INIDEP

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO PESQUERO

INFORME DE INVESTIGACIÓN

Número	Páginas	Fecha de aprobación
020	16	13 de Abril de 2021

Dirección: DIRECCIÓN DE PESQUERIAS DE PECES

Programa / Gabinete: Pesquerías de Peces Demersales, Australes y Subantárticos

Actividad: ADIC. AUST. Indice de abundancia de juveniles de merluza negra (Dissistichus eleginoides): periodo 2017-2019

ESTIMACIÓN DE UN ÍNDICE DE ABUNDANCIA DE JUVENILES DE MERLUZA NEGRA (*Dissostichus eleginoides*) EN EL ATLÁNTICO SUDOCCIDENTAL.

PERIODO 2017-2019.

Se estimó, por primera vez, un índice de abundancia de juveniles de merluza negra, a partir de datos de captura y esfuerzo obtenidos de tres campañas de investigación, llevadas a cabo a bordo del B/P Centurión del Atlántico en los meses de septiembre y octubre, durante el periodo 2017-2019. El rectángulo 5462 fue el que presentó valores más altos de CPUE, con excepción del año 2017 donde fue apenas más bajo que el 5363. La tendencia general anual de la CPUE estandarizada resultó declinante y la misma aumentó en función de la profundidad. La disminución relativa fue de un 44% y 36% entre años consecutivos y de un 64% entre el primer año de campaña y el último. La CPUE media estandarizada que surge de este informe podría considerarse como un índice de abundancia relativa de la fracción de la población de merluza negra juvenil accesible a la flota pesquera arrastrera argentina durante el período 2017-2019, factible de ser utilizado en el modelo de evaluación de la abundancia de la especie. Se recomienda continuar con la realización de las campañas de investigación a bordo de buques comerciales por lo menos una vez al año y analizar la posibilidad de realizar dos cruceros al año, una por semestre, así como de incrementar el número de lances de campaña.

Citar Indicando la fuente. El contenido no debe ser reproducido total o parcialmente sin la expresa conformidad del INIDEP

SOLICITADO POR — Institución: | Cargo:

PREPARADO POR	APROBADO POR
Firma: Nombre: TROCCOLI, GONZALO	Jefe de Programa / Gabinete
Firma: Nombre: DI MARCO, EMILIANO JORGE	Director de área
Firma: Nombre: MARTINEZ, PATRICIA ALEJANDRA	Dra. CLAUDIA RAQUEL CARUZZA DIRECCIÓN NACIONAL INVESTIGACIÓN INIDEP Director Nacional de Investigación
	Director del INIDEP

COPIA ELECTRONICA INIDEP

ESTIMACIÓN DE UN ÍNDICE DE ABUNDANCIA DE JUVENILES DE MERLUZA NEGRA (*Dissostichus eleginoides*) EN EL ATLÁNTICO SUDOCCIDENTAL. PERIODO 2017-2019.

GonzaloTroccoli, Emiliano Di Marco y Patricia Martínez

Instituto Nacional de Investigación y desarrollo Pesquero

COMUNICACIÓN INIDEP

INTRODUCCIÓN

A comienzos de la década de los noventa, el rápido incremento en las capturas y expansión del área de pesca en la pesquería argentina de merluza negra (*Dissostichus eleginoides*) originó una situación de sobreexplotación del recurso (Wöhler & Martínez, 2002). Esto motivó la recomendación de diversas medidas de manejo por parte del INIDEP, cuyo objetivo principal fue preservar la sustentabilidad del recurso y de la pesquería. Las características biológicas de esta especie, como ser una baja fecundidad, madurez tardía, crecimiento lento y distribución batimétrica particular,la convierten en una especie muy sensible a la sobreexplotación pesquera (Prenski y Almeida 2000, Horn 2002, Belchier 2004).

Una de las medidas de mayor impacto positivo, en cuanto a la sostenibilidad de la población y de la pesquería, fue la relacionada con la profundidad permitida para operar en forma dirigida sobre la especie. La misma se basó en que la merluza negra presenta una distribución diferencial por tamaños según la profundidad. Los juveniles se localizan, principalmente, a profundidades menores a los 600 metros mientras que los adultos lo hacen hasta los 2.500 metros, en pozos y cañones submarinos (Cassia y Perrotta 1998). Este comportamiento significó una ventaja al momento de sugerir una medida de manejo tendiente a minimizar la presencia de juveniles en las capturas. La normativa vigente establece que los lances de pesca, tanto con red de arrastre como con palangre, deben realizarse obligatoriamente a profundidades mayores a los 800 metros (Resolución SAGPyA N°19/02). Si bien esta limitación fue efectiva, y cumplió con el objetivo propuesto en cuanto a la presencia de juveniles en las capturas, produjo un déficit en la obtención de información sobre esa fracción poblacional, ya que sesgó la información disponible, derivada de la pesca comercial, hacia la fracción adulta y, en consecuencia, generó una mayor incertidumbre en la estimación de los reclutamientos en el modelo de evaluación de abundancia (Di Marco et al. 2019).

Con la finalidad de encontrar una solución a la problemática planteada y estimar, a su vez, la variabilidad interanual de los juveniles de merluza negra a bordo de un buque comercial, se planificaron campañas a bordo del B/P Centurión del Atlántico (Troccoli et al2018, 2019, 2020). Las mismas fueron autorizadas por el Consejo Federal Pesquero (CFP) mediante diversas actas (Actas N°24/2017, N°24/2018 y N°25/2019).

Se estimó, entonces, un índice de abundancia de juveniles de merluza negra de los individuos capturados en el océano Atlántico Sudoccidental durante el período 2017-2019, factible de ser utilizado en la calibración del modelo de evaluación de dicha especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

Fuentes de datos y área de estudio

Las campañas se realizaron a bordo del B/P Centurión del Atlántico, propiedad de la empresa Estremar S. A., durante el mes de septiembre en los años 2017 y 2019, y entre septiembre y octubre del 2018.

El área de estudio se limitó a dos rectángulos estadísticos, el 5363 y el 5462 (Figura 1), este último pertenece al Área de Protección de Juveniles de Merluza Negra, APJMN (Resolución SAGPyA Nº17/02). En el mismo, de acuerdo a la normativa vigente, no pueden realizarse lances de arrastre de fondo a menos de 800 m de profundidad. Sin embargo, y a los fines de este estudio, el CFP otorgó una autorización especial que permitió la operatividad en menores profundidades. Las posiciones de los lances fueron las mismas en toda la serie de tiempo de la campaña.

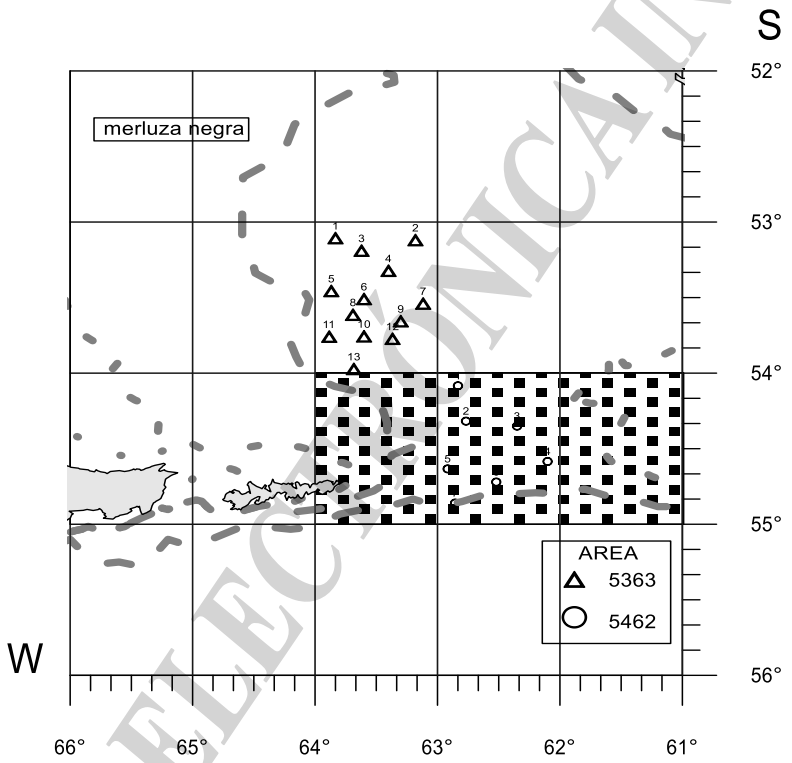

Figura 1. Área de estudio y posiciones de los lances de pesca con red de arrastre de fondo donde se realizaron las prospecciones de juveniles de merluza negra. Se indica en gris el APJMN.

La campaña consistió en efectuar 20 operaciones de pesca destinadas, exclusivamente, a la captura de individuos de juveniles de merluza negra para la estimación del índice de abundancia, en mareas de pesca comercial. En la primera campaña, en el año2017, los lances tuvieron una duración de 15 minutos. Sin embargo, al constatarse que la captura no era de la magnitud necesaria para los cálculos, la duración de los mismos se elevó en las dos campañas siguientes a 20 minutos efectivos de arrastre.

COPIA ELECTRONICA INIDEP

Análisis de los datos

Se analizó un total de 60 registros correspondientes a los tres años en los que se efectuó la campaña. Debido a que el tiempo de duración de los lances no fue el mismo en las tres campañas (15 y 20 minutos), se utilizó la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) como variable representativa de la abundancia, expresada en kilogramos de merluza negra por hora (kg/h). Dado que dicha variable posee una distribución asimétrica de tipo log-normal, se utilizó el promedio de los logaritmos naturales de la CPUE para obtener una mejor estimación de la tendencia central para cada año de campaña. Posteriormente, se realizó la reconversión a la escala original de CPUE utilizando el antilogaritmo de cada valor medio obtenido de la sumatoria de los logaritmos de los CPUE para cada año.

Se utilizó la misma red de pesca en las tres campañas, por lo que se asumió que el área barrida resultó dependiente, exclusivamente, del tiempo de arrastre. También, se asumió independencia en la profundidad y en el área, dado que los lances siempre se realizaron en la misma posición.

No obstante, se decidió realizar, paralelamente, una estimación del índice estandarizado a partir de la implementación de un Modelo Lineal (ML)con el fin de verificar las diferencias que podrían existir entre éste y un índice estimado directamente a partir de los datos sin estandarizar. Dicho ML, consideró como variable respuesta al logaritmo natural de la CPUE (ln[CPUE]) y una distribución normal para los errores del modelo. Para la aplicación del mismo, se utilizó el entorno de programación R (https://www.r-project.org/). A su vez, se incorporaron efectos fijos y variables espacio-temporales consideradas como influyentes sobre la CPUE(Hernández 2004). El modelo base, de partida, con todos los efectos factibles considerados, se definió como:

$$\ln(CPUE_i) = \mu + AÑO_i + LAT + LONG + PROF + \varepsilon_{ijkl}$$

para i = 2017,..., 2019

$$\text{siendo} \varepsilon \sim N(0,\sigma^2_{\varepsilon})$$

donde

$CPUE_i$: es la captura por unidad de esfuerzo, expresada en kilogramos por hora de arrastre (kg/h), correspondiente al año i.

μ: es la constante del modelo (intercepto).

$AÑO_i$: es el efecto correspondiente al nivel i del factor año correspondiente al año en que se llevaron a cabo las campañas (3 niveles).

LAT: es la variable(continua) correspondiente a la posición de latitud del lance (60 registros).

LONG: es la variable (continua) correspondiente a la posición de longitud del lance (60 registros).

PROF: es la variable (continua) correspondiente a la profundidad (60 registros).

ε_i: es el término de error del modelo con distribución normal.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

Se descartaron aquellos efectos que no fueran estadísticamente significativos y sólo se tuvieron en cuenta aquellos registros con valores de CPUE mayores que cero. La selección de variables incluidas en el modelo definitivo se realizó mediante la aplicación del Criterio de Información de Akaike (AIC, Akaike 1973, Burnham y Anderson 2002) a traves de la función *dredge* perteneciente a la librería *MuMIn*del programa R. Se partió de un modelo base que incluyó todos los efectos fijos factibles y se generó una serie de submodelos con diferentes combinaciones de efectos fijos considerados. Para cada uno de los submodelos, incluido el modelo base, se calculó el valor de AIC, la diferencia respecto del AIC del modelo global (delta) y la importancia relativa (peso relativo: W) del mismo.

A fin de detectar y eliminar tanto puntos anómalos (*outliers*) como influyentes, se efectuó una prueba de detección de *outliers* basado sobre la corrección de Bonferroni con un nivel de significación de 0,05 (Jammalamadakay Sengupta 2003, Morrison 1976) y, además, se calcularon las Distancias de Cook eliminando aquellos puntos con valores mayores a 8/(n-2*p), con n cantidad de observaciones y p número de parámetros del modelo.

A partir del análisis de los residuales (Crawley 2013, Zar 1999) se realizó un diagnóstico del modelo a fin de verificar el cumplimiento de los supuestos de un ML (normalidad, homoscedasticidad e independencia de las observaciones).

La estimación de los parámetros del ML se realizó mediante parametrización *sigma-restrictiva*. Los valores de dichos parámetros se estimaron por el método de máxima verosimilitud, funciones incluidas dentro de la función *LM*.

A fin de evaluar la capacidad del ML seleccionado para predecir los datos observados, se realizó una prueba de bondad de ajuste mediante el cálculo del coeficiente de determinación múltiple (R^2).

Una vez seleccionado y validado el modelo definitivo, se procedió a la extracción y análisis de los valores estandarizados de las medias, desvíos estándares y límites de sus respectivos intervalos de confianza correspondientes al factor AÑO mediante la función *LSmeans* (librería doBy).

Las medias geométricas anuales de los logaritmos naturales de la CPUE, así como los límites de sus respectivos intervalos de confianza estimados por el modelo se estimaron por el método de máxima verosimilitud, que en este caso equivale al de mínimos cuadrados al considerar una distribución normal de los errores del modelo, y se expresaron en términos de la variable original (CPUEi) aplicando directamente la transformación anti-logarítmica (Hernández 2004):

$\overline{CPUE}_i = \exp\left(\overline{lnCPUE}_i\right)$ para los años i = 2017, 2018 y 2019.

Posteriormente, se comparó la tendencia de los valores medios de CPUE (kg/h) resultante con la tendencia en la serie de densidades medias (kg/h) estimadas previamente a la realización del modelo estandarizado.

Una vez comparado y seleccionado el índice final, se analizó la variación espacial de la CPUE aplicado en este informe.

RESULTADOS

Los resultados se dividieron en dos partes, la primera consistió en la estimación del índice a partir del promedio de los logaritmos naturales de la CPUE y reconvertidos a la escala original mediante el antilogaritmo de la sumatoria de dichos promediosy la segunda, el índice estimado a partir de la CPUE estandarizada por medio de un Modelo lineal (ML).

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

1. Índice estimado directamente a partir del promedio de los logaritmos naturales de la CPUE

La distribución de los valores de la CPUE fue de tipo log-normal (Figura 2A). Al aplicar el logaritmo natural para dichos valores, la misma se aproximó a una distribución normal (Figura 2B).

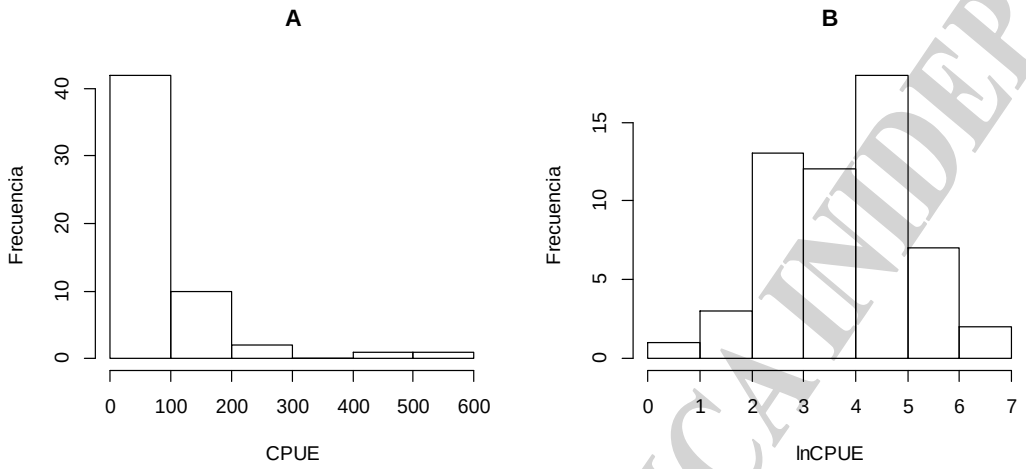

Figura 2. Distribución de frecuencias de (A) CPUE (kg/h) y (B) lnCPUE obtenidos en las campañas de juveniles de merluza negra (periodo 2017-2019).

1a. Análisis de las capturas y profundidades por lance

Se observó un patrón en los valores de las capturas por lance muy similar en lastres campañas realizadas. Los valores más altos se registraron, principalmente, en el año 2017, mientras que los más bajos ocurrieron en el 2019 (Figura 3, Tabla 1). Sin embargo, existieron algunos lances en el año 2017, principalmente en el rectángulo 5462, cuyas capturas resultaron menores en comparación con los otros años.

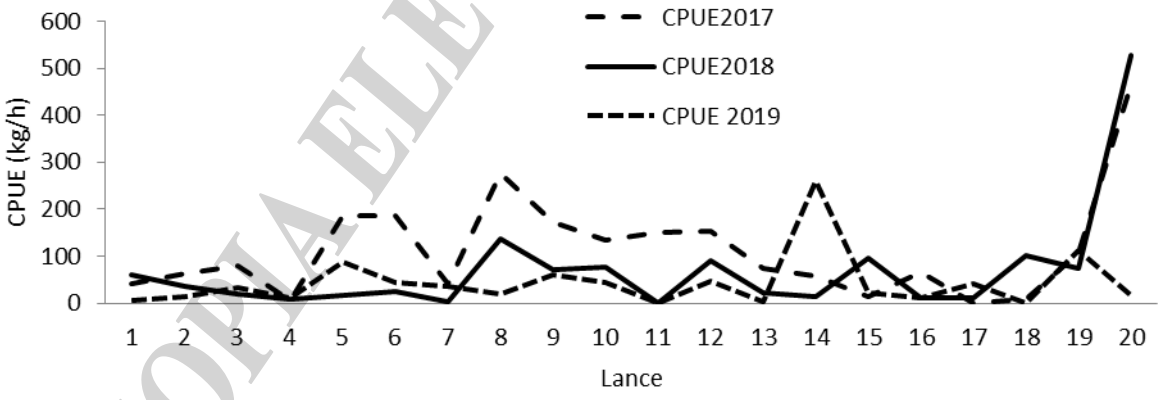

Figura 3. Valores de CPUE (kg/h) por lanceobtenidos en las campañas de juveniles de merluza negra (periodo 2017-2019).

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

Tabla 1. Valores de Captura (kg), CPUE (kg/h) y Profundidad por área y lance (periodo 2017-2019).

Area	Lance	Captura			CPUE			Prof		
		2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
5363	1	9,92	18,0	1,4	39,68	60	4,7	351	367	375
	2	15,76	10,3	3,7	63,04	34,2	12,3	379	389	398
	3	19,55	5,8	9,6	78,2	19,2	32,0	390	399	407
	4	1,2	2,6	3,2	4,8	8,5	10,7	466	478	481
	5	46,39	4,8	26	185,56	16	86,7	389	396	400
	6	46,43	7,0	13,5	185,72	23,4	45,0	484	492	480
	7	10,33	0,6	11	41,32	2,1	36,7	533	542	535
	8	68,94	41,0	7,6	275,76	136,6	19,0	543	550	570
	9	42,77	21,4	18	171,08	71,2	60,0	584	591	600
	10	33,17	23,2	13,4	132,68	77,3	44,7	603	617	615
	11	37,52	0,0	0	150,08	0	0	353	380	380
	12	38,11	27,3	18,7	152,44	91	46,8	594	609	583
	13	18,68	6,9	1,1	74,72	22,8	2,8	407	405	415
5462	14	14,05	4,2	77,9	56,2	13,9	259,7	469	450	486
	15	3,5	28,9	6,8	14	96,3	22,7	403	415	424
	16	16,5	3,2	3	66	10,7	10,0	401	432	420
	17	0	3,0	12,5	0	10	41,7	357	365	380
	18	2,1	30,4	0	8,4	101,2	0	541	545	530
	19	26,7	21,8	33,9	106,8	72,7	113	419	415	442
	20	16,56	158,6	6,5	466,24	528,6	16,3	672	665	645

Las profundidades de los lances difirieron muy poco entre sí, debido a que se trataron de mantener las mismas posiciones geográficas durante las tres campañas realizadas (Tabla 1). Sin embargo, el diagrama de caja mostró cierta variabilidad en la distribución de dichos valores(Figura 4).

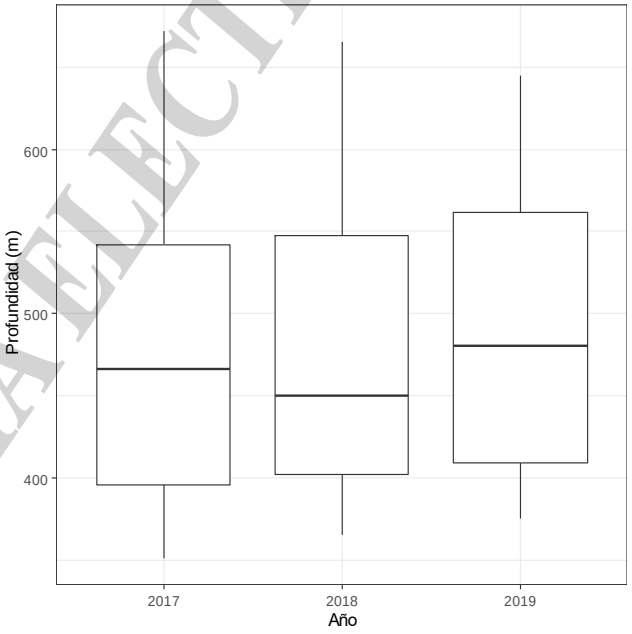

Figura 4. Diagrama de “caja” de la Profundidad por lance por cada año de campaña (periodo 2017-2019).

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

1b. Análisis general de la CPUE por área (periodo 2017-2019).

Al analizar los valores estimados de CPUE por área en los tres años en que se llevaron a cabo las campañas, el rectángulo estadístico que se ubicó más al sur (5462)fue el que presentó mayor valor medio, que resultó en 95,9 kg/h, mientras que en el rectángulo ubicado más al norte (5363), se observó un valor de CPUE de 64,6 kg/h. Cabe resaltar que el área que presentó valores de CPUE por año más altos fue la 5462,con excepción del año 2017,cuandofue apenas más bajo que el área 5363(Tabla 2).

Tabla 2. Valores medios de CPUE (kg/h) por rectángulo para cada año de campaña efectuado (periodo 2017-2019).

Área \ Año	2017	2018	2019
5363	119,6	43,2	30,9
5462	102,5	119,1	66,2

La variabilidad interanual de la distribución de los valores de CPUE por lance fue mayor para el rectángulo 5463que para el 5462 (Figura 5). Se destacaron puntos atípicos en los tres años en el rectángulo ubicado más al sur (5462)correspondiente a los lances con capturas más grandes. Con respecto a la variabilidad intra-anual, esta fue mayor en el año 2017(Figura 5).

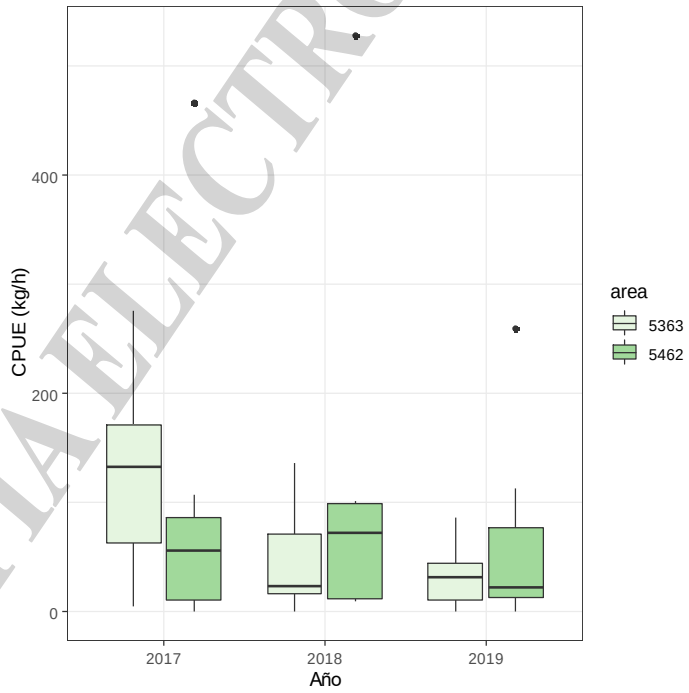

Figura 5. Diagrama de “caja” de CPUE anual por cada área donde se efectuaron los lances de campaña.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

1c. Análisis general de la CPUE por profundidad (periodo 2017-2019).

Los valores observados de CPUE aumentaron a medida que la profundidad fue mayor (Figura 6). Los registros más altos, entre 450 y 550 kg/h, se obtuvieron en profundidades mayores a los 650 m. Los registros de menor valor se encontraron en casi todo el rango de profundidades, entre 350 y 650 m, más concentrados a profundidades menores a 450 m.

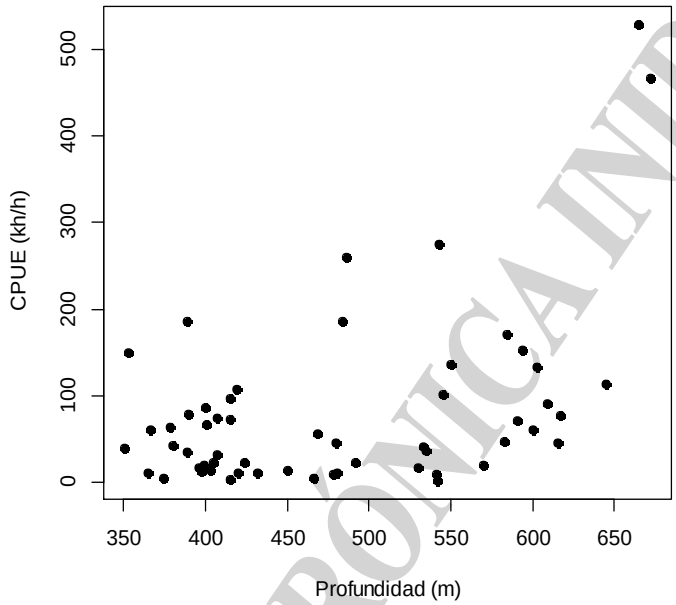

Figura 6. Valores observados de CPUE (kg/h) en función de la profundidad (m) obtenidos en la campaña de juveniles de merluza negra (periodo 2017-2019).

1d. Índice de abundancia (periodo 2017-2019)

El índice de abundancia de juveniles estimado de forma directa evidenció una tendencia general declinante. La proporción de disminución fue de un 52% entre los años 2017 y 2018, y de un 21% entre 2018 y 2019. La disminución relativa entre el primer registro de la serie y él ultimo (2017 y 2019, respectivamente) fue de un 62,7% (Tabla 3, Figura 7).

Tabla 3. Valores medios de CPUE (kg/h) de juveniles de merluza negrae Intervalos de confianza superior e inferior resultantes por año de campaña efectuado..

Año	CPUE (kg/h)	ICinf	ICsup
2017	73,8	45,6	127,9
2018	35,1	19,3	63,8
2019	27,5	16,3	46,6

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

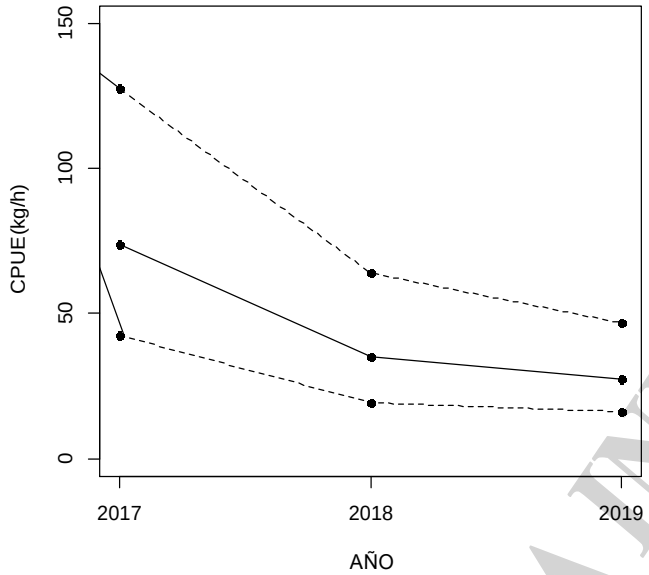

Figura 7. Valores medios (línea contínua) e intervalos de confianza (línea punteada) (95%) anuales de la CPUE estandarizada (kg/h) de juveniles de merluza negra. Período 2017-2019.

2. Índice estimado indirectamente a partir de la estandarización mediante un ML

2a. Procesamiento de la información

Del total de los registros de la base de datos obtenida de la campaña de juveniles, 56 resultaron aptos para su posterior análisis e inclusión en el ML durante el período 2017-2019. Sólo se incluyeron aquellos registros de CPUE con valores positivos.

2b. Selección de efectos fijos (elección del ML definitivo)

Los resultados del proceso de selección del modelo definitivo a partir de sus submodelos (*dredge*) indicaron que el mejor de ellos fue aquel que incluyó los efectos AÑO y PROF(W_i = 0,488, SubM10, Tabla 4). Los restantes, todos ellos con deltas de Akaike mayores a dos (Δ_i>2) y pesos relativos de W_i = 0, indicaron que fueron menos probables, según el criterio establecido por Burnhamy Anderson (2002).

Tabla 4. Resultados del proceso de selección de submodelos del ML. Se muestran los mejores cuatros ubmodelos (SubM), el valor del intercepto (Interc), la significancia (+) de cada uno de los efectos e interacciones, los grados de libertad (gl), el valor de log-verosimilitud (ln L), el valor de Criterio de Información de Akaike (AIC_i), las diferencias en AIC ($delta_i$) y el peso relativo de cada submodelo (W_i).

SubM	INTERC	AÑO	LAT	LONG	PROF	gl	ln L	AIC_i	$delta_i$	W_i
10	1059	+			+	4	-84.822	178,4	0,00	0,488
14	1054	+		+	+	5	-84.780	180,8	2,33	0,152
12	1059		+		+	5	-84.822	180,8	2,41	0,146
16	1003	+	+	+	+	3	-88.161	182,8	4,35	0,055

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

Por lo mencionado anteriormente, el modelo final quedódefinido de la siguiente manera:

$$\ln (CPUE_{ijkl}) = \mu + AÑO_i + PROF + \varepsilon_i$$

para i = 2017,..., 2019

$$\text{siendo} \varepsilon \sim N(0,\sigma^2_{\varepsilon})$$

2c. Bondad de ajuste del ML definitivo

El coeficiente de determinación múltiple del ML definitivo explicó un 30% de la variación total observada (Tabla 5), valor aceptable en este tipo de modelos aplicados a fin de estimar índices de abundancia derivados de la flota comercial.

Tabla 5. Prueba de suma de cuadrados y suma de cuadrados residuales para el ML ajustado (período 2017-2019).

R² múltiple	0,3021
R² ajustado	0,261
Error estándar (residual)	1,022
Grados de libertad (residual)	51
Estadístico F	7,359
Valor p	0,0003441
N (nº de observaciones)	55

2d. Diagnóstico del ML (análisis residual y verificación de supuestos)

La distribución de los residuales correspondientes al ML definitivo resultó aproximadamente normal, con algunas desviaciones de la línea en los extremos, aunque fue factible aceptar el supuesto básico de normalidad (Figura 7*A*). Se observó una modesta aproximación a la distribución normal en la gráfica de distribución de frecuencias de los residuales (Figura 7*B*). Los valores residuales respecto de los estimados para el predictor lineal mostraron una distribución homogénea alrededor de la línea horizontal del valor residual 0, que indicaron el cumplimiento de los supuestos de homocedasticidad de la varianza e independencia en las observaciones (Figura 7*C*).

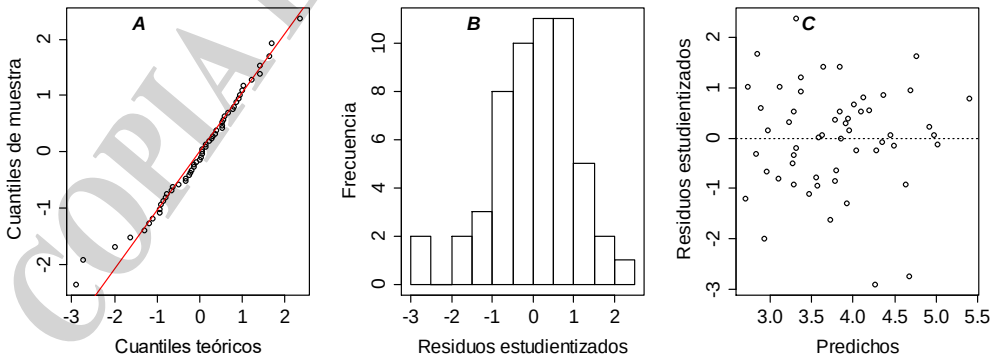

Figura 7. Gráficos del diagnóstico del modelo lineal: (***A***) qqplot (***B***) histograma de residuos estudentizados y (***C***) residuales estudentizados vs valores ajustados del ML (período 2017-2019).

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

2e. Análisis de la CPUE estandarizada en función de efectos temporales

Los valores medios de CPUE correspondientes a la variable predictiva AÑO evidenciaron una tendencia general decreciente durante el período analizado (Tabla 6, Figura 8). En términos relativos, la variación de valores medios estimados de CPUE fue mayor entre los años 2017 y 2018 (44%) que entre 2018 y 2019(36%, Figura 8). La diferencia relativa entre el primer año de campaña y el último fue 64%.

Tabla 6. Valores medios anuales de la CPUE (kg/h) estandarizada, desvío estándar (DE) e intervalos de confianza de la CPUE (kg/h) estandarizada por el ML (período 2017-2019).

AÑO	CPUE media	DE	IC inf (95%)	ICsup (95%)	N
2017	74,110	0,235	47,514	121,915	19
2018	41,403	0,241	25,523	67,163	19
2019	26,417	0,241	16,276	42,874	18

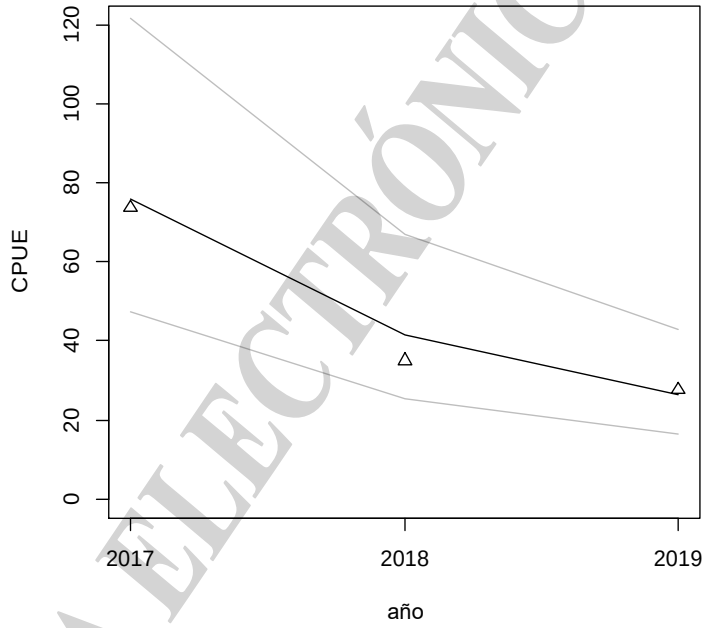

Figura 8. Valores medios (línea negra)intervalos de confianza (línea gris) de CPUE estandarizada (kg/h)estimados a partir del ML aplicado y valores crudos de CPUE logaritmizados y reconvertidos a la escala original (△modelo directo) de merluza negra(período 2017-2019).

2f. Análisis de la CPUE estandarizada en función de la profundidad

Los valores medios de CPUE correspondientes a la variable predictiva PROF mostraron una distribución curva ascendente, en donde a medida que la profundidad fue mayor, la CPUE fue en aumento, a su vez, la pendiente de la curvase incrementó a partir de los 550 m. La amplitud de los intervalos de confianza también aumentó a medida que aumentó la profundidad (Figura 9).

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

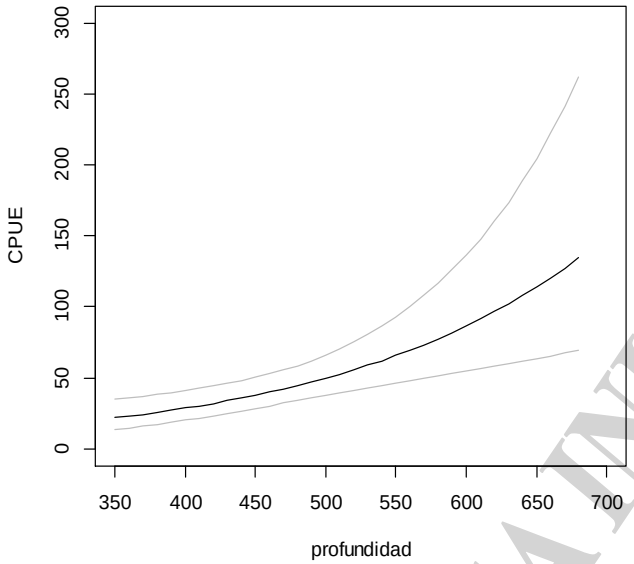

Figura 9. Valores medios e intervalos de confianza de CPUE estandarizada (kg/h) de merluza negra en función de la profundidad estimados a partir del MLaplicado (período 2017-2019).

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

DISCUSIÓN

Con el objetivo de encontrar un índice factible de ser utilizado para la calibración del modelo de evaluación se estimó, por primera vez, uno construido con la de abundancia de juveniles de merluza negra a partir de datos de captura y esfuerzo obtenidos de tres campañas de investigación. Estas fueron llevadas a cabo a bordo de un buque de la flota pesquera durante los meses de septiembre y octubre de los años 2017 a 2019.

Fueron comparados dos índices construidos a partir de diferentes enfoques. El primero se estimó, debido a la distribución de tipo log-normal de la variable CPUE, a partir de la sumatoria de los promedios de los logaritmos naturales de la CPUE por lance en cada año, reconvertidos a la escala original por medio del antilogaritmo. Esta estimación directa habría sido factible dado que las campañas se habrían realizado bajo las mismas condiciones, es decir, utilizando el mismo buque, la misma red, e intentando respetar las mismas posiciones geográficas en todos los lances entre los diferentes años de campaña. Sin embargo, si bien *a priori* no se observaron diferencias considerables respecto de las profundidades entre años, se optó por poner a prueba si una pequeña variación en las profundidades entre años podría haber influido significativamente sobre la estimación de la CPUE anual, dada la baja cantidad lances de pesca realizados. Por ello, se llevó a cabo la estandarización delos valores de CPUE a través del uso de un modelo estadístico, por medio del cual se tendría en cuenta cualquier diferencia que hubiera existido entre los valores de las variables incluidas en el mismo, independizándose así de dichos efectos sobre la CPUE anual.

Básicamente, el dilema en la utilización de un modelo estadístico es el número de registros (20 por cada año). Según algunos autores (Mandeville 2009, McDonald 2014) el número mínimo de observaciones para el planteo de un modelo lineal se encuentra en entre 10 y 20 observaciones por predictor lineal. Por lo tanto, el índice estimado indirectamente a partir de un modelo lineal podría ser factible.

Los valores medios de CPUE anuales evidenciaron una tendencia decreciente en ambos índices, en donde la caída relativa entre el primer y último año fue de 63 y 64%en ambos casos, valores muy cercanos entre sí. Sin embargo, el valor relativo del declive entre los años 2017 y 2018, y entre 2018 y 2019,fue de un 52 y 21%, respectivamente, en el índice estimado directamente y de un 44 y 36%, respectivamente, en el estimado indirectamente a partir del modelo. El motivo de esta disimilitudradicaría en las diferencias de profundidad producidas entre los lances de distintos años. Por lo tanto, y en función de que el modelo estandarizado tuvo en cuenta esta variación, se consideró al índice estimado indirectamente a través de un modelo lineal como aquel factible de ser representativo de la abundancia de juveniles de merluza negra. Cabe aclarar que el modelo se encontró dentro de los límites de aceptación(R^2=0,3) y cumplió con los supuestos necesarios para su correcta aplicación.

Si bien el modelo lineal es el recomendable y este no tuvo en cuenta a la posición, el análisis del área se realizó en la estimación del primer índice, por lo que se pudo concluir que el promedio general de CPUE del rectángulo 5462 fue mayor con respecto al 5363. El área 5462 presentó los valores medios más altos de CPUE, con excepción del año 2017, en el cual fue apenas más elevado el valor medio del área 5363. Esto es de esperarse dado que el rectángulo 5462 forma parte del Área de Veda de Protección de Juveniles de la especie. A su vez, se observó que, aunque los lances se intentaron hacer en la misma posición, una leve diferencia entre las profundidades año a año tuvo influencia en el modelo, probablemente, debido a la baja cantidad de registros, evidenciando una alta sensibilidad a una mínima variabilidad. Aun así, se pudo verificar que la relación entre la CPUE y la profundidad fue positiva, ya que la misma, tanto en los datos observados como en el modelo, aumentó en función de la profundidad.

CONCLUSIONES

La CPUE estandarizada, resulta una herramienta muy útil a los efectos de construir un índice la de abundancia relativa de la fracción de la población de merluza negra juvenil accesible a la flota pesquera arrastrera argentina, factible de ser utilizado en el modelo de evaluación de la abundancia de la especie.

La tendencia general anual de la CPUE estandarizada de la fracción juvenil de la merluza negra, estimada a partir de un ML, resultó declinante. La disminución relativa de la CPUE entre años consecutivos fuede un 44 y 36%. La caída en proporción entre el primer y último año del índice fue de 64%.

En virtud de lo expuesto, se recomienda continuar con la realización de las campañas de investigación a bordo de buques comerciales, al menos una vez al año y analizar la posibilidad de realizar dos crucerosal año, uno por semestre, tal como se recomendó en la propuesta inicial aprobada por el CFP. A su vez, se sugiere elevar a 30 el número de lances a realizar, a efecto de generar una respuesta más robusta a nivel estadístico sobre la abundancia relativa de la fracción de la población de merluza negra juvenil.

BIBLIOGRAFÍA

Belchier M. 2004. The age structure and growth rate of Patagonian toothfish (*Dissostichuseleginoides*) at South Georgia. CCAMLR WG-FSA 04/86.

Burnham K, Anderson D. 2002. A Practical Information-Theoretic Approach, 2nd ed., XXVI, 488 p.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP

Di Marco E, Martinez P, Wöhler O, Troccoli G. 2019.Evaluación de abundancia y estado de explotación de la Merluzanegra (*Dissostichuseleginoides*) delatlánticosudoccidentaldurante el período 1980-2018. Capturabiológicamenteaceptable para el año 2020.Inf. Téc. INIDEP Nº 43/2019.33 p.

Cassia MC, Perrotta RG. 1996. Distribución, estructura de tallas, alimentación y pesca de la merluzanegra (*Dissostichuseleginoides* Smith, 1898) en un sector del Atlántico Sudoccidental. INIDEP, Inf.Téc. INIDEPN°17/1996. 24 p.

Crawley MJ.2013. The R Book. Second edition.Chichester (UK): Wiley & Sons, 1041 p. ISBN 978-0-470-97392-9.

HernándezD. 2004.Estimación de índices de abundanciarelativa, estimacióndelpoder de pesca y estandarización del esfuerzo a partir de modelosmultiplicativos. Revisión y ampliación de notas de 2002.Notas de divulgación, Biblioteca INIDEP, Mar del Plata, 56 p.

Horn PL. 2002.Age and growth of Patagonian toothfish (*Dissostichuseleginoides*) and Antarctic toothfish (*D.mawsoni*) in waters from the New Zealand subantarctic to the Ross Sea, Antarctica.Fish Res. 56: 275– 287.

Jammalamadaka SR,Sengupta D. 2003.Linear Models an Integrated Approach. Singapore: World Scientific Publications.

Mandeville PB. 2009. Tema 21: Tamaño de la muestra para modeloslinealesCiencia UANL, Universidad Autónoma de Nuevo León, México. Vol. XII, Núm. 3: 351-355 p

Mcdonald JH. 2014. Handbook of Biological Statistics (3rd ed.). Sparky House Publishing, Baltimore, Marylan5d.

Morrison DF. 1976. Multivariatestatisticalmethods, 2d ed. McGraw-Hill, NY, 415 pp.

Prenski B, Almeyda M. 2000. Some biological aspects relevant to Patagonian Toothfish (*Dissostichuseleginoides*) exploitation in the Argentine exclusive economic zone and adjacent ocean sector.Frente Marítimo 18(A): 103-124.

Troccoli G, Aguilar E, Martinez PA. 2018. Primera campaña para evaluar la abundancia de juveniles de Merluza Negra (*Dissostichuseleginoides*) en el Atlántico Sudoccidental en buques comerciales. Primavera de 2017**.**Inf.de Camp. INIDEP N°01/2018. 9 pp.

Troccoli G, Aguilar E, Martinez PA. 2019. Segundacampaña para evaluar la abundancia de juveniles de MerluzaNegra (*Dissostichuseleginoides*) en el Atlántico Sudoccidentalenbuquescomerciales. Septiembre-octubre de 2018.Inf.de Camp.INIDEP N°05/2019. 9 pp.

Troccoli G & Martinez P.2019. Terceracampaña de evaluación de juveniles de MerluzaNegra (*Dissostichuseleginoides*) a bordodel B/P Centurión del Atlántico: Septiembre de 2019. Inf. de Camp. INIDEPN°14/20.9 p.

Wöhler O, Martínez P.2002. La pesqueríaargentina de merluzanegraen el períodoenero-septiembre de 2002: Aspectospreocupantessobresusustentabilidaden el largo plazo. Inf. Téc. INIDEP Nº 92/2002, 14p.

COPIA ELECTRONICA INIDEP

Zar J.H. 1999. BiostatisticalAnalysis. 4th Edition, Prentice Hall, UpperSaddleRiver.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP