

Informe
TÉCNICO OFICIAL

045-22

NO-2022-78967919-APN-DNI#INIDEP

01/08/2022

**ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE ABUNDANCIA DE POLACA
(*Micromesistius australis*) A PARTIR DE LA CAPTURA POR
UNIDAD DE ESFUERZO DE BUQUES SURIMEROS
ARGENTINOS. PERÍODO 1992-2021.**

Anabela Zavatteri y Analía R. Giussi

Citar como:

Zavatteri A y Giussi AR. 2022. Estimación del índice de abundancia de polaca (*Micromesistius australis*) a partir de la captura por unidad de esfuerzo de buques surimeros argentinos. Período 1992-2021. *Inf Tec Oficial INIDEP* N° 045/22, 13 pp.





ESTIMACIÓN DEL ÍNDICE DE ABUNDANCIA DE POLACA (*Micromesistius australis*) A PARTIR DE LA CAPTURA POR UNIDAD DE ESFUERZO DE BUQUES SURIMEROS ARGENTINOS. PERÍODO 1992-2021.

Anabela Zavatteri y Analía R. Giussi

Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP)

Resumen ejecutivo

Se realizó la estandarización de la Captura Por Unidad de Esfuerzo (CPUE) de la flota surimera argentina dirigida a la captura de polaca (*Micromesistius australis*), a partir de la información proveniente de los Partes de Pesca que conforman la estadística oficial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura de Argentina, correspondiente al período 1992-2021.

La actividad de la flota que captura el recurso fue variando a lo largo del período analizado. En los inicios de la pesquería, la polaca era declarada por siete buques que operaban de forma dirigida a la especie, los cuales se retiraron paulatinamente, hasta quedar reducida a tan sólo una embarcación a partir del año 2013, y es la única actualmente operativa.

El modelo planteado incluyó variables temporales, espaciales, los buques participantes de la pesquería, y las interacciones posibles entre los factores considerados:

$$\ln(CPUE_{ijkl}) = \mu + AÑO_i + TRIMESTRE_j + ÁREA_k + BUQUE_l + TRIMESTRE_j * ÁREA_k + TRIMESTRE_j * BUQUE_l + \varepsilon_{ijkl}$$

Dicho modelo explicó el 30% de la variación anual. Los valores medios anuales de la CPUE estimados indicaron una tendencia declinante hasta el año 2011 y una posterior recuperación, prácticamente sostenida, hasta el año 2021. El valor de la CPUE del último año (2021), aumentó en un 30% respecto del obtenido en el año anterior.

El aumento del índice entre los meses de abril a junio podría estar relacionado con los movimientos migratorios que realiza la especie en los momentos previos a la reproducción, la cual ocurre entre agosto y octubre en un área donde no opera la flota. Generalmente, ese trimestre manifiesta una leve disminución del índice que podría estar asociado al mencionado proceso reproductivo.

Palabras Clave

Micromesistius australis, estadística oficial, CPUE estandarizada, surimeros.

Introducción

La polaca (*Micromesistius australis*) se encuentra entre los recursos pesqueros australes que se destacan por su importancia comercial. Es una especie que se distribuye en torno al cono sur de Sudamérica y es capturada en el océano Atlántico Sudoccidental, principalmente, por los buques surimeros argentinos que operan en su principal área de distribución. La actividad extractiva de la especie es llevada a cabo por buques de gran porte cuya potencia de máquina varía entre los 4.200 y 8.100 HP, equipados con redes de arrastre de media agua.

El recurso comenzó a ser explotado hacia finales de la década de los setenta. En 1983, se alcanzó el máximo histórico en las capturas, con un total de 258.000 t. A lo largo de la historia de la pesquería, las capturas han presentado una tendencia declinante, registrándose un descenso notorio que podría deberse a la reducción en el tamaño del efectivo, acompañado de un cambio en la operatividad de los buques que capturaron la especie. En el año 2021, la captura declarada por la flota argentina fue de 15.829 t, de la cual el 95% fue obtenido por buques surimeros (Gorini y Lukaszewicz 2022).



Anualmente, se realiza la evaluación de abundancia de la especie para conocer su tendencia histórica y determinar, además, el estado actual de explotación del recurso (Zavatteri y Giussi 2021). Las evaluaciones de *stock* de las especies de interés comercial requieren de la utilización de índices que permitan ajustar los modelos empleados y conduzcan a una estimación más certera del estado poblacional del recurso. El más comúnmente utilizado para tal fin es la Captura Por Unidad de Esfuerzo (CPUE) estandarizada, aplicado como índice de abundancia relativa en diversas pesquerías a nivel mundial (Gulland 1964; Large 1992). La estandarización de la CPUE se emplea para intentar remover los efectos que podrían sesgar la proporcionalidad que se espera entre el índice mencionado y la abundancia del recurso, medida en niveles de biomasa. De esta forma, los Modelos Lineales Generalizados, MLG (Nelder y Wedderburn 1972) son ampliamente utilizados en pesquerías diversas para lograr dicha estandarización (Punt et al. 2000; Maunder y Punt 2004).

Se estableció como objetivo de este trabajo la obtención de un índice de abundancia actualizado de polaca a partir de la estimación de la CPUE estandarizada de los buques surimeros argentinos durante el período 1992-2021.

Materiales y métodos

Los datos básicos analizados provinieron de la estadística oficial de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, la cual es elaborada a partir de la información consignada en los partes de pesca por los capitanes de los buques. En la construcción del índice de abundancia de polaca, se consideraron aquellos registros provenientes de los buques surimeros por ser los que capturan la especie en forma dirigida.

Los registros que conforman los partes de pesca brindan información tanto de la operatividad del buque y las áreas visitadas, como así también de las especies capturadas y desembarcadas. De esta manera, se consideró la captura (t) de polaca en cada lance de pesca, respecto del esfuerzo pesquero (h) aplicado en el arrastre como estimación de la CPUE (t/h).

A los efectos de construir dicho índice, se analizó y se corrigió la base de datos, eliminándose aquellos registros que no correspondieron a embarcaciones surimeras, que no indicaron el rectángulo de pesca o que declararon lances de arrastre con una duración poco probable (menores a 1 hora o superiores a 15 horas).

La estandarización del índice de abundancia se realizó mediante la aplicación de un Modelo Lineal Generalizado (MLG), en el cual se consideraron diferentes factores que permitieran arribar a un índice de CPUE lo más representativo posible. De esta manera, debido a que el esfuerzo aplicado en la captura de la especie no es homogéneo y que cada barco tiene una capacidad de pesca diferente, se consideró el efecto de los mismos dentro del factor denominado **BUQUE**. A su vez, se consideró el factor **TRIMESTRE** de modo de incorporar la estacionalidad observada en las capturas y la variabilidad en la modalidad de operación de los buques a lo largo de los diferentes meses del año. Debido a las notorias diferencias en los rendimientos que podrían estar relacionadas con las características biológicas de la especie, las zonas de procedencia se dividieron en dos, norte y sur de los 54°S de latitud, y fueron categorizadas en el factor **ÁREA**.

A los efectos de verificar la existencia de datos anómalos (“*outliers*”) y puntos influyentes, que provocaran resultados sesgados, se resolvió eliminar aquellos puntos cuyos valores residuales se encontraran por fuera de los límites calculados a partir de la Prueba de Bonferroni con un nivel de significación de 0,05 (Jammalamadaka y Sengupta 2003), la cual considera el número de observaciones y los grados de libertad para establecer dichos límites.

Se planteó el modelo con todos los factores independientes y las interacciones factibles de ser realizadas, ya que algunas de ellas no pudieron considerarse debido a la ausencia de datos, principalmente en determinados meses del año. A partir de este modelo general, se realizó un



Análisis de la Varianza (ANOVA tipo III), para evaluar la significancia de los factores y sus interacciones.

Se realizó un diagnóstico del modelo considerado mediante el análisis de los residuales (Zar 1999, Crawley 2013), evaluando el cumplimiento de los supuestos de normalidad, homocedasticidad e independencia de las observaciones.

Además, se empleó el Criterio de Información de Akaike, AIC (Akaike 1973; Burnham y Anderson 2002) para seleccionar las variables independientes y las interacciones entre ellas que permitieran determinar el mejor modelo posible entre varios que pudieran plantearse. Se realizó la selección del modelo de forma automatizada mediante la función *dredge* del paquete estadístico *MuMIn* del programa R (<https://cran.r-project.org/>). El valor de AIC, la diferencia y el peso relativo de cada modelo fueron los estimados que se consideraron para evaluar las diferencias y la importancia de cada uno de ellos.

La bondad de ajuste del modelo y su capacidad para predecir los datos observados, fueron evaluados mediante el coeficiente de determinación múltiple (R^2).

Las medias geométricas anuales de los logaritmos naturales de la CPUE y los límites de sus respectivos intervalos de confianza, estimados por el modelo mediante el método de máxima verosimilitud, se expresaron en términos de la variable original ($CPUE_i$) aplicando la transformación antilogarítmica (Hernández 2004):

$$\overline{CPUE}_i = \exp(\overline{\ln CPUE}_i) \text{ para } i = 1992, \dots, 2021$$

y de forma análoga para el resto de los factores e interacciones planteadas.

A partir del modelo final seleccionado, se realizó un análisis descriptivo de la variación de la CPUE en relación con los factores independientes y las interacciones entre ellos.

Resultados y Discusión

La flota integrada por los buques *surimeros* ha registrado, en promedio, a lo largo de todo el período analizado, alrededor del 90% del total de la captura de polaca obtenida por embarcaciones de bandera nacional (Tabla 1). Esta flota evidenció una marcada disminución de las unidades pesqueras que la integraban en el inicio del período, hasta contar con un solo buque durante los últimos nueve años analizados (2013-2021).

El valor de captura máxima histórica se registró en el año 1983, cuando superó las 250.000 t. En 1990, se produjo otro récord, aunque notoriamente menor (168.000 t). A partir de allí, se observó una paulatina disminución hasta obtenerse la mínima captura histórica en el año 2011 (3.518 t). Luego, los valores se incrementaron nuevamente, acompañando el crecimiento paulatino de la abundancia de la especie (Zavatteri y Giussi 2021). A pesar de este incremento, el valor de captura actual (año 2021) representó solo el 9% del segundo máximo obtenido (Gorini y Lukaszewicz 2022).



Tabla 1. Captura total anual (t) de polaca correspondiente a la flota argentina y aquella obtenida por los buques surimeros durante el período 1992-2021, número de buques participantes de la pesquería y número de registros con captura de la especie (embarcaciones *surimeras*).

Año	Captura total Flota argentina	Captura de buques Surimeros	N° buques Surimeros	N° registros con captura
1992	85.549	77.240	5	64
1993	114.048	111.133	6	124
1994	86.642	85.231	5	111
1995	102.369	98.078	5	126
1996	85.039	80.738	5	135
1997	79.945	69.546	5	114
1998	71.643	63.709	4	144
1999	55.097	49.641	4	98
2000	61.313	53.917	4	122
2001	53.968	49.793	4	105
2002	42.413	38.271	3	78
2003	44.584	41.288	3	94
2004	50.216	45.810	3	91
2005	36.904	35.328	3	101
2006	29.894	28.468	3	86
2007	18.982	17.367	3	83
2008	19.841	18.332	3	68
2009	21.671	20.460	3	85
2010	12.282	10.899	2	61
2011	3.518	2.802	2	27
2012	8.379	8.080	2	41
2013	7.887	7.585	1	31
2014	9.050	8.819	1	27
2015	13.831	13.325	1	35
2016	13.147	12.421	1	36
2017	15.897	15.380	1	36
2018	11.519	11.009	1	26
2019	8.639	8.325	1	30
2020	9.737	9.281	1	41
2021	15.829	15.811	1	27

Selección de las covariables y definición del MLG

El análisis de la varianza (ANOVA) en el modelo general, indicó que todos los factores independientes y las interacciones Buque:Trimestre y Área:Trimestre fueron altamente significativas (Tabla 2). La interacción Año:Trimestre no pudo ser evaluada por no registrarse datos de captura en todos los trimestres del año 2021.

Tabla 2. Análisis de la varianza (ANOVA) del modelo con los factores independientes y las interacciones entre ellos.

Factores/Interacciones	SC	gl	Valor F	p (>F)
Intercepto	241,82	1	198,0	0,000
Año	411,80	29	11,6	0,000
Buque	312,19	6	42,6	0,000
Área	24,97	1	20,4	0,000
Trimestre	34,02	3	9,3	0,000
Año:Área	38,98	29	1,1	0,325
Buque:Área	8,44	6	1,15	0,330
Buque:Trimestre	172,98	18	7,87	0,000
Área:Trimestre	14,82	3	4,05	0,007



El análisis de selección de las covariables indicó que el sub-modelo de mayor importancia relativa ($w=0,969$) fue aquel que incluyó todos los factores independientes y las interacciones denominadas como Buque:Trimestre y Área:Trimestre (Tabla 3). Los submodelos M_2 a M_5 presentaron valores de w muy inferiores al M_1 y los valores de ΔAIC_c fueron superiores a dos.

Tabla 3. Resultado del proceso de selección de covariables. Se muestran los cinco modelos alternativos más importantes (M_1 a M_5), la significancia de las covariables (+), los grados de libertad (gl), el negativo del logaritmo de la verosimilitud (-logV), el Criterio de Información de Akaike corregido (AIC_c), las diferencias entre AIC_c (ΔAIC_c) y la importancia relativa (w) de cada uno de ellos.

Covariables/Submodelos	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5
Año	+	+	+	+	+
Buque	+	+	+	+	+
Área	+	+		+	+
Trimestre	+	+	+	+	+
Buque:Trimestre	+	+	+		
Área:Trimestre	+			+	
gl	62	59	58	44	41
-logV	-3.384	-3.391	-3.431	-3.454	-3.462
AIC_c	6.897	6.903	6.980	6.998	7.007
ΔAIC_c	0,00	6,85	83,76	101,65	110,52
w	0,969	0,031	0,000	0,000	0,000

Modelo aplicado y evolución de la CPUE estandarizada

El MLG (M_1) aplicado para evaluar la tendencia de la CPUE fue el siguiente:

$$\ln(CPUE_{ijkl}) = \mu + AÑO_i + TRIMESTRE_j + \hat{ÁREA}_k + BUQUE_l + TRIMESTRE_j * \hat{ÁREA}_k + TRIMESTRE_j * BUQUE_l + \varepsilon_{ijkl}$$

siendo $\varepsilon \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$

para $i = 1992, \dots, 2021$; $j = 1, \dots, 4$; $k = \text{rectángulos de pesca}$; $l = 1, \dots, 7$.

siendo:

$CPUE_{ijkl}$: Captura Por Unidad de Esfuerzo, expresada en toneladas por hora de arrastre (t/h), correspondiente al año i , al trimestre j , al área k y a los buques l .

μ : intercepto del modelo.

$AÑO_i$: efecto correspondiente al nivel i del factor año (30 niveles).

$TRIMESTRE_j$: efecto correspondiente al nivel j del factor trimestre (4 niveles).

$\hat{ÁREA}_k$: efecto correspondiente al nivel k del factor área (2 niveles).

$BUQUE_l$: efecto correspondiente al nivel l del factor buques (7 niveles).

ε_{ijkl} : término de error aleatorio del modelo.

El coeficiente de determinación múltiple (R^2 múltiple) derivado del modelo aplicado, explicó un 30% de la variación anual de la CPUE (Tabla 4).

Tabla 4. Prueba de suma de cuadrados vs. suma de cuadrados residuales del MLG (período 1992-2021).

Error estándar residual	1,106
R² múltiple	0,300
R² ajustado	0,281
gl (modelo)	60
gl (residual)	2.186
F	15,610
p	0,000

A partir de la Prueba de Bonferroni se identificó la presencia de tres valores anómalos, los cuales fueron eliminados del análisis. De esta manera, la explicación del modelo aumentó, aunque, por tratarse de un bajo número de datos, resultó poco significativa.

Los residuos estudentizados se encontraron normalmente distribuidos (Figura 1a). La mayoría de los errores presentaron una buena aproximación a la recta normal esperada, excepto en uno de los extremos, donde algunos de los puntos se hallaron más alejados (Figura 1b). Así, se cumplió con el supuesto básico de normalidad, necesario para la aplicación del MLG.

La relación entre los residuos estudentizados y los valores normales esperados evidenció una distribución homogénea y una tendencia poco significativa de los errores, lo cual permitió aceptar el supuesto de homocedasticidad (Figura 1c).

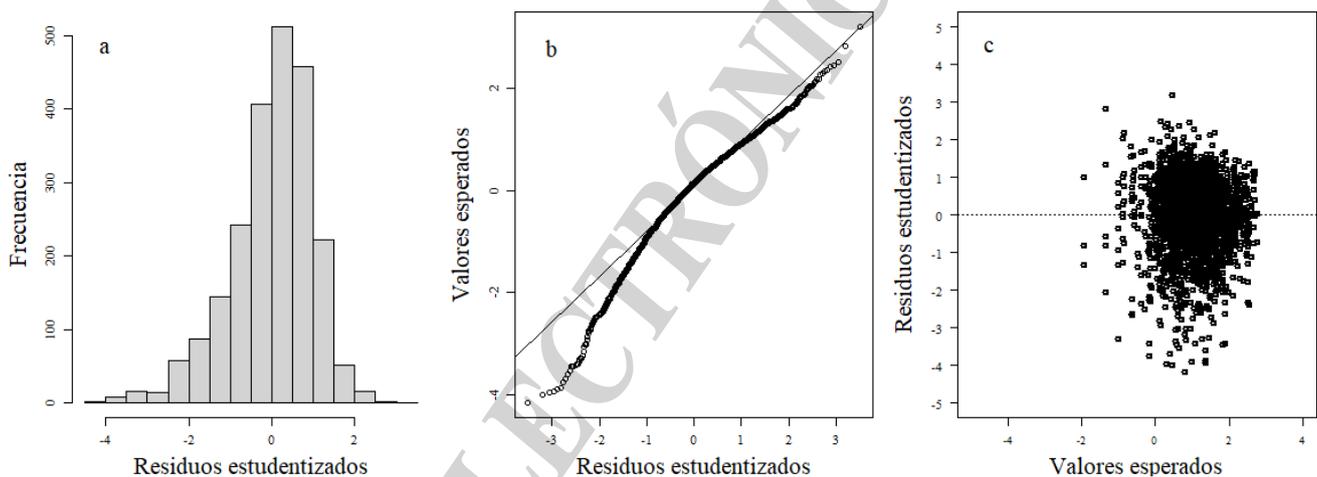


Figura 1. Análisis de normalidad y homocedasticidad de los residuos estudentizados derivados del MLG ajustado: a) histograma de distribución de frecuencias, b) recta probabilística de normalidad, c) supuesto de homocedasticidad.

El análisis anual de los residuos estudentizados mostró una distribución normal aceptable, aunque se observó un cierto alejamiento en los extremos respecto de la recta normal en algunos años del período (Figura 2).

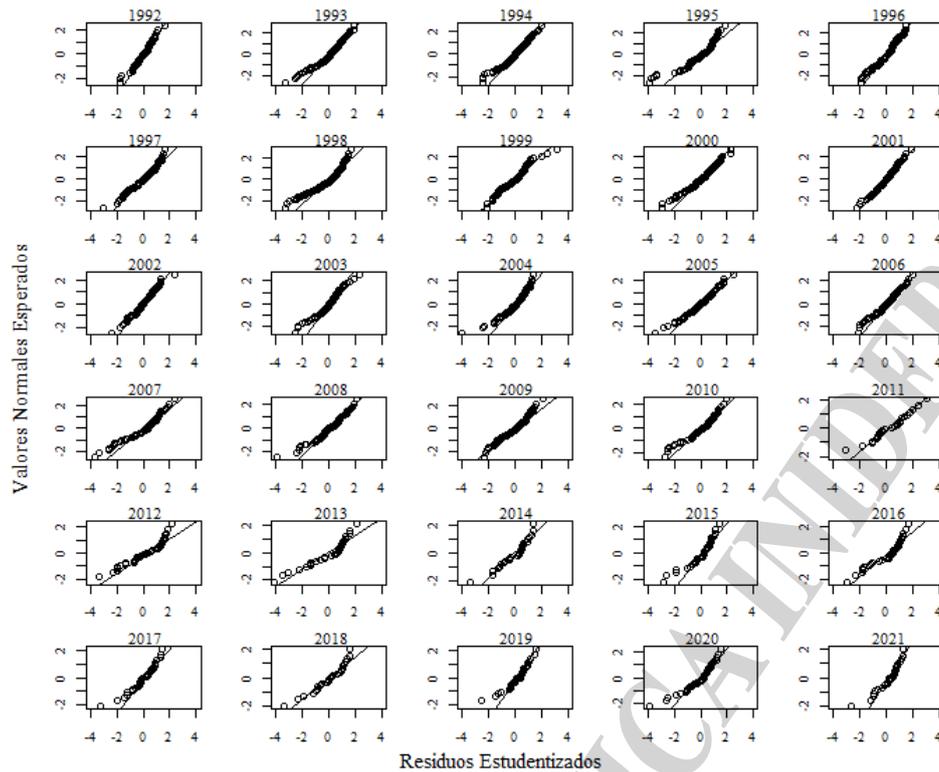


Figura 2. Valores normales anuales esperados para los residuos del MLG. Período 1992-2021.

El índice de abundancia, representado por la Captura por Unidad de Esfuerzo (CPUE), evidenció una tendencia decreciente hasta el año 2011, cuando se registró el menor rendimiento de toda la serie, observado también en análisis previos (Giussi et al. 2011, 2012, 2013a). Este marcado decrecimiento de la abundancia relativa de la especie, fue también evidenciado en la tendencia anual de la biomasa estimada a partir de un modelo de evaluación estructurado por edades (Giussi y Zavatteri 2017, 2018; Zavatteri et al. 2019; Zavatteri y Giussi 2020, 2021).

El valor mínimo obtenido en el año 2011 representó menos del 5% del estimado al inicio del período de estudio y podría estar, en parte, relacionado con el retiro del buque más eficiente de la flota, que condujo a una reducción notoria en la actividad pesquera (Giussi et al. 2012). En el período 2012-2021 se observó un aumento de la CPUE, prácticamente sostenido, con excepción del 2018 que manifestó una leve disminución pero que no representó un cambio importante en la tendencia del mencionado período. El valor de la CPUE del último año (2021), aumentó en un 30% respecto del obtenido en el año anterior y representó, aproximadamente, el 90% del registrado en el año 1992 (Figura 3, Tabla 5).

La evidente recuperación percibida entre los años 2012 y 2017 fue también evidenciada por otros indicios detectados en la pesquería. A pesar de que existió una marcada direccionalidad por parte del único buque participante, este crecimiento detectado podría deberse a un aumento real de la abundancia de la especie (Zavatteri & Giussi 2021).

Los intervalos de confianza de los valores medios de la CPUE, evidenciaron mayor incertidumbre en las estimaciones en el período 2013-2021. Esto podría estar relacionado con la disminución en el número de observaciones respecto del período anterior, acompañado por la reducción del número de buques participantes de la pesquería.

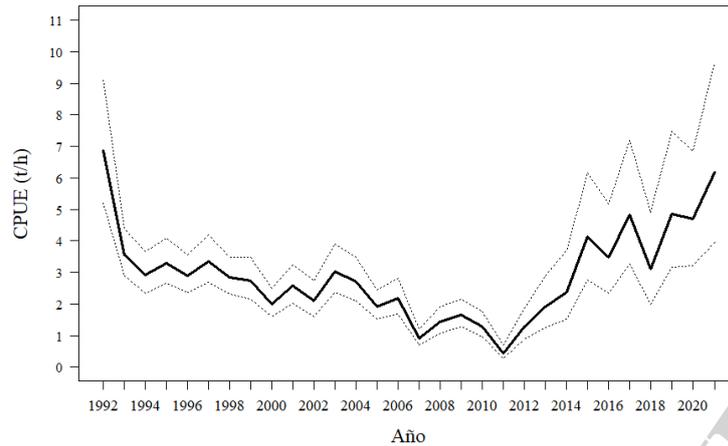


Figura 3. Valores medios anuales de la CPUE estandarizada (t/h) de polaca (línea continua negra) como resultado del MLG aplicado y sus correspondientes intervalos de confianza del 95% (líneas punteadas grises). Período 1992-2021.

Tabla 5. Valores medios anuales de CPUE de polaca estimados por el modelo (en toneladas por hora), su desviación estándar e intervalos de confianza al 95% y número de observaciones. Período 1992-2021.

Año	CPUE _{est} (t/h)	Desvío Estándar	Lím. Inf. I.C. 95%	Lím. Sup. I.C. 95%	Coefficiente de Variación	Nº Obs. efectivas
1992	6,876	1,154	5,193	9,105	0,985	64
1993	3,566	1,110	2,907	4,375	0,372	124
1994	2,925	1,123	2,331	3,672	0,339	111
1995	3,307	1,115	2,669	4,096	0,361	126
1996	2,901	1,110	2,364	3,560	0,303	135
1997	3,359	1,121	2,687	4,198	0,382	114
1998	2,834	1,111	2,305	3,484	0,298	144
1999	2,733	1,131	2,147	3,479	0,336	98
2000	1,999	1,119	1,604	2,492	0,225	122
2001	2,573	1,127	2,035	3,254	0,308	105
2002	2,100	1,147	1,605	2,747	0,287	78
2003	3,041	1,135	2,372	3,900	0,386	94
2004	2,712	1,137	2,109	3,488	0,348	91
2005	1,922	1,131	1,509	2,448	0,237	101
2006	2,176	1,141	1,681	2,817	0,286	86
2007	0,926	1,143	0,713	1,204	0,124	83
2008	1,439	1,156	1,083	1,912	0,209	68
2009	1,666	1,141	1,287	2,156	0,219	85
2010	1,296	1,166	0,958	1,754	0,200	61
2011	0,448	1,259	0,285	0,703	0,103	27
2012	1,289	1,205	0,893	1,858	0,241	41
2013	1,910	1,238	1,257	2,902	0,407	31
2014	2,366	1,254	1,518	3,687	0,535	27
2015	4,131	1,225	2,776	6,149	0,838	35
2016	3,481	1,223	2,347	5,163	0,700	36
2017	4,843	1,222	3,267	7,180	0,972	36
2018	3,123	1,259	1,988	4,907	0,720	26
2019	4,869	1,245	3,166	7,486	1,068	30
2020	4,688	1,213	3,212	6,843	0,904	41
2021	6,181	1,255	3,960	9,649	1,404	27

Análisis espacio-temporal

La tendencia de rendimientos en relación con los trimestres evidenció una marcada estacionalidad, observándose los valores más elevados durante el segundo trimestre (abril-junio). El resto de los trimestres evidenciaron valores similares de CPUE (Figura 4). Esto podría estar relacionado con la reproducción de la especie, que ocurre entre agosto y octubre (Pájaro y Macchi 2001) en áreas distintas a las de operación de la flota, lo cual podría generar la disminución de los rendimientos observada durante esos meses.

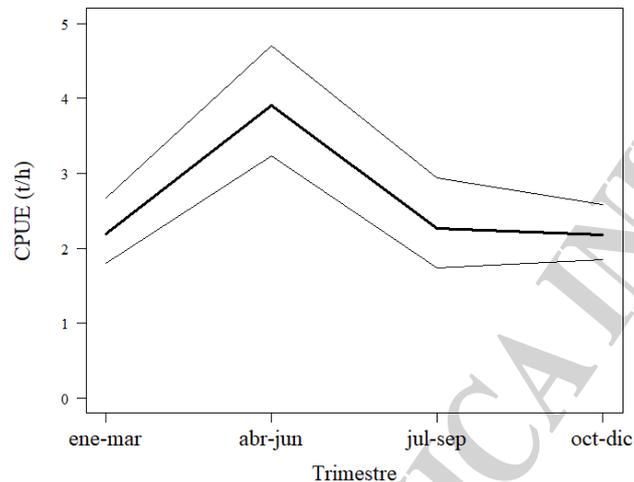


Figura 4. Valores medios anuales de la CPUE estandarizada (t/h) de polaca como resultado del MLG aplicado. Análisis de la covariable TRIMESTRE. Período 1992-2021.

En relación con las áreas, se observó que los valores más elevados de CPUE fueron registrados el sur de los 54°S (Figura 5a). El análisis de dichos valores por área y trimestre presentó el mismo patrón y el máximo se mantuvo durante el segundo trimestre en ambas áreas (Figura 5b).

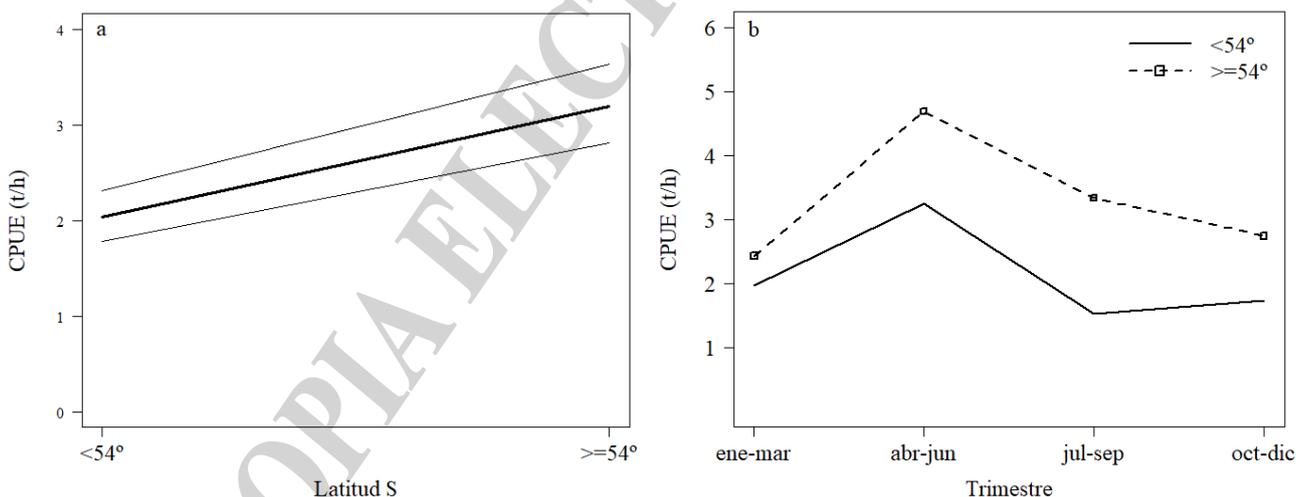


Figura 5. Valores medios anuales de la CPUE estandarizada (t/h) de polaca como resultado del MLG aplicado. Análisis de la de la covariable ÁREA (a) y de la interacción ÁREA * TRIMESTRE (b). Período 1992-2021.

Las embarcaciones surimeras que han participado de la pesquería desde los comienzos, evidenciaron diferencias en los rendimientos obtenidos, seguramente asociadas, en parte, a la eficiencia en las operaciones de pesca y a la abundancia del recurso, más elevada durante el período de operación de dichas embarcaciones (Figura 6a). De todas ellas, el B/P Tai An es el único que permanece funcionando como surimero desde el año 2013 y ha obtenido rendimientos algo bajos en

relación a los otros buques de igual o mayor porte. El B/P Centurión del Atlántico fue el que, históricamente, obtuvo los mayores rendimientos de todo el período y permaneció en la pesquería hasta el año 2012.

La tendencia de la CPUE en relación con los trimestres fue similar en todos los buques surimeros, excepto el Tai An que evidenció los valores más altos durante los meses de octubre a marzo. El resto, registró los más altos rendimientos durante el segundo trimestre y el Centurión del Atlántico se destacó del resto de los buques en todos los trimestres (Figura 6b).

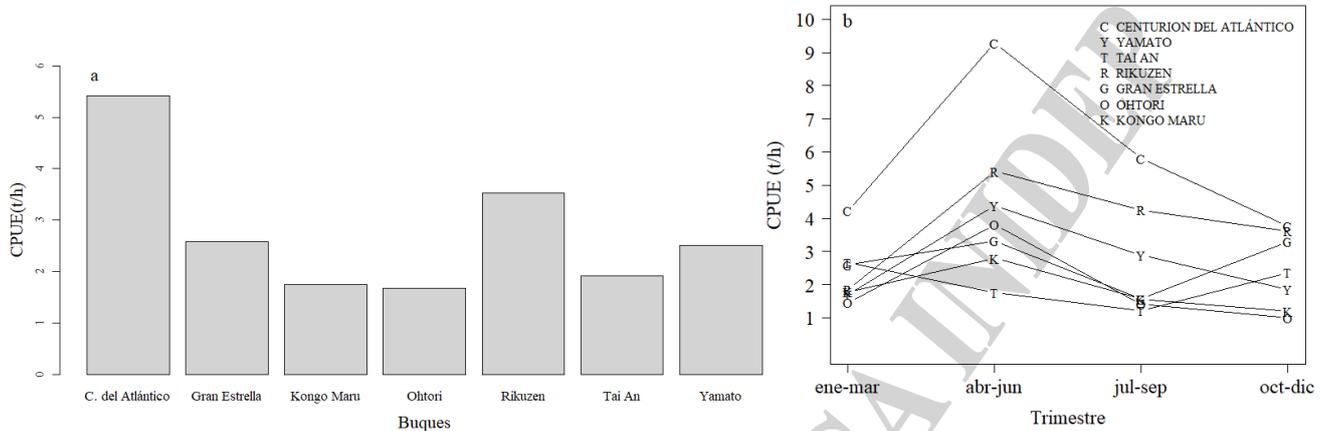


Figura 6. Valores medios anuales de la CPUE estandarizada (t/h) de polaca como resultado del MLG aplicado, correspondientes a la covariable BUQUES (a) y a la interacción BUQUES * TRIMESTRE (b). Período 1992-2021.

Las tendencias generales del número de horas de pesca y de la captura declarada anualmente fueron similares y presentaron, a partir del año 1993, una marcada disminución. Las menores capturas fueron registradas en el año 2011, mientras que en los años subsiguientes se observó una leve recuperación y estabilización en torno a las 11.000 t.

La tendencia del esfuerzo aplicado estaría relacionada con la reducción de la flota que opera sobre el recurso de manera dirigida. Uno de los valores más bajos de la serie fue registrado en el año 2011 y se mantuvo relativamente constante durante los siguientes diez años del análisis. El año 2021 evidenció un leve aumento de la captura respecto del año anterior (Figura 7).

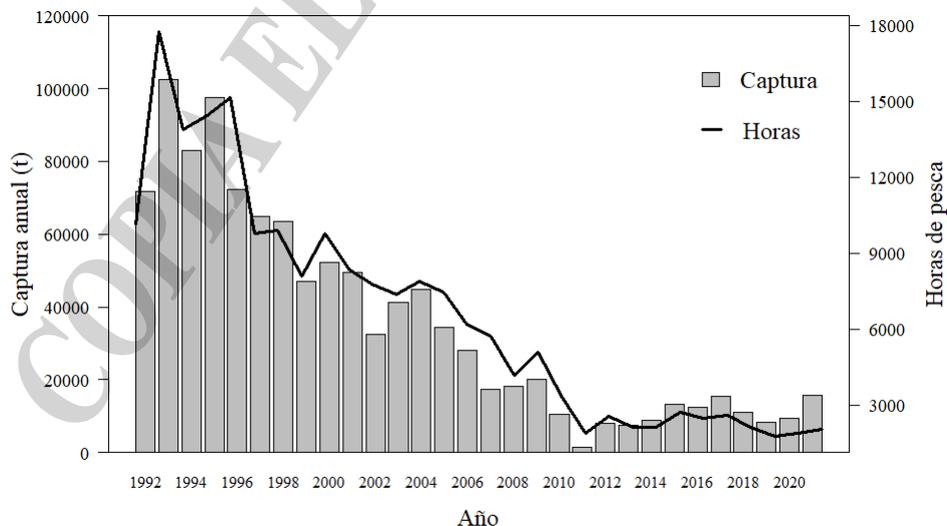


Figura 7. Captura de polaca (t) y número de horas empleadas anualmente por los buques surimeros.



Conclusiones

El modelo empleado para estimar el índice de CPUE estandarizado para la polaca, cumplió con los supuestos básicos necesarios para su implementación y explicó el 30% de la variación anual.

La tendencia general de dicho índice fue decreciente hasta el año 2011, a partir del cual se evidenció una notoria recuperación, alcanzando en el último año del período (2021), valores de CPUE similares a los obtenidos en el inicio de la serie, y representó el 90% del observado en el año 1992. Respecto al año anterior, los rendimientos aumentaron en un 30%. La tendencia de aumento manifestada en la CPUE en los últimos años, se vio también reflejada en un aumento de la abundancia de la especie, estimada anualmente por el modelo de evaluación.

El análisis espacio-temporal de los rendimientos, evidenció cierta estacionalidad indicando que los mayores rendimientos fueron obtenidos entre los meses de abril a junio.

Bibliografía

- AKAIKE H. 1973. Information Theory and an Extension of the Maximum Likelihood Principle. In: B.N. PETROV and F. CSAKI, eds. Second International Symposium on Information Theory. Budapest: Akademiai Kiado, pp. 267–281.
- BURNHAM K, ANDERSON D. 2002. A Practical Information-Theoretic Approach, 2nd ed., XXVI, 488 p.
- CRAWLEY MJ. 2013. The R Book. Second edition. Chichester (UK): Wiley & Sons, 1041 pp. ISBN 978-0-470-97392-9.
- GIUSSI AR, DI MARCO EJ, WÖHLER OC. 2011. Estimación de índices de abundancia de polaca (*Micromesistius australis*) a partir de la captura por unidad de esfuerzo de buques surimeros argentinos en el período 1992-2010. Inf. Téc. INIDEP N° 22/2011. 16 p.
- GIUSSI AR, DI MARCO EJ, ZAVATTERI A, WÖHLER OC. 2012. Estimación del índice de abundancia de polaca (*Micromesistius australis*) a partir de la captura por unidad de esfuerzo de buques surimeros argentinos. Período 1992-2011. Inf. Téc. INIDEP N°42/2012. 12 p.
- GIUSSI AR, DI MARCO EJ, ZAVATTERI A, WÖHLER OC 2013a. Estimación del índice de abundancia de polaca (*Micromesistius australis*) a partir de la captura por unidad de esfuerzo de buques surimeros argentinos. Período 1992-2012. Inf. Téc. INIDEP N°24/2013. 11 p.
- GIUSSI AR, ZAVATTERI A. 2017. Evaluación de la abundancia de polaca (*Micromesistius australis*) en el Atlántico Sudoccidental. Período 1987-2016. Inf. Téc. Of. INIDEP N° 37/2017. 21 pp.
- GIUSSI AR, ZAVATTERI A. 2018. Evaluación de la abundancia de polaca (*Micromesistius australis*) en el Atlántico Sudoccidental. Período 1987-2017. Inf. Téc. Of. INIDEP N° 43/2018. 22 pp.
- GORINI FL, LUKASZEWICZ G. 2022. Actualización de la estadística pesquera de peces demersales australes en el atlántico sudoccidental (período 2009-2021). Inf. Téc. Of. INIDEP (en corrección).
- GULLAND JA. 1964. Catch per unit effort as a measure of abundance. Rapp. P-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer, 155: 8-14.
- HERNÁNDEZ D. 2004. Estimación de índices de abundancia relativa, estimación del poder de pesca y estandarización del esfuerzo a partir de modelos multiplicativos. Revisión y ampliación de notas de 2002. Notas de divulgación, Biblioteca INIDEP, Mar del Plata. 56 p.
- JAMMALAMADAKA SR, SENGUPTA D. 2003. Linear Models an Integrated Approach. Singapore: World Scientific Publications. 622 p.
- LARGE PA. 1992. Use of a multiplicative model to estimate relative abundance from commercial CPUE data. ICES. J. Mar. Sci., 49: 253-261.
- MAUNDER M, PUNT A. 2004. Standardizing catch and effort data: a review of recent approaches. Fisheries Research 70: 141–159.



NELDER JA, WEDDERBURN RW. 1972. Generalized linear models. Journal of the Royal Statistical Society Series A 135: 370–384.

PAJARO M, MACCHI GJ. 2001. Spawning pattern, length at maturity, and fecundity of the southern blue whiting (*Micromesistius australis*) in the south-west Atlantic Ocean, New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research, 35:2, 375-385, DOI: 10.1080/00288330.2001.9517008.

PUNT AE, WALKER TI, TAYLOR BL, PRIBAC F. 2000. Standardization of catch and effort data in a spatially-structured shark fishery. Fish. Res., 45: 129-145.

ZAR JH. 1999. Biostatistical Analysis. 4th Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, 663 p.

ZAVATTERI A, GIUSSI AR, ZUMPARO F, DI MARCO EJ. 2019. Evaluación de la abundancia de polaca (*Micromesistius australis*) en el Atlántico Sudoccidental. Período 1987-2018. Inf. Téc. Of. INIDEP N° 40/2020. 22 pp.

ZAVATTERI A, GIUSSI AR. 2020. Evaluación de la abundancia de polaca (*Micromesistius australis*) en el Atlántico Sudoccidental. Período 1987-2019. Inf. Téc. Of. INIDEP N° 35/2020. 22 pp.

ZAVATTERI A, GIUSSI AR. 2021. Evaluación de la abundancia de polaca (*Micromesistius australis*) en el Atlántico Sudoccidental. Período 1987-2020. Recomendación de la CBA para el año 2022. Inf. Téc. Of. INIDEP N°37/2021. 24 pp.

COPIA ELECTRÓNICA INIDEP