

Serie: Informes científico-técnicos del Instituto
de Investigaciones Marinas y Costeras

Informe Técnico N°13

Evolución temporal de la producción de callo de la vieira patagónica
ponderada por el esfuerzo pesquero



Autores: Juan Alberti

Grupo de Ecología. Departamento de Biología. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata. Consejo Nacional de Investigaciones Científica y Técnicas (CONICET), Mar del Plata, Argentina.

Mar del Plata, febrero 2023

Citar como: Alberti, J: (2023) Evolución temporal de la producción de callo de la vieira patagónica ponderada por el esfuerzo pesquero. Informe Técnico solicitado por Glaciar Pesquera S.A. y Wanchese Argentina S.R.L. Informes científico-técnicos del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras N°13 (UNMdP-CONICET). 8pp

Este informe es el resultado de un Servicio Técnico de Alto Nivel (STAN; CONICET) a las Empresas Glaciar Pesquera S.A. y Wanchese Argentina S.R.L.

Las opiniones expresadas en este producto informativo son las de su(s) autor(es), y no reflejan necesariamente los puntos de vista o políticas del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras.

ISSN 2796-9088

La utilización, redistribución, traducción y creación de obras derivadas de la presente publicación están autorizadas, a condición de que se cite la fuente original y que las obras que resulten sean publicadas bajo las mismas condiciones de libre acceso. Esta licencia se aplica exclusivamente al texto de la presente publicación. Para utilizar cualquier otro material que aparezca en ella (tal como textos, imágenes, ilustraciones o gráficos), será necesario pedir autorización a la Dirección del IIMyC iimyc@mdp.edu.ar. No está permitido utilizar el logotipo del IIMyC.

Si la obra se traduce, debe añadirse el siguiente descargo de responsabilidad junto a la referencia requerida: “La presente traducción no es obra del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC). El IIMyC no se hace responsable del contenido ni de la exactitud de la traducción. La edición original en el/los idiomas que se publique será el texto autorizado”.

Mar del Plata, febrero 2023

EVOLUCIÓN TEMPORAL DE LA PRODUCCIÓN DE CALLO DE LA VIEIRA PATAGÓNICA PONDERADA POR EL ESFUERZO PESQUERO

Juan Alberti¹

¹Grupo de Ecología.

Departamento de Biología. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC).
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata.
Consejo Nacional de Investigaciones Científica y Técnicas (CONICET),
Mar del Plata, Argentina.

RESUMEN. El manejo de las pesquerías requiere de muchos datos, de la mayor calidad posible. La pesquería de la vieira patagónica (*Zygochlamys patagonica*) cuenta desde su origen con datos de desembarco de callo por marea y días de pesca. Además, también cuenta para los últimos 10 años con datos precisos de superficie barrida y redes caladas por marea. Por lo tanto, el objetivo de este informe de avance es evaluar si se observan patrones de cambio en la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) a lo largo de los años. Los resultados de este análisis preliminar muestran que no hay tendencias marcadas de cambio temporal en la CPUE (más allá de los observados luego de un pulso de reclutamiento masivo y atípico). Desde hace algunas décadas se sabe que utilizar la CPUE como predictor de la abundancia de un recurso puede provocar sesgos importantes con consecuencias económicas, ecológicas y/o sociales. Sin embargo, la CPUE muchas veces es el principal dato disponible para poder estimar la abundancia absoluta del recurso. Por lo tanto, a futuro se planea ampliar la cobertura temporal de estimadores alternativos de esfuerzo pesquero, y utilizar modelos generalizados para obtener valores estandarizados de CPUE que permitan comparaciones temporales con valores más confiables.

ABSTRACT. *Temporal patterns in Patagonian scallop production weighted by fishing effort.* Adequately managing fisheries requires high quality data. Since the origin of the Patagonian scallop (*Zygochlamys patagonica*) fishery, it has data on scallop landings and fishing days per fishing trip. In addition, data on total towed surface and number of tows per fishing trip is also available for the last ten years. Thus, the goal of this preliminary report is to evaluate if there are evident changes in catch per unit effort (CPUE) over the course of the fishery. Results of this preliminary report reveal no clear temporal trends in CPUE (beyond those attributed to a massive and atypical recruitment event). For a few decades, it has been well established that using CPUE as an index to determine fish stocks could be highly misleading, producing strongly biased estimates that can ultimately cascade to undesired economical, ecological and/or social consequences. Nevertheless, CPUE is quite often the most important available variable to estimate absolute fish abundances. Considering this preceding information, the goal for the near-future is to expand the temporal extent of alternative fishing effort proxies (i.e. surface towed and tow numbers per fishing trip). In addition, it is also planned to incorporate generalized linear mixed models to obtain standardized CPUE values that allow more reliable temporal comparisons.

Palabras clave: Área barrida, CPUE, días de pesca, esfuerzo pesquero, producción de callo, redes caladas, *Zygochlamys patagonica*.

Key words: Commercial tows, CPUE, fishing days, fishing effort, production, swept area, *Zygochlamys patagonica*.

INTRODUCCIÓN

La evaluación y el manejo de los *stocks* de organismos acuáticos ha tenido una historia larga, con muchos aciertos y fracasos. En particular, los fracasos en manejar los recursos pesqueros pueden tener efectos desastrosos sobre aspectos sociales y económicos (Maunder *et al.* 2006). Por esto mismo, se ha planteado que un problema central en la ciencia de las pesquerías es cómo convertir la abundancia relativa de los organismos a abundancia absoluta (Rago

et al. 2006). Desde hace más de 80 años, una forma de aproximarse a valores de abundancia absoluta (y sus posibles cambios temporales) es por medio de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE; Ricker 1940; Harley *et al.* 2001). De hecho, para muchas pesquerías es un indicador fundamental de la abundancia del recurso, y a veces el único (Bentley *et al.* 2012). Las evaluaciones tradicionales de las pesquerías suelen utilizar datos de desembarcos de las empresas pesqueras para proporcionar estimaciones de abundancia relativa registradas en capturas por unidad de

esfuerzo (e.g. kg por lance; Stokesbury *et al.* 2016; Hilborn y Walters 1992). En parte, se debe a que las empresas pesqueras suelen tener series temporales más completas y de mayor extensión espacial gracias a datos más económicos que aquellos recolectados por entes independientes (Vignaux 1996).

Sin embargo, desde hace casi 30 años se sabe que el uso de la CPUE para estimar abundancias absolutas del recurso pesquero puede llevar a errores groseros que no permitan detectar caídas drásticas en la población (Hilborn y Walters 1992). Hay varios motivos que explican esta posible falta de relación CPUE - abundancia, entre los que se destacan (Maunder *et al.* 2006; Orensanz *et al.* 2016):

- Correlación entre tamaño del stock y su rango geográfico, implica una relación no lineal entre el tamaño del stock y la capturabilidad.
- Asignaciones secuenciales del esfuerzo en gradientes de densidad y agotamientos seriales que llevan a que la abundancia no sea reflejada por la CPUE.
- Tiempo de manipulación, capacidad de las bodegas, reglas de manejo, y potencia del buque (entre otros) imponen techos a la CPUE.
- Errores de observación pueden generar tendencias espurias de capturabilidad dependiente de la densidad.

Estos motivos podrían explicar por qué una investigación comparando CPUE con muestreos independientes de la pesquería (y abarcando muchas especies de peces), mostró evidencias fuertes de hiperestabilidad (i.e. la abundancia real disminuye proporcionalmente más que la CPUE; Harley *et al.* 2001). Sin embargo, existe evidencia que sugiere que es posible encontrar relaciones proporcionales (i.e. lo deseable) para vieiras (Orensanz *et al.* 2016).

La pesquería de la vieira patagónica (*Zygochlamys patagonica*) comenzó a mediados de la década de 1990, y los principales bancos de esta especie en el Mar Argentino se distribuyen entre el Río de la Plata y Tierra del Fuego (Lasta y Bremec 1998). Dada su extensa distribución, es económicamente impracticable sostener monitoreos periódicos de abundancia independientes de la pesquería a lo largo de todo el rango. Afortunadamente, existe información de la producción de callo por marea (y por buque) desde los inicios de la pesquería. Si bien la producción de callo no es estrictamente la captura de vieiras, históricamente el INIDEP ha usado un factor de conversión constante (peso del callo = 14% del peso de la vieira comercial) entre ambas variables (e.g. Informes técnicos con las estadísticas de la pesquería de vieira patagónica de 2012 a 2018). Dado que el factor de conversión utilizado por el INIDEP es un valor constante (en tiempo y espacio), se podría utilizar a la producción de callo como un indicador directo de la captura. Por otra parte, las dos empresas relacionadas con la pesquería de esta especie cuentan con los días de pesca de cada uno de sus viajes anuales (una medida del esfuerzo pesquero). Además, recientemente digitalizaron la información de la gran mayoría de los lances de pesca transcurridos entre 2012 y 2020, de los que se puede obtener la superficie barrida o el número de redes caladas (otras medidas de esfuerzo pesquero).

El objetivo de este informe es analizar la información disponible para evaluar si existen cambios notables en la producción (captura) por unidad de esfuerzo a lo largo de los años. Cabe mencionar que se trata de un informe preliminar, ya que se espera que el informe final tenga más análisis, series temporales más completas y valores de CPUE estandarizados.

METODOLOGÍA

Para todos los análisis que se detallan a continuación se recurrió a datos suministrados por las empresas pesqueras Glaciar Pesquera S.A. y Wanchese Argentina S.R.L. Estos datos fueron curados y están alojados en bases de datos propias (para más detalles, ver informes acompañantes: “Esfuerzo pesquero: análisis espacial de la pesquería de *Zygochlamys patagonica* entre 2012 y 2019” y “Bases de datos de la pesquería de vieira patagónica: estructura, alcances y aportes”).

En primer lugar se analizó el patrón temporal de la CPUE (en sentido amplio) durante todo el período de la pesquería. Como se mencionó más arriba, la captura fue estimada como la producción de callo por marea, ya que según los informes de INIDEP, puede ser considerada un indicador directo de la captura de vieira comercial. El indicador que se utilizó para cuantificar el esfuerzo pesquero fue el más completo temporalmente y más pulido disponible, el número de días de pesca por marea. Por lo tanto, la CPUE del primer análisis fue calculada como el cociente entre la producción de callo en cada marea y la cantidad de días de pesca de esas mareas. Los días de pesca no contemplan días de navegación desde y hasta el puerto o días sin pesca por condiciones meteorológicas adversas u otros imponderables. Dado que entre 1999 y 2001 hubo pulsos muy grandes y atípicos de reclutamiento (Mauna 2013) que se manifestaron en capturas excepcionales de vieira entre 2005 y 2010, se comparó la CPUE antes (1995-2004) y después de ese pulso (2011-2020). A fines ilustrativos, también se analizó la diferencia en la CPUE entre antes y después del pulso, considerando un pulso más prolongado en el tiempo (2005-2011, 2005-2012 y 2005-2013).

Lamentablemente, si bien para los otros indicadores de esfuerzo (superficie barrida y redes caladas por marea) se cuenta con series temporales igual de extensas, estos datos no están debidamente curados y solamente son confiables desde 2012 en adelante. Por lo tanto, se realizaron dos nuevos análisis de evolución temporal de la CPUE, en este caso considerando superficie barrida y redes caladas por marea como indicadores de esfuerzo, durante el período comprendido entre 2011 y 2020.

Por último, y dado que las decisiones de manejo podrían afectar a la CPUE (Maunder *et al.* 2006; Orensanz *et al.* 2016), se analizaron las políticas del Consejo Federal Pesquero de apertura y cierre de zonas dentro de las unidades de manejo. Para ello, en primer lugar se establecieron, para cada año entre 2013 y 2020, las zonas habilitadas y cerradas a la pesca. Con esa información se estableció la superficie de cada unidad de manejo que estuvo habilitada para la pesca. A su vez, para cada año y unidad de manejo, se registró la captura máxima permisible (de vieira comercial).

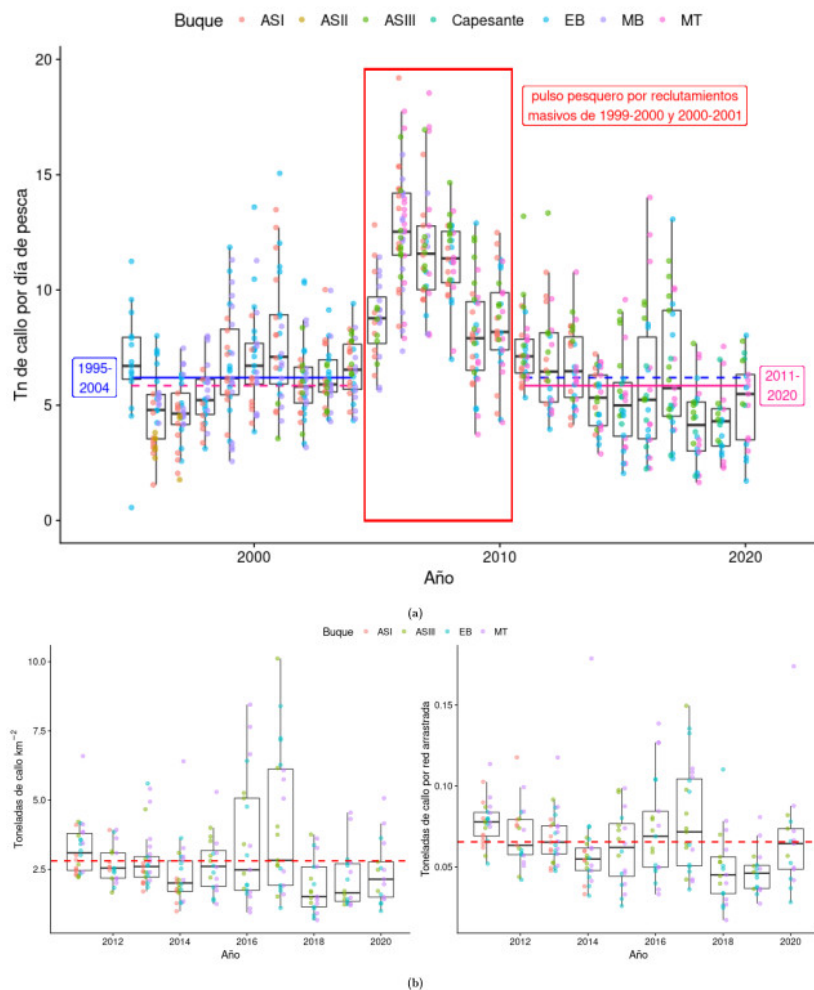


Fig. 1. (a) Toneladas de callo por día de pesca para cada una de las mareas de cada buque, durante todo el transcurso de la pesquería (puntos de colores; agrupados por año). Los diagramas de caja representan a la mediana anual con la línea horizontal, al 50% de los valores (entre el percentil 25 y 75) dentro de la caja, y a los valores no extremos con las líneas verticales. Con un recuadro rojo se resalta el período afectado por los reclutamientos atípicos ocurridos entre 1999 y 2001. Las líneas azules horizontales reflejan la media del período pre-pulso de reclutamiento, y las rosas, la media post-pulso de reclutamiento. Las líneas punteadas son una extensión de los valores del otro período, para facilitar la comparación visual. (b) Toneladas de callo por unidad de superficie barrida (km^2) en función de los años, y los buques (panel izquierdo). Toneladas de callo por red arrastrada en función de los años y los buques (panel derecho). La descripción de los diagramas de caja es la misma que la de la Fig. 1a. Las líneas rojas horizontales representan la media.

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN

Como se mencionó más arriba, el patrón temporal de toneladas de callo por día de pesca, para cada una de las mareas transcurridas entre 1995 y 2020, mostró un salto en el período comprendido entre 2005 y 2010. Este salto se asocia a los reclutamientos atípicos ocurridos entre 1999 y 2001. La media de toneladas de callo por día de pesca (CPUE) para el período previo a ese reclutamiento (1995-2004) fue levemente superior (6%) a la media del período posterior (2011-2020; 6,200 y 5,849 toneladas respectivamente; Fig. 1a). Es importante destacar en este punto que el rango de la CPUE en la etapa posterior al pulso de reclutamientos es muy similar al rango anterior.

Sin embargo, si se considerara que el efecto del pulso se extendió aún más en el tiempo (2005-2011, 2005-2012, o incluso 2005-2013), el período anterior al pulso de reclutamiento tendría respectivamente, en promedio, una CPUE 9,8%, 13% o 17,4% mayor que la del período posterior (2012-2020, 2013-2020 o 2014-2020; ver ANEXO DE FIGURAS Figs. A1, A2 y A3). Si bien hipotéticamente podría tratarse de una tendencia decreciente de la CPUE en años recientes, también podría ser un artefacto estadístico. Es posible que lo que se esté viendo sea una combinación de menos años en el período reciente (lo que

magnifica el efecto de valores extremos) junto con valores más bajos de CPUE durante 2018 y 2019. En particular, estos valores bajos podrían reflejar efectivamente CPUE bajas, o bien, restricciones a la pesca que impongan un techo bajo en la CPUE (ver más abajo).

Es de destacar que el patrón observado entre 2011 y 2020 es consistente, más allá de qué variable se utilice para estimar el esfuerzo pesquero (superficie barrida o redes caladas por marea; Fig. 1b). Con cualquiera de los tres indicadores de esfuerzo, los valores de CPUE más bajos se observaron en 2018 y 2019.

Las superficies habilitadas para la pesca en las diferentes unidades de manejo varió considerablemente entre años (Figs. 2 y 3). Las mayores restricciones ocurrieron en 2018 y 2019, de forma coincidente con los menores valores de la CPUE.

DISCUSIÓN

En los resultados mostrados en este informe no se destaca una tendencia clara en la captura por unidad de esfuerzo (en sentido amplio) a lo largo de los últimos 10 años de la pesquería. Es más, estos resultados se observan independientemente de la variable que se use como estimadora del esfuerzo pesquero. Solo se observaron

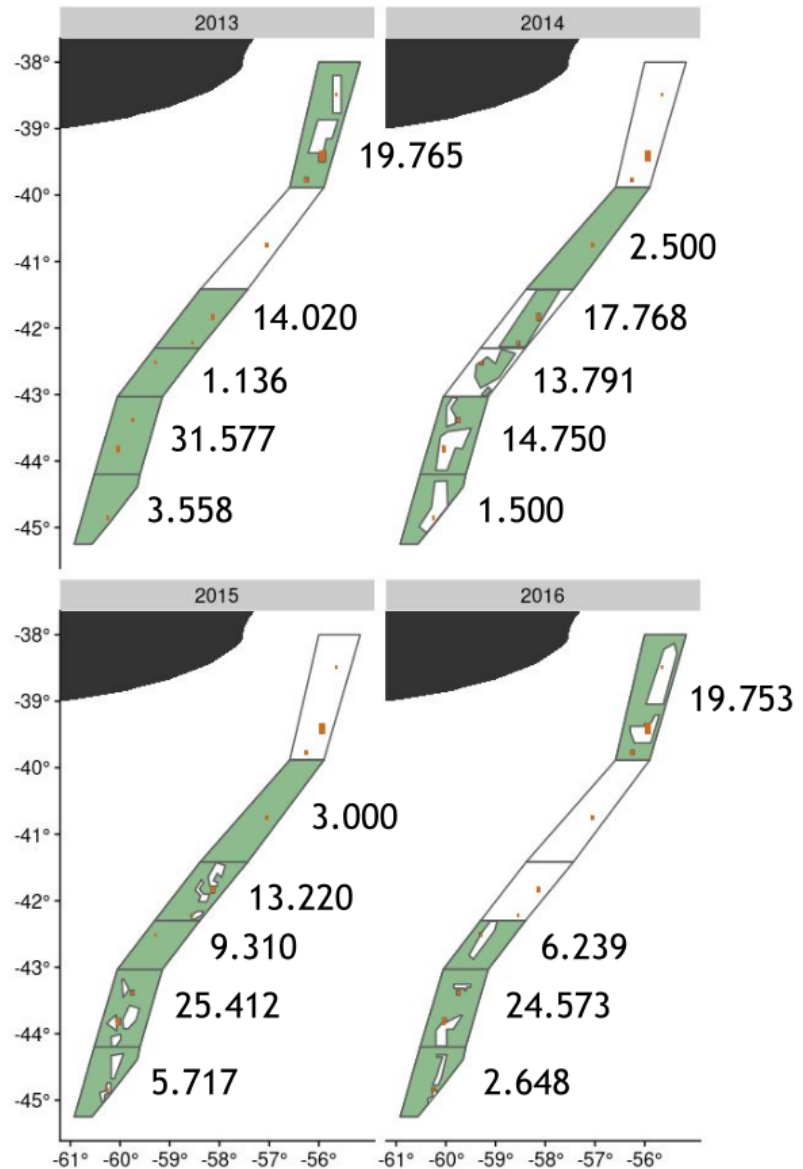


Fig. 2. Áreas habilitadas a la pesca a lo largo de los años (2013-2016) en las principales unidades de manejo. Representación de las unidades de manejo B a G (el resto no se representan por ser insignificantes para los patrones de pesca observados en el período; ver informe “Esfuerzo pesquero: análisis espacial de la pesquería de *Zygochlamys patagonica* entre 2012 y 2019”). En verde se resaltan las áreas habilitadas a la pesca. Los rectángulos naranjas representan las reservas reproductivas. Los números representan las capturas máximas permisibles de las unidades de manejo para ese año.

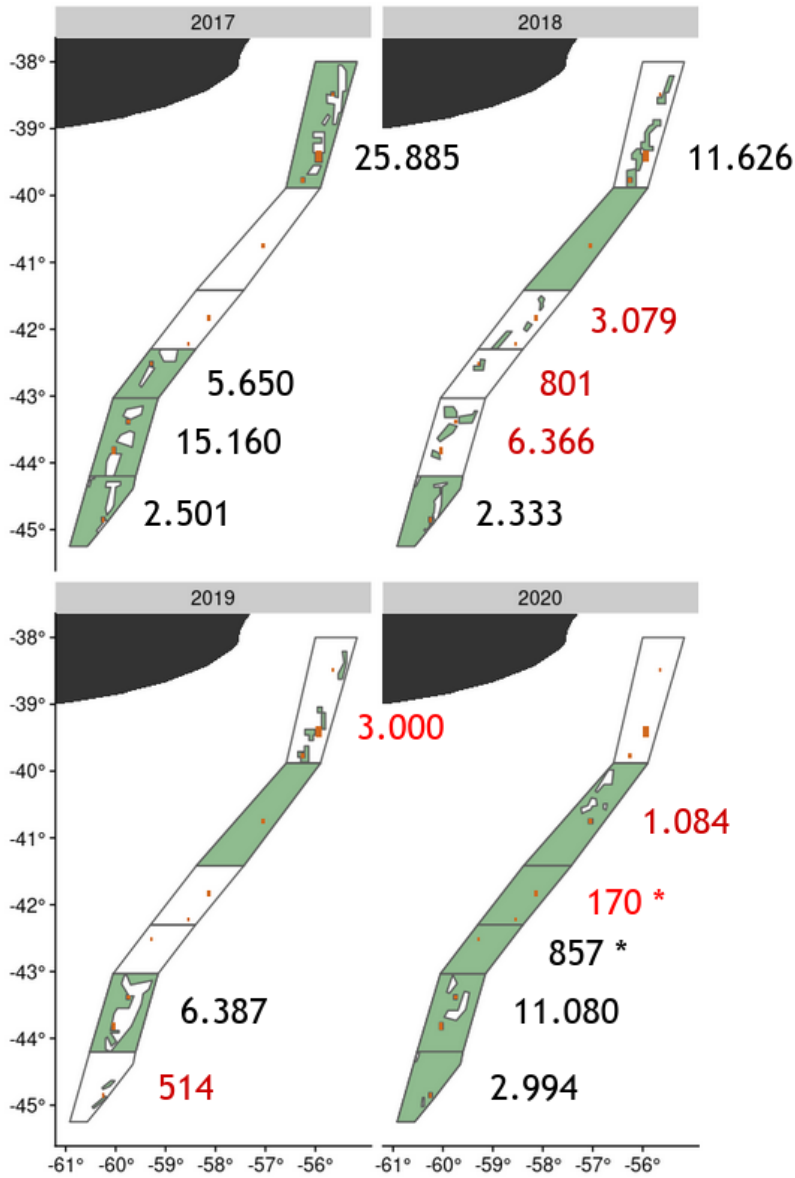


Fig. 3. Áreas habilitadas a la pesca a lo largo de los años (2017-2020) en las principales unidades de manejo. Representación de las unidades de manejo B a G (el resto no se representan por ser insignificantes para los patrones de pesca observados en el período; ver informe “Esfuerzo pesquero: análisis espacial de la pesquería de *Zygochlamys patagonica* entre 2012 y 2019”). En verde se resaltan las áreas habilitadas a la pesca. Los rectángulos naranjas representan las reservas reproductivas. Los números representan las capturas máximas permisibles de las unidades de manejo para ese año (salvo los que tienen "*" que son valores para el segundo semestre). Los números en rojo representan la menor captura máxima permisible para esa unidad de manejo para el período 2013-2020.

diferencias menores con respecto a los primeros 10 años de la pesquería, atribuibles en parte a 2018 y 2019 que mostraron los valores más bajos. Curiosamente, esos años fueron los dos con menores áreas habilitadas para la pesca y menores capturas máximas permisibles.

El uso de la CPUE como estimador de la abundancia del recurso es algo generalmente desaconsejable por los sesgos que puede llegar a tener (Hilborn y Walters 1992). Sin embargo, por ser un dato frecuentemente disponible en series temporales extensas, ha sido ampliamente utilizado (Vignaux 1996; Harley *et al.* 2001). Para sobreponerse a las limitaciones que tiene su uso, recientemente se popularizó el uso de modelos generalizados para estandarizar su valor a lo largo del tiempo, ante la variabilidad que puedan inducir fuentes exógenas (Battaile y Quinn 2004; Bentley *et al.* 2012; Feenstra *et al.* 2019). De hecho, se ha observado que las características de la flota (y sus cambios temporales) pueden tener efectos notorios sobre el valor de la CPUE (Battaile y Quinn 2004; Feenstra *et al.* 2019). De forma similar, las políticas de manejo de las pesquerías también pueden tener efectos considerables sobre los valores de la CPUE sin estandarizar (Maunder *et al.* 2006; Orensanz *et al.* 2016). Dadas las consecuencias negativas que pueden traer las estimaciones erradas de la abundancia del recurso (ya sean económicas si se subestima: Maunder *et al.* 2006, como ecológicas, y sociales si se sobrestima: Hilborn y Walters 1992), es fundamental profundizar estos análisis (hasta acá, cualitativos), para detectar posibles cambios en la CPUE.

El correcto manejo de las pesquerías requiere de menos modelos y mayor cantidad de datos de calidad (Hilborn y Walters 1992). En el caso de la pesquería de vieira patagónica se cuenta con datos de un grano muy fino desde los comienzos de la pesquería. Parte de esos datos se encuentran disponibles en bases de datos que poseen las empresas. Sin embargo, otros datos que podrían ser utilizados para entender más cabalmente el funcionamiento de la pesquería (e.g. frecuencias de distribución de tallas), son registrados por los observadores, pero no quedan disponibles en las bases de datos. Sería deseable que toda la información disponible pudiera ser consultada para lograr evaluaciones más completas, no solo de la CPUE sino de otras variables relevantes para quienes toman las decisiones de manejo.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Dr. Marcelo Kittlein por facilitar gentil y desinteresadamente el código de \LaTeX utilizado en este informe. Este informe se desarrolló en el marco de un convenio STAN entre el CONICET y las empresas GLACIAR PESQUERA S.A. y WANCHESE ARGENTINA S.R.L.

LITERATURA CITADA

- Battaile, B. C. y Quinn, T. J. (2004). Catch per unit effort standardization of the eastern Bering Sea walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) fleet. *Fisheries Research*, 70(2):161–177.
- Bentley, N., Kendrick, T. H., Starr, P. J., y Breen, P. A. (2012). Influence plots and metrics: Tools for better understanding fisheries catch-per-unit-effort standardizations. *ICES Journal of Marine Science*, 69(1):84–88.
- Feenstra, J., McGarvey, R., Linnane, A., Haddon, M., Matthews, J., y Punt, A. E. (2019). Impacts on CPUE from vessel fleet composition changes in an Australian lobster (*Jasus edwardsii*) fishery. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 53(2):292–302.
- Harley, S. J., Myers, R. A., y Dunn, A. (2001). Is catch-per-unit-effort proportional to abundance? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 58(9).
- Hilborn, R. y Walters, C. J. (1992). *Quantitative Fisheries Stock Assessment: Choice, Dynamics and Uncertainty*. Springer Science & Business Media, USA.
- Lasta, M. y Bremec, C. (1998). *Zygochlamys patagonica* in the argentine sea: a new scallop fishery. *Journal of Shellfish Research*, 17(1):103–111.
- Mauna, A. (2013). Reclutamiento de la vieira patagónica, *zygochlamys patagonica* (bivalvia: Pectinidae), en el sector norte de manejo, océano atlántico sudoccidental. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero*, 22:43–57.
- Maunder, M. N., Sibert, J. R., Fonteneau, A., Hampton, J., Kleiber, P., y Harley, S. J. (2006). Interpreting catch per unit effort data to assess the status of individual stocks and communities. *ICES Journal of Marine Science*, 63(8):1373–1385.
- Orensanz, J. M. L., Parma, A. M., y Smith, S. J. (2016). Dynamics, assessment, and management of exploited natural scallop populations. En Shumway, S. E. y Parsons, G. J., editores, *Developments in Aquaculture and Fisheries Science*, volumen 40 de *Scallops*, pp. 611–695. Elsevier.
- Rago, P. J., Weinberg, J. R., y Weidman, C. (2006). A spatial model to estimate gear efficiency and animal density from depletion experiments. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 63(10):2377–2388.
- Ricker, W. E. (1940). Relation of catch per unit effort*to abundance and rate of exploitation. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 5(1):43–70.
- Stokesbury, K. D. E., O’Keefe, C. E., y Harris, B. P. (2016). Fisheries sea scallop, *Placopecten magellanicus*. En Shumway, S. E. y Parsons, G. J., editores, *Developments in Aquaculture and Fisheries Science*, volumen 40 de *Scallops*, pp. 719–736. Elsevier.
- Vignaux, M. (1996). Analysis of spatial structure in fish distribution using commercial catch and effort data from the New Zealand hoki fishery. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 53(5):963–973.

ANEXO DE FIGURAS

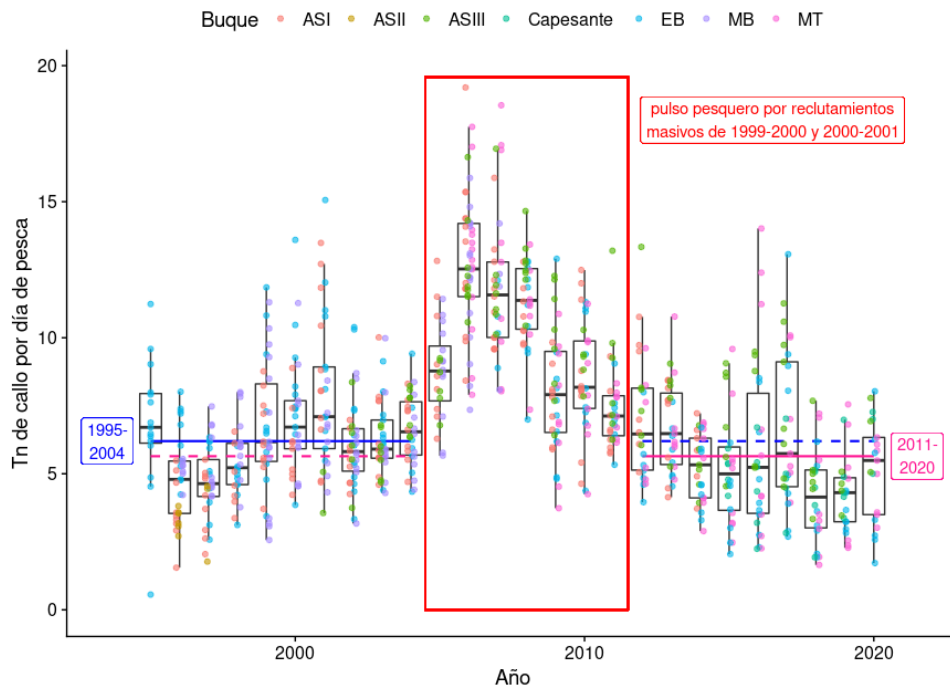


Fig. A1. Mismos datos que en la Fig. 1, pero con una ventana un año más larga para el efecto del pulso de reclutamiento (2005-2011).

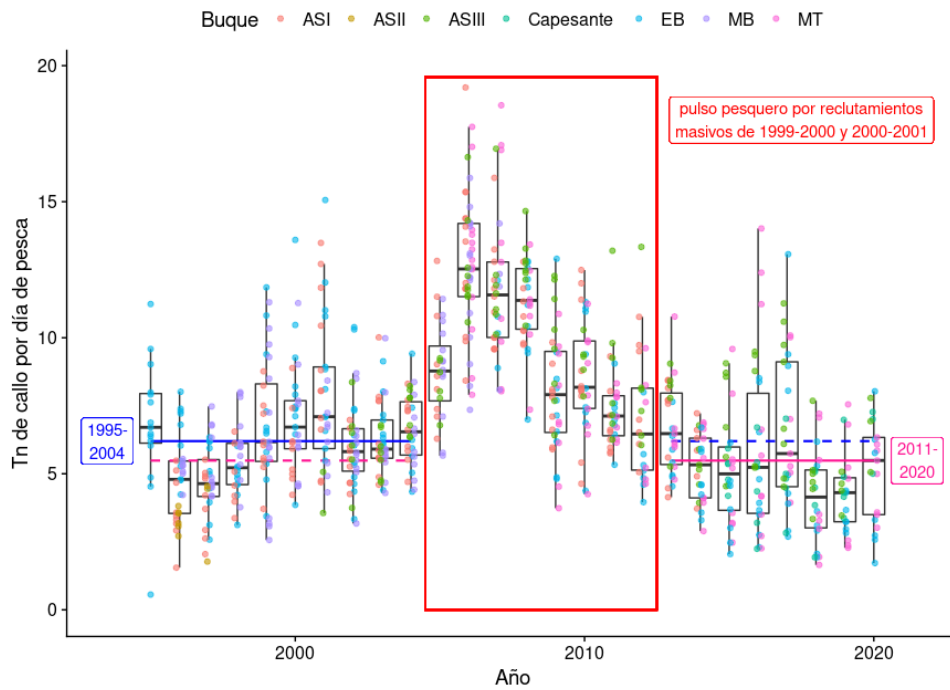


Fig. A2. Mismos datos que en la Fig. 1, pero con una ventana dos años más larga para el efecto del pulso de reclutamiento (2005-2012).

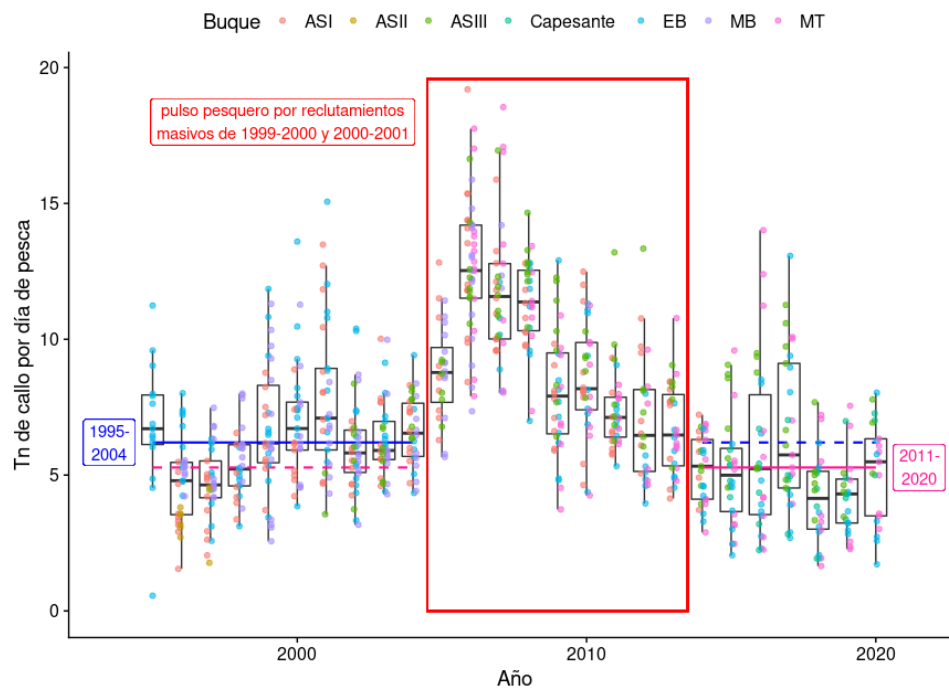


Fig. A3. Mismos datos que en la **Fig. 1**, pero con una ventana tres años más larga para el efecto del pulso de reclutamiento (2005-2013).