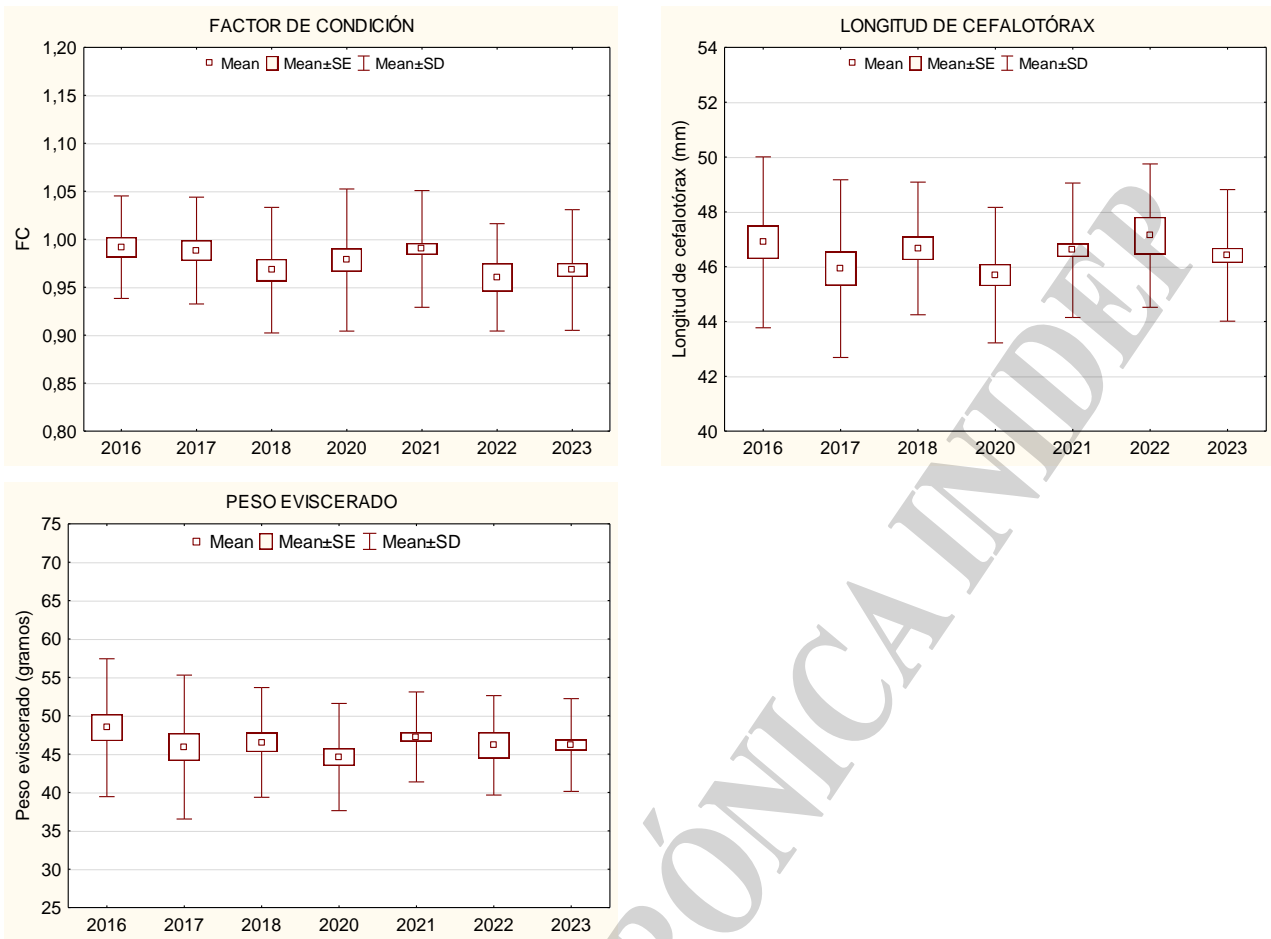


Figura 9. Factor de condición, peso eviscerado y largo de cefalotórax de las hembras maduras (N = 329), zona costera próxima a Rawson, 2016 - 2018 y 2020- 2023.

HEMBRAS EN MADURACIÓN INICIAL Y AVANZADA

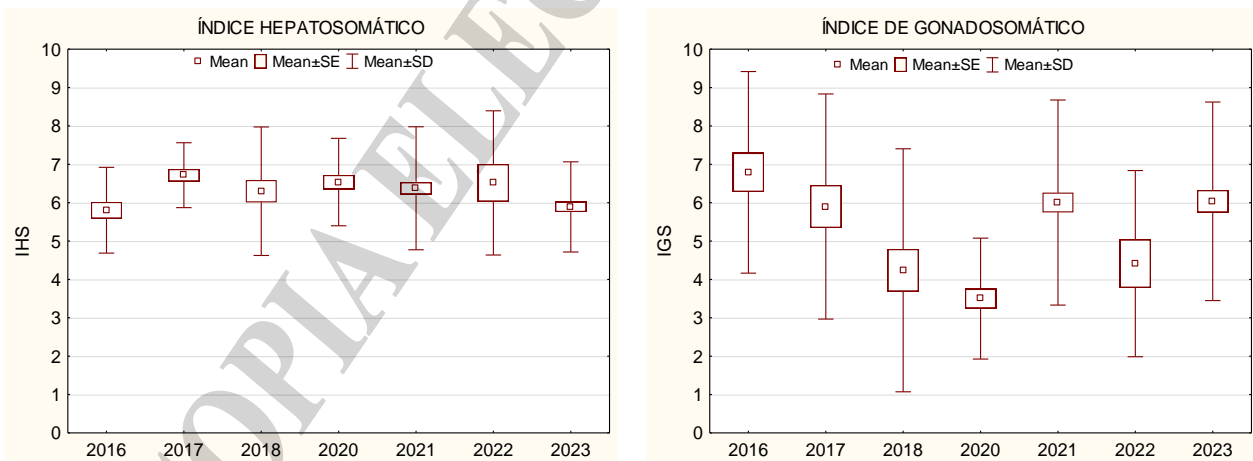


Figura 10. Índice hepatosomático (IHS) Y gonadosomático (IGS) de las hembras maduras (N = 329), zona costera próxima a Rawson, 2016 a 2018, 2020, 2021, 2022 y 2023.

En aguas nacionales adyacentes al Golfo San Jorge y a la zona costera próxima a Rawson, el valor del FC para las hembras maduras en 2023 fue semejante al estimado en 2022 ($P > 0,05$); no observándose diferencias interanuales en las variables LC y PTe. El IHS se mantiene semejante en el Análisis de la actividad reproductiva del langostino del sector patagónico. Noviembre 2023.



período analizado y el IGS se observa significativamente inferior al estimado para 2022 ($P < 0,05$) (Figura 11). Cabe destacar que el rango de valores de IGS es similar al registrado para el Golfo San Jorge (aguas interiores) e inferior al registrado en la zona costera próxima a Rawson. Siendo hembras de longitud de cefalotórax similar a las de Rawson, el menor valor de IGS estaría indicando que la maduración final ocurría en la zona costera.

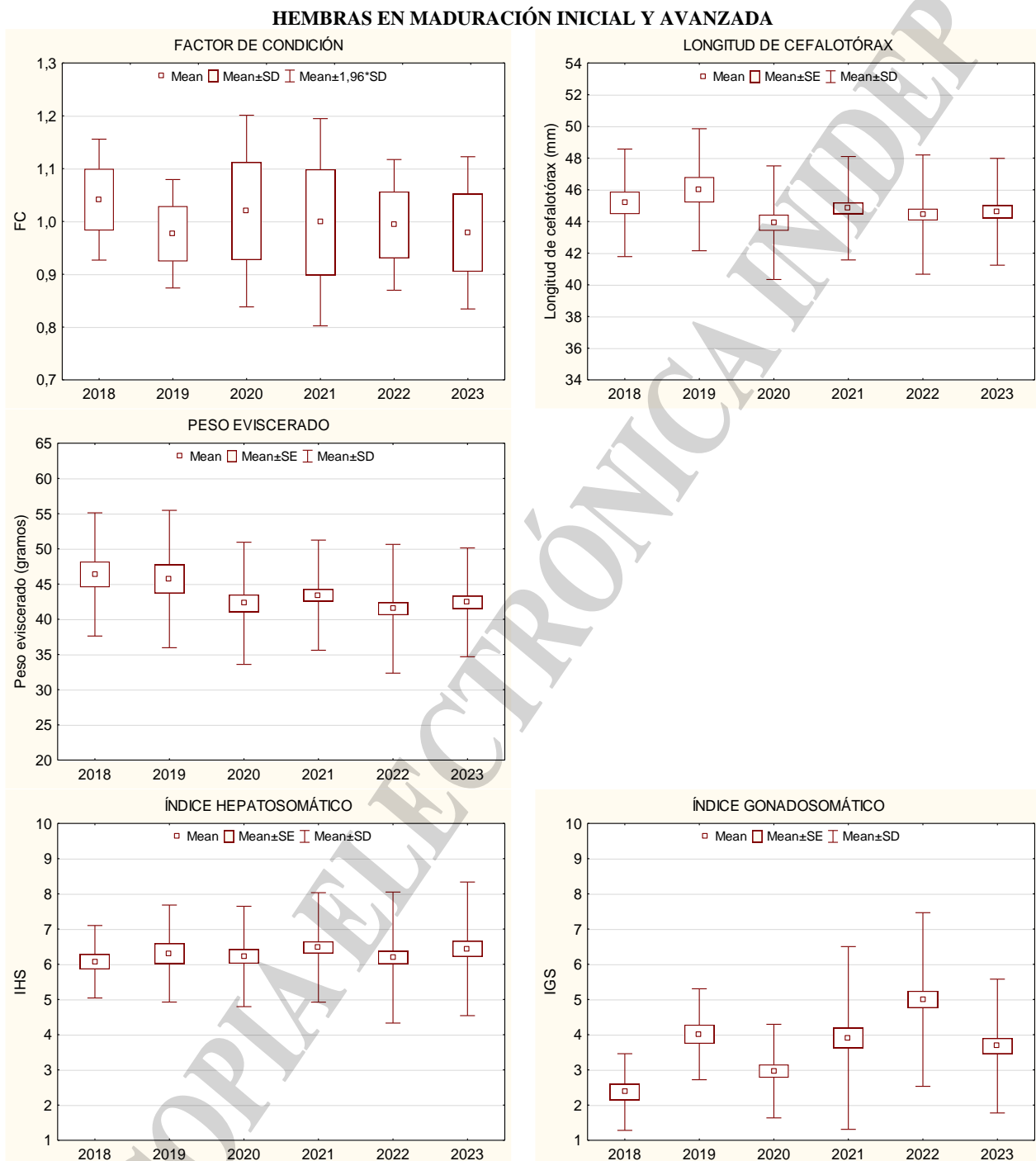


Figura 11. Factor de condición, largo de cefalotórax, peso eviscerado, Índice hepatosomático (IHS) y gonadosomático (IGS) de las hembras maduras HM (N = 356), de la zona adyacente al Golfo San Jorge y a la zona costera próxima a Rawson, 2018 a 2023.

A modo de conclusión y considerando a las hembras del Golfo San Jorge, se observó que el descenso en el IGS registrado en el mes de noviembre durante los últimos años (excepto en 2020) Análisis de la actividad reproductiva del langostino del sector patagónico. Noviembre 2023.



indica un menor desarrollo de las gónadas y por ende, una disminución en la actividad reproductiva. Macchi et al. (1998) indicaron que situaciones de estrés tales como la presión pesquera, podrían influir en el normal proceso de vitelogénesis del langostino. Según lo señalado por Powers y Bliss (1983) para crustáceos acuáticos, el retraso del proceso de vitelogénesis también podría relacionarse con la disponibilidad de alimento en el medio tanto en cantidad como en calidad, con otras situaciones ambientales adversas vinculadas a la temperatura del agua y con el fotoperíodo. Por lo tanto, todos estos factores exógenos podrían estar incidiendo en el crecimiento y en la maduración ovárica del langostino patagónico, así como también en el comienzo del desove.

En cuanto a los factores ambientales, se han realizado estudios que destacan una relación entre la temperatura y el proceso reproductivo del langostino patagónico. Según Fernández et al. (2011) en el Golfo San Jorge hay una relación creciente entre la abundancia de las hembras maduras e impregnadas y la temperatura de agua de fondo y existen rangos preferenciales de temperaturas más altas de las hembras impregnadas respecto a las adultas maduras.

Para noviembre de 2023, el análisis de temperatura de agua de fondo (Base Regional de Datos Oceanográficos – BaRDO - del Gabinete de Oceanografía Física del INIDEP www.bardo.inidep.edu.ar), según los sectores señalados por Segura et al. (2022) indicó que los valores medios de esta variable son inferiores a los de la serie histórica conocida (pero dentro del rango conocido para el desarrollo del proceso reproductivo, temperaturas mayores a 8°C). De acuerdo a lo indicado en informes previos (Fernández et al. 2021) el descenso de la temperatura de fondo podría no ser un factor que este incidiendo en el inicio del proceso reproductivo, dado lo observado para 2020. En este año los valores medios de temperatura de fondo por sector se observaron inferiores a los registrados en años previos, sin embargo, se registró un incremento del IGS y de la abundancia de hembras en reproducción en el área de estudio. Este hecho se relacionó con la formación del frente oceanográfico (Fernández et al. 2023).

En relación con la nutrición de los camarones penaeoideos, se sabe que el hepatopáncreas es el principal órgano de almacenamiento de nutrientes (minerales, lípidos, proteínas y glucógeno) como en todos los crustáceos decápodos y puede abastecer de materias primas necesarias para la vitelogénesis y ser el órgano donde se realiza la síntesis de las vitelogeninas extraováricas (Scelzo 1991). En general, en las hembras de langostino, las reservas del hepatopáncreas (IHS) disminuyen cuando las hembras presentan mayor desarrollo gonadal y como consecuencia, un mayor valor de IGS (Fernández et al. 2019a). Esta situación sería consecuencia de la movilización de componentes bioquímicos desde el hepatopáncreas hacia las gónadas.

Según Jeckel et al. (1991), para el Golfo San Jorge el valor de IHS de las hembras maduras en primavera fue semejante a lo observado en nuestro estudio para los años 2016 y 2023 pero superiores a los registrados de 2017 a 2022. Una posible explicación a la baja de reservas en el hepatopáncreas registrada en nuestro estudio en los últimos años, se deba a la movilización de las mismas hacia otros tejidos, con antelación al registro de nuestros datos, según las necesidades energéticas de los individuos. Jeckel et al. (1991) indican que los lípidos se transfieren de la glándula a la gónada en mayor proporción durante la maduración inicial y por lo tanto, las hembras dependerían de la ingesta de alimentos inmediata para satisfacer los altos requerimientos de lípidos y proteínas para la vitelogénesis. Por otro lado, la maduración se ve favorecida por el estado nutricional de los reproductores y cuando las reservas de nutrientes derivadas principalmente del hepatopáncreas se agotan, la dieta es la que contribuye para la cantidad y calidad de los nutrientes en el huevo (Díaz 2001).

Respecto al IGS, Jeckel et al. (1991), reportaron para hembras maduras valores semejantes a los observados en nuestro estudio en el Golfo San Jorge en 2016 pero inferiores a los registrados de 2017 a 2023. Los bajos valores de IGS observados en los últimos años, en hembras en reproducción, podrían



relacionarse, en parte, con un menor contenido de reservas en las gónadas. Posiblemente, variaciones en la ingesta de alimentos (en calidad y/o cantidad) y/o en el reparto de la energía digerida y/o acumulada (hacia otros eventos distintos a la reproducción) hayan retrasado el desarrollo gonadal y por ende la vitelogénesis durante los últimos años. Sin embargo, no se debería descartar la influencia del estrés poblacional por efecto de la presión pesquera que se le aplica al recurso. De aquí radica la importancia de realizar estudios de alimentación de esta especie desde un enfoque espacio – temporal, junto con el análisis energético de los tejidos para conocer si hubo cambios en la dieta tanto en calidad como en cantidad que justifiquen la disminución en la acumulación de reservas y/o en el retraso madurativo.

Futuros estudios orientados a evaluar la producción potencial de huevos por áreas, permitiría conocer el aporte de cada una de ellas al reclutamiento poblacional.

Conclusiones

1. En noviembre de 2023, los mayores valores de abundancia puntual y porcentajes de hembras maduras se registraron al norte de la latitud 45°S. Las hembras impregnadas sólo se observaron en este sector, próximas a Rawson.
2. Considerando la totalidad del área recorrida, la abundancia de hembras en reproducción (maduras e impregnadas en conjunto) fue superior respecto a 2022.
3. Las mayores longitudes de hembras adultas y de hembras en reproducción se observaron en el sector Norte de Chubut igual que lo observado en años previos.
4. La presencia de hembras maduras de langostino con longitudes de caparazón inferiores respecto a lo conocido para 2021/2022, tendría implicancias en la fecundidad, así como también en el proceso de reclutamiento.
5. La baja proporción de hembras maduras e impregnadas en los últimos años respecto a lo histórico conocido podría estar relacionada con la incidencia de factores ambientales que influyen sobre la maduración ovárica, así como a la presión pesquera que se le aplicó al recurso en los últimos años.
6. La participación porcentual de los estadios de vitelogénesis en el Golfo San Jorge (aguas interiores) presentaron un descenso respecto a años previos y continúa siendo baja respecto a lo histórico conocido.
7. De manera general, se señala que se sigue observando un retraso en el inicio y desarrollo del proceso reproductivo con respecto a la información histórica de la especie, en la zona del Golfo San Jorge.
8. El factor de condición o la condición corporal de las hembras maduras del golfo y de la zona costera próxima a Rawson, no presentó diferencias significativas respecto a años previos.
9. Para Rawson y en aguas nacionales adyacentes al Golfo San Jorge y a la zona costera próxima a Rawson, las reservas acumuladas en el hepatopáncreas (IHS) se mantuvieron semejantes durante el período 2017-2023.
10. En aguas del Golfo San Jorge y Rawson el IGS en 2023 fue significativamente superior al estimado en 2022.



Bibliografía

- de la Garza J, Fernández M, Pisani E, López ME, García Penoni M, Cadaveira G, Sinconegui J, Rosset M, Maldonado Montes de Oca E, Zelarayán E. 2024. Relevamiento de langostino en el Golfo San Jorge, aguas nacionales y litoral de Chubut. Primavera 2023. Inf Camp INIDEP N°02/2024, 11 pp.
- Díaz A. 2001. Estudio sobre la fisiología de la muda y la maduración gonadal del langostino *Pleoticus muelleri* Bate. Tesis Doctoral. Universidad Nacional de Mar del Plata, 169 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 MI, Hernández D, Macchi G. 2012. Studies on there productive dynamics of *Pleoticus muelleri* (Spence Bate, 1888) (Crustacea, Decapoda, Solenoceridae) of Patagonia, Argentina. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 40 (3):858-871.
- Fernández M, de la Garza J, Militelli MI, Cadaveira G, Marrari M. 2018. Cambios en la dinámica reproductiva del langostino *Pleoticus muelleri* (Crustacea, Decapoda, Solenoceridae) del sector patagónico, Argentina (2011-2017). IV Simposio Iberoamericano de Biología Reproductiva, reclutamiento y Pesquerías SIBECORP. Iquique, Chile. 5 al 9 de noviembre 2018.
- Fernández M, Militelli MI, de la Garza J, Cadaveira G. 2019. Importancia del frente de Península de Valdés en la Dinámica Reproductiva del langostino *Pleoticus muelleri* (CRUSTACEA, DECAPODA, SOLENOCERIDAE). Taller de resultados de la Campaña del Frente Valdés y resultados preliminares del CCT CONICET CENPAT. Puerto Madryn, septiembre 2019.
- Fernández M, Militelli MI, García Penoni M, Estrada M, Brachetta H. 2021. Análisis de la actividad reproductiva del langostino *Pleoticus muelleri* del sector patagónico. Resultados de la Campaña de Investigación BS-01/20 (Marzo 2020). Inf. Inv. N°. INIDEP, 21 pp.
- Fernández M, Militelli MI, Moriondo Danovaro P, de la Garza J, Luz Clara M. 2023. Reducción del esfuerzo pesquero y el proceso reproductivo del langostino *Pleoticus muelleri*. XXX Reunión Argentina de Ecología (RAE) 17 al 20 de octubre 2023. San Carlos de Bariloche, Argentina. Modalidad Poster.
- Jeckel W, Aizpun de Moreno, J, Moreno V. 1991. Seasonal Variations in the Biochemical compositions and lipids of the digestive gland in the shrimp *Pleoticus muelleri* Bate. *Comp. Biochem. Physiol.* 98B (2): 253-260.
- Macchi G, Iorio MI, Aubone A. 1998. Estimación de la fecundidad del langostino argentino *Pleoticus muelleri* Bate 1888 de Patagonia (sur de Argentina). *Bio. Inst. Esp. Oceanogr.* 14 (1 y 2): 19-29.
- Murphy B, Willis D, Springer T. 1991. The relative weight index in fisheries management: status and needs. *Fisheries* 16 (2): 30-38.
- Pisani P, de la Garza J, Moriondo Danovaro P. 2024. Estimación de la biomasa y análisis de la estructura poblacional del langostino (*Pleoticus muelleri*). Resultados de la Campaña de Primavera BS-2023/02. Inf. Téc. Of. INIDEP. N° 02/2024: 12 pp.
- Powers L, Bliss D. 1983. Terrestrial Adaptations. *In: The Biology of Crustacea*, Vol. 8 (Vernberg FJ, Vernberg WB eds.), Academic Press, New York, U.S.A, pp 335-359.
- Segura V, Fernández M, Luz Clara Tejedor M, Allega L, Silva R, Militelli MI, Souto V, Williams G, Cozzolino 2022. Análisis descriptivo del contexto ambiental y su vinculación con el proceso reproductivo del langostino (*Pleoticus muelleri*, Decapoda, Solenoceridae) del sector patagónico. Inf Inv. INIDEP N°25/2022, 49 pp.



Sobrinó T, García H. 2007. Reproductive aspects of shrimp *Parapenaeus Longirostris* (Lucas, 1846) in the Gulf of Cadiz (southwestern Iberian Peninsula). *Boletín Instituto Español de Oceanografía*, 23: 57-71.

Zar J. 1996. *Biostatistical Analysis*. New Jersey: 3 ed. Prentice Hall Inc.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP