

ORIGINAL RESEARCH

Captura potencial y efectiva de la fauna macro-bentónica asociada al Área Central (43° 30' S-48° S) de pesca de centolla (*Lithodes santolla*) en la Argentina

ESTEBAN GAITÁN*, CECILIA MAUNA, CARLA FIRPO, PABLO LÉRTORA y VALERIA MANGO

Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP), Paseo Victoria Ocampo N° 1, Escollera Norte, B7602HSA - Mar del Plata, Argentina. ORCID *Esteban Gaitán*  <https://orcid.org/0000-0002-0766-266X>, *Cecilia Mauna*  <https://orcid.org/0000-0003-3557-4330>, *Carla Firpo*  <https://orcid.org/0000-0002-9983-3111>, *Pablo Lértora*  <https://orcid.org/0000-0001-5651-9344>, *Valeria Mango*  <https://orcid.org/0000-0003-4797-1202>



RESUMEN. Las pesquerías dirigidas a especies bentónicas pueden tener un impacto negativo sobre la fauna acompañante y el fondo marino; sin embargo, las artes de pesca pasivas como las trampas se consideran menos nocivas. El objetivo de este trabajo fue evaluar el impacto de la pesca con trampas para centolla (*Lithodes santolla*) sobre las comunidades macrobentónicas que se distribuyen en el Área Central Patagónica (44° S-47° S). Se comparó la composición de la fauna presente en las comunidades bentónicas del área donde se desarrolla la pesquería dirigida a la centolla (fauna potencialmente capturable) con la fauna macrobentónica que queda retenida en las trampas (fauna efectivamente capturada o retenida). La fauna bentónica “potencialmente capturable” se determinó mediante recolección por red de arrastre mientras que la fauna “efectivamente capturada” se obtuvo a partir de la pesca con líneas de trampas empleadas por buques centolleros. En ambos casos los datos fueron recabados durante 2016 en el Área Central Patagónica. El número de taxones registrados fue considerablemente mayor para la fauna “potencialmente capturable” (80 versus 15), representando los taxones efectivamente capturados en trampas solo un 18,7% del total de los taxones que potencialmente pueden ser capturados. La fauna “potencialmente capturable” está caracterizada (en biomasa y frecuencia de aparición) por langostino, esponjas, braquiópodos y tunicados, todas especies sésiles a excepción del langostino. La fauna “efectivamente capturada” por las trampas fue caracterizada por organismos de comportamiento predatorio activo (cangrejos y equinodermos), con una predominancia del cangrejo araña (*Libinia emarginata*), aunque la distribución espacial de este no es coincidente con las mayores abundancias de centolla. Se determinó que el efecto de la pesca con trampas sobre una de las especies más abundantes (langostino) así como sobre aquellas que presentan un rol ecológico relevante en el sistema (ejemplo esponjas y tunicados) es muy bajo, ya que existió una clara diferenciación entre la fauna macrobentónica con potencial de ser capturada y la efectivamente retenida en las trampas.



*Correspondence:
esteban@inidep.edu.ar

Received: 16 July 2021
Accepted: 1 October 2021

ISSN 2683-7595 (print)
ISSN 2683-7951 (online)

<https://ojs.inidep.edu.ar>

Journal of the Instituto Nacional de
Investigación y Desarrollo Pesquero
(INIDEP)



This work is licensed under a Creative
Commons Attribution-
NonCommercial-ShareAlike 4.0
International License

Palabras clave: Bentos, pesquería de centolla, fauna acompañante, trampas.

Potential and effective capture of macrobenthic fauna associated to the Central Area (43° 30' S-48° S) of the southern king crab (*Lithodes santolla*) fishing in Argentina

ABSTRACT. Fisheries targeting benthic species may have a negative impact on the bycatch and the seabed; however, passive gears such as traps are considered less harmful. The objective of this work was to evaluate the impact of the southern king crab (*Lithodes santolla*) trap fishing on the macrobenthic communities that are distributed in the Central Patagonian Area (44° S-47° S). The composition of the fauna present in the benthic communities of the Central Patagonian Area of the

fishery for the southern king crab (potentially catchable fauna) was compared with the macrobenthic fauna that is retained in the traps (effectively captured or held fauna). The ‘potentially catchable’ benthic fauna was determined by means of a trawl collection, while the ‘effectively captured or held’ fauna was obtained from fishing with trap lines used by southern king crab vessels. In both cases, the data was collected during 2016 in the Central Patagonian Area. The number of registered taxa was considerably higher for the ‘potentially catchable’ fauna (80 versus 15), with the taxa actually captured in traps representing only 18.7% of the total taxa that could potentially be captured. The ‘potentially catchable’ fauna is characterized (in biomass and frequency of appearance) by shrimp, sponges, brachiopods and tunicates, all sessile species with the exception of shrimp. The fauna ‘effectively captured’ by the traps was characterized by organisms with active predatory behavior (crabs and echinoderms), with a predominance of the spider crab (*Libidoclaea granaria*), although its spatial distribution does not coincide with the highest abundances of southern king crab. It was determined that the effect of trap fishing on the most abundant species (shrimp) as well as on those that have a relevant ecological role in the system (e.g. sponges and tunicates) is very low, since there was a clear differentiation between the macrobenthic fauna with the potential to be catchable and that effectively retained in the traps.

Key words: Benthos, southern king crab fishery, bycatch, traps.

INTRODUCCIÓN

Las pesquerías dirigidas a especies bentónicas pueden tener efectos negativos sobre el fondo marino y sobre otros componentes del ecosistema que pueden ser capturados durante la operatoria de pesca. Estos componentes denominados *bycatch* corresponden “a aquella parte de la captura de un lance de pesca obtenida de forma incidental, que acompaña a las capturas de las especies objetivo hacia las que se dirige el esfuerzo de pesca” (FAO 1998). Si las capturas de las especies acompañantes son elevadas y sostenidas en el tiempo pueden generar un impacto ecológico y un perjuicio económico, hasta inclusive poner en riesgo la sustentabilidad de una pesquería (Hall et al. 2000).

En este sentido, no todas las pesquerías causan el mismo impacto sobre los ecosistemas donde se desarrollan. Existe un amplio consenso que las artes pasivas (trampas, nasas, palangres) presentan un menor impacto sobre el hábitat y una menor captura de fauna acompañante que otras artes con movimiento activo sobre el fondo como redes de arrastre o rastras (Suuronen et al. 2012; Jenkins y Garrison 2013; Grabowski et al. 2014). Las capturas de fauna acompañante, tanto en palangres como trampas, se producen mayormente debido a enganches durante los procedimientos de virado de las líneas o por desplazamientos durante tor-

mentas y están fuertemente relacionadas con la morfología de los organismos bentónicos. Así, aquellos que se elevan sobre el fondo marino con estructuras ramificadas y/o complejas (ejemplo, algunos tipos de corales, esponjas) son los más afectados (Eno et al. 2001; Pham et al. 2014; Schweitzer et al. 2018; Stevens 2021).

En aguas argentinas, la principal pesquería que utiliza artes pasivas (trampas) es la dirigida a la captura de la centolla, *Lithodes santolla*. Esta pesquería cuenta recientemente con campañas de evaluación que permiten realizar un seguimiento sobre distintos aspectos, incluido el relevamiento de los invertebrados bentónicos que son capturados como fauna acompañante por las trampas usadas por los buques centolleros (Mauna et al. 2017). De estos datos se desprende que la fauna acompañante de centolla integrada por otros invertebrados bentónicos es baja, siendo el cangrejo araña, *Libidoclaea granaria*, la especie más importante, tanto en número de ejemplares capturados como en frecuencia de aparición (Mauna et al. 2017; Bianchi et al. 2019).

La zona evaluada para centolla corresponde al Golfo San Jorge y aguas adyacentes (denominada Área Central) y coincide espacialmente con parte del sector que es monitoreado regularmente durante las campañas de evaluación de merluza común (*Merluccius hubbsi*) realizadas por el Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP). En este último caso, para la eva-

luación se utiliza una red de arrastre de fondo para especies de peces demersales, la cual durante el arrastre también puede capturar distintos macro-invertebrados bentónicos. Esto permite tener una visión aproximada de la composición y abundancia relativa de los distintos macro-invertebrados presentes en los fondos de pesca en el área (Gaitán et al. 2014; Gaitán y Souto 2017). La coincidencia espacial de estas campañas científicas permite comparar la información obtenida sobre la composición y abundancia de invertebrados bentónicos presentes en el sector y cómo estos son capturados (y afectados) en forma diferencial de acuerdo al arte de pesca utilizado. Así, el objetivo de este trabajo fue evaluar el impacto de la pesca con trampas de centolla en las comunidades macro-bentónicas que conforman los fondos de pesca en el Área Central, a través del análisis del grado de correspondencia entre las especies presentes (potencialmente capturables) y las que son retenidas en las trampas (efectivamente capturadas).

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio comprende el Golfo San Jorge y aguas adyacentes entre 44° S y 47° S y entre 68° W y 62° W, con particularidades ambientales que permiten el desarrollo de importantes pesquerías en la Argentina. En el Golfo San Jorge las profundidades mayormente se encuentran entre los 50 y 90 m, mientras que las profundidades registradas en aguas adyacentes son cercanas a los 100 m. A su vez, los fondos presentan sectores tanto con predominio de grava y arena, como otros típicamente fango-arenosos, los cuales también están presentes en aguas aledañas al golfo pero con mayor porcentaje de arena (Roux et al. 1995; Fernández et al. 2003).

