

# **Análisis de la actividad reproductiva del langostino (*Pleoticus muelleri*) del sector patagónico. Resultados de la Campaña de Investigación BS-2023/01 (marzo 2023)**

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

**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, Maldonado Montes de Oca E, Brachetta H. 2024. Análisis de la actividad reproductiva del langostino (*Pleoticus muelleri*) del sector patagónico. Resultados de la campaña de investigación BS-2023/01 (marzo 2023). Inf Investigación INIDEP N° 022/24, 21 pp.*



# **Análisis de la actividad reproductiva del langostino (*Pleoticus muelleri*) del sector patagónico. Resultados de la Campaña de Investigación BS-2023/01 (marzo 2023)**

Fernández Mónica<sup>1</sup>, Militelli M. Inés<sup>1,2</sup>, García Penoni Manuel<sup>1</sup>, Estrada Marta<sup>1</sup>, Brachetta Hugo<sup>1</sup> y Maldonado Montes de Oca Ezequiel<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>Instituto 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 BS-2023/01 (marzo 2023) realizada entre 43°30'S - 47°00'S. La distribución de longitudes para el total de hembras y hembras en reproducción fue bimodal y unimodal, respectivamente. Los mayores valores de abundancia relativa puntual y porcentajes de hembras maduras e impregnadas, al igual que los valores de longitud media, se registraron al norte de la latitud 45°00'S. El porcentaje de ovarios en vitelogénesis fue inferior a lo observado para el período 2018 – 2022. Esta situación es consecuente con la finalización del proceso reproductivo y se corresponde con el desfase temporal del desarrollo de la campaña respecto a años precedentes. La abundancia de hembras en reproducción fue un 40% inferior respecto a la estimada en 2022. Las hembras maduras de 2023 presentaron una condición corporal semejante a la de los años previos. Además, registraron una menor cantidad de reservas energéticas en hepatopáncreas respecto a 2021 y 2022.

## **Palabras Clave**

Langostino, reproducción, Patagonia, Argentina.

## **Introducción**

La dinámica reproductiva del langostino en el sector patagónico contempla diferentes estudios que integran procesos físicos y biológicos, estrechamente relacionados al reclutamiento y a la biomasa disponible para la pesca.

De acuerdo a la observación de hembras adultas en diferentes estadios de madurez y a la evolución temporal del desarrollo ovárico, 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 este informe se analizan distintos aspectos de la reproducción del langostino en el área patagónica comprendida entre 43° 30'S – 47° 00'S durante marzo de 2023. Los objetivos del trabajo fueron conocer la abundancia, distribución espacial y estructura de longitudes de las hembras maduras sexualmente y de las 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.



## Materiales y métodos

Los datos y muestras biológicas utilizados para la elaboración de este informe fueron obtenidos en la campaña de investigación BS-2023/01 correspondientes al Programa Pesquería de Langostino, llevada a cabo en el BP Bogavante Segundo entre el 24 de marzo y el 8 de abril 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° 30´S y 47°00´S y al oeste de 64°00´W (Pisani et al. 2023).

En la Figura 1 se observa la localización de los lances de pesca realizados en la campaña, así como los lances con presencia de langostino. En la tabla 1 se indican la fecha, ubicación geográfica y profundidad de los lances con toma de muestras para análisis histológico.

En el Informe Técnico Oficial N°019/23 (Pisani et al. 2023) se describen las características de las redes de arrastre utilizadas y las operatorias y actividades de pesca realizadas en la campaña. Durante la misma, 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 o caparazón (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 accesible y vulnerable al arte de pesca 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 porcentual de longitudes del total de hembras, hembras maduras y hembras impregnadas. Para el análisis espacial de los datos se consideraron tres sectores de estudio, definidos por Moriondo Danovaro et al. (2022) para las campañas de investigación realizadas en el mes de marzo en los últimos años. Estos sectores son: 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.

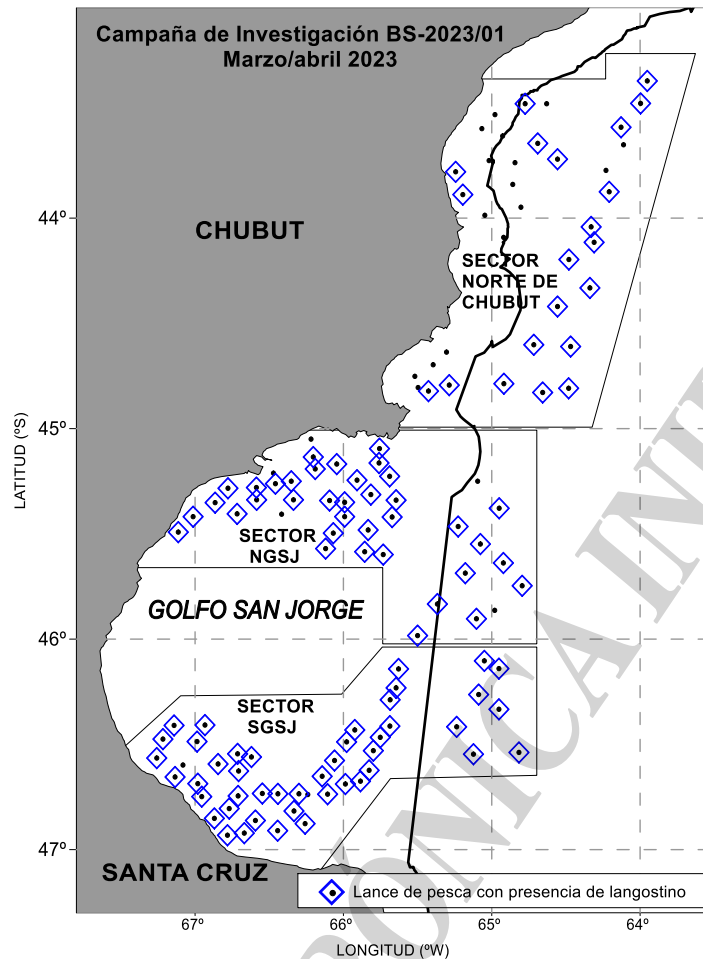


Figura 1. Ubicación geográfica de los lances de pesca y lances con presencia de langostino en la Campaña de Investigación BS-2023/01.

Tabla 1. Fecha y ubicación geográfica de los lances de pesca de la Campaña de Investigación BS-2023/01 con toma de muestras para análisis histológico.

Lance	Fecha	Latitud (°S)	Longitud (°W)	Lance	Fecha	Latitud (°S)	Longitud (°W)
<b>01 (n=30)</b>	24/03/23	46°32	64°49	<b>59 (n=31)</b>	30/03/23	46°25	65°41
<b>02 (n=20)</b>	25/03/23	46°33	65°07	<b>71 (n= 32)</b>	31/03/23	45°36	65°44
<b>06 (n=20)</b>	25/03/23	46°08	64°57	<b>75 (n= 31)</b>	31/03/23	45°20	65°39
<b>10 (n=21)</b>	25/03/23	45°45	64°48	<b>79 (n=35)</b>	31/03/23	45°21	66°06
<b>13 (n=26)</b>	26/03/23	45°23	64°57	<b>85 (n=20)</b>	01/04/23	45°12	66°11
<b>16 (n=28)</b>	26/03/23	45°41	65°11	<b>87 (n=36)</b>	01/04/23	45°15	65°55
<b>22 (n=45)</b>	27/03/23	45°30	67°07	<b>88 (n=38)</b>	01/04/23	45°10	65°46
<b>32 (n=10)</b>	27/03/23	45°20	66°20	<b>95 (n=28)</b>	02/04/23	44°48	65°17
<b>34 (n=22)</b>	28/03/23	46°25	67°09	<b>96 (n=36)</b>	02/04/23	44°47	64°55
<b>36 (n=30)</b>	28/03/23	46°34	67°16	<b>101 (n=24)</b>	03/04/23	44°25	64°33
<b>40 (n=34)</b>	28/03/23	46°45	66°57	<b>102 (n=20)</b>	03/04/23	44°20	64°20
<b>45 (n=37)</b>	28/03/23	46°55	66°27	<b>105 (n=45)</b>	03/04/23	44°03	64°20
<b>49 (n=16)</b>	29/03/23	46°36	66°51	<b>117 (n=33)</b>	04/04/23	43°44	65°01
<b>57 (n=27)</b>	29/03/23	46°49	66°20	<b>125 (n=95)</b>	05/04/23	43°47	65°15

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. 2023).

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



0,0038 y 2,4448, respectivamente ( $R^2= 0,91$ ;  $P<0,05$ ). 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 paramétrico 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 (39 a 51 mm LC). 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 tanto en el sector Norte de Chubut como en el sur del Golfo San Jorge (SGSJ) (aguas adyacentes), mientras que los mayores valores de HI, se observaron en el NGSJ (Figura 2).

En el sector Norte de Chubut, la abundancia de HM y de HI fue de 0,26 a 372,09 miles de individuos/mn<sup>2</sup> y de 0,30 a 6,64 miles de individuos/mn<sup>2</sup>, respectivamente. Los máximos valores, tanto de HM como de HI se observaron en aguas sobre la plataforma media.

En el NGSJ la densidad de HM varió entre 1,06 y 191,91 miles de individuos/mn<sup>2</sup>, mientras que la de HI entre 0,21 y 339,51 miles de individuos/mn<sup>2</sup>. Los máximos valores se localizaron en 45° 10´S y 66° 03´W (próximos a la Isla Tova).

En el SGSJ la densidad relativa de HM varió entre 0,18 y 323,68 miles de individuos/mn<sup>2</sup>. La presencia de HI se registró en un único lance con un valor de abundancia de 0,17 miles de individuos/mn<sup>2</sup>. Las mayores concentraciones de hembras en actividad reproductiva se observaron en aguas adyacentes al Golfo San Jorge. Según Fernández *et al.* (2012, 2014) la abundancia de HM y HI 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.

Los valores porcentuales de HM y de HI en relación con hembras adultas en el área de estudio fueron 32,40% y 5,55% respectivamente; valores del orden de lo observado en 2022. El porcentaje de HM se observó superior respecto a los valores de los años 2018 a 2020, mientras que el de HI fue inferior a los registrados en 2019, 2020 y 2021 (Tabla 2). Los mayores porcentajes de hembras en reproducción se observaron en el sector Norte de Chubut y en el NGSJ.



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 caparazón en mm, LC (valor promedio). NORTE CHUB (sector norte de Chubut), NGSJ y SGSJ (sectores norte y sur del Golfo San Jorge).

		2018			2019			2020			2021		
		HA	HM	HI	HA	HM	HI	HA	HM	HI	HA	HM	HI
<b>Área Total</b>	<b>Porcentaje</b>	64,98%	16,96%	3,76%	53,95%	17,85%	12,82%	47,78%	20,37%	12,47%	76,02%	40,79%	10,53%
	<b>LC (mm)</b>	37,58	41,48	41,64	38,96	42,93	42,26	38,33	42,50	42,16	39,13	41,24	40,84
<b>NORTE CHUB.</b>	<b>Porcentaje</b>	98,73%	42,12%	4,52%	99,09%	47,16%	11,58%	99,84%	58,68%	1,54%	98,04%	74,17%	4,84%
	<b>LC (mm)</b>	44,15	44,89	45,21	44,28	44,42	43,39	43,06	43,52	43,39	42,25	42,54	41,34
<b>NGSJ</b>	<b>Porcentaje</b>	75,23%	25,95%	9,68%	74,54%	22,20%	26,96%	57,68%	24,82%	39,17%	92,21%	39,77%	36,00%
	<b>LC (mm)</b>	39,90	43,04	42,87	40,35	42,34	42,14	40,28	41,98	42,14	40,03	40,59	40,82
<b>SGSJ</b>	<b>Porcentaje</b>	69,80%	6,79%	0,14	39,75%	7,24%	0,08%	39,08%	8,39%	0,04%	57,36%	22,94%	1,04%
	<b>LC (mm)</b>	37,16	42,14	43,78	36,42	42,37	42,67	36,08	41,63	41,00	36,46	40,08	40,92
		<b>2022</b>			<b>2023</b>								
		HA	HM	HI	HA	HM	HI						
<b>Área Total</b>	<b>Porcentaje</b>	70,24%	33,31%	6,50%	69,81%	32,40%	5,55%						
	<b>LC (mm)</b>	38,95	41,74	41,27	38,80	41,59	41,66						
<b>NORTE CHUB.</b>	<b>Porcentaje</b>	97,33%	77,90%	4,11%	97,17%	68,61%	5,60						
	<b>LC (mm)</b>	44,15	44,35	44,85	42,04	42,91	45,56						
<b>NGSJ</b>	<b>Porcentaje</b>	85,45%	33,57%	22,76%	71,02%	35,05%	11,95%						
	<b>LC (mm)</b>	40,69	42,00	40,98	39,58	41,37	40,95						
<b>SGSJ</b>	<b>Porcentaje</b>	62,47%	24,38%	0,18%	62,67%	17,97%	0,03%						
	<b>LC (mm)</b>	37,20	39,95	40,35	37,05	40,25	40,40						

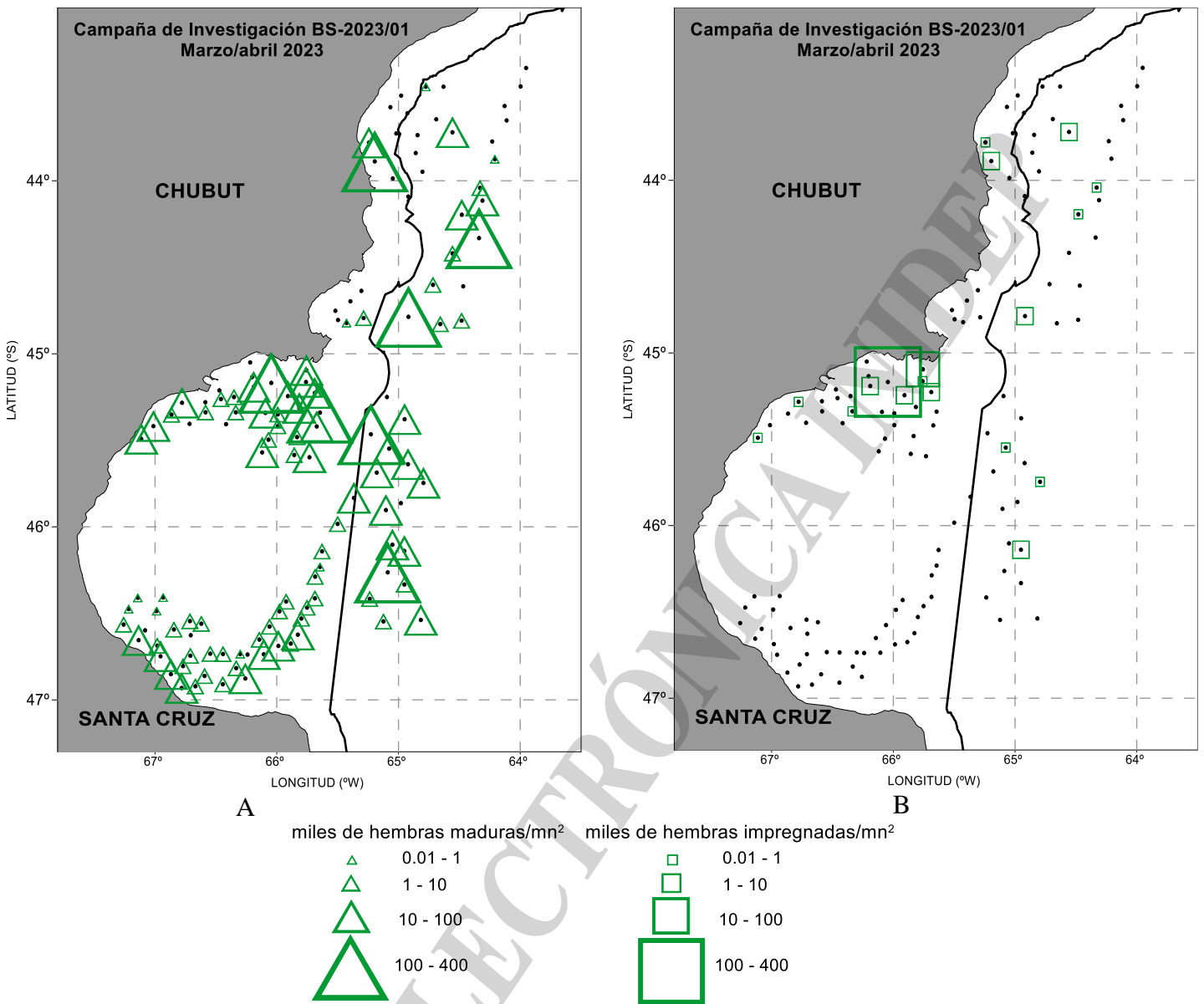


Figura 2. Distribución de los valores puntuales de densidad relativa de hembras maduras (A) y de hembras impregnadas (B) de langostino en número (miles de individuos/mn<sup>2</sup>). Marzo de 2023.

Considerando la totalidad del área relevada, la distribución de longitudes para el total de hembras y hembras en reproducción fue bimodal y unimodal, respectivamente; semejante a lo observado en años previos (Figura 3). La moda, para el total de hembras se ubicó en 23 mm LC y 41 mm LC; mientras que para HM y HI en 42 mm LC y 41 mm LC, respectivamente. La longitud media de las HM en marzo 2023 fue de 41,59 mm LC y de las HI de 41,66 mm LC (Tabla 2). También se registró en 2023, al igual que en 2022, la presencia de un grupo de reclutas, con una participación superior a la observada en el 2021. Según Pisani et al (2023) esta participación, se corresponde con el incremento de la actividad reproductiva entre noviembre y marzo, de las hembras de las temporadas de 2020/2021 y 2021/2022.



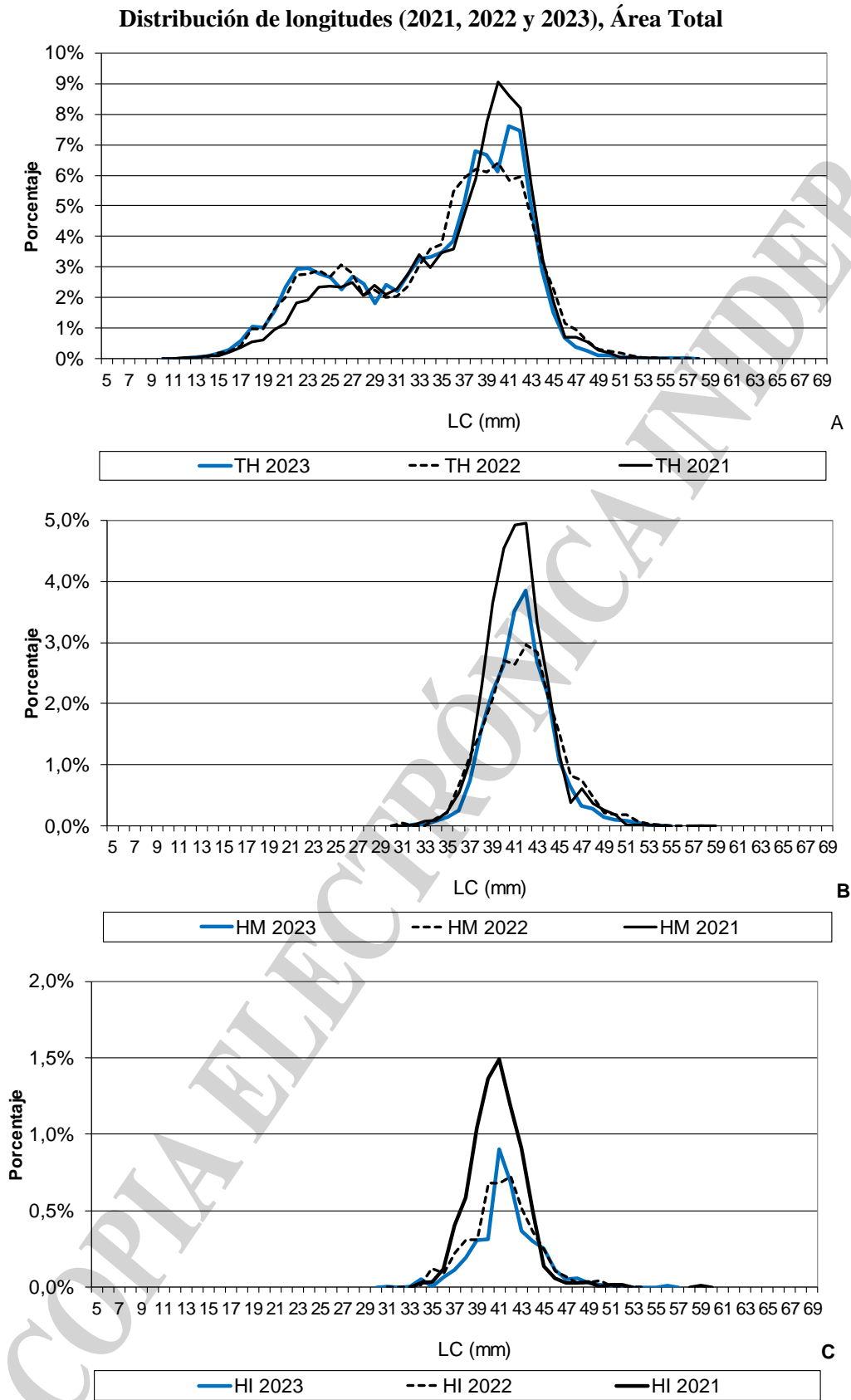


Figura 3. Distribución porcentual de longitudes del total de hembras (TH) (A), de hembras maduras (HM) (B) y hembras impregnadas (HI) (C) de langostino, para marzo de 2021 a 2023.



En los sectores de estudio, la estructura de longitudes del total de hembras y de hembras maduras e impregnadas se corresponde con lo observado en 2022, excepto en el sector Norte de Chubut. En este sector se observó una estructura de longitudes semejante a la registrada en 2021 en TH y HM; y desplazada hacia longitudes mayores para HI (Figuras 4, 5 y 6).

En marzo 2023, las mayores longitudes de hembras en reproducción se observaron en el sector Norte de Chubut y correspondieron, según la clasificación comercial, a las categorías L1 y L2 (Figuras 4, 5 y 6, Tablas 2 y 3). Esta situación concuerda con lo señalado por Fernández et al. (2012, 2018, 2019) quienes señalan que las hembras de mayor tamaño se encuentran en aguas exteriores al Golfo San Jorge y al norte de 45°S a partir de la primavera, en coincidencia con lo descrito por de la Garza et al. (2008).

### Distribución de longitudes para el Sector Norte de Chubut

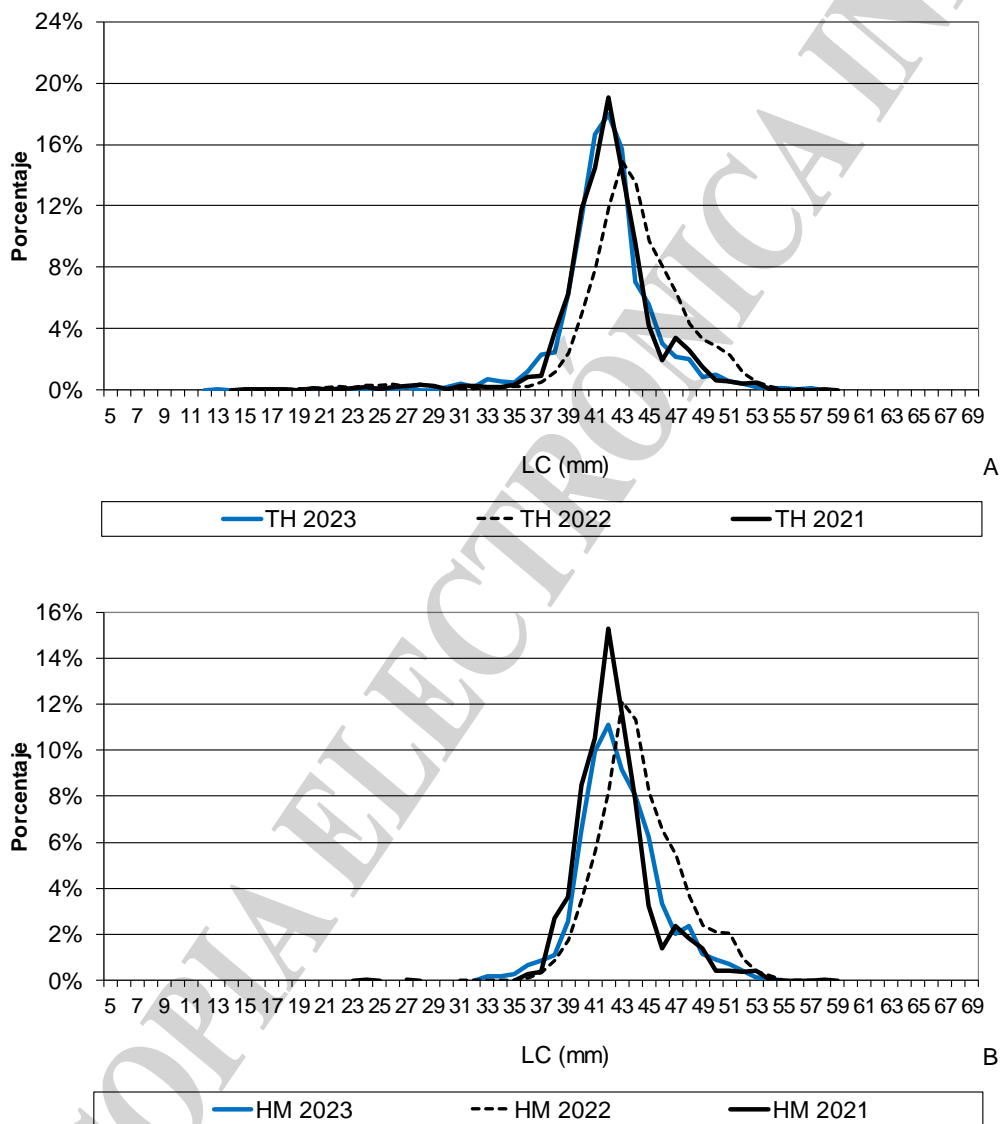


Figura 4. Distribución porcentual de longitudes del total de hembras (TH) (A), de hembras maduras (HM) (B) y hembras impregnadas (HI) (C) de langostino, sector Norte de Chubut, para marzo de 2021 a 2023.

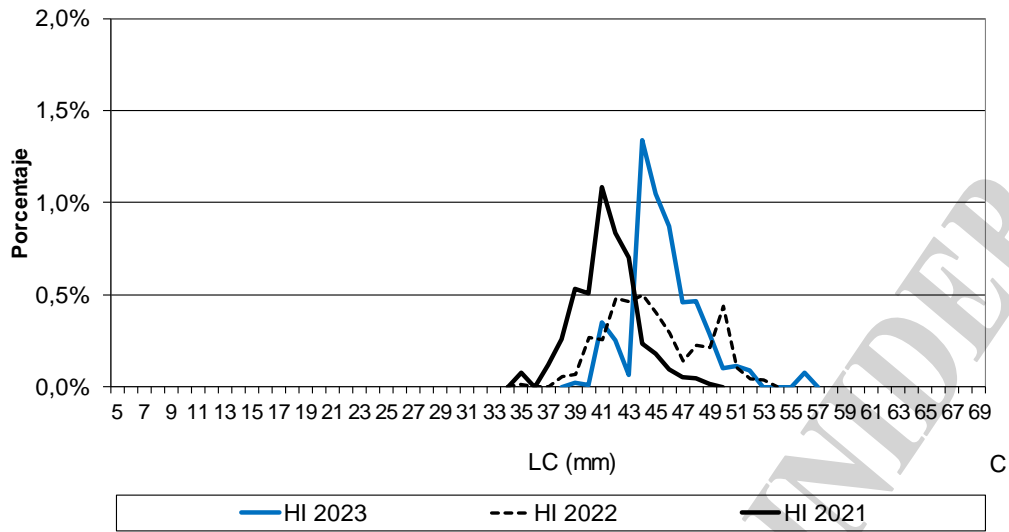


Figura 4 (Continuación). Distribución porcentual de longitudes del total de hembras (TH) (A), de hembras maduras (HM) (B) y hembras impregnadas (HI) (C) de langostino, sector Norte de Chubut, para marzo de 2021 a 2023.

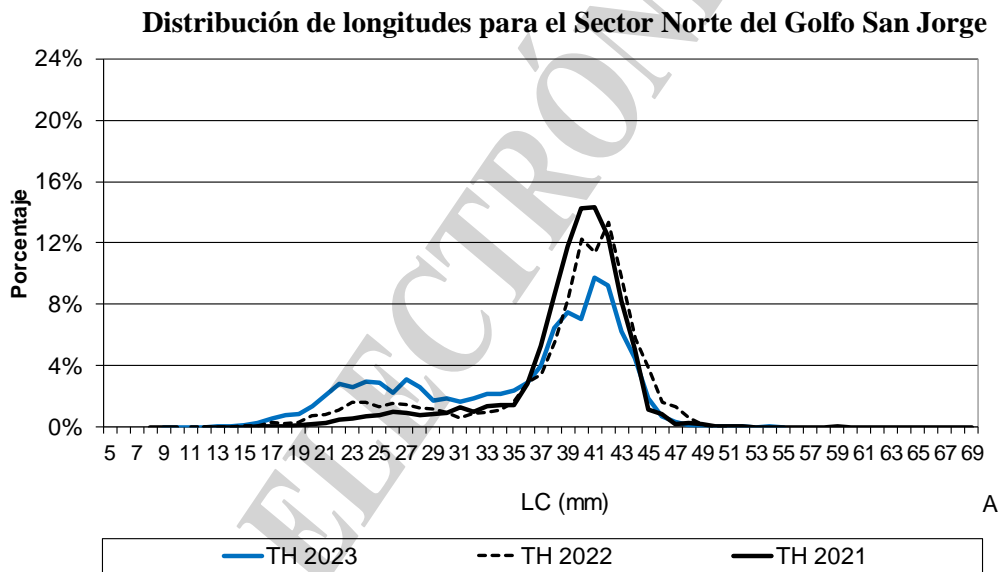


Figura 5. Distribución porcentual de longitudes del total de hembras (TH) (A), de hembras maduras (HM) (B) y hembras impregnadas (HI) (C) de langostino, sector NGSJ, para marzo de 2021 a 2023.

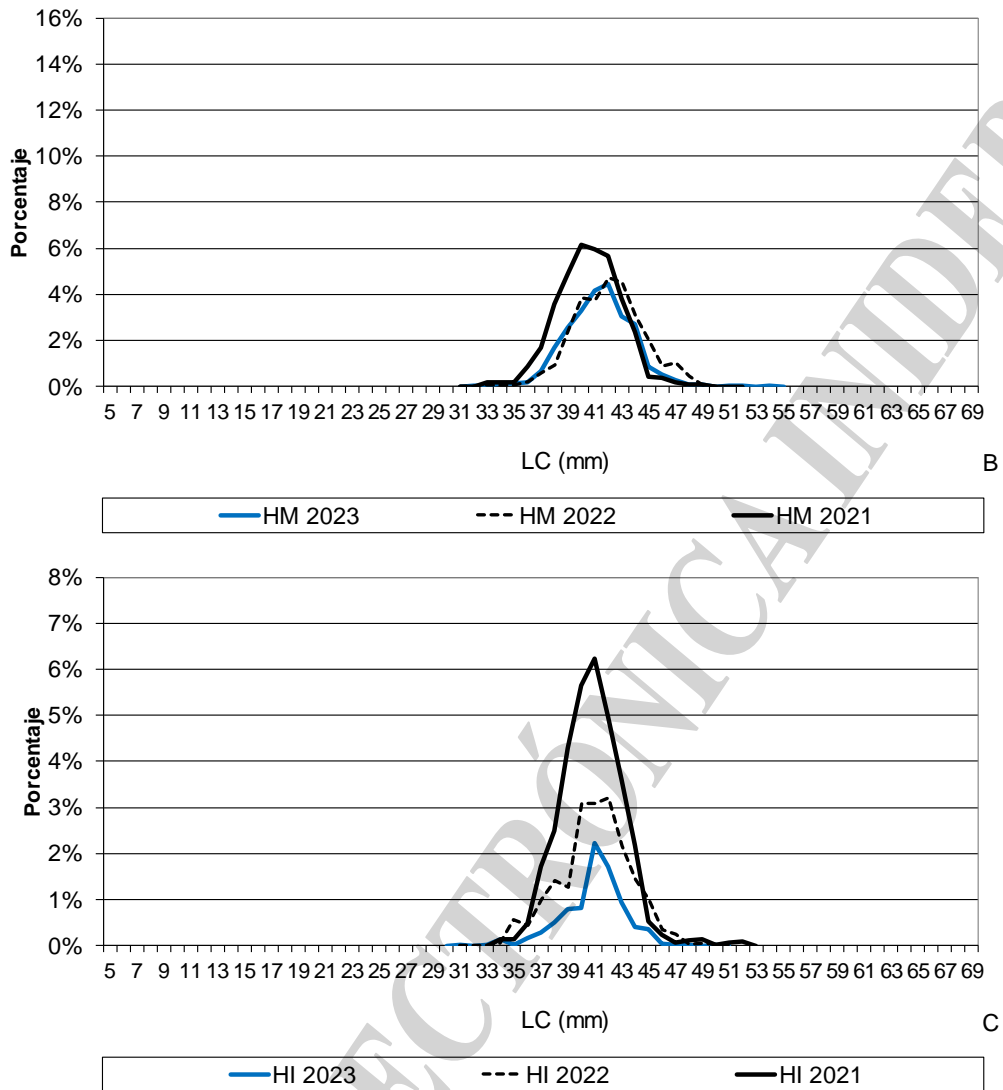


Figura 5 (Continuación). Distribución porcentual de longitudes del total de hembras (TH) (A), de hembras maduras (HM) (B) y hembras impregnadas (HI) (C) de langostino, sector NGSJ, para marzo de 2021 a 2023.

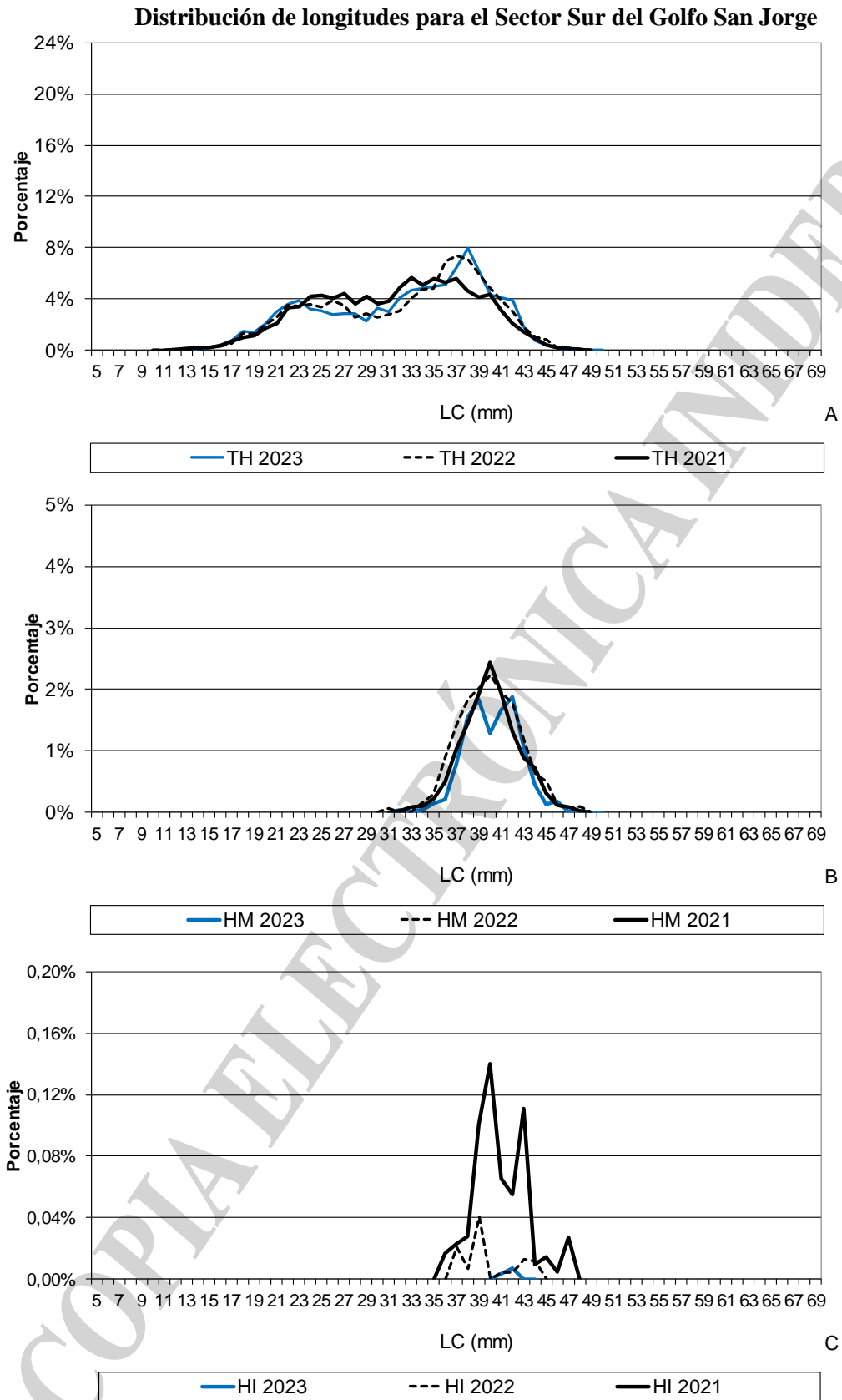


Figura 6. Distribución porcentual de longitudes del total de hembras (TH) (A), de hembras maduras (HM) (B) y hembras impregnadas (HI) (C) de langostino, sector SGSJ, para marzo de 2021 a 2023.



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

Categ com	Piezas/ kg	Norte de Chubut			NGSJ			SGSJ		
		HINM	HM	HI	HINM	HM	HI	HINM	HM	HI
L1	10-20	27,65	39,43	62,31	5,32	26,83	16,85	1,59	17,66	22,22
L2	20-30	46,91	48,66	37,30	20,71	52,78	39,56	17,43	52,10	55,56
L3	30-40	17,75	10,63	0,39	18,49	19,26	41,68	22,84	27,87	22,22
L4	40-60	3,66	1,11	0,00	16,48	1,07	1,69	20,09	2,12	0,00
L5	60-80	2,35	0,17	0,00	17,77	0,05	0,15	17,91	0,26	0,00
L6	>80	1,69	0,00	0,00	21,24	0,00	0,07	20,14	0,00	0,00

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

Se analizaron histológicamente los ovarios de 870 ejemplares entre 31 y 53 mm de LC. Los porcentajes de hembras en actividad reproductiva (vitelogenénesis) en los sectores de estudio fueron: 36,36% en el NORTE DE CHUBUT, 25,38% en el NGSJ y 9,81% en el SGSJ (Figura 7). La marcada diferencia entre los valores estimados histológicamente con los valores registrados según observación macroscópica, podría atribuirse a la inclusión en el muestreo de hembras en proceso de reversión (atresias) o en estado de desove, como hembras en proceso de maduración ovárica. Las hembras en post-desove conservan vestigios de vitelo, presentando sus ovarios manchas de color verde, e identificándose, por lo tanto, como maduras (Díaz 2001; Fernández et al 2023a). Los procesos atrésicos se observaron en los tres sectores, con porcentajes de 7,29%, 24,10% y 38,46%, respectivamente. Según Macchi et al. (1998) valores porcentuales de ovarios en reabsorción superiores al 20%, indicarían el final del período reproductivo

Si bien en todos los sectores se observaron ejemplares adultos inmaduros (reposo) la mayor proporción se vio al sur de la latitud 45°00'S (Figura 7). Dentro de los ejemplares inmaduros se detectaron ovarios con presencia de ovocitos en proliferación y crecimiento en un 30,48%, 32,26% y 12,94% para los sectores NORTE DE CHUBUT, NGSJ y SGSJ, respectivamente.

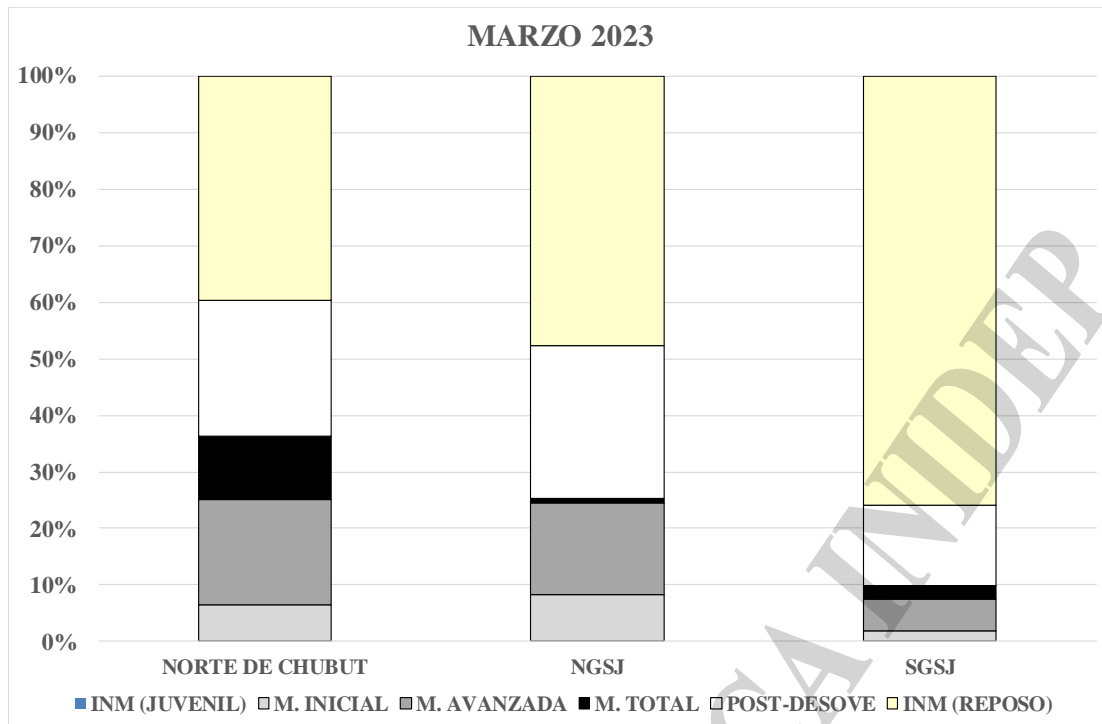


Figura 7. Distribución de las frecuencias porcentuales de los estadios de maduración ovárica de las hembras adultas. Marzo de 2023.

El porcentaje de ovarios en vitelogénesis fue inferior respecto a lo observado para el período 2018 - 2022 (excepto 2020), en tanto que el porcentaje de ovarios en reposo se observó superior (Tabla 4). El desfase temporal del desarrollo de la campaña respecto a campañas precedentes, puede considerarse un factor que haya incidido en los resultados observados. La campaña tuvo fecha de inicio 19/20 días después respecto a la fecha habitual. La alta proporción de ovarios en reposo estaría indicando la finalización del proceso reproductivo en la zona (Fernández et al. 2021) tal como fuera descrito por Fernández et al. (2012).

Tabla 4. Porcentajes de ovarios en vitelogénesis (maduración inicial, avanzada y total), post-desove e inmaduros. Marzo 2018 a 2023.

	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Ovarios en vitelogénesis	56,85	57,43	29,82	58,84	41,39	23,95
Ovarios en post-desove	14,38	12,84	18,60	22,77	36,33	22,08
Ovarios inmaduros (reposo)	28,77	26,69	51,58	20,11	22,28	53,86

### 3. Abundancia de hembras en actividad reproductiva (hembras maduras e impregnadas) de acuerdo a la información microscópica.

Considerando la totalidad del área recorrida, la abundancia de hembras en reproducción en 2023 fue un 40% inferior respecto a la estimada en 2022 (Tabla 5). Esta situación es consecuente con la finalización del proceso reproductivo mencionado anteriormente.



Tabla 5. Numerosidad hembras en actividad reproductiva para marzo de 2021 a 2023.

Años	NGSJ	SGSJ	LIT.CHUBUT	TOTAL
2021	425.149,86	457.141,71	170.703,66	1.409.192,96
2022	430.452,55	171.716,37	199.759,24	696.215,87
<b>2023</b>	<b>112.236,87</b>	<b>50.031,66</b>	<b>75.369,64</b>	<b>279.353,73</b>

#### 4. Análisis de correlación, Factor de condición e Índices gonadosomático y hepatosomático

Considerando los ocho años de estudio, no se observaron correlaciones entre la longitud de caparazón de las hembras en estadio de maduración total (LC) y los índices gonadosomático (IGS) y hepatosomático (IHS) (Tabla 6). Cabe indicar, que para la utilización del IGS como indicador del estado de desarrollo gonadal, es una condición que se mantenga la misma proporción (peso total-peso gonadal), sea cual sea el tamaño de las hembras (Díaz 2001).

Tabla 6. Matriz de correlación, hembras maduras, maduración total (2016 a 2023). LC: longitud de caparazón, Pte: peso total eviscerado, IHS: índice hepatosomático e IGS: índice gonadosomático.

	2016				2017			
	LC	Pte	IHS	IGS	LC	Pte	IHS	IGS
LC	1,00	<b>0,94</b>	0,32	0,08	1,00	<b>0,93</b>	0,17	-0,09
Pte	<b>0,94</b>	1,00	0,23	0,00	<b>0,93</b>	1,00	0,23	-0,10
IHS	0,32	0,23	1,00	0,16	0,17	0,23	1,00	-0,07
IGS	0,08	0,00	0,16	1,00	-0,09	-0,10	-0,07	1,00
	2018				2019			
	LC	Pte	IHS	IGS	LC	Pte	IHS	IGS
LC	1,00	<b>0,93</b>	0,07	-0,21	1,00	<b>0,93</b>	0,03	-0,17
Pte	<b>0,93</b>	1,00	0,17	-0,17	<b>0,93</b>	1,00	0,19	-0,12
IHS	0,07	0,17	1,00	-0,02	0,03	0,19	1,00	0,11
IGS	-0,21	-0,17	-0,02	1,00	-0,17	-0,12	0,11	1,00
	2020				2021			
	LC	Pte	IHS	IGS	LC	Pte	IHS	IGS
LC	1,00	<b>0,97</b>	0,05	-0,15	1,00	<b>0,84</b>	0,06	0,20
Pte	<b>0,97</b>	1,00	0,12	-0,24	<b>0,84</b>	1,00	-0,17	0,06
IHS	0,05	0,12	1,00	-0,49	0,06	-0,17	1,00	-0,07
IGS	-0,15	-0,24	-0,49	1,00	0,20	0,06	-0,07	1,00
	2022				2023			
	LC	Pte	IHS	IGS	LC	Pte	IHS	IGS
LC	1,00	<b>0,92</b>	0,13	-0,17	1,00	<b>0,95</b>	-0,24	0,16
Pte	<b>0,92</b>	1,00	0,13	-0,29	<b>0,95</b>	1,00	-0,27	0,04
IHS	0,13	0,13	1,00	-0,01	-0,24	-0,27	1,00	-0,20
IGS	-0,17	-0,29	-0,01	1,00	0,16	0,04	-0,20	1,00

P&lt;0,01

#### Factor de condición e índices somáticos (hembras maduras entre 39 y 51 mm LC)

El análisis comparativo interanual (2016 – 2023) de los valores medios del factor de condición de hembras en estadio de maduración total, considerando el rango de longitudes en común (39 a 51 mm de LC) sobre muestras con valores de longitud media estadísticamente diferentes ( $P < 0,05$ ), indicó diferencias significativas ( $P < 0,05$ ). Las hembras maduras de 2023 presentaron una condición corporal semejante a la que registraron los ejemplares de marzo de 2016, 2017, 2019, 2020, 2021 y 2022; y significativamente inferior a la registrada para 2018 ( $P < 0,05$ ) (Figura 8). El factor de condición o condición corporal se utiliza como un indicador de la cantidad de energía almacenada por un organismo y puede considerarse una medida de los sucesos físicos y biológicos que le han ocurrido al individuo





durante algún período de su vida. Los factores de condición son ampliamente utilizados como índices indirectos del crecimiento asumiendo un mejor estado en aquellos individuos con valores más elevados (Murphy et al. 1991).

El valor de peso medio como de longitud de las hembras maduras en 2023 se observó semejante a lo estimado para 2022.

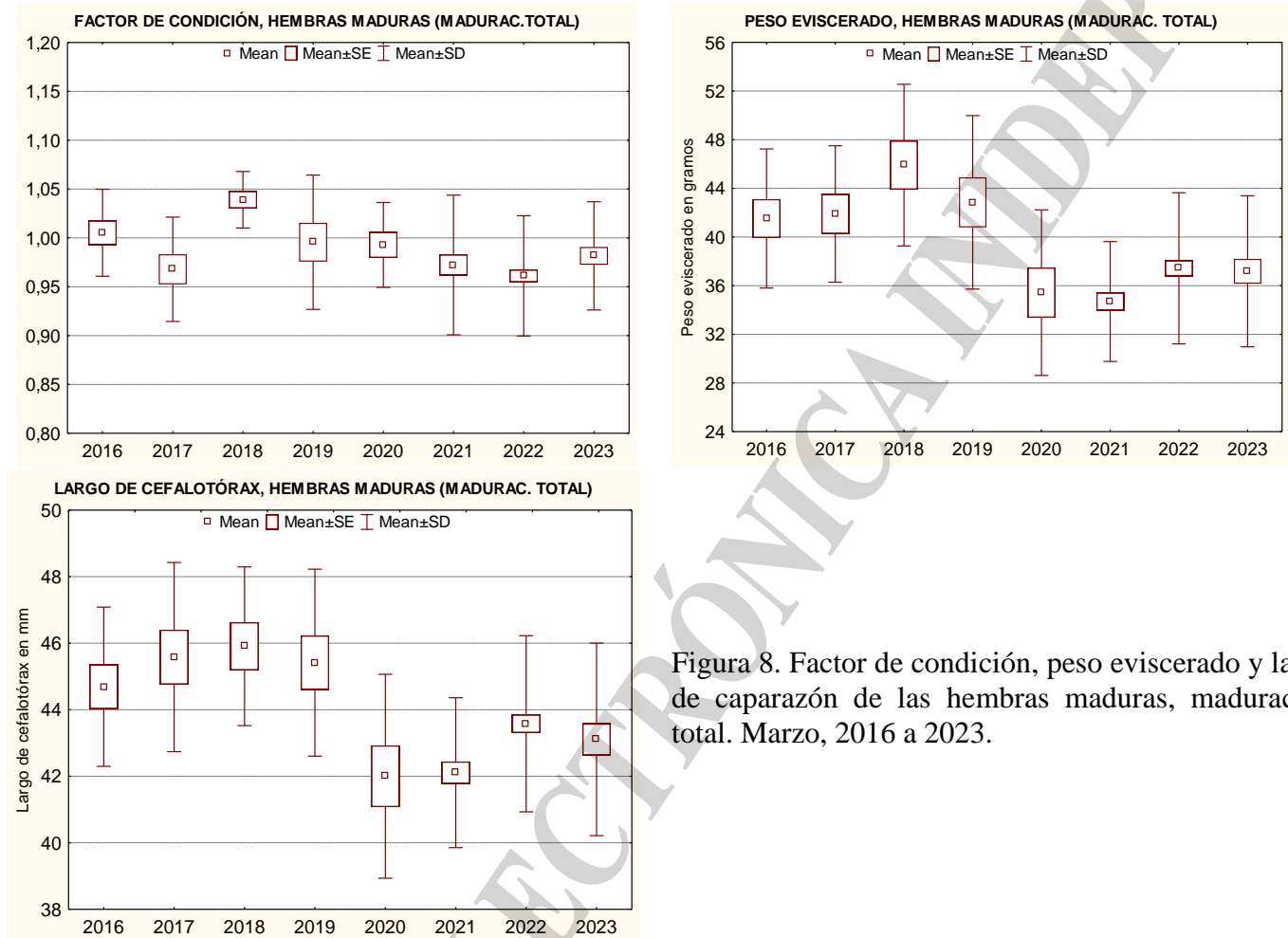


Figura 8. Factor de condición, peso eviscerado y largo de caparazón de las hembras maduras, maduración total. Marzo, 2016 a 2023.

La comparación interanual de los índices IGS mostró que las hembras maduras de marzo de 2023 presentaban una mayor cantidad de reservas energéticas en gónada respecto a 2022 y también respecto a 2018 y 2019 ( $P < 0,05$ ) (Figura 9). Las reservas en el hepatopáncreas (IHS) se observaron inferiores respecto a 2021 y 2022 pero superiores a las estimadas para el período 2018-2020 ( $P < 0,05$ ) (Figura 9).

El IGS y el IHS son indicadores de movilización de reservas energéticas del hepatopáncreas hacia las gónadas, con los cuales se estima la actividad reproductiva (Rodríguez-González et al. 2006, Revathi et al. 2012) y se vincula con la muda de crustáceos (Magalhães et al. 2012).

Es un rasgo característico de los camarones penaeoideos, que las sustancias nutritivas, principalmente el vitelo que se acumulan en los ovocitos, provengan tanto del medio externo (origen extraovocitario, hepatopáncreas, hemocitos y tejido subepidérmico), como del medio interno, sintetizadas por el mismo animal dentro del ovario (origen intraovocitario) (Quackenbush 1989). El hepatopáncreas es el principal órgano de almacenamiento de nutrientes (minerales, lípidos, proteínas



y glucógeno) de los crustáceos decápodos y puede abastecer de materias primas necesarias para la vitelogenénesis y ser el órgano donde se realiza la síntesis de las vitelogeninas extraováricas (Scelzo 1991). Esta glándula digestiva tiene un rol significativo en la acumulación y en la movilización de reservas no solo durante la maduración gonadal, sino también durante el periodo de muda, inanición y en otros procesos de absorción (Dall 1990, Jeckel et al. 1991). En general, en las hembras de langostino, las reservas del hepatopáncreas disminuyen cuando las hembras presentan mayor desarrollo gonadal y como consecuencia, un mayor valor de IGS (Fernández et al. 2017).

De lo desarrollado anteriormente radica la importancia de realizar estudios de alimentación de esta especie junto con el análisis energético de los tejidos y el reparto de la energía por parte de los organismos para conocer si hay cambios que justifiquen la variabilidad que se viene observando en los últimos años, en la acumulación de reservas en el hepatopáncreas y gónada.

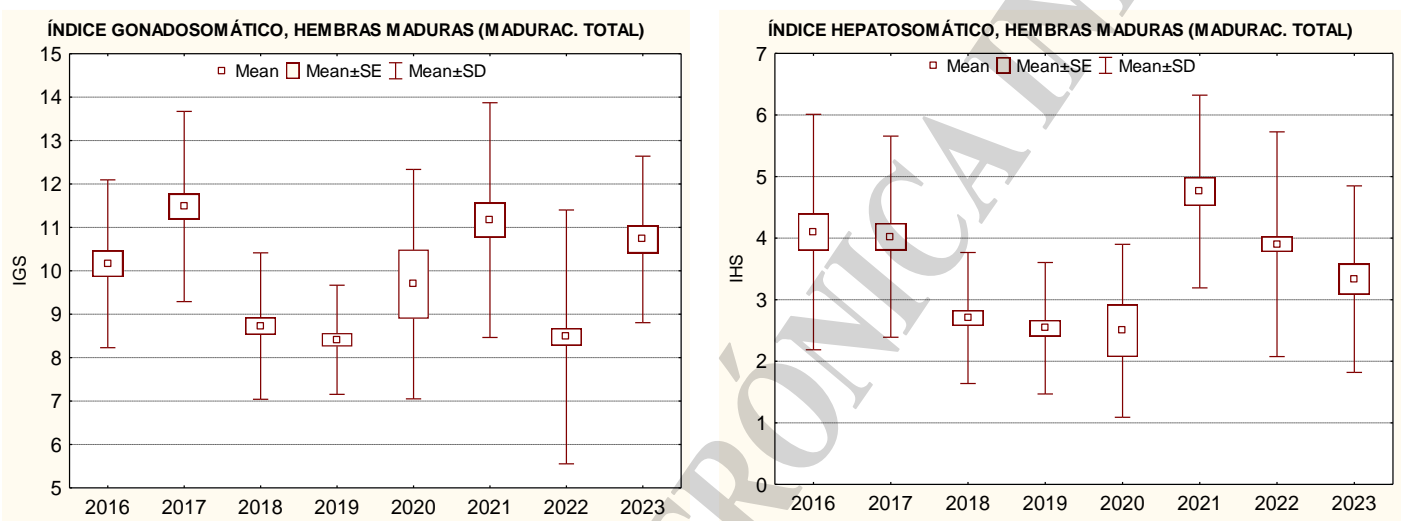


Figura 9. Índice gonadosomático (IGS) y hepatosomático (IHS) de las hembras maduras, maduración total (N = 509). Marzo, 2016 a 2023.

A modo de síntesis podemos decir que los resultados obtenidos en este estudio (según información histológica) señalan una menor participación de las hembras en reproducción en marzo 2023 respecto a años previos, lo cual se relaciona con el desfase temporal del desarrollo de esta campaña respecto a años precedentes (Pisani et al 2023).

En cuanto a la variabilidad observada a lo largo de los años de estudio, en la cantidad de reservas energéticas acumuladas tanto en gónadas como en hepatopáncreas, en hembras en actividad reproductiva, se debe considerar la influencia de ciertos factores ambientales que inciden en la maduración ovárica, así como en el comienzo del desove. Según lo observado para crustáceos acuáticos, estos factores son la disponibilidad de alimento en el medio tanto en cantidad como en calidad, la temperatura del agua y el fotoperíodo (Powers y Bliss 1983). También, no se debería descartar la influencia del estrés poblacional por efecto de la presión pesquera que se le aplica al recurso, situación que ha sido discutido en otros estudios (Fernández et al 2023b).



## CONCLUSIONES

1. La distribución de longitudes para el total de hembras y hembras en reproducción en 2023 fue bimodal y unimodal respectivamente; semejante a lo observado en años previos.
2. Los mayores valores de abundancia relativa puntual y porcentajes de hembras maduras e impregnadas, al igual que los valores de longitud media, se registraron al norte de la latitud 45°S.
3. Considerando la totalidad del área recorrida, el valor de numerosidad de hembras en reproducción fue inferior respecto a 2021 y 2022; esto se relaciona con el desfase temporal del desarrollo de la campaña de investigación respecto a años precedentes.
4. Las hembras maduras de 2023 presentaron una condición corporal semejante a la que registraron los ejemplares de marzo de 2016 a 2022; siendo el IGS superior al estimado en 2022.
5. Las hembras maduras de 2023 registraron una menor cantidad de reservas energéticas en hepatopáncreas respecto a 2021 y 2022.

## Bibliografía

- de la Garza, J., M. Fernández, C. Fischbach, P., Moriondo y A Roux. 2008. Estudio del ciclo reproductivo del langostino patagónico (*Pleoticus muelleri*) 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.
- 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, D. Hernández y G. Macchi. 2014. Variación espacio – temporal del estado reproductivo de los machos de langostino *Pleoticus muelleri* (Spence Bate, 1888) (Crustacea, Decapoda, Solenoceridae) del litoral patagónico, Argentina. *Rev. Invest. Desarr. Pesq.* 24:37-57.
- Fernández, M, Macchi, J. y De la Garza, J. 2001. Estimación de fecundidad potencial y fecundidad relativa del langostino del Golfo San Jorge. Período analizado: Diciembre de 2000 a marzo de 2001. *Inf. Téc. Int. INIDEPN° 67/01*, 21 pp.
- Fernández, M, Macchi, G. y De la Garza, J. 2002. Estimación de fecundidad potencial y fecundidad relativa del langostino del Golfo San Jorge y litoral de la provincia de Chubut. Período analizado: septiembre de 2001 a febrero de 2002. *Inf.Téc.Int. INIDEP N°36/0*, 34 pp.
- Fernández, M., Iorio M.I., Hernández, D.Y 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, M. I., Cadaveira, G. y 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 M.I., Estrada M., Sinconegui J. y Pappi A. 2019a. Análisis de la actividad reproductiva del langostino *Pleoticus muelleri* del sector patagónico. Resultados de las Campañas de Investigación BS-01/17 (marzo) y BS-02/17 (noviembre). *Inf. Inv. N°20/2019*. INIDEP, 21 pp.



- Fernández M., Militelli, M. I., de la Garza J. y Cadaveira, G. 2019b. 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 M.I., García Penoni M., Estrada M. y 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 M., García Penoni M, Estrada M, Brachetta H y Maldonado Montes de Oca E. 2023a. Análisis de la actividad reproductiva del langostino entre 41°S y 43°S, área de marcación de la especie en enero 2022. Inf. Inv. N° 26/2023. INIDEP, 21 pp.
- Fernández, M., Militelli, M. I., Moriondo Danovaro, P., de la Garza, J. y Luz Clara, M. 2023b. 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. y 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.
- López Greco, L. y Rodríguez, E. 1999. Annual reproduction and growth of adults crabs *Chasmagnathus granulata* (Crustacea, Brachyura, Grapsidae). Cah. Biol. Mar, 40: 155-164.
- Macchi, G., Iorio, M.I. y 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.
- Agalhães, T.; Mossolin, E.C. y Mantelatto, F.L. 2012. Gonadosomatic and hepatosomatic indexes of the freshwater shrimp *Macrobrachium olfersii* (Decapoda, Palaemonidae) from São Sebastião Island, Southeastern Brazil. PanAmerican Journal of Aquatic Sciences, 7(1): 1-9.
- Moriondo Danovaro, P, Pisani E y de la Garza J. 2022. Evaluación de langostino (*Pleoticus muelleri*). Estimación de la biomasa, numerosidad de individuos, estructura poblacional y estado reproductivo en el Golfo San Jorge, litoral norte de Chubut y aguas nacionales adyacentes. Campaña BS-2022/01. Inf. Téc. Of. INIDEP. N° 034/22: 15 pp.
- Murphy, B.; Willis, D. y Springer, T. 1991. The relative weight index in fisheries management: status and needs. Fisheries 16 (2): 30-38.
- Pisani P, Moriondo Danovaro P y de la Garza J. 2023. Evaluación de langostino (*Pleoticus muelleri*). Estimación de la biomasa, numerosidad de individuos, estructura poblacional y estado reproductivo en el Golfo San Jorge, litoral norte de Chubut y aguas nacionales adyacentes. Campaña BS-2023/01. Inf. Téc. Of. INIDEP N°019/2023 21 pp.
- Powers, L y Bliss, D. 1983. Terrestrial Adaptations. In: The Biology of Crustacea, Vol. 8 (Ed.: F.J. Vernberg and W. B. Vernberg), Academic Press, New York, U.S.A., pp 335-359.
- Quackenbush, L. 1989. Vitellogenesis in the shrimp *Penaeus vannamei*: in vitro studies of isolated Hepatopancreas and ovary. Comp. Biochem. Physiol. 94B (2): 253-261.
- Revathi, P.; Iyapparaj, P.; Munuswamy, N. y Krishnan, N. 2012. Vitellogenesis during ovarian development in freshwater female prawn *Macrobrachium rosenbergii* (De Man). Int. J. Aqu. Sci. 3 (2): 1327.
- Rodríguez-González, H.; Hernández Llamas, A.; Villarreal, H.; Saucedo, P.; García Ulloa, M. y Rodríguez Jaramillo, C. 2006. Gonadal development and biochemical compositions of crayfish *Cherax quadricarinatus* (Decapoda: Parastacidae) in relation to gonadosomatic index at first maturation. Aquaculture 254: 637-645. Doi: 10.1016/j.aquaculture.2005.10.020.
- Sobrino, T. y 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.



- Sokolowicz, C. C.; Bond-Buckup, G. y Buckup, L. 2006. Dynamics of gonadal development of *Aegla platensis* Schmitt (Decapoda, Anomura, Aegliidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 23(4), 1153-1158.
- Zar J. 1996. *Biostatistical Analysis*. New Jersey: 3 ed. Prentice Hall Inc.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP