2023
Informe de
INVESTIGACIÓN
040-23
NO-2023-71981367-APN-DNI#INIDEP
16/06/2023

Comparación del poder de pesca de los buques de investigación pesquera Capitán Cánepa y Dr. Eduardo L. Holmberg

Micaela Giorgini, Claudio Buratti

:

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

Citar como:
Giorgini M, Buratti C. 2023. Comparación del poder de pesca de los buques de investigación pesquera Capitán Cánepa y Dr. Eduardo L. Holmberg. Inf Investigación INIDEP Nº 040/23, 20 pp.

INIDEP
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN
Y DESARROLLO PESQUERO

Comparación del poder de pesca de los buques de investigación pesquera Capitán Cánepa y Dr. Eduardo L. Holmberg

Micaela Giorgini[1], Claudio Buratti[1,2]

[1] Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero, Ministerio de Economía. Paseo Victoria Ocampo N1, Escollera Norte, Mar del Plata, Argentina.
[2] Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar de Plata. Funes 3350, Mar del Plata, Argentina

Resumen

La continuidad de las series temporales de datos de campañas de investigación pesquera puede verse comprometida por diversos motivos, entre ellos los cambios en los buques de investigación. En este contexto, cobró importancia la evaluación de las posibles diferencias en el poder de pesca entre los buques empleados. El Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) realiza campañas de investigación en distintas zonas del Atlántico Sudoccidental a bordo de Buques de Investigación propios desde principios de la década del '80. En particular, los buques Capitán Cánepa (CC) y Dr. E. L. Holmberg (EH) se han utilizado indistintamente para realizar el mismo tipo de campaña. Con el fin de evaluar si existían diferencias en la captura entre estos dos buques, en 1996 se realizó una experiencia que consistió en un muestreo apareado en la zona costera de la Provincia de Buenos Aires. El presente informe retomó el análisis descriptivo realizado en un informe preliminar, y planteó el objetivo de evaluar comparativamente el poder de pesca de los BIPs CC y EH a partir de dichos datos. Particularmente, se evaluó a) si existieron diferencias en la captura total entre barcos para tres especies "de interés": la corvina (*Micropogonias furnieri*), la pescadilla (*Cynoscion guatucupa*) y el gatuzo (*Mustelus schmitti*); b) si existieron diferencias en las longitudes totales de las especies antes mencionadas (i.e., longitud total media y distribución de LT) entre barcos; y c) si existieron diferencias en la composición de las especies restantes que componen el ensamble íctico. Se hallaron diferencias sólo en la captura total de corvina, siendo el doble en el buque EH que en el CC. Si bien es necesario avanzar con las comparaciones de poder de pesca entre los restantes buques del INIDEP, este trabajo constituye un aporte para la construcción de una serie temporal extensa que posibilita abordar numerosos estudios biológico-pesqueros.

Palabras Clave

Poder de pesca, series temporales, ecosistema costero, buques de investigación

1. Introducción

Las series temporales de datos de campañas de investigación pesquera constituyen una valiosa fuente de información que puede ser utilizada para evaluar cambios en los *stocks* en períodos de tiempo extensos. Pero la continuidad de estas series temporales puede verse comprometida por diversos motivos, entre ellos los cambios en los buques de investigación, ya sea por su reemplazo, por cambios en los artes de pesca utilizados, o incluso por la modernización tecnológica del buque empleado (Kingsley et al. 2008). A partir de esto, cobró importancia la evaluación de las posibles diferencias entre buques en el poder de pesca, el cual se define como el producto del área de influencia de la red en cada lance por la eficiencia de la misma (Gulland 1956). La relevancia de esta comparación reside en que, de existir diferencias en el poder de pesca de los buques, se puede estar subestimando o sobreestimando la abundancia de una población (Thorson y Ward 2014). Para obtener factores de corrección de los datos obtenidos, se realizan comparaciones y esto permite dar continuidad a la serie temporal (Cadigan et al., 2006).

Para realizar dichas comparaciones, el método ideal es el de muestreo apareado con los buques a comparar; esto implica realizar un muestreo en la misma zona, al mismo tiempo y con una ubicación de los lances lo más cercana posible (espacial y temporalmente) sin que uno interfiera con el otro (Cadigan y Dowden, 2010; Miller, 2013). Sin embargo, no siempre es factible realizar este tipo de muestreo ya que puede presentar limitaciones logísticas y financieras. Por ello, si bien es el método ideal, se han desarrollado otros que permiten realizar una calibración con ciertos requisitos, como por ejemplo contar con una cantidad elevada de datos de distintos años de campañas realizadas por los buques a comparar, en la misma zona (ej., Helser et al. 2004, Cooper et al. 2004). Independientemente del método a emplear, hoy en día existe un consenso muy fuerte en que la realización de este tipo de

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

comparaciones no sólo es esencial para llevar adelante una correcta evaluación de *stocks* al incluir índices de abundancia relativa obtenidos por distintas embarcaciones (ej., Wilberg et al. 2010), sino también para poder contar con series temporales extensas que puedan utilizarse en otro tipos de análisis donde fuera necesario utilizar la información de capturas obtenida por los distintos buques.

El Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP) realiza campañas de investigación en distintas zonas del Atlántico Sudoccidental a bordo de Buques de Investigación propios desde principios de la década del '80. En los más de 40 años transcurridos desde esa fecha, se han utilizado distintos Buques de Investigación: Capitán Cánepa, Capitán Oca Balda, Dr. E. L. Holmberg, V. Angelescu y Mar Argentino. En particular, los buques Capitán Cánepa (CC) y Dr. E. L. Holmberg (EH) se han utilizado indistintamente para realizar el mismo tipo de campaña. Esto implica que dichas campañas en algunos años se realizaron a bordo del CC y en otros, en el EH. Con el fin de evaluar si existían diferencias en la captura entre estos dos buques, en 1996 se realizó una experiencia que consistió en un muestreo apareado en una zona correspondiente al Ecosistema Costero Bonaerense, reportándose resultados del mismo en un informe preliminar (Informe de Campaña DNI 1261/15/10/96). Actualmente, existen objetivos de investigación en temas como biodiversidad y cambio climático que demandan la construcción de series temporales que permitan comparar datos colectados por los distintos buques de investigación. Por ello, el objetivo de este informe fue evaluar comparativamente el poder de pesca de los BIPs CC y EH. En caso de hallarse diferencias, se propuso calcular un factor de ponderación que permitiese comparar las capturas obtenidas entre los distintos buques.

2. Materiales y métodos

Debido a que el poder de pesca no se puede estimar de forma absoluta, ya que no es posible conocer con exactitud la densidad de peces en el área de estudio, se trabaja con un poder de pesca relativo utilizando a un buque como estándar, suponiendo una densidad subyacente homogénea (Irusta et al. 1996). Bajo esta premisa, para comparar el poder de pesca de los Buques de Investigación Capitán Cánepa (CC) y Dr. E. L. Holmberg (EH) (ver características de cada uno en Tabla 1), se utilizaron los datos de captura total y por especie, así como los registrados en las muestras biológicas en cada embarcación.

Tabla 1. Características generales y del aparejo de los buques de investigación pesquería Cap. Cánepa y Dr. E. L. Holmberg.

Característica	Cap. Cánepa	Dr. E. L. Holmberg
Eslora (m)	39,17	61,95
Manga (m)	7,35	11
Potencia de máquina (hp)	760	2100
Relinga superior (m)	28	35,3
Relinga inferior (m)	35	40,3
Tipo de portón	Polivalente	Polivalente
Peso de portón (kg)	470	1200
Distancia entre portones (m)	79	84,3
Tamaño malla alas (mm)	200	200
Tamaño malla copo (mm)	110	103
Distancia entre alas* (m)	15,4	16,7
Abertura vertical (m)	2,65 – 3	4,5

*Calculado como el promedio registrado en los lances de pesca de esta experiencia

Específicamente, se trató de las campañas codificadas como CC-1996/07 y EH-1996/12, las cuales se realizaron en las zonas de Cabo San Antonio, Bahía Samborombón y costa de Uruguay frente a Piriápolis y Punta del Este (Fig. 1), entre el 9 y 19 de septiembre de 1996.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

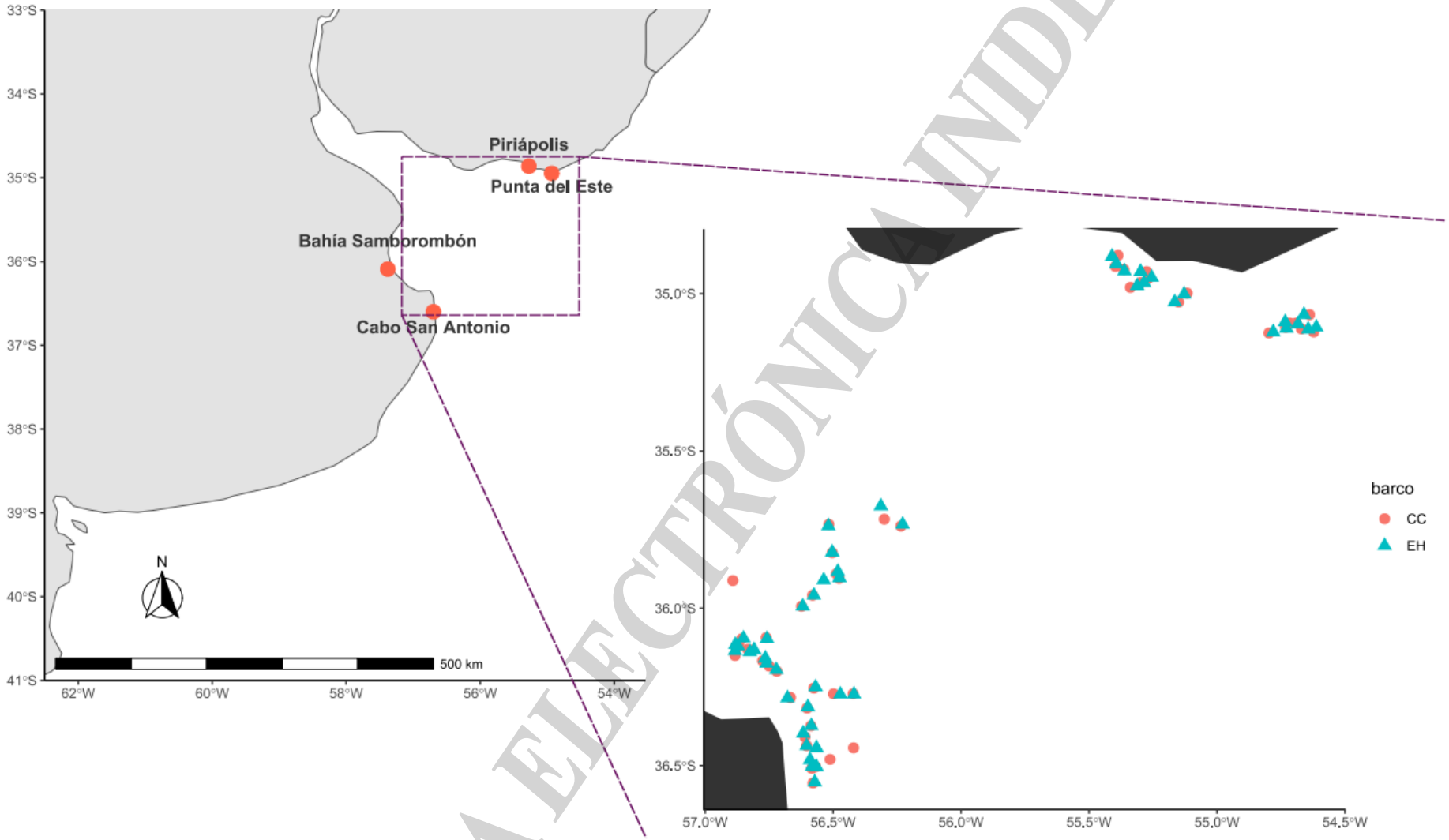


Figura 1. Ubicación geográfica de la zona de muestreo (izquierda); detalle de los lances apareados realizados por cada buque (derecha).

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

La comparación en las capturas entre los buques se realizó siguiendo el criterio empleado por Fowler y Showell (2009) y Fabrizio y Tuckey (2016), que consiste en:

1. Evaluar el efecto de los barcos en la captura de las especies más abundantes, o bien de las que se realiza evaluación de *stock* o son de interés por alguna particularidad (ej: conservación). Esto incluye evaluar:
   a) si existe diferencia en la captura total entre barcos
   b) si existen diferencias en las longitudes totales (LT) de las especies "de interés" capturadas (i.e., longitud total media y distribución de LT) entre barcos.

2. Evaluar diferencias en la composición de las especies restantes que componen el ensamble íctico, por su importancia en términos de biodiversidad y funcionamiento de los ecosistemas.

Para abordar el primer criterio, se seleccionó a la corvina (*Micropogonias furnieri*), la pescadilla (*Cynoscion guatucupa*) y al gatuzo (*Mustelus schmitii*). Estas especies, capturadas como especies objetivo o bien como fauna acompañante en el variado costero (CFP Res 27-2009), constituyen recursos pesqueros relevantes para la flota fresquera argentina, cuentan con evaluaciones de *stocks*, medidas de manejo, etc. Además, el gatuzo presenta un estado de conservación *En Pelígro Crítico* según la categorización de IUCN (Pollom et al. 2020).

De los 48 pares de lances de pesca realizados, se excluyeron aquellos que presentaron una distancia muy elevada entre ellos. Para esto, primero se identificó visualmente los casos en que los lances de un mismo par se ubicaran notoriamente separados (ver ejemplos en Fig. 1), y luego se calculó la distancia entre los mismos. Se decidió entonces no incluir en el análisis los pares de lances cuya distancia superara por más de 50% la distancia promedio de los lances considerados como cercanos (ej., los que se observan la Fig.1 como lances superpuestos). Esta decisión se tomó con el objetivo de minimizar cualquier posible fuente de variabilidad que no fuese aquella que se deba al poder de pesca de cada embarcación. Además, para la comparación de la estructura de longitudes de las especies, sólo se incluyeron los datos de aquellos lances de pesca en los que existió ese registro en ambos buques. El peso y número de individuos por clase de longitud de 1 cm de las especies de interés registradas en la muestra se ponderó a la captura. Para ello se aplicó un factor de corrección correspondiente a la relación entre la captura total registrada y el peso de la muestra, en cada lance.

2.1. Efecto de los barcos en las capturas de las especies seleccionadas

2.1.1. Captura total de las especies seleccionadas

A este punto es importante mencionar que, teniendo en cuenta que el informe preliminar de las campañas aquí estudiadas describe algunas particularidades en cuanto al tiempo y distancia recorrida por cada buque en cada lance, en primer lugar, se evaluó si las capturas expresadas en Kg h^{-1} y en Ton mn^{-2} eran equivalentes. Para ello, los análisis descriptos a continuación, se realizaron en primer lugar utilizando como variable respuesta a la captura expresada en Kg h^{-1} y, en segundo lugar, en Ton mn^{-2}. Los resultados obtenidos fueron los mismos, indicando que las dos formas de expresar la captura fueron equivalentes. Considerando que los modelos en los que se utilizó la captura en Kg h^{-1} presentaron mejor ajuste, se decidió reportar los correspondientes resultados.

Las diferencias entre barcos en la captura horaria (de aquí en adelante, captura) de cada especie seleccionada se analizaron aplicando modelos lineales mixtos (GLMM, Zuur et al. 2009). Actualmente, se considera a los GLMM como una herramienta adecuada para abordar este tipo de objetivos. Esto se debe a que presentan un elevado poder para manejar la variabilidad natural existente en la zona de muestreo, tanto en relación a la variación de las características oceanográficas, como de la densidad de peces; así como también entre lances apareados (Cadigan et al. 2006, Cadigan y Dowden 2010). En este sentido, se definió a la identificación del par de lances (i.e., n.º de lance) como factor aleatorio,

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

con el fin de considerar en el análisis la mayor relación en la variabilidad entre los lances de un par, respecto a los lances de otro par. Como variables explicatorias se incluyó la profundidad a la que se realizó cada lance, la velocidad de arrastre y la identificación del barco (i.e., CC y EH).
Estructura global de los modelos evaluados:

1.Captura corvina~ Profundidad + Velocidad de arrastre + Barco + ~ 1| ID LANCE
2. Captura pescadilla~ Profundidad + Velocidad de arrastre + Barco + ~ 1| ID LANCE
3. Captura gatuzo~ Profundidad + Velocidad de arrastre + Barco + ~ 1| ID LANCE

En los tres modelos se detectó multicolinearidad para la variable Velocidad de arrastre (VIF > 3, Zuur et al. 2010), por lo que fue eliminada de todos los modelos. Para cumplir el supuesto de normalidad, los datos fueron transformados aplicando *log1p* en los tres modelos; y para cumplir con el supuesto de homocedasticidad, en los modelos 2 y 3 se estructuró la varianza aplicando la función *varPower* (Zuur et al. 2009). Todos los modelos se evaluaron utilizando la función *lme* del paquete *nlme* (Pinheiro et al. 2020), en el entorno estadístico R (R Core Team, 2022). Para seleccionar el mejor modelo (i.e., el modelo que mejor representa los datos), se generaron varios modelos con todas las posibles combinaciones de los factores fijos (i.e., Profundidad, Barco) y un modelo nulo (i.e., un modelo en donde la variable respuesta no se explicara por ninguna de los factores fijos mencionados) empleando la función *dredge* del paquete MuMIn (Barton 2020). El modelo que presentó el menor *AIC* (criterio de Akaike) y el mayor valor W_i (peso de Akaike, valor mínimo > 0,5) fue elegido como el modelo que mejor representó los datos. En el caso del modelo 3, el mejor modelo obtenido presentó un $W_i < 0,5$ (ver tabla 1), por lo que se procedió a realizar un promedio de modelos para calcular la importancia relativa de los factores fijos (Burnham and Anderson, 2004) utilizando la función *model.avg* del paquete MuMIn. Para este proceso se utilizaron todos los modelos que constituyeran un W_i acumulado de 0,95. Se consideró que un factor fijo explicó la variable respuesta fuertemente si su importancia relativa (RI) > 0,90, moderadamente si RI >0,60, y débilmente si RI <0,60.

2.1.2. Longitudes totales de las especies de interés

Las diferencias en las LT de las especies de interés entre barcos se analizaron aplicando modelos lineales mixtos (GLMM, Zuur et al. 2009), y se definió como factor aleatorio a "bloque" anidado a "ID LANCE"; donde bloque englobó a todas las LT obtenidas de los individuos de un mismo lance para un barco determinando e ID lance, a los lances apareados.
Estructura global de los modelos evaluados:

4. LT corvina~ Profundidad + Velocidad de arrastre + Barco + ~ 1|bloque/ID LANCE
5. LT pescadilla~ Profundidad + Velocidad de arrastre + Barco + ~ 1|bloque/ID LANCE
6. LT gatuzo~ Profundidad + Velocidad de arrastre + Barco + ~ 1|bloque/ID LANCE

Tras la detección de multicolinearidad, se eliminaron las variables Velocidad de arrastre en el modelo 4 y profundidad y velocidad de arrastre en el modelo 6. Para cumplir con el supuesto de normalidad, el modelo 6 fue transformado utilizando *log1p*; y para cumplir el supuesto de homocedasticidad en los modelos 4 y 5 se estructuró la varianza utilizando la función *varPower*. Para evaluar los modelos, se procedió según lo detallado en la subsección anterior. Tras la selección de modelos, los mejores correspondientes a 4 y 5 presentaron un $W_i < 0,5$ (ver tabla 3), por lo que se realizó un promedio de modelos.

Con el objetivo de evaluar si la distribución de LT de las especies capturadas por cada buque fue similar, se realizó un test de Kolmogorov-Smirnov para cada especie seleccionada.

2.2. Efecto de los barcos en la composición y diversidad del ensamble de especies restantes

Para abordar el criterio 2, se realizó un PERMANOVA en base al índice de disimilitud de Bray-Curtis, aplicando 9.999 permutaciones (Anderson 2001). Al igual que en los análisis anteriores, se

COPIA ELECTRONICA INIDEP

consideró en el análisis a los lances apareados fijando la identidad de los pares de lances como *strata*. Debido a que el resultado de este análisis mostró diferencias entre los ensambles de los buques, pero en el NMDS no se observó una separación espacial de los ensambles (ver Sección 3), se decidió repetir el análisis sin establecer la relación entre pares de lance, con el fin de evaluar si la variabilidad existente entre los mismos era responsable de dicha diferencia. En ambos análisis se cumplió con el supuesto de homogeneidad de dispersión.

Además, se calcularon índices de diversidad comúnmente utilizados (De Laender et al. 2016): riqueza, índice de diversidad de Simpson, equitatividad y abundancia, y el efecto de los buques en dichos índices se evaluó empleando GLMM.
Estructura global de los modelos evaluados:

7. Riqueza~ Profundidad + Velocidad de arrastre + Barco + ~ 1| ID LANCE
8. Abundancia~ Profundidad + Velocidad de arrastre + Barco + ~ 1| ID LANCE
9. Equitatividad~ Profundidad + Velocidad de arrastre + Barco + ~ 1| ID LANCE
10. Diversidad de Simpson~ Profundidad + Velocidad de arrastre + Barco + ~ 1| ID LANCE

En los 4 modelos se detectó multicolinearidad para la variable Velocidad de arrastre, por lo cual fue eliminada. Para cumplir el supuesto de normalidad, los modelos 8 y 9 fueron transformados con *log1p* y el modelo 10, con x^2. Todos los modelos se evaluaron utilizando la función lme del paquete nlme y la selección del mejor modelo se realizó según lo descripto anteriormente.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

3. Resultados

Con un promedio de 116 kg h^{-1} por lance, la captura de corvina fue 2 veces mayor en el buque EH que en CC ($p < 1x10^{-4}$; Fig 2, Tabla 1); y, además, independientemente del buque, se observó que la captura de corvina aumentó con la profundidad ($p = 7x10^{-3}$) (Fig 2, Tabla 1).

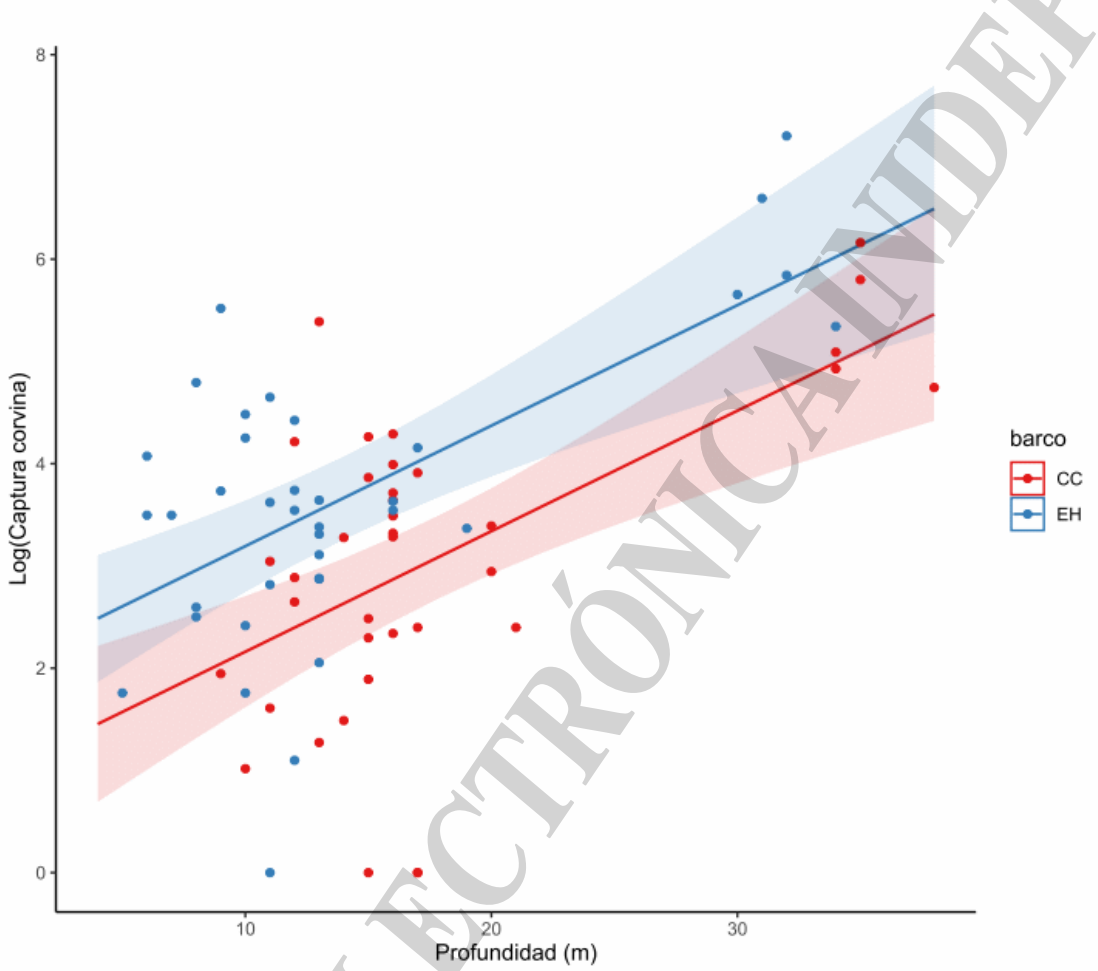


Figura 2. Relación evaluada entre la captura de corvina por lance para cada barco y la profundidad a la que se realizaron los lances de pesca. En este gráfico y en los siguientes, la zona sombreada corresponde al intervalo de confianza de 95%; la relación graficada incluye las modificaciones realizadas en el modelo para alcanzar los supuestos de normalidad y homocedasticidad, según corresponda; y las variables explicatorias graficadas son las involucradas en el modelo seleccionado como el que mejor representó los datos.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

La captura total de pescadilla no presentó diferencias entre buques (captura por lance promedio entre los dos buques = 226,50 kg h^{-1}), y no se observó efecto de la profundidad (p = 0,63 y 0,30 respectivamente; Fig 3, Tabla 2).

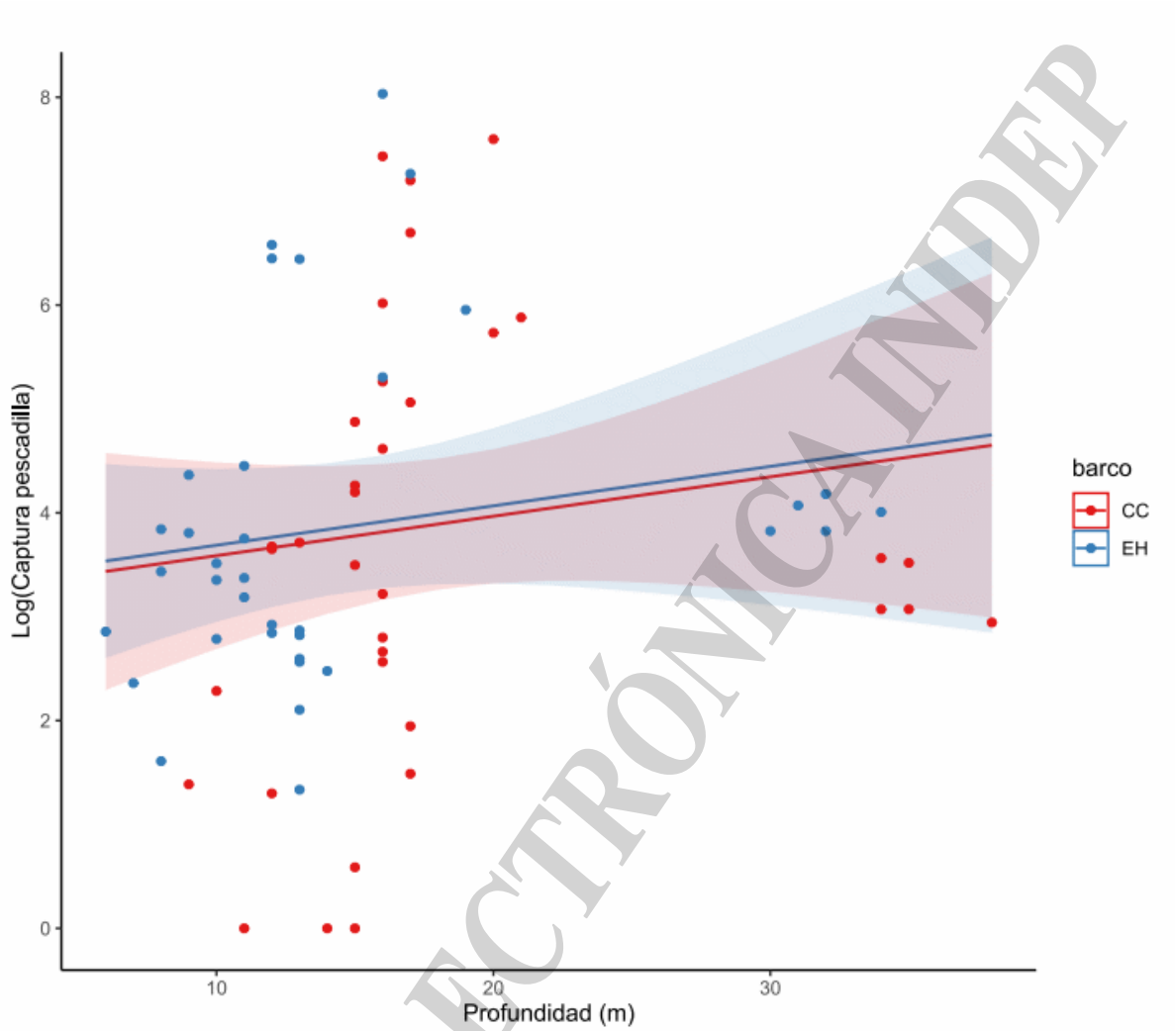


Figura 3. Relación evaluada entre la captura de pescadilla por lance para cada barco y la profundidad a la que se realizaron los lances de pesca.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

La captura total de gatuzo no presentó diferencias entre buques (captura por lance promedio entre los dos buques = 53 kg h^{-1}), y no se observó efecto de la profundidad (RI = 0,37 y 0,26 respectivamente; Fig 4, Tabla 1).

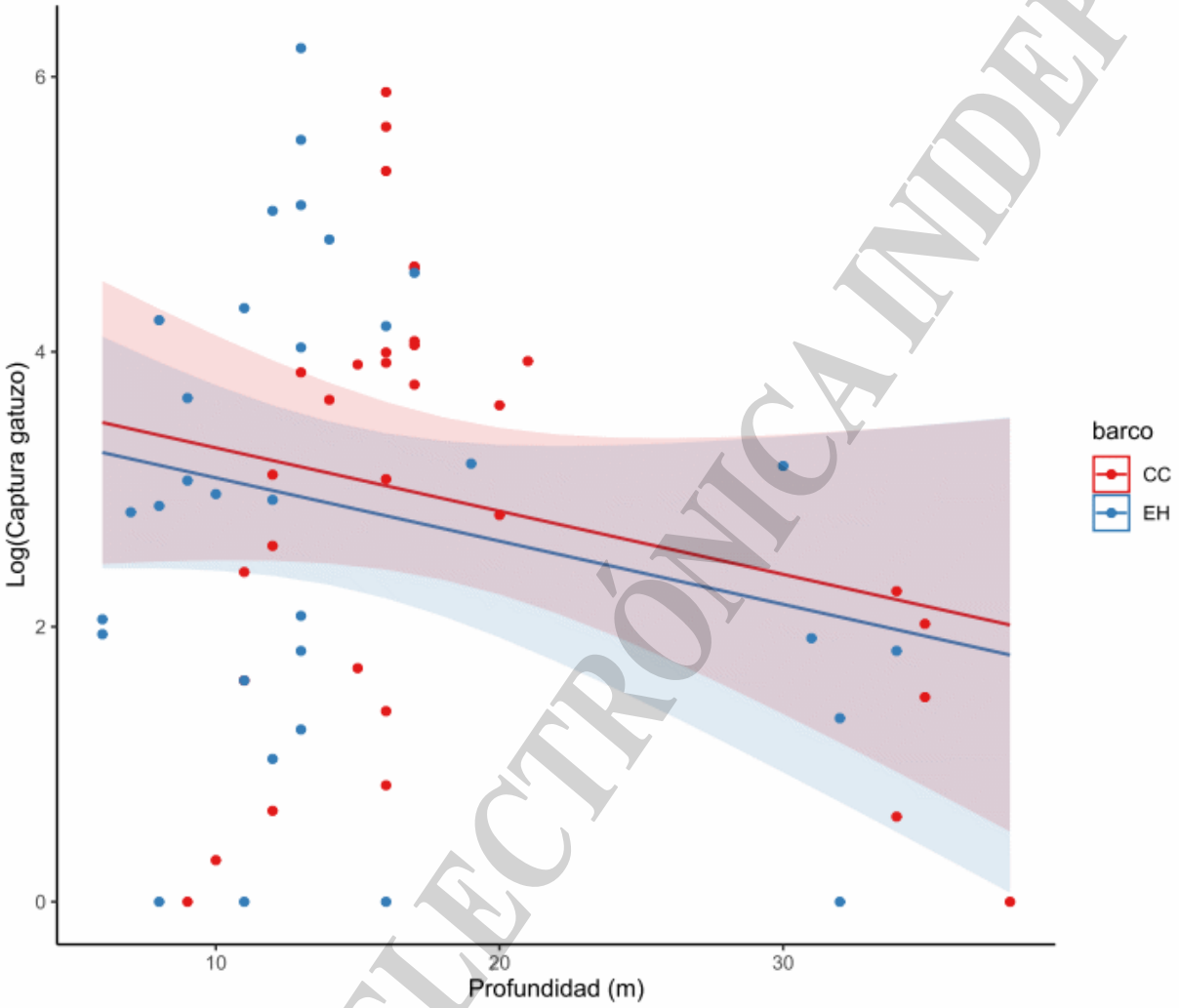


Figura 4. Relación evaluada entre la captura de gatuzo por lance para cada barco y la profundidad a la que se realizaron los lances de pesca.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

Tabla 1. Selección de modelos lineales mixtos generalizados para (1) captura de corvina, (2) captura de pescadilla y (3) captura de gatuzo. Los datos de la tabla muestran todos los posibles modelos evaluados y el modelo nulo. AIC = criterio de información de Akaike; ΔAIC = diferencia de Akaike; Wi = peso de Akaike

Variable respuesta	***Modelo***	***N° de parámetros***	***AIC***	***ΔAIC***	***Wi***
Captura corvina	*Barco + Profundidad*	*2*	*232,6*	*0,00*	*1*
	Barco	1	250,8	18,26	0
	Profundidad	1	251,1	18,52	0
	Nulo	0	257,6	25,07	0
Captura pescadilla	*Nulo*	*0*	*259,2*	*0,00*	*0,54*
	Profundidad	1	261,0	1,87	0,21
	Barco	1	261,6	2,44	0,16
	Barco + Profundidad	2	262,8	3,68	0,09
Captura gatuzo	Nulo	0	234,8	0,00	0,48
	Profundidad	1	236,0	1,18	0,26
	Barco	1	237,1	2,32	0,15
	Barco + Profundidad	2	237,8	3,01	0,11

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

Las LT medias de corvina capturadas fueron las mismas entre buques (longitud total promedio entre los dos buques 463 mm) y no se halló una relación con la profundidad (RI = 0,43 y 0,25 respectivamente; Fig 5). La distribución de LT fue la misma entre buques (D = 0,34, p = 0,17).

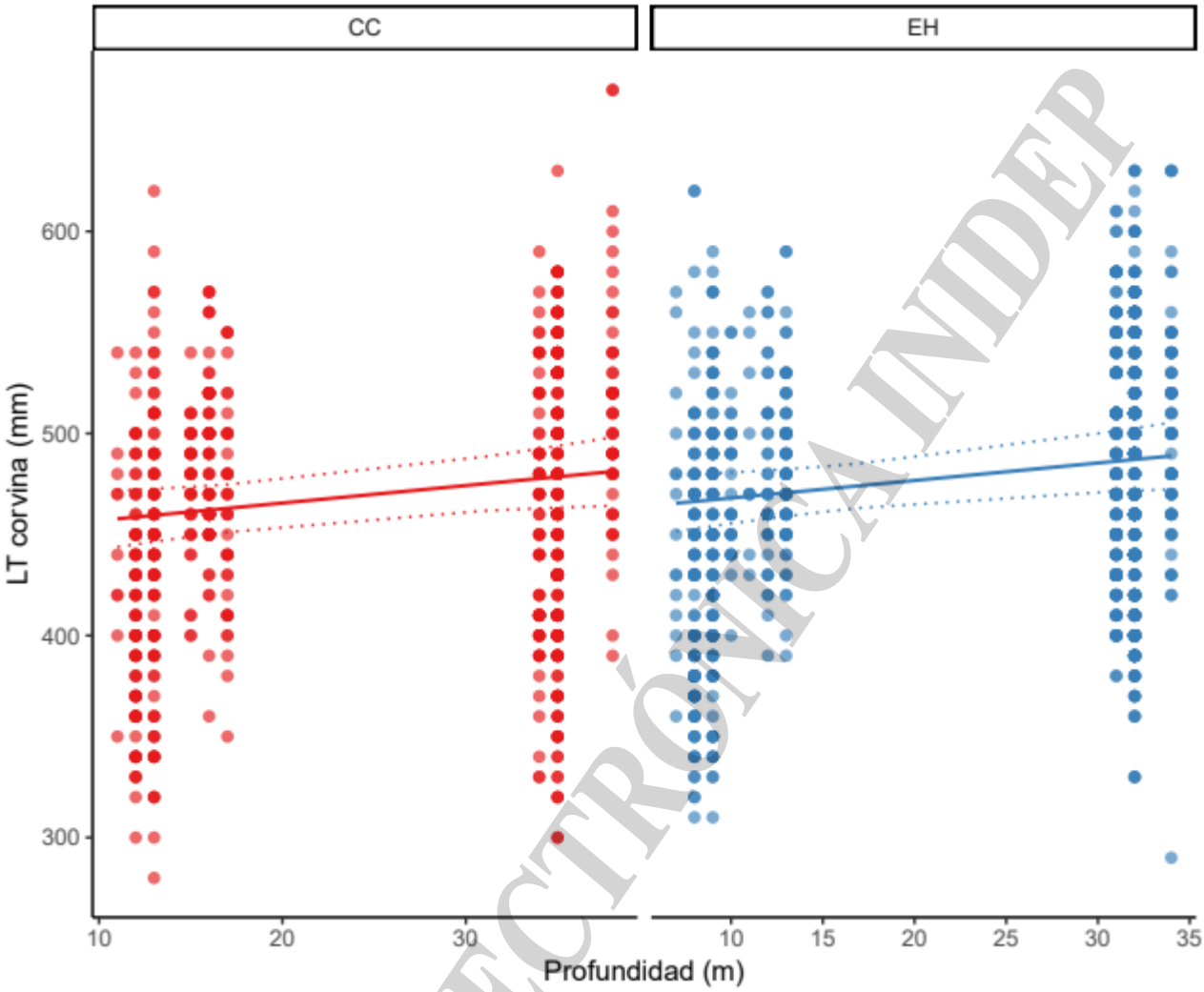
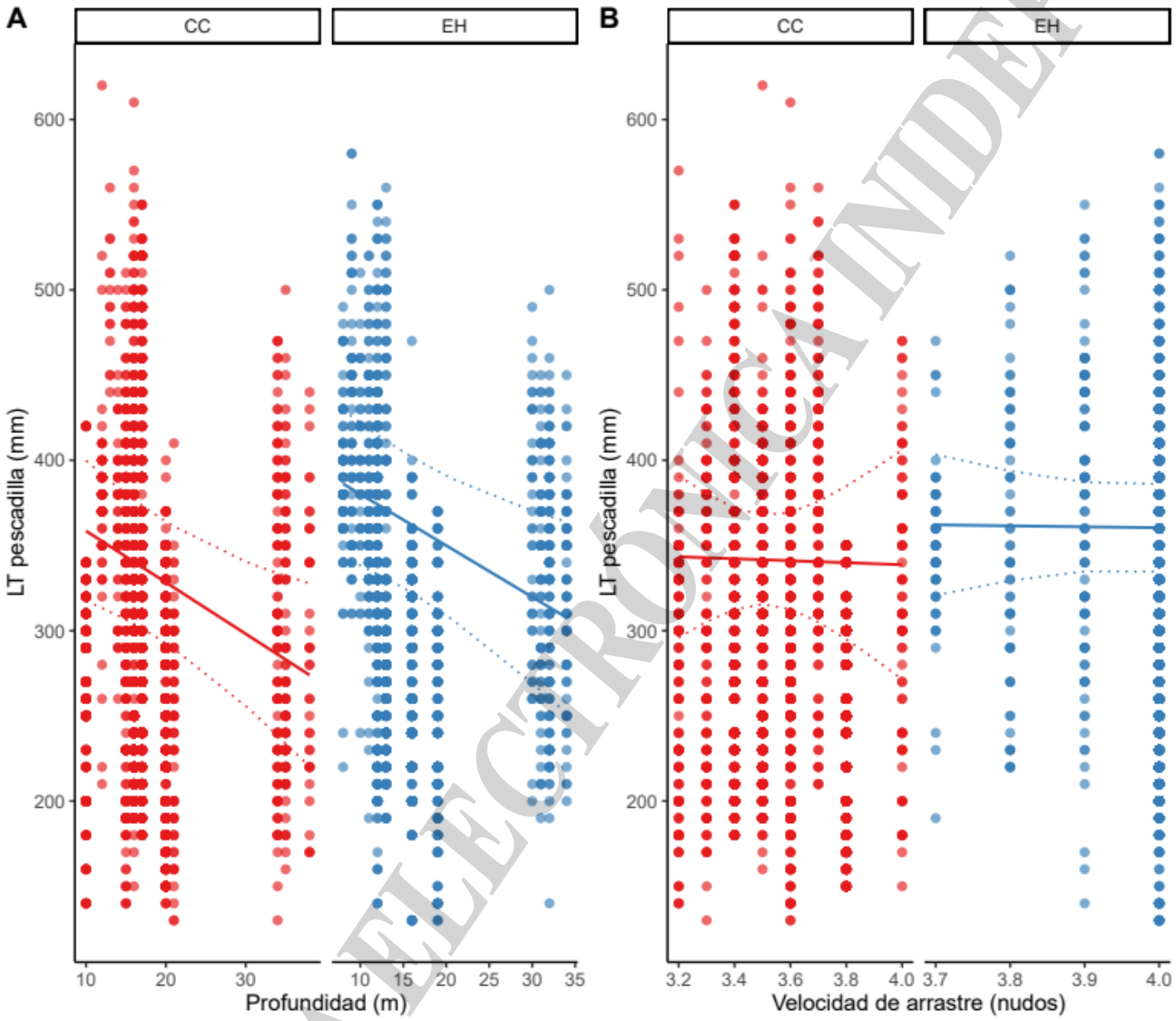


Figura 5. Relación entre las LT de corvina capturadas por cada buque y la profundidad a la que se realizaron los lances de pesca.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

Las LT medias de la pescadilla no mostraron diferencias entre buques (RI = 0,38), siendo de 297,5 mm la longitud total media. Además, independientemente de los barcos, se observó una relación negativa moderada entre las LT y la profundidad a la que se realizaron los lances (RI = 0,84) y no se observó relación entre la velocidad de arrastre y las LT de los individuos (RI = 0,34; Fig 6). La distribución de LT fue igual entre buques (D = 0,09, p = 0,60).



COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

Figura 6. Relación evaluada entre la distribución de LT de pescadilla capturados por cada buque y: A) la profundidad a la que se realizaron; B) la velocidad de arrastre.

Las LT medias de gatuzo fueron las mismas entre buques, siendo 505 mm la longitud total promedio (p = 0,42; Fig 7, Tabla 2). La distribución de LT fue igual entre buques (D = 0,23, p = 0,06).

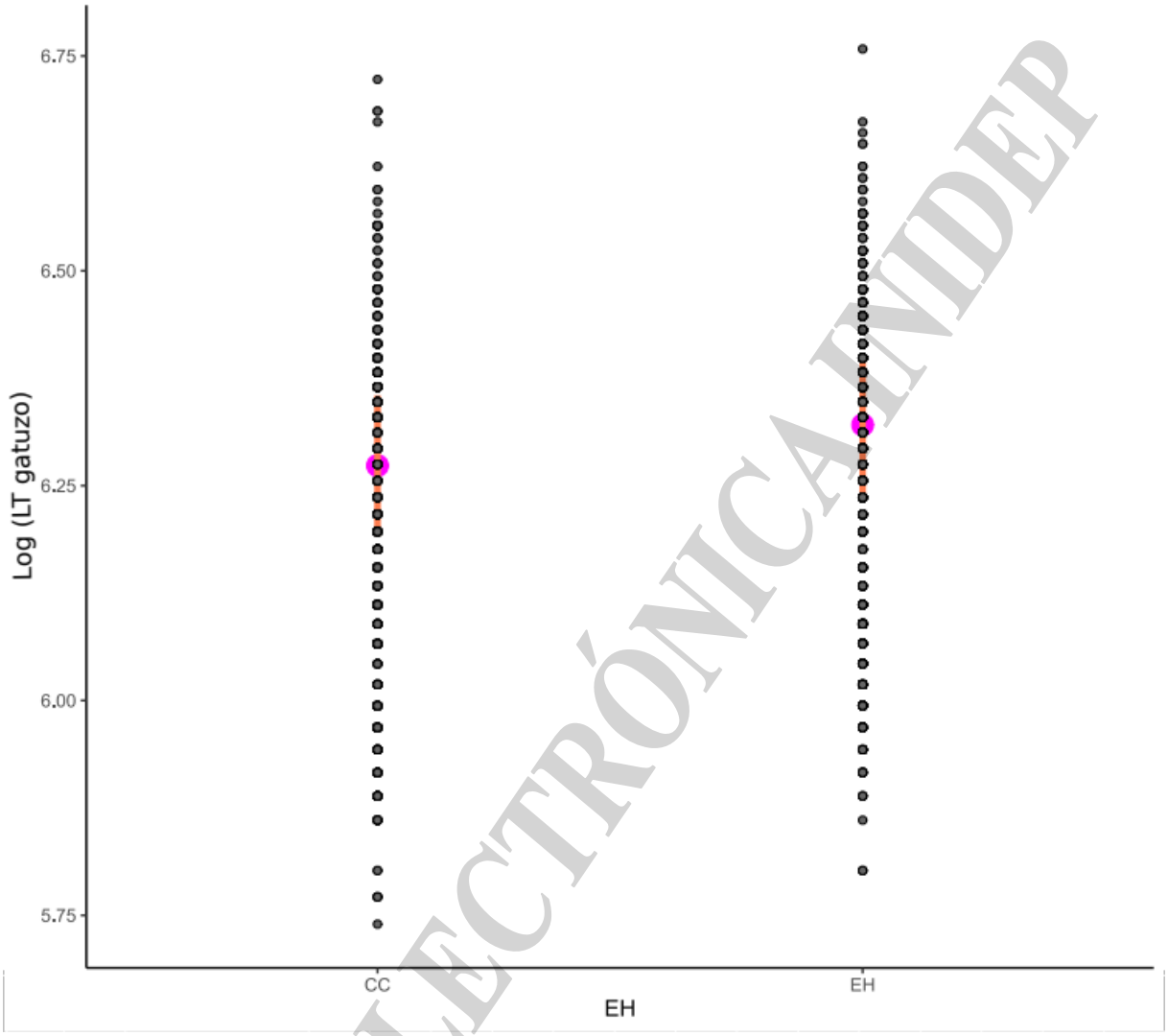


Figura 7. Distribución de LT de los ejemplares de gatuzo capturados por cada buque.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

Tabla 2. Selección de modelos lineales mixtos generalizados para (1) LT de corvina, (2) LT de pescadilla y (3) LT de gatuzo. Los datos de la tabla muestran todos los posibles modelos evaluados y el modelo nulo. AIC = criterio de información de Akaike; ΔAIC = diferencia de Akaike; WiAIC = peso de Akaike.

Variable respuesta	*Modelo*	*N° de parámetros*	*AIC*	*ΔAIC*	*Wi*
LT corvina	Nulo	0	16806,6	0,00	0,43
	Barco	1	16807,2	0,60	0,32
	Profundidad	1	16808,8	2,26	0,14
	Barco + profundidad	2	16809,3	2,74	0,11
LT pescadilla	Profundidad	1	65848,7	0,00	0,34
	Barco + profundidad	2	65849,5	0,80	0,23
	Profundidad + Vel. arrastre	2	65849,8	1,06	0,20
	Barco + Profundidad + Vel. arrastre	3	65851,5	2,79	0,09
	Barco	1	65852,6	3,86	0,05
	Nulo	0	65853,0	4,29	0,04
	Vel. arrastre	1	65853,4	4,72	0,03
	Barco + Vel. arrastre	2	65854,6	5,86	0,02
LT gatuzo	Nulo	0	-1377.6	0,00	0,66
	Barco	1	-1376.3	1,28	0,35

El ensamble de especies restantes estuvo conformado por un total de 33 especies. Al comparar la composición considerando la relación entre lances apareados, se hallaron diferencias entre barcos (Fig 8; F= 1,65; p = $3x10^{-4}$). Cuando dicha condición no se consideró en el análisis, no se hallaron diferencias en la composición de dicho ensamble (F = 1,65; p = 0,11).

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

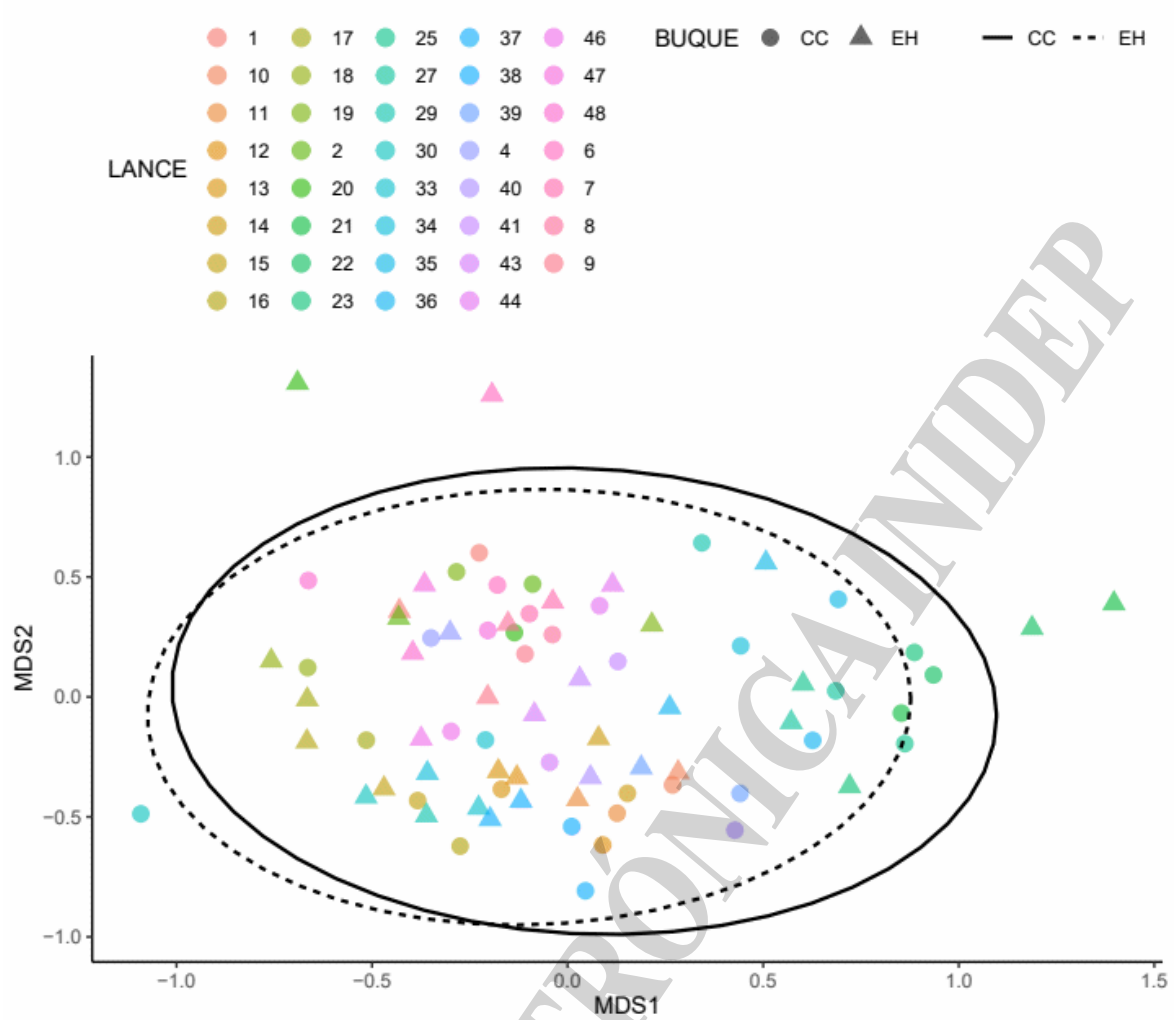


Figura 8. NDMS basado en la captura (Kg h^{-1}) de cada especie identificada por lance, para cada buque. Las elipses representan los intervalos de confianza de 0,95. Estrés = 0,21

En relación a los índices de diversidad, la riqueza fue mayor en el buque CC que en el EH, siendo los valores promedio de 8,38 y 6,62 respectivamente ($p = 3x10^{-4}$) y no se halló relación con la profundidad ($p = 0,95$; Fig. 9A, Tabla 3). La abundancia total no mostró diferencias entre buques, la cual correspondió a 265 kg h^{-1} promedio por lance.; y tampoco se halló una relación con la profundidad ($p = 0,83$ y $p = 0,07$ respectivamente; Fig. 9B, Tabla 3). La equitatividad fue más alta en el buque EH (promedio = 0,19) que en el CC (promedio = 0,16). También se halló una relación con la profundidad, pero en este caso positiva, donde a mayor profundidad mayor equitatividad ($p = 5x10^{-3}$ y $p = 0,04$ respectivamente; Fig. 9C, Tabla 3). Finalmente, el índice de diversidad de Simpson no mostró diferencias entre buques ($p = 0,81$) y correspondió a 0,57 (valor promedio entre los dos buques). Se halló una relación positiva con la profundidad, donde a mayor profundidad mayor diversidad ($p = 0,03$; Fig. 9D, Tabla 3).

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

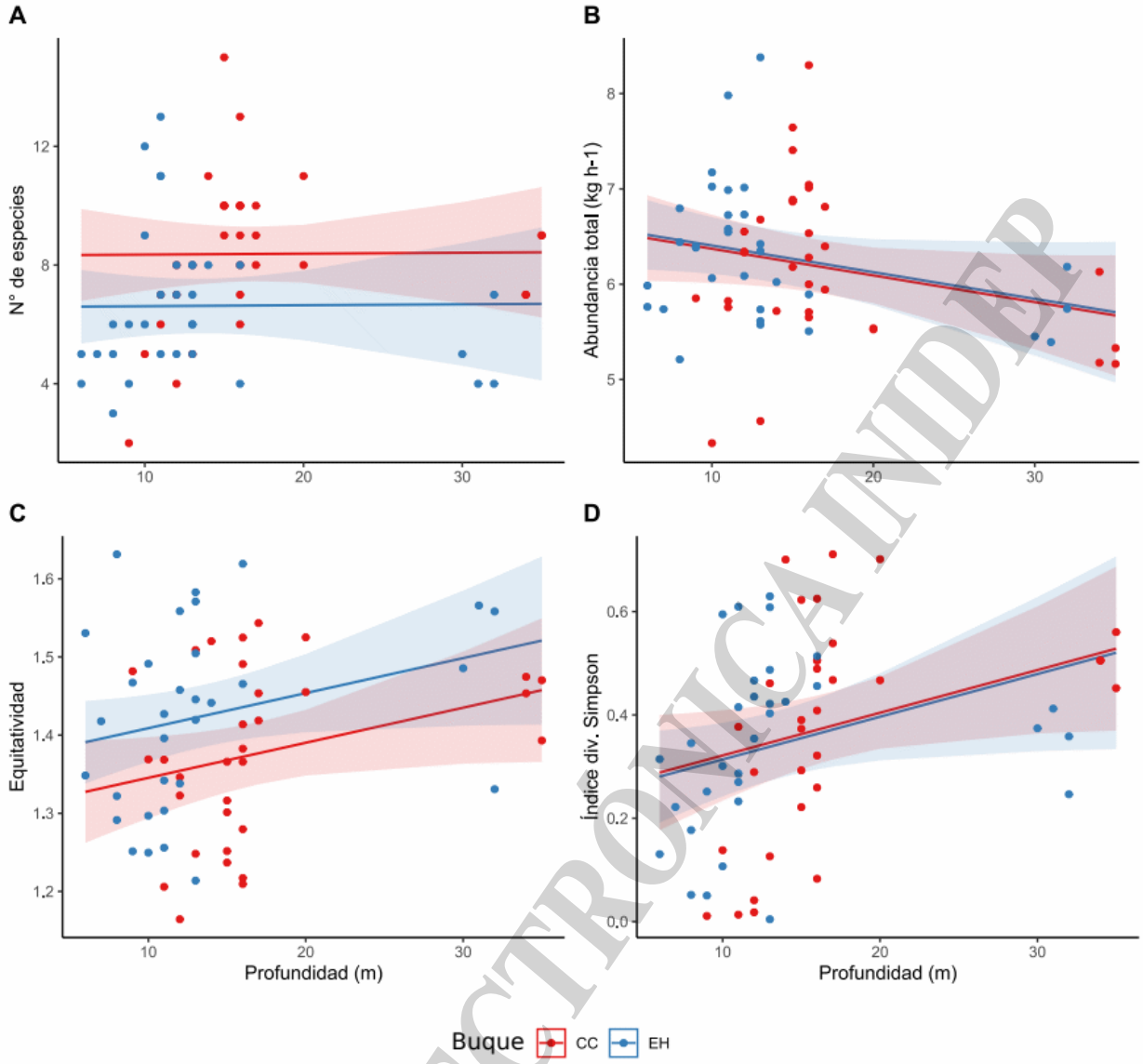


Figura 9. Relaciones evaluadas entre A) riqueza, B) abundancia total, C) equitatividad, D) índice de diversidad de Simpson y profundidad. B, C y D representan los datos transformados, según se detalló en la sección 2.2.

COPIA ELECTRONICA INIDEP

Tabla 3. Selección de modelos lineales mixtos generalizados para (1) riqueza, (2) abundancia, (3) equitatividad y (4) diversidad de Simpson. Los datos de la tabla muestran todos los posibles modelos evaluados y el modelo nulo. AIC = criterio de información de Akaike; ΔAIC = diferencia de Akaike; Wi = peso de Akaike.

Variable respuesta	***Modelo***	***N° de parámetros***	***AIC***	***ΔAIC***	***Wi***
Riqueza	Barco	1	297,60	0,00	0,76
	Barco + Profundidad	2	300,00	2,35	0,23
	Nulo	0	308,20	10,56	$4x10^{-3}$
	Profundidad	1	309,00	11,39	$3x10^{-3}$
Abundancia	Profundidad	1	44,1	0,00	0,51
	Nulo	0	45,8	1,66	0,22
	Barco+Profundidad	2	46,4	2,31	0,16
	Barco	1	47,2	3,12	0,11
Equitatividad	Barco + Profundidad	2	-97,00	0,00	0,57
	Barco	1	-95,60	1,43	0,28
	Nulo	0	-93,40	3,66	0,09
	Profundidad	1	-92,40	4,65	0,05
Diversidad de Simpson	Profundidad	1	-41,70	0,00	0,62
	Barco + profundidad	2	-39,40	2,30	0,20
	Nulo	0	-38,20	3,46	0,10
	Barco	1	-37,50	4,16	0,07

4. Discusión

La comparación del poder de pesca entre buques de investigación empleados en campañas realizadas con objetivos comunes, es relevante para permitir comparaciones en series temporales extensas, así como también optimizarlas evaluaciones de *stocks* (Bagley et al. 2015). En este trabajo se analizaron los datos de una comparación realizada entre los buques Cap. Cánepa y Dr. E.L. Holmberg, en una zona costera de Argentina y Uruguay, donde se realizan las campañas dirigidas a la evaluación de especies demersales costeras. En este tipo de estudios se recomienda tener una elevada cantidad de datos, e incluso realizar el muestreo de lances apareados en más de una única ocasión. Si bien para este trabajo se contó con una única campaña de comparación, el número de réplicas con el que se realizaron los análisis permitió obtener resultados confiables. Además, es importante resaltar que dichos datos fueron obtenidos en el año 1996, y el buque Cap. Cánepa actualmente no se encuentra operativo, siendo ésta la única información disponible para poder hacer una comparación que permita obtener una serie temporal de datos comparable.

La única diferencia en las capturas entre los dos buques se observó en la captura horaria de corvina, siendo dos veces mayor en el buque Dr. Holmberg que en el Cap. Cánepa. Si bien no puede afirmarse la causa de esta diferencia, es posible concluir que no se trata de un efecto del equipamiento de cada buque, ya que en ese caso se esperaría haber hallado diferencias en la captura de pescadilla, gatuzo y en el ensamble de especies restantes. Dado que este no fue el caso, la diferencia quizás sea el producto de las características comportamentales de la corvina durante la interacción con redes de

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

arrastre, las cuales presentan ciertas diferencias entre buques (por ejemplo, mayor abertura vertical de la red en el buque EH que en el CC). En relación a las LT medias de los ejemplares de corvina, pescadilla y gatuzo capturados, no se hallaron diferencias entre buques, así como tampoco en la distribución de LT, por lo que no existiría un efecto de selectividad diferencial entre buques.

En cuanto a la composición de las especies restantes del ensamble, se detectaron diferencias entre buques sólo al considerar la relación entre lances apareados. Teniendo esto en cuenta, sumado a que la abundancia e índice de diversidad de Simpson fueron iguales entre barcos y la diferencia de riqueza promedio es de sólo 1,26; es probable que las diferencias en la composición entre pares de lances se deban a la variabilidad natural aleatoria y no a una característica del proceso de captura relacionada con los buques. Este resultado coincide con lo reportado por Fabrizio y Tuckey (2016), donde se comparó el efecto de los buques y de las redes empleadas en las capturas; y debido a que los índices de diversidad fueron iguales entre buques, se atribuyó la diferencia en riqueza a la variabilidad natural aleatoria del sistema.

A partir de estos resultados, se sugiere que al trabajar con objetivos que implican comparaciones con datos provenientes de campañas dirigidas a especies demersales costeras en la zona de pesca de corvina, realizadas en los buques Cap. Cánepa y Dr. Holmberg, se multiplique por 2 la captura horaria de corvina registrada en el Cap. Cánepa. Dado que no se registraron diferencias en las LT capturadas, no es necesario hacer ponderaciones por longitudes (o incluso por edad) para las especies principales de la zona de estudio.

La comparación del poder de pesca entre los buques empleados en las campañas de investigación a través del análisis de las capturas permite la construcción de una serie temporal extensa que posibilita abordar numerosos estudios biológico-pesqueros. Si bien es necesario avanzar con las comparaciones de poder de pesca entre los restantes buques del INIDEP, este trabajo constituye un aporte para la consecución de esos objetivos

1. Agradecimientos

Agradecemos a Marcelo Pérez y Federico Cortés por sus valiosos aportes al momento de discutir la metodología de análisis de los datos.
Agradecemos también a las responsables de la Biblioteca del INIDEP, que prestaron su asistencia para localizar los informes correspondientes a las campañas aquí citadas.

2. Bibliografía

Anderson MJ. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. Austral Ecol. 26, 32–46.

Bagley NW, Horn PL, Hurst RJ, Jones EG, Parker SJ, Starr PJ. 2015. A review of current international approaches to standardisation and calibration in trawl survey time series. Ministry for Primary Industries, Wellington.

Barton K. 2020. Multi-Model Inference. R Package Version 1. 43. 15. 2019.

Burnham KP, Anderson DR. 2004. Multimodel Inference: Understanding AIC and BIC in Model Selection. Sociological Methods & Research 33, 261–304. https://doi.org/10.1177/0049124104268644

Cadigan NG, Walsh SJ, Brodie W. 2006. Relative efficiency of the Wilfred Templeman and Alfred Needler research vessels using a campelen 1800 shrimp trawl in NAFO subdivision 3Ps and divisions 3LN. Can. Sci. Advis. Secret. Res. Doc. 2006/085. 59 p.

Cadigan NG, Dowden JJ. 2010. Statistical inference about the relative efficiency of a new survey protocol, based on paired-tow survey calibration data. Fishery Bulletin 108, 15–29.

Consejo Federal Pesquero (CFP). 2009. RESOLUCIÓN CFP N° 27/2009

Cooper AB, Rosenberg AA, Stefánsson G, Mangel M. 2004. Examining the importance of consistency in multi-vessel trawl survey design based on the U.S. west coast groundfish bottom trawl survey. Fisheries Research, Models in Fisheries Research: GLMs, GAMS and GLMMs 70, 239–250. https://doi.org/10.1016/j.fishres.2004.08.006

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

De Laender F, Rohr JR, Ashauer R, Baird DJ, Berger U, Eisenhauer N, Grimm V, Hommen U, Maltby L, Meliàn CJ, Pomati F, Roessink I, Radchuk V, Van den Brink PJ. 2016. Reintroducing environmental change drivers in biodiversity–ecosystem functioning research. Trends in Ecology & Evolution 31:905–915.

Fabrizio M, Tuckey T. 2016. Calibration of VIMS Research Vessel Catch Data to Ensure Continuity of Recruitment Indices for the Chesapeake Bay Region. Reports. https://doi.org/10.21220/V5QC7B

Fowler M, Showell M. 2009. Calibration of bottom trawl survey vessels: comparative fishing between the Alfred Needler and Teleost on the Scotian Shelf during the summer of 2005. Fisheries and Oceans Canada Bedford Institute of Oceanography.

Gulland JA. 1956. On the fishing effort in English demersal fisheries. Fishery Investigations, Series 2, 20 (5): 41 p.

Helser TE, Punt AE, Methot RD. 2004. A generalized linear mixed model analysis of a multi-vessel fishery resource survey. Fisheries Research, Models in Fisheries Research: GLMs, GAMS and GLMMs 70, 251–264. https://doi.org/10.1016/j.fishres.2004.08.007

Irusta G, Pérez M, Bambill G, Hernández D. 1996. Análisis de la eficiencia y del poder de pesca relativos entre los BIPS Dr. E. L. Holmberg y Cap. Oca Balda respecto de la merluza común (*Merluccius hubbsi*). INIDEP INF. TEC., 7: 1-19, 1996

Kingsley MCS, Wieland K, Bergström B, Rosing M. 2008. Calibration of bottom trawls for northern shrimp. ICES Journal of Marine Science 65, 873–881. https://doi.org/10.1093/icesjms/fsn072

Miller TJ. 2013. A comparison of hierarchical models for relative catch efficiency based on paired-gear data for US Northwest Atlantic fish stocks. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 70, 1306–1316. https://doi.org/10.1139/cjfas-2013-0136

Pinheiro J, Bates D, DebRoy S, Sarkar D, R Core Team. 2020. nlme: linear and nonlinear mixed effects models. R package v3.1-151. https://CRAN.R-project.org/package=nlme

Pollom R, Barreto R, Charvet P, Chiaramont, GE, Cuevas JM, Herman K, Montealegre-Quijano S, Motta F, Paesch L, Rincon G. 2020. *Mustelus schmitti*. The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T60203A3092243. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020- 3.RLTS.T60203A3092243.en

Thorson JT, Ward EJ. 2014. Accounting for vessel effects when standardizing catch rates from cooperative surveys. Fisheries Research 155, 168–176. https://doi.org/10.1016/j.fishres.2014.02.036

Wilberg MJ, Thorson JT, Linton BC, Berkson J. 2010. Incorporating time-varying catchability into population dynamic stock assessment models. Reviews in Fisheries Science 18, 7–24. https://doi.org/10.1080/10641260903294647

Zuur AF, Ieno EN, Walker NJ, Saveliev AA, Smith G. 2009. Mixed effects models and extensions in ecology with R. New York. Springer

COPIA ELECTRONICA INIDEP