A fin de describir la fauna potencialmente capturable, se consideró que la red de arrastre de fondo empleada en las campañas de evaluación de merluza es un arte de pesca adecuado para el

muestreo, ya que durante su operatoria se produce una importante retención de invertebrados bentónicos (Gaitán et al. 2014; Gaitán y Souto 2017). Teniendo en cuenta esta consideración, el presente análisis estuvo enfocado en aquella fracción de la comunidad bentónica que por su tamaño presenta más posibilidades de ser retenida por las artes de pesca de fondo, es decir macro-organismos epibentónicos. La fauna potencialmente capturable posteriormente se comparó con aquella fauna efectivamente retenida a través del uso de un arte de pesca pasivo como es la línea de trampas.

Análisis del bentos potencialmente capturable

El material para la descripción de las comunidades bentónicas que conforman los fondos de pesca del sector analizado fue recolectado durante la campaña de evaluación de merluza EH-01/2016. La misma fue realizada en la plataforma patagónica del 9 de septiembre al 6 octubre de 2016 entre 41° S y 47° S a profundidades de 64 a 114 m. En total se efectuaron 90 lances de pesca, de los cuales se seleccionaron aquellos que coincidieron con la zona abarcada por las campañas de centolla, es decir el área comprendida entre 44° S y 47° S ($n = 56$) (Figura 1 A). Los invertebrados recolectados fueron separados por taxón, identificados y pesados a bordo. Cuando esto no pudo ser realizado en el momento, fueron congelados y posteriormente analizados en el laboratorio en tierra. Los lances se realizaron con red de arrastre de fondo Engel (Figura 2 A), de 35,3 m de relinga superior y 40,3 m de relinga inferior, equipada con portones polivalentes de 1.200 kg. La luz de malla en el copo fue de 103 mm con un sobrecopo interno de 22 mm de luz de malla. El tiempo efectivo de arrastre se estimó aproximadamente en 30 min.

Para describir la estructura de la comunidad bentónica en el sector se estimó la frecuencia de ocurrencia espacial (presencia en lances positivos relativa al total de lances efectuados, en porcentaje) y la biomasa relativa (peso en lances positivos relativo al peso total de capturas efectuadas, en

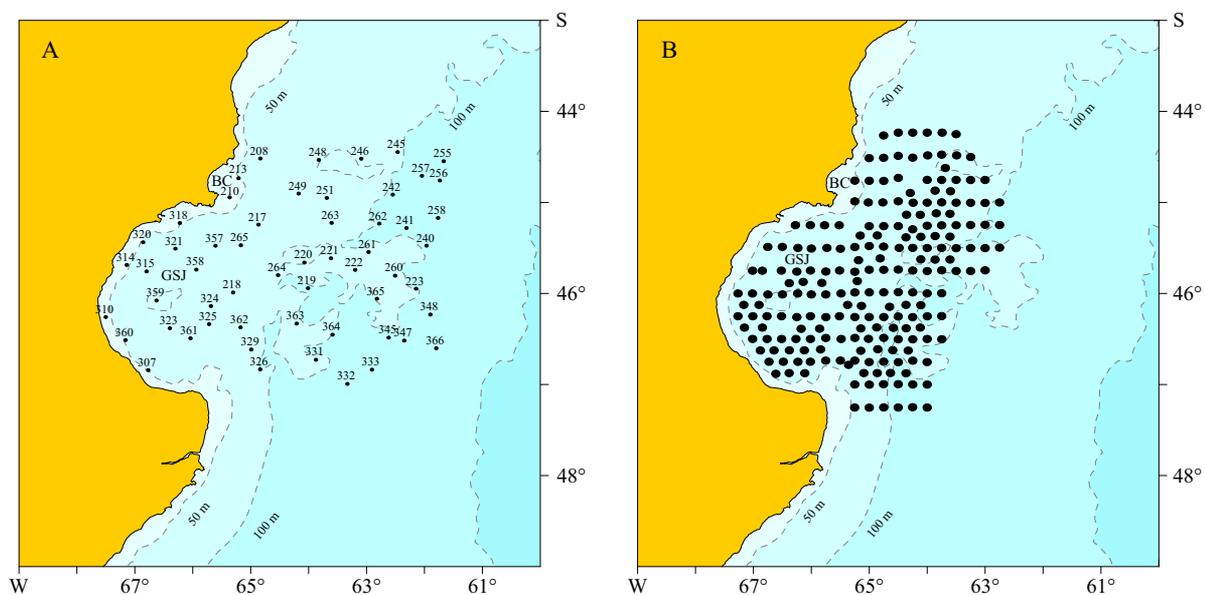


Figura 1. Localización de las estaciones de muestreo dentro del sector 44° S-47° S. Campaña EH-01/2016 (A) y campaña de investigación de centolla *Lithodes santolla* (B). BC: Bahía Camarones. GSJ: Golfo San Jorge.

Figure 1. Location of the sampling stations within the 44° S-47° S sector. EH-01/2016 research survey (A) and southern king crab *Lithodes santolla* research campaign (B). BC: Camarones Bay. GSJ: San Jorge Gulf.

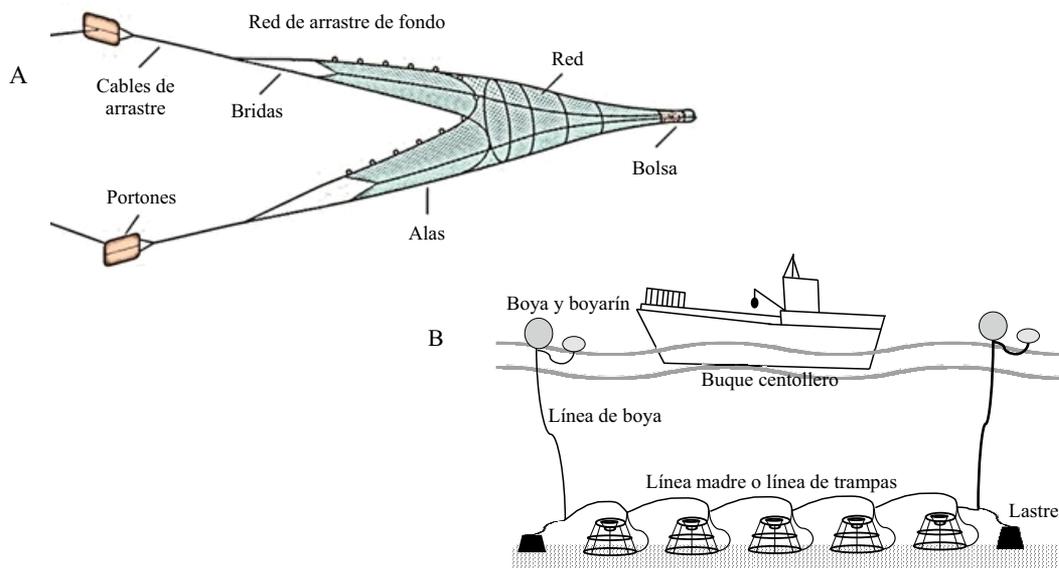


Figura 2. Artes de pesca empleadas para la comparación de la fauna macro-bentónica potencialmente capturable y efectivamente retenida en los fondos de pesca del Golfo San Jorge y aguas adyacentes, red de arrastre de fondo (A) y esquema de una línea de trampas de centolla (B). Esquema de la red modificado de <http://nuevamaradaalmar.blogspot.com.ar>.

Figure 2. Fishing gear used to compare potentially catchable and effectively held macrobenthic fauna in the fishing grounds of San Jorge Gulf and adjacent waters, bottom trawl net (A), diagram of a southern king crab trap line (B). Bottom trawl net image modified from <http://nuevamaradaalmar.blogspot.com.ar>.

porcentaje) de cada uno de los taxones hallados. Luego, se determinó el Índice de Importancia Relativa (IIR%) para cada taxón a través de la combinación de su frecuencia de ocurrencia y biomasa relativa en toda el área de estudio, y se calculó la densidad de cada taxón en cada lance (expresada como kg m^{-2}) a partir de su captura y del área barrida. En el caso de la densidad de invertebrados macro-bentónicos total y la abundancia relativa por especie se hicieron los análisis con la inclusión de los valores correspondientes al langostino *Pleoticus muelleri* y sin ellos, dado que su elevada densidad en algunas estaciones podría enmascarar los patrones del resto de los componentes de la comunidad. En consonancia con esto, los cálculos para estimar el IIR % fueron realizados excluyendo la contribución del langostino.

Para analizar las asociaciones de invertebrados bentónicos potencialmente capturables en el área se aplicaron técnicas multivariadas utilizando el software PRIMER v6.0 (Clarke y Warwick 2001). Se realizó un análisis de agrupamiento jerárquico (clúster) entre estaciones de pesca y entre taxones. La significancia en la formación de los grupos de estaciones de pesca en el dendrograma se determinó con la prueba SIMPROF, la cual realiza una prueba de permutaciones a cada nodo de un dendrograma para identificar patrones de asociación significativos en muestras *a priori* no estructuradas (Clarke et al. 2008). Se aplicó el test de porcentaje de similitud (SIMPER) para conocer la contribución de cada taxón a la similitud dentro del grupo de estaciones y a la disimilitud entre grupos. Los datos de biomasa (kg), con la inclusión también de los datos correspondientes a la centolla, a fin de poder estimar las especies que aparecen asociadas a ella, fueron transformados (raíz cuarta) para reducir proporcionalmente la dominancia de las especies con mayor tasa de captura (Poirier et al. 2020).

Para todos los análisis se calculó la matriz de similitud usando el índice de Bray-Curtis. Este índice se considera como una medida de la diferencia entre las abundancias de cada especie pre-

sente y se expresa mediante:

$$I_{BC} = 1 - \frac{\sum (x_i - y_i)}{\sum (x_i + y_i)}$$

donde x_i es la abundancia o densidad de especies, en un conjunto 1, e y_i es la abundancia de las especies en el otro.

La biomasa total media de invertebrados macro-bentónicos entre los grupos definidos por el análisis SIMPROF se puso a prueba mediante un ANOVA y luego mediante el test de comparaciones múltiples de Tukey. En caso de no cumplir con los supuestos se utilizó el test no paramétrico de Kruskal-Wallis seguido del test de comparaciones múltiples de Dunn.

Asimismo, con los datos obtenidos con la red de arrastre de fondo, se estimó el grado de solapamiento espacial entre la centolla y el cangrejo araña *L. granaria* (la principal especie acompañante hallada en las trampas), a partir de la comparación del patrón de distribución y abundancia de ambas especies.

Análisis del bentos efectivamente capturado

Para la descripción de la fauna efectivamente capturada por el arte de pesca empleado en la pesquería de centolla (trampas), se consideraron los datos provenientes de la campaña realizada en noviembre de 2016 en el Área Central (entre los paralelos de $44^{\circ} 30' S$ y $48^{\circ} 00' S$ y desde la costa hasta el meridiano de $62^{\circ} 30' W$) (Figura 1 B). Los lances de campaña fueron realizados por los cinco buques congeladores que actualmente participan en la pesquería de centolla (“Atlantic Express”, “Dukat”, “Tango I”, “Tango II” y “Talismán”) (Mauna et al. 2017).

El arte de pesca empleado está formado por una línea de pesca (Figura 2 B) o línea madre de 2 km aproximadamente, a la cual se encuentran sujetas a espacios regulares (20-35 m) 50 trampas de pesca sin anillos y 50 con 3 anillos de escape

de 130 mm de diámetro en forma intercalada. La captura por taxón de cada lance se estimó a partir del número de ejemplares, sin diferenciar el tipo de trampa utilizada (con o sin anillo). La carnada empleada fue merluza y caballa, la cual se colocó en cada trampa a razón de 1,2-2,0 kg de carnada dentro de bolsas y frascos. La trampa estándar posee forma troncocónica y está constituida por un armazón de hierro y cubierta con paño de red. El mallero lateral es mayor o igual a 65 mm, el mallero base es mayor o igual a 100 mm y cuenta con un paño de inactivación mayor o igual a 400 × 400 mm cosido con hilo biodegradable (Resolución CFP N° 12/2018). El tiempo de fondeo del 59% de las líneas de trampas fue de 3 d.

Se registró la fauna acompañante del total de la línea en número de ejemplares, detallando cada especie capturada al menor nivel taxonómico posible, acorde al protocolo de trabajo para Observadores a bordo en los buques centolleros (Mauna et al, 2018). Luego, se estimó la frecuencia de ocurrencia espacial (porcentaje de la presencia relativa al total de lances efectuados) de cada uno de los taxones hallados.

RESULTADOS

Descripción del bentos potencialmente capturable (Campaña EH-01/2016)

Se determinaron 80 taxones pertenecientes a 11 phyla. Los phyla mejor representados fueron Echinodermata, Arthropoda (Subphylum Crustacea) y Mollusca con 18, 13 y 12 taxones respectivamente (Tabla 1). El número de taxones por estación de muestreo varió entre 3 y 29, aunque la mayoría de los lances ($n = 37$) tuvo entre 4 y 9 especies con un promedio de 8,5 y una moda de 6 taxones por lance (Figura 3).

La captura total de la fauna bentónica ascendió a 1.041,6 kg, de los cuales 784,8 kg correspondieron al langostino *P. muelleri*. De la totalidad de los

lances efectuados en el área, el langostino patagónico fue capturado en el 71% de los mismos, por lo que presentó la mayor frecuencia de ocurrencia de todas las especies halladas. Asimismo, aportó casi el 75,3% de la biomasa relativa, seguido en mucha menor medida por dos esponjas del Género *Tedania* (5,8 y 3,7% respectivamente), el braquiópodo *Magellania venosa* (4,1%) y el tunicado *P. gregaria* (3,1%). Si se exceptúa al langostino, estas cuatro especies aumentan considerablemente su contribución al 23, 16, 15 y 12% respectivamente, y se suman como especies relevantes la centolla *L. santolla* (9,7%), tunicados Polycliniidae (3,4%), el cangrejo araña *L. granaria* (3,0%), el cnidario *Renilla* sp. (2,7%) y la anémona *Metridium senile* (2,3%). Al excluir al langostino, estos nueve taxones comprenden más del 95% del IIR total (Tabla 2).

La densidad total de invertebrados por lance osciló entre 3,5 y 23.973 kg mn^{-2} (Figura 4 A). Existió una clara influencia de *P. muelleri* en aquellos lances con densidades totales mayores a 1.000 kg mn^{-2} , los cuales tuvieron una distribución preferentemente asociada a la boca del Golfo San Jorge y los sectores norte y este por fuera del mismo (Figura 4 A). Al estimar la densidad sin langostino, si bien los valores absolutos disminuyeron, la tendencia a que esas estaciones presentaran los valores más altos de densidad se mantuvo (Figura 4 B). Asimismo, tres de los cuatro grupos resultantes del análisis de agrupamiento (clúster con prueba SIMPROF) representaron áreas geográficas diferenciadas y definidas (Figura 4 C) y se caracterizaron por la presencia de *P. muelleri*, el cual fue el componente claramente discriminante en el Grupo 4 y en menor medida en los Grupos 3 y 2 (test SIMPER, Tabla 3). El grupo restante (1) fue discriminado por la presencia del cangrejo *L. granaria* (Tabla 3), abundante en las estaciones más externas, por fuera de la isobata de 100 m (Figura 4 A).

Los cuatro grupos de estaciones determinados por el clúster presentaron diferencias en sus valores medios de biomasa (Test de Kruskal-Wallis K:

Tabla 1. Listado de taxones potencialmente vulnerables en los fondos de pesca del Golfo San Jorge y aguas adyacentes. Muestras recolectadas en los lances de pesca de la Campaña EH-01/2016 con una red de arrastre de fondo.

Table 1. List of potentially vulnerable taxa in the fishing grounds of the San Jorge Gulf and adjacent waters. Samples collected in the fishing hauls of the EH-01/2016 survey with a bottom trawl.

Crustacea	<i>Diplasterias brandti</i>	<i>Trophon acanthodes</i>
<i>Pleoticus muelleri</i>	<i>Odontaster penicillatus</i>	
<i>Lithodes santolla</i>	<i>Ophiactis asperula</i>	Carditidae
<i>Munida gregaria</i>	<i>Acodontaster</i> sp.	Nudibranquio ind. 1
<i>Libidoclaea granaria</i>	<i>Hemioedema spectabilis</i>	Nudibranquio ind. 2
<i>Pterygosquilla armata armata</i>		Nudibranquio ind. 3
<i>Munida subrugosa</i>	Porifera	Nudibranquio ind. 4
<i>Libinia spinosa</i>	<i>Tedania</i> sp. 1	
<i>Notiax brachyophthalma</i>	<i>Tedania</i> sp. 2	Cnidaria
<i>Peltarion spinosulum</i>	<i>Callyspongia</i> sp.	<i>Renilla</i> sp.
<i>Cirollana</i> sp.	<i>Cliona</i> sp.	<i>Metridium senile</i>
<i>Propagurus gaudichaudii</i>	Porífero ind. 1	<i>Actinostola crassicornis</i>
<i>Ornatoscalpellum gibberum</i>	Porífero ind. 2	<i>Isotealia antarctica</i>
<i>Rochinia gracilipes</i>	Porífero ind. 3	<i>Flabellum</i> sp.
	Porífero ind. 4	<i>Alcyonium</i> sp.
Ascideacea		<i>Antholoba achates</i>
Tunicado Polyclinidae	Sipuncula	Hidrozoos ind.
<i>Paramolgula gregaria</i>	Sipunculido ind.	<i>Convexella magahellanica</i>
<i>Pyura legumen</i>		
<i>Cnemidocarpa nordenskjoldi</i>	Annelida	Bryozoa
<i>Alleocarpa incrustans</i>	<i>Ophioglycera eximia</i>	Briozoo ind. 1
Tunicado ind. 1	<i>Eunice magellanica</i>	Briozoo ind. 2
Tunicado ind. 2	<i>Aphrodita longicornis</i>	
	Polynoide	Brachiopoda
Echinodermata	<i>Chaetopterus antarcticus</i>	<i>Magellania venosa</i>
<i>Gorgonocephalus chilensis</i>	<i>Eunice magellanica</i>	<i>Terebratella dorsata</i>
<i>Trypilaster philippii</i>	<i>Idanthirusus armatus</i>	
<i>Comasterias lurida</i>		
<i>Austrocidaris canaliculata</i>	Echiura	
<i>Diplopteraster verrucosus</i>	<i>Pinuca chilensis</i>	
<i>Labidiaster radius</i>		
<i>Ctenodiscus australis</i>	Mollusca	
<i>Pseudechinus magellanica</i>	<i>Malletia cumingii</i>	
<i>Perissasterias polyacantha</i>	<i>Octopus tehuelchus</i>	
<i>Arbacia dufresnii</i>	<i>Nucula puelcha</i>	
<i>Diplopteraster clarki</i>	<i>Semirrosia tenera</i>	
<i>Pteraster stilifer</i>	<i>Zygochlamys patagonica</i>	
Asteroidea ind.	<i>Adelomelon ancilla</i>	

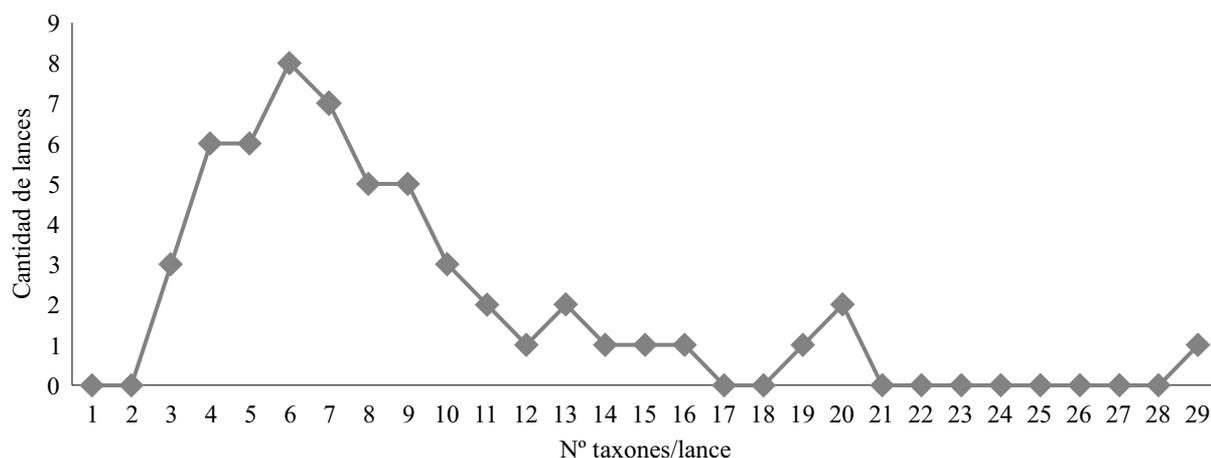


Figura 3. Riqueza y frecuencia de aparición de los taxones de la macrofauna bentónica potencialmente capturables en los lances de la Campaña EH-01/2016 (red de arrastre de fondo) en los fondos de pesca del Golfo San Jorge.

Figure 3. Richness and frequency of appearance of potentially catchable benthic macrofauna taxa in the sets of the EH-01/2016 survey (bottom trawl net) in the fishing beds of the San Jorge Gulf.

Tabla 2. Biomasa relativa (BR) y frecuencia de aparición total (con langostino *Pleoticus muelleri*) y BR e Índice de Importancia Relativa (IIR) sin la presencia de langostino para la macrofauna bentónica presente en los fondos de pesca del Golfo San Jorge y aguas adyacentes. Datos colectados con red de arrastre de fondo, Campaña EH-01/2016. Solo se presentan aquellos taxones que, sin considerar al langostino, representan una BR $\geq 0,1$.

Table 2. Relative biomass (RB) and frequency of total occurrence (with Argentine red shrimp *Pleoticus muelleri*) and RB and Relative Importance Index (RII) without the presence of Argentine red shrimp for the potentially vulnerable benthic macrofauna in the fishing beds of the San Jorge Gulf and adjacent waters. Data collected with a bottom trawl, survey EH-01/2016. Only those taxa that, without considering the Argentine red shrimp, represent a RB ≥ 0.1 are shown).

Taxón	Biomasa relativa (%)	Frecuencia de aparición (%)	BR sin langostino (%)	IIR (%)
<i>Pleoticus muelleri</i>	75,3	71	-	-
<i>Tedania</i> sp. 2	5,8	48	23,46	31,0
<i>Magellania venosa</i>	4,1	36	16,55	16,2
<i>Tedania</i> sp. 1	3,7	43	15,18	17,9
<i>Paramolgula gregaria</i>	3,1	25	12,46	8,5
<i>Lithodes santolla</i>	2,4	43	9,73	11,4
Tunicado Polyclinidae	0,8	34	3,37	3,1
<i>Libidoclaea granaria</i>	0,7	46	2,98	3,8
<i>Renilla</i> sp.	0,7	18	2,71	1,3
<i>Metridium senile</i>	0,6	29	2,29	1,8
<i>Chaetopterus antarcticus</i>	0,4	14	1,76	0,7
<i>Munida subrugosa</i>	0,3	29	1,37	1,1
<i>Comasterias lurida</i>	0,3	18	1,35	0,7
<i>Munida gregaria</i>	0,3	32	1,19	1,0

Tabla 2. Continuación.
Table 2. Continued.

Taxón	Biomasa relativa (%)	Frecuencia de aparición (%)	BR sin langostino (%)	IIR (%)
<i>Zygochlamys patagonica</i>	0,1	18	0,54	0,3
<i>Arbacia dufresnii</i>	0,1	9	0,52	0,1
Porífero ind. 1	0,1	7	0,34	0,1
<i>Actinostola crassicornis</i>	0,1	7	0,33	0,1
<i>Peltarion spinosulum</i>	0,1	23	0,27	0,2
Tubos <i>Eunice magellanica</i>	0,1	7	0,26	0,1
<i>Cliona</i> sp.	0,1	2	0,25	0,0
<i>Callyspongia</i> sp.	0,1	7	0,21	0,0
<i>Isotealia antarctica</i>	0,0	7	0,20	0,0
<i>Diplopteraster verrucosus</i>	0,0	4	0,19	0,0
<i>Gorgonocephalus chilensis</i>	0,0	7	0,19	0,0
<i>Austrocidaris canaliculata</i>	0,0	5	0,19	0,0
<i>Labidiaster radius</i>	0,0	20	0,19	0,1
<i>Pinuca chilensis</i>	0,0	7	0,16	0,0
<i>Adelomelon ancilla</i>	0,0	5	0,16	0,0
<i>Pterygosquilla armata armata</i>	0,0	13	0,15	0,1
Esponja ind. 4	0,0	5	0,15	0,0
<i>Libinia spinosa</i>	0,0	4	0,12	0,0
<i>Semirroslia tenera</i>	0,0	20	0,11	0,1
<i>Trypilaster philippii</i>	0,0	4	0,10	0,0

25,77; $p < 0,0001$), ya que el Grupo 3 estuvo asociado a valores más altos que el Grupo 1 (Test de Dunn $p < 0,0001$) y que el Grupo 4 (Test de Dunn $p < 0,01$). Al excluir los valores correspondientes al langostino no se hallaron diferencias entre grupos (ANOVA F: 2,828; $p = 0,0476$) (Figura 5 A y B).

Los patrones de distribución espacial y la abundancia (expresada en valores de densidad) para la centolla *L. santolla* y el cangrejo araña *L. granaria* fueron diferentes. La centolla se distribuyó principalmente en el Golfo San Jorge y en dirección noreste fuera de él, con valores máximos de densidad superiores a 100 kg mn^{-2} , aunque estuvo casi siempre ausente en el sector más externo, cercano a la isobata de 100 m (Figura 6 A). Por su parte, el cangrejo araña tuvo un patrón de distri-

bución inverso, con lances positivos en cercanías a la isobata de 100 m, ausencia casi total dentro del Golfo San Jorge, y densidades máximas que no superaron los 100 kg mn^{-2} (Figura 6 B).

Descripción del bentos efectivamente capturado/retenido (campana de evaluación de centolla)

La fauna acompañante capturada en la campana de evaluación de centolla correspondiente a invertebrados bentónicos consistió de 15 grupos o taxones, de los cuales solo los crustáceos y algunos moluscos fueron determinados a nivel específico. Estos grupos corresponden a siete phyla, e incluyeron grupos de organismos de comportamiento predatorio activo (cangrejos y equinoder-

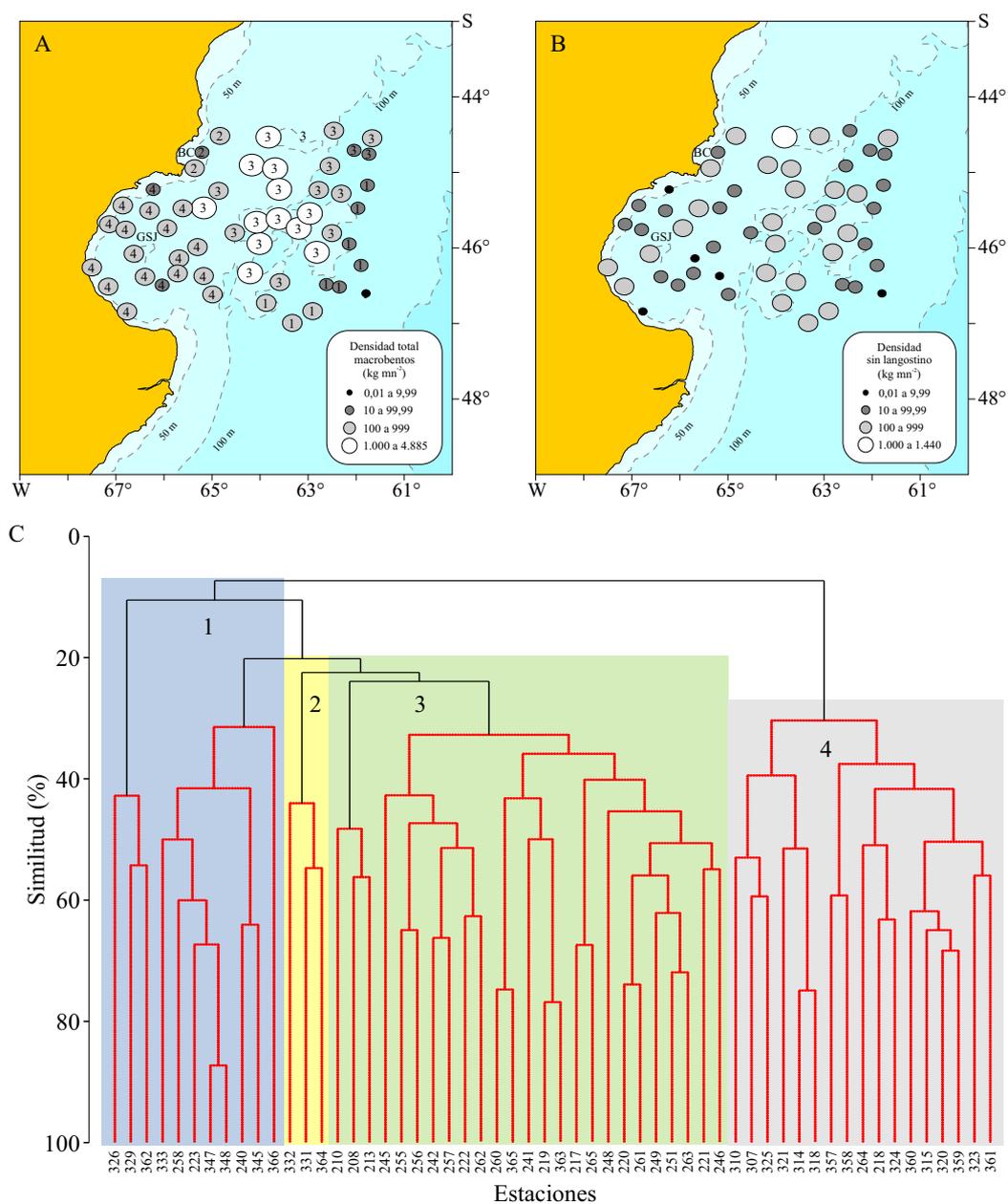


Figura 4. A) Densidad total de la fauna macro-bentónica potencialmente capturable en cada una de las estaciones de muestreo de la Campaña EH-01/2016 en el Golfo San Jorge (los números indican la distribución de los cuatro grupos de estaciones resultantes del análisis de similitud). B) Densidad sin la presencia del langostino *Pleoticus muelleri*. C) Dendrograma resultante del análisis de agrupamiento jerárquico (clúster) entre estaciones de pesca y entre taxones. BC: Bahía Camarones. GSJ: Golfo San Jorge.

Figure 4. A) Total density of potentially catchable macrobenthic fauna in each of the sampling stations of the EH-01/2016 survey (numbers indicate the distribution of the four groups of stations resulting from the similarity analysis). B) Density without the presence of Argentine red shrimp *Pleoticus muelleri*. C) Dendrogram resulting from the analysis of hierarchical clustering (cluster) between fishing stations and between taxa. BC: Camarones Bay. GSJ: San Jorge Gulf.

Tabla 3. Contribución (%) de los principales taxones discriminantes potencialmente capturables en los fondos de pesca del Golfo San Jorge y aguas adyacentes a partir del análisis SIMPER. “Acumulado” representa el porcentaje de contribución de los principales taxones a la similitud dentro de cada grupo. Arte de pesca: red de arrastre de fondo, Campaña EH-01/2016. *Porcentaje total de similitud dentro de cada grupo.

Table 3. Contribution (%) of the main potentially catchable discriminant taxa in the fishing beds of the San Jorge Gulf and adjacent waters from the SIMPER analysis. ‘Acumulado’ represents the percentage contribution of the main taxa to the similarity within each group. Fishing gear: bottom trawl, survey EH-01/2016. *Total percentage of similarity within each group.

Taxones	Grupo 1 (27,33)*	Grupo 2 (36,98)*	Grupo 3 (43,36)*	Grupo 4 (51,66)*
<i>Libidoclaea granaria</i>	37,65	-	7,97	-
<i>Labidiaster radius</i>	24,43	-	-	-
Tunicado Polyclinidae	14,39	-	-	-
<i>Paramolgula gregaria</i>	12,62	-	3,5	-
<i>Ctenodiscus australis</i>	2,79	-	-	-
<i>Pleoticus muelleri</i>	-	16,68	34,52	55,26
<i>Tedania</i> sp. 2	-	12,99	15,12	-
<i>Magellania venosa</i>	-	11,85	3,71	-
<i>Tedania</i> sp. 1	-	7,09	15,42	-
Tubos <i>Eunice magellanica</i>	-	6,91	-	-
Tubos <i>Chaetopterus antarcticus</i>	-	6,40	-	-
<i>Callyspongia</i> sp.	-	5,94	-	-
<i>Arbacia dufresnii</i>	-	5,79	-	-
<i>Zygochlamys patagonica</i>	-	4,91	-	-
<i>Lithodes santolla</i>	-	-	7,63	8,04
<i>Metridium senile</i>	-	-	4,46	-
<i>Munida subrugosa</i>	-	-	-	13,64
<i>Munida gregaria</i>	-	-	-	12,16
<i>Renilla</i> sp.	-	-	-	4,93
Acumulado	91,87	78,56	92,32	94,04

mos) así como organismos sésiles o de baja movilidad (esponjas, distintos celenterados, braquiópodos, ascidias, bivalvos) (Figura 7). Se distinguió claramente la predominancia en frecuencia de aparición y número de ejemplares del cangrejo araña *L. granaria*, seguido en mucha menor medida por estrellas de mar de la Clase Asteroidea (Tabla 4). El cangrejo araña se distribuyó mayormente en aguas de plataforma, principalmente en el sector ubicado al norte del paralelo 46° S y al este de 64° W, con capturas entre 1 y 10 ejemplares/trampa y un máximo de 11 ejemplares/trampa. El resto de los taxones presentaron

en general mayoría de capturas nulas; cuando las hubo no superaron un ejemplar/trampa (excepto Asteroidea en un único punto) y presentaron una distribución mucho más espaciada y heterogénea.

DISCUSIÓN

Existe un amplio consenso en que las pesquerías que emplean artes pasivas como trampas con carnada presentan un bajo impacto sobre el ambiente, especialmente comparadas con redes

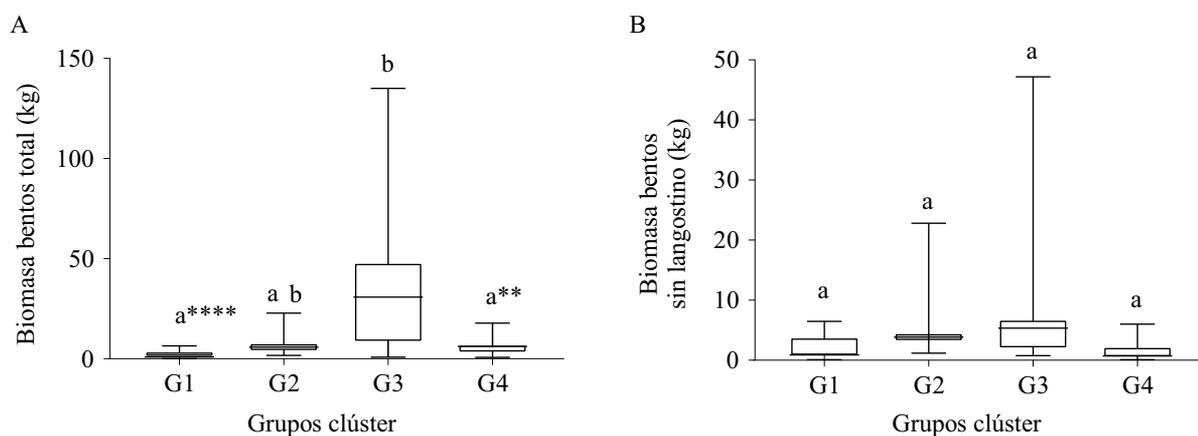


Figura 5. A) Comparación de la biomasa total de los grupos macrobentónicos potencialmente capturables en los fondos de pesca del Golfo San Jorge (Campaña EH-01/2016) definidos por SIMPROF. B) Comparación de la biomasa total de los grupos macrobentónicos potencialmente capturables excluyendo la biomasa correspondiente al langostino *Pleoticus muelleri*. Letras diferentes indican diferencias significativas entre las biomásas de los distintos grupos (**** $p < 0,0001$; ** $p < 0,01$).

Figure 5. A) Comparison of the total biomass of potentially catchable macrobenthic groups in the fishing beds of the San Jorge Gulf (EH-01/2016 survey) defined by SIMPROF. B) Comparison of the total biomass of potentially catchable macrobenthic groups excluding the biomass corresponding to the Argentine red shrimp *Pleoticus muelleri*. Different letters indicate significant differences between groups (**** $p < 0.0001$; ** $p < 0.01$).

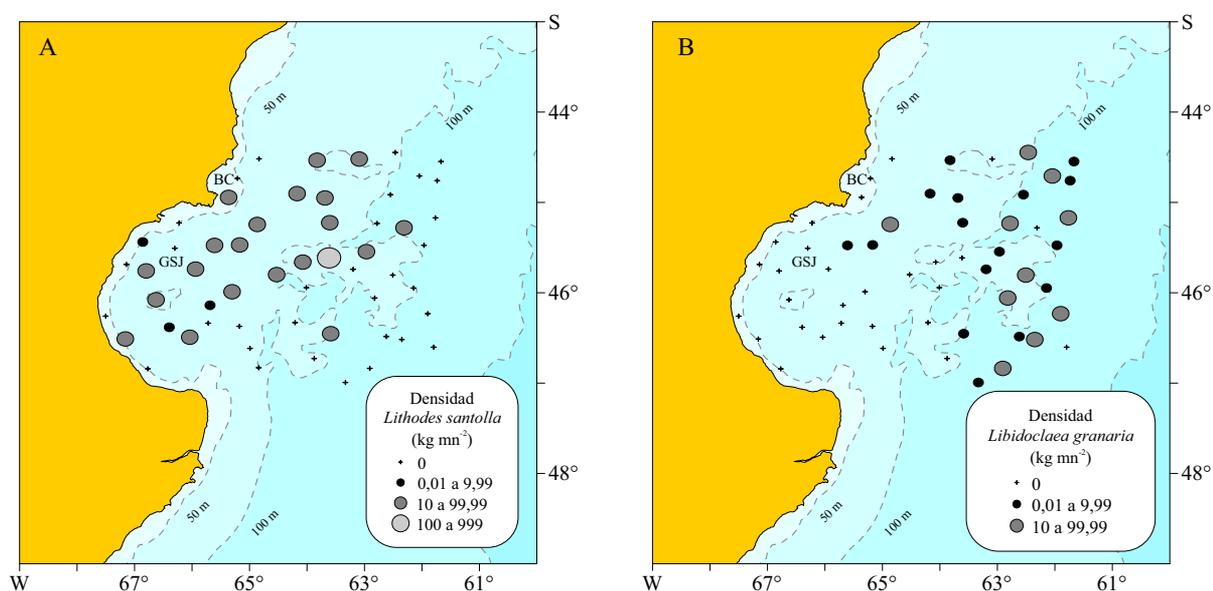


Figura 6. Comparación del patrón de distribución y abundancia (densidad en kg mn^{-2}) entre la centolla *Lithodes santolla* (A) y el cangrejo araña *Libidoclaea granaria* (B) para la Campaña EH-01/2016 (red de arrastre de fondo). BC: Bahía Camarones. GSJ: Golfo San Jorge.

Figure 6. Comparison of the distribution and abundance (density in $\text{kg nautical miles}^{-2}$) between the southern king crab *Lithodes santolla* (A) and the spider crab *Libidoclaea granaria* (B) for the EH-01/2016 survey (bottom trawl). BC: Camarones Bay. GSJ: San Jorge Gulf.

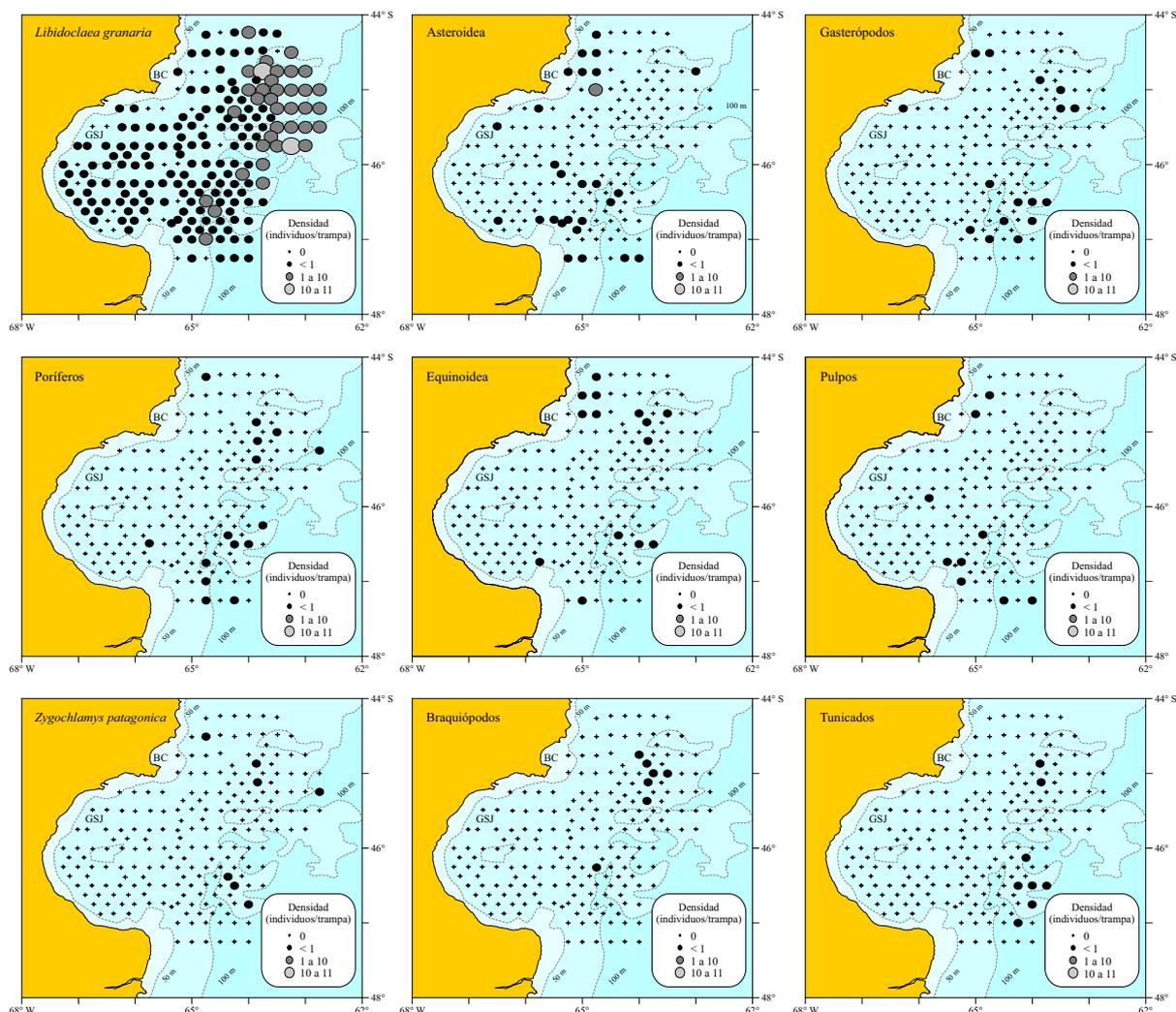


Figura 7. Distribución y abundancia (densidad en números de ejemplares/trampa) de los taxones de fauna macro-bentónica efectivamente retenidos en los fondos de pesca del Golfo San Jorge. El arte de pesca empleado fueron las líneas con trampas de centolla, datos provenientes de la campaña de evaluación de 2016. Solo se muestran los nueve taxones con mayor frecuencia de aparición. BC: Bahía Camarones. GSJ: Golfo San Jorge.

Figure 7. Distribution and abundance (density in number specimens/trap) of the macro-benthic fauna taxa effectively held in the fishing grounds of the San Jorge Gulf. The fishing gear used was the lines with southern king crab traps, data from the 2016 evaluation campaign. Only the nine taxa with the highest frequency of occurrence are shown. BC: Camarones Bay. GSJ: San Jorge Gulf.

de arrastre (Coleman et al. 2013; Stevens 2014; Öndes et al. 2018). Este trabajo representa la primera aproximación al tema en relación con la pesquería de centolla al comparar datos obtenidos con artes activas y pasivas en un mismo sector, que permitieron estimar la fracción del bentos

potencialmente capturable por la red de arrastre y aquel que es efectivamente capturado por líneas de trampas.

El análisis de los datos presentados demuestra una clara diferenciación entre la fauna macro-bentónica presente en los fondos de pesca (y

Tabla 4. Fauna macro-bentónica efectivamente retenida por la pesca con línea de trampas en el Golfo San Jorge y aguas adyacentes durante la campaña de evaluación de centolla (*Lithodes santolla*) en 2016 en el Área Central Patagónica. Se muestra la frecuencia de aparición (% de lances) y el número total de ejemplares capturados para cada taxón.

Table 4. Macrobenthic fauna effectively held by trap line fishing in the San Jorge Gulf and adjacent waters during the southern king crab (*Lithodes santolla*) evaluation survey in 2016 in the Central Patagonian Area. The frequency of appearance (% of sets) and the total number of specimens captured for each taxon are shown.

Taxón	Frecuencia (%)	Número de ejemplares
Porifera		
Porifera ind.	7,28	35
Cnidaria		
<i>Renilla</i> sp.	1,94	165
Cnidario ind.	1,46	14
Mollusca		
<i>Mytilus edulis platensis</i>	0,49	1
<i>Zygochlamys patagonica</i>	3,40	34
Gasteropoda	7,77	65
Octopoda ind.	4,37	9
Echinodermata		
Echinoidea ind. (erizos)	6,80	92
Asteroidea ind. (estrellas)	13,11	416
Ophiuroidea ind. (ofiuras)	1,46	10
Arthropoda (Subphylum Crustacea)		
<i>Libinia emarginata</i> (cangrejo araña)	87,86	17.094
<i>Eurypodius latreillii</i> (cangrejo araña gris)	1,46	24
<i>Propagurus gaudichaudii</i> (cangrejo ermitaño)	2,91	7
Brachiopoda		
<i>Magellania venosa</i>	3,40	30
Chordata (Subphylum Urochordata)		
Ascideacea (papa de mar)	3,88	17

potencialmente capturable) y la que efectivamente es retenida en las trampas. Esta diferencia se observa tanto en el número de taxones como en la identidad de las especies predominantes en las capturas, lo cual parece estar influenciado por el tamaño de los organismos presentes así como por

sus hábitos de vida. Los resultados indican que el número de taxones registrados fue mucho mayor en la fauna potencialmente capturable que en la efectivamente retenida (80 versus 15); de esta forma, los taxones capturados por una línea de pesca representaron el 18,7% del total de los

taxones capturables. Asimismo, si se analizan los taxones en base a sus tamaños y hábitos de vida, la fauna potencialmente capturable está dominada por langostino, esponjas, braquiópodos y tunicados, lo que incluye especies de tamaño pequeño (respecto al mallero de las trampas) como el langostino y los braquiópodos o con hábitos de vida sésil pero que en muchos casos actúan como multiplicadoras del sustrato, como esponjas y tunicados. Por otra parte, la fauna efectivamente retenida por las trampas está caracterizada por organismos de comportamiento predatorio activo, con un mayor grado de movilidad (cangrejos y equinodermos), predominando el cangrejo araña *L. granulata* y en menor medida las estrellas de mar.

La baja incidencia de especies sésiles retenidas en las trampas, las cuales podrían verse afectadas potencialmente por su alta abundancia relativa y nula posibilidad de escape ante los arrastres de las trampas sobre el fondo, indicaría que el efecto de la pesca sobre estas especies (y de las que se asientan sobre ellas) es muy bajo. Sin embargo, hay que considerar otros posibles factores que pueden afectar a las especies sésiles y que con esta metodología no pueden ser registrados. Por ejemplo, otros trabajos mencionan que cuando las trampas ya están asentadas la posibilidad de interacción con organismos sésiles es baja, pero esta interacción aumenta fuertemente cuando las trampas son movidas por tormentas o durante su recolección (Shester y Micheli 2011; Schweitzer et al. 2018). Por lo tanto, el daño real de las trampas sobre los invertebrados bentónicos puede estar subestimado si solo se considera el número de individuos retenidos, ya que esta interacción de tipo mecánica puede generar la rotura de partes del ejemplar o la pérdida de agarre al fondo marino, generando un daño no visible y por lo tanto no cuantificable. Este tipo de efecto mecánico está fuertemente relacionado con la morfología de los organismos. Así, organismos erectos, rígidos y altamente ramificados como corales o briozoos parecen ser más susceptibles a los enganches y/o arrastres (Schweitzer et al. 2018).

Dado que estos organismos no se encuentran entre las principales especies potencialmente capturables ni tampoco se contabilizaron restos de ellos en las trampas, puntualmente en el sector bajo análisis la subestimación del daño no visible por enganches o roturas parecería ser muy baja.

Con respecto a la comparación entre las artes de pesca utilizadas en este estudio, existen ciertas consideraciones que realizar. Por un lado, aquellas referidas a la red de arrastre de fondo empleada para caracterizar al macrobentos potencialmente capturable, y por otra parte, aquellas relacionadas con la experiencia y capacitación para la identificación de los organismos presentes. Otro aspecto a destacar, y que no se abarca en este trabajo, es la posible diferencia entre la captura de fauna acompañante, en términos de especies y cantidad de ejemplares, en trampas con y sin anillos de escape. Respecto al uso de la red de arrastre de fondo, si bien ésta no es específica para la recolección de organismos bentónicos como una rastra o draga, ya que puede subestimar la presencia de organismos micro y meso infaunales (Jørgensen et al. 2011), permite tener una buena representatividad de la fauna macro-bentónica y brinda adicionalmente información que puede ser utilizada para medidas de manejo (Callaway et al. 2002; Brind'Amour et al. 2014). Sumado a esto, los monitoreos periódicos en el sector (basados en campañas de investigación que utilizan este arte de pesca), muestran que las capturas de invertebrados se mantienen relativamente estables a lo largo del tiempo tanto en biomasa como en número de especies (Gaitán y Souto 2017, 2018). En ese sentido, los resultados indican que más allá del número total de especies registrado, el langostino y otras nueve especies son las que dominan y estructuran las comunidades bentónicas del área analizada. Por otro lado, es cierto que el número de taxones registrados en las trampas está subestimado en los datos obtenidos en la campaña de centolla, ya que algunos grupos de organismos (poríferos, equinodermos) no fueron determinados a nivel específico. Sin embargo, las

carencias en la identificación de especies no afectan al conteo de ejemplares de cada uno de estos grupos. También es importante considerar que durante las mareas comerciales las trampas de una línea de pesca cuentan en su mayoría con tres anillos de selectividad, y por ende, esto puede disminuir la cantidad de ejemplares de pequeño tamaño que llega a cubierta, ya que tienen la posibilidad de escapar por esos anillos.

Como se mencionó anteriormente, la fauna existente en los fondos de pesca y con posibilidades de ser retenida, está claramente dominada por el langostino, el cual posee una distribución que cubre gran parte del sector. Luego existen nueve taxones relevantes en base al IIR: dos esponjas del Género *Tedania*, el braquiópodo *M. venosa*, la centolla *L. santolla*, la papa de mar *Paramolgula gregaria*, el cangrejo araña *L. granaria*, tunicados Polyclinidae, la anémona *M. senile* y la oreja de mar *Renilla* sp. Estos taxones representan el 95% del IIR total al excluir al langostino, mientras que el resto de los componentes del sistema tiene presencia ocasional o una baja frecuencia de aparición. De estas especies, la única que es retenida en trampas en número importante es *L. granaria*, que representa el 95% del total de ejemplares de invertebrados recolectados en la campaña de centolla. El resto de los componentes habituales de los fondos del sector (esponjas, braquiópodos, tunicados y anémonas) aparecen en las trampas en forma esporádica y en un número muy bajo. Estas especies sésiles filtradoras en general son grupos ecológicamente importantes y altamente susceptibles a impactos antropogénicos (De Juan et al. 2007; Nadtochy et al. 2017).

Con respecto a la interacción con el langostino *P. muelleri*, a pesar de ser la especie dominante en el sector, éste no queda retenido en las trampas debido a su tamaño. Esta especie presenta una amplia distribución en el Área Central Patagónica, aunque las especies asociadas a ella varían en los distintos sectores. Dentro del Golfo San Jorge predominan como especies asociadas además de la centolla, la langostilla *Munida* (morfotipos *grega-*

ria y *subrugosa*) y la oreja de mar *Renilla* sp., mientras que hacia plataforma media aumenta la diversidad de la comunidad macro-bentónica y las especies acompañantes son de tipo sésil, como esponjas, tunicados y braquiópodos. Ninguna de estas especies es componente importante en la captura de las trampas, dado que aparecen en forma esporádica y en reducida cantidad, lo que indicaría que el efecto de las trampas sobre el langostino, así como sobre sus principales especies acompañantes, también es muy bajo; aunque como se mencionó antes, puede existir algún tipo de daño estructural sobre estos organismos que no es cuantificado ya que no quedan retenidos en las trampas.

Sin dejar de considerar el punto anterior, las evidencias de este trabajo indican que la interacción entre trampas de centolla e invertebrados se da particularmente con aquellos organismos de comportamiento activo y predador como el cangrejo *L. granaria*. Sumado a esto, el otro ítem abundante que aparece en las trampas en un número relativamente alto respecto a su abundancia son las estrellas de mar. En definitiva, la presencia de distintas especies de cangrejos como especies dominantes en la fauna acompañante parece ser lo usual en distintas pesquerías con artes pasivas dirigidas a crustáceos (Tallack 2007; Page et al. 2013).

Otra consideración muy importante a la hora de evaluar el impacto que tienen las trampas sobre la fauna macro-bentónica es la supervivencia de los ejemplares que son devueltos al mar. En la pesquería de centolla, la maniobra de apertura de una trampa sobre la mesa de cubierta y posterior descarte de ejemplares dura generalmente menos de un minuto y la fauna acompañante se descarta viva, es decir, no atraviesan ningún tipo de proceso a bordo (Mauna et al. 2017). De esta manera, tanto la baja captura de ejemplares, el poco tiempo de exposición al aire, así como la ausencia de procesos de manipulación y selección (con los potenciales daños de ruptura que conllevan), fomentan una alta supervivencia de los ejemplares descartados.

Respecto a la variación espacial en la cantidad de la fauna acompañante retenida en trampas, existe un claro aumento de las mismas conforme *L. granaria* se vuelve más abundante, y esto se produce en el área más externa del sector analizado, en cercanías de la isobata de 100 m. Allí, *L. granaria* constituye la principal especie discriminante para las muestras obtenidas con red de arrastre que definen al Grupo 1 del dendograma. Considerando esto, se podría esperar un posible aumento de la captura de fauna acompañante con trampas si la pesquería de centolla se extendiera hacia el sector por fuera de la isobata de 100 m. Sin embargo, dado que las mayores abundancias de centolla no coinciden con las áreas de mayores abundancias del cangrejo araña, esto parece ser poco probable.

El presente trabajo determina una clara diferenciación entre la fauna macro-bentónica potencialmente capturable y la efectivamente capturada. Al comparar los taxones que potencialmente podrían ser capturados en las trampas y aquellos que realmente quedan dentro de ellas, se puede inferir que este tipo de arte posee bajo impacto sobre las comunidades bentónicas presentes en el área. La escasa presencia de fauna acompañante se debe en gran medida a que el arte de pesca está diseñado específicamente para pescar centolla (Wyngaard et al. 2006; Mauna et al. 2017). El taxón más afectado es el cangrejo araña *L. granaria*, pero medidas como la implementación de anillos de escape para centolla han mermado su captura en los últimos años (Bianchi et al. 2019), siendo muy bajo el efecto de la pesca con trampas sobre las especies más abundantes (langostino), así como sobre aquellas que estructuran las comunidades bentónicas (esponjas y ascideas), ya que sirven como sustrato a muchas otras. Esto constituye un avance importante a fin de continuar con el monitoreo de la fauna acompañante retenida en trampas, teniendo en cuenta que las especies retenidas en las mismas no constituyen un reflejo de las principales que dominan el ecosistema bentónico.

AGRADECIMIENTOS

A todos los que colaboraron con la obtención de las muestras: personal científico-técnico y tripulación en Campaña Global Merluza EH-01/2016 (INIDEP) y Observadores a bordo, tripulación y empresas intervinientes en la campaña de evaluación de centolla en buques comerciales Área Central 2016. Contribución INIDEP N° 2256.

REFERENCIAS

- BIANCHI SJ, FIRPO CA, MAUNA AC, LÉRTORA HP, MANGO V. 2019. El cangrejo araña (*Libinia clava granaria*) como fauna acompañante de la pesquería de centolla en el área patagónica central (44°-48° S). Inf Invest INIDEP N° 84/2019. 13 p.
- BRIND'AMOUR A, LAFFARGUE P, MORIN J, VAZ S, FOVEAU A, LE BRIS H. 2014. Morphospecies and taxonomic sufficiency of benthic megafauna in scientific bottom trawl surveys. Cont Shelf Res. 72: 1-9.
- CALLAWAY R, ALSVAG J, DE BOOIS I, COTTER J, FORD A, HINZ H, JENNINGS S, KRONCKE I, LANCASTER J, PIET G, PRINCE P, EHRICH S. 2002. Diversity and community structure of epibenthic invertebrates and fish in the North Sea. ICES J Mar Sci. 59: 1199-1214.
- CLARKE KR, SOMERFIELD PJ, GORLEY RN. 2008. Testing of null hypotheses in exploratory community analyses: similarity profiles and biota-environment linkage. J Exp Mar Biol Ecol. 366: 56-69.
- CLARKE KR, WARWICK RM. 2001. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth: PRIMER-E. 176 p.
- COLEMAN RA, HOSKIN MG, VON CARLSHAUSEN

- E, DAVIS CM. 2013. Using a no-take zone to assess the impacts of fishing: Sessile epifauna appear insensitive to environmental disturbances from commercial potting. *J Exp Mar Biol Ecol.* 440: 100-107.
- DE JUAN S, THRUSH SF, DEMESTRE M. 2007. Functional changes as indicators of trawling disturbance on a benthic community located in a fishing ground (NW Mediterranean Sea). *Mar Ecol Prog Ser.* 334: 117-129.
- ENO NC, MACDONALD DS, KINNEAR JAM, AMOS SC, CHAPMAN CJ, CLARK RA, BUNKER FS, MUNROC. 2001. Effects of crustacean traps on benthic fauna. *ICES J Mar Sci.* 58: 11-20.
- [FAO] FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 1998. Guidelines for the routine collection of capture fishery data. *FAO Fish Tech Paper.* 382. 122 p.
- FERNÁNDEZ M, ROUX A, FERNÁNDEZ E, CALÓ J, MARCOS A, ALDACUR H. 2003. Grain-size analysis of superficial sediments from Golfo San Jorge, Argentina. *J Mar Biol Assoc UK.* 83: 1193-1197.
- GAITÁN E, GIBERTO D, ESCOLAR M, BREMEC C. 2014. Fauna bentónica asociada a los fondos de pesca en la plataforma patagónica entre 41°S y 48°S. Resultados de la campaña de evaluación de merluza EH-04/13. *Inf Inv INIDEP N° 35/2014.* 19 p.
- GAITÁN E, SOUTO V. 2017. Estructura de las comunidades de macro-invertebrados bentónicos asociados al área de distribución (34-47°S) de *Merluccius hubbsi* (merluza común) inferida a partir de arrastres de fondo. *Inf Inv INIDEP N° 88/2017.* 27 p.
- GAITÁN E, SOUTO V. 2018. Fauna macro-bentónica asociada a la zona de cría de *Merluccius hubbsi* (merluza común) entre 44° y 47° S. Resultados de la campaña EH 01-18 y comparación con el año 2017. *Inf Inv INIDEP N° 124/2018.* 13 p.
- GRABOWSKI JH, BACHMAN M, DEMAREST C, EAYRS S, HARRIS BP, MALKOSKI V, PACKER D, STEVENSON D. 2014. Assessing the vulnerability of marine benthos to fishing gear impacts. *Rev Fish Sc Aquac.* 22 (2): 142-155.
- HALL MA, ALVERSON DL, METUZALS KI. 2000. By-catch: problems and solutions. *Mar Pollut Bull.* 41: 204-219.
- JENKINS LD, GARRISON K. 2013. Fishing gear substitution to reduce bycatch and habitat impacts: an example of social-ecological research to inform policy. *Mar Pol.* 38: 293-303.
- JØRGENSEN LL, RENAUD PE, COCHRANE S. 2011. Improving benthic monitoring by combining trawl and grab surveys. *Mar Poll Bull.* 62: 1183-1190.
- MAUNA C, FIRPO C, MANGO V, LÉRTORA P, BAMBILL G. 2018. Actualización del protocolo de actividades a bordo de buques centolleros. *Inf Ases Transf INIDEP N° 179/2018.* 30 p.
- MAUNA C, FIRPO C, MANGO V, LÉRTORA P, BAMBILL G, WYNGAARD J. 2017. Fauna acompañante de centolla (*Lithodes santolla*) en el Área II (sector patagónico central). *Inf Inv INIDEP N° 83/2017.* 5 p.
- NADTOCHY A, KOLPAKOV NV, KORNEICHUK IA. 2017. The distribution of macrozoobenthos taxa, as potential indicators of Vulnerable Marine Ecosystems in the Western Bering Sea: 1. Anadyr Bay Area. *Russ J Mar Biol.* 4 (7): 555-567.
- ÖNDES F, KAISER M, MURRAY L. 2018. Fish and invertebrate by-catch in the crab pot fishery in the Isle of Man, Irish Sea. *J Mar Biol Ecol Assoc UK.* 98 (8): 2099-2111.
- PAGE JW, CURRAN MC, GEER PJ. 2013. Characterization of the bycatch in the commercial blue crab pot fishery in Georgia, November 2003-December 2006. *Mar Coast Fish: Dynam Manag Ecosyst Sc.* 5: 236-245.
- PHAM CK, MENEZES G, PORTEIRO F, BRAGA-HENRIQUES A, VANDEPERRE F, MORATO T. 2014. Deep-water longline fishing has reduced impact on Vulnerable Marine Ecosystems. *Scient Rep.* 4: 4837. doi:10.1038/srep04837
- POIRIER LA, TUMMON FLYNN P, GEHRELS H, QUI-

- JÓN PA. 2020. Fukui foldable traps versus fyke nets as options for fishing European Green crabs (*Carcinus maenas*) in soft-bottom habitats: exploring efficiency and limiting bycatch. *Fish Res.* 230: 105637.
- ROUX AM, FERNANDEZ M, BREMEC C. 1995. Estudio preliminar de las comunidades bentónicas de los fondos de pesca de langostino patagónico del Golfo San Jorge (Argentina). *Cienc Mar.* 21 (3): 295-310.
- SHESTER GG, MICHELI F. 2011. Conservation challenges for small-scale fisheries: bycatch and habitat impacts of traps and gillnets. *Biol Conserv.* 144: 1673-1681.
- SCHWEITZER CC, LIPCIUS RN, STEVENS BG. 2018. Impacts of a multi-trap line on benthic habitat containing emergent epifauna within the Mid-Atlantic Bight. *ICES J Mar Sci.* 75: 2202-2212.
- STEVENS BG. 2014. Impacts of fishing on king crabs: bycatch, injuries, and mortality. En: STEVENS BG, editor. *King crabs of the world: biology and fisheries management*. Boca Raton: CRC Press (Taylor and Francis). p. 363-402.
- STEVENS BG. 2021. The ups and downs of traps: environmental impacts, entanglement, mitigation, and the future of trap fishing for crustaceans and fish. *ICES J Mar Sci.* 78 (2): 584-59. doi:10.1093/icesjms/fsaa135
- SUURONEN P, CHOPINA F, GLASS C, LØKKEBORG S, MATSUSHITA Y, QUEIROLO D, RIHAN D. 2012. Low impact and fuel efficient fishing-looking beyond the horizon. *Fish Res.* 119/120: 135-146.
- TALLACK SML. 2007. Escape ring selectivity, bycatch, and discard survivability in the New England fishery for deep-water red crab, *Chaceon quinque-dens*. *ICES J Mar Sci.* 64: 1579-1586.
- WYNGAARD J, FIRPO C, IORIO MI. 2006. Informe sobre actividades desarrolladas, en el marco del "Plan de factibilidad para el desarrollo de una pesquería basada en crustáceos bentónicos" (Res. CFP 15/03 y 16/03). Inf Téc INIDEP N° 13/2006. 19 p.

