



ORIGINAL RESEARCH

Aspectos poblacionales de la almeja *Ameghinomya antiqua* del noroeste del Golfo San Matías en el inicio de su pesquería

PAULA C. ZAIDMAN^{1, 2, 3}, FRANCISCO E. SURDO¹, ROCÍO VELASQUEZ^{2, 3} y M. SOCORRO DOLDAN^{1, 2, 3, *}

¹Escuela Superior de Ciencias Marinas (ESCiMAR), Universidad Nacional del Comahue, San Martín 247, 8520 - San Antonio Oeste, Argentina. ²Centro de Investigación Aplicada y Transferencia Tecnológica en Recursos Marinos “Almirante Storni” (CIMAS-CONICET), San Antonio Oeste, Argentina. ³Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Buenos Aires, Argentina. ORCID Paula C. Zaidman  https://orcid.org/0009-0002-1537-3638, M. Socorro Doldan  https://orcid.org/0000-0002-2265-078X



RESUMEN. Los parámetros poblacionales son fundamentales cuando un nuevo recurso se incorpora a la canasta pesquera. En el noroeste del Golfo San Matías, *Ameghinomya antiqua* comenzó a ser recolectada con fines comerciales. El objetivo de este trabajo fue analizar la estructura poblacional y describir el crecimiento individual de ejemplares de *A. antiqua* de dos poblaciones locales (El Sótano y Playa Villarino) previo al inicio de su explotación. Los organismos de estas poblaciones difirieron en tallas y pesos de valvas, tanto en la estructura general como en las medidas de tendencia central. Las estructuras de edades también resultaron disímiles: El Sótano presenta individuos longevos (mayores a 18 años) mientras que Playa Villarino está caracterizada por individuos jóvenes, menores a 15 años. La especie presenta un crecimiento acelerado durante los primeros años, alcanzando 90% de la talla máxima a los 5 años. La edad máxima estimada fue de 26 años. El alto asíntotico fue mayor en Playa Villarino (56,56 mm) que en El Sótano (53,03 mm). Estas poblaciones poseen características biológicas y poblacionales que sugieren que podría realizarse un manejo sustentable de esta especie al incorporarse a la canasta de recursos bentónicos de la flota artesanal del Golfo San Matías.

Palabras clave: Estructura poblacional, Veneridae, pesquería de bivalvos.



*Correspondence:
mdoldan@cenpat-conicet.gob.ar

†Additional authorships option: PCZ
and MSD should be considered joint
first authors

Received: 16 May 2023
Accepted: 14 December 2023

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

https://ojs.inidep.edu.ar

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



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

Population parameters of the clam *Ameghinomya antiqua* from the northwest of San Matías Gulf at the beginning of the fishery

ABSTRACT. Population parameters are fundamental when a new resource is incorporated into a fishery. *Ameghinomya antiqua* has recently begun to be collected for commercial purposes on the northwest coast of San Matías Gulf. This work aimed to analyze the population structure and describe the individual growth of *A. antiqua* specimens from two local populations (El Sótano and Playa Villarino) prior to the beginning of their exploitation. Organisms of each population differed in size and shell weight, as reflected by the general structure and the measures of central tendency. Age structures were also dissimilar: El Sótano presented long-lived individuals (over 18 years old), while the population from Playa Villarino was characterized by individuals younger than 15 years. The species showed an accelerated growth during the first years, reaching 90% of the maximum size at 5 years of age. The estimated maximum age was 26 years. The asymptotic height was greater in Playa Villarino (56.56 mm) than in El Sótano (53.03 mm). These populations have biological and population characteristics that suggest that sustainable management of this species could be carried out by incorporating it into the pool of benthic resources of the artisanal fleet of San Matías Gulf.

Key words: Population structure, Veneridae, shellfish fishery.

INTRODUCCIÓN

La exploración de nuevos recursos pesqueros, en pos de la diversificación de la canasta de recursos disponibles, es una herramienta útil para promover la sustentabilidad de las pesquerías. El término sustentabilidad se entiende en su sentido amplio: es sustentable para el recurso al disminuir la presión pesquera sobre unas pocas especies (sustentabilidad biológica), y lo es para el contexto socioeconómico de la pesquería al permitir tener opciones ante la incertidumbre del mercado y/o ante el eventual cierre de algún recurso (sustentabilidad socio-económica) (Hilborn et al. 2001; Orensanz et al. 2005). De todas maneras, previamente a que un nuevo recurso se incorpore a una pesquería, debe evaluarse el nivel de conocimiento de la población a explotar. En particular, es necesario conocer su dinámica poblacional, siendo los parámetros poblacionales insumos indispensables para proponer puntos de referencia biológicos o puntos de referencia para la gestión (Cadima 2003).

En pesquerías de pequeña escala y bajo valor, es poco probable que se disponga de capital para realizar evaluaciones detalladas del *stock*, por lo cual estas pesquerías quedan incluidas en la definición de pesquerías deficientes en datos (Dowling et al. 2013). En este contexto, la colecta de información sobre edad, longitud, peso, sexo y estado reproductivo de los organismos por otras fuentes, antes y durante la explotación del recurso, son importantes (Dowling et al. 2008). En este sentido, así como la estructura poblacional proporciona información crucial para las poblaciones explotadas, otro aspecto fundamental es el crecimiento individual, cuyo estudio permite conocer cómo interactúan estas poblaciones con su ambiente (Haddon 2001). Sebens (1987) propuso que el crecimiento de los moluscos bivalvos sigue un patrón indeterminado, en el que el ambiente determina la talla máxima y la tasa de crecimiento para alcanzarla. Numerosos trabajos han descripto la relación entre el patrón

de crecimiento individual de los bivalvos marinos y el ambiente, resaltando que varios factores a la vez modulan el crecimiento, siendo la disponibilidad de alimento, temperatura o salinidad los más importantes (Brown 1988; Cranfield et al. 1996; Kube et al. 1996; Lomovasky et al. 2008). Adicionalmente, diversas formas de estrés fisiológico o estrés ambiental (mareas, sedimento en suspensión, cambios en la acidez del medio, etc.) pueden afectar directamente al crecimiento (Sebens 1982; Sebens et al. 2017).

La almeja *Ameghinomya antiqua* (P. P. King, 1832), conocida vulgarmente como “almeja blanca o rayada”, se distribuye a lo largo de las costas del Océano Pacífico de 12° S a 54° S, desde Perú hasta el Estrecho de Magallanes, Chile, y por el Océano Atlántico hasta la latitud 31° S, incluyendo las costas de las Islas Malvinas (Castellanos 1967). Es una especie infaunal que se distribuye verticalmente entre 0 y 60 m de profundidad en fondos arenosos (Osorio et al. 1983; Zaiuso 1996). En el Golfo San Jorge, se han encontrado individuos de hasta 34 años de edad con tallas de hasta 55 mm de alto (Rubo et al. 2018). La reproducción fue estudiada en el Golfo Nuevo, presentando dos períodos principales de reproducción: uno entre octubre y noviembre, y otro (de mayor duración) durante febrero y parte de marzo (Verdinelli y Schuldt 1976). La proporción de sexos de la población del Golfo Nuevo es de 1:1, y los individuos adquieren la madurez sexual antes del primer año de edad (Verdinelli y Schuldt 1976). Los depredadores conocidos son los caracoles *Odontocymbiola subnodosa* (Leach 1814) en el Golfo Nuevo (Barrionuevo et al. 1976), y *O. Magallanica* (Gmelin 1791) y *Polinices* sp. (Montfort 1810) en el Golfo San José (Borzone 1992). Presentan un bajo nivel de parasitismo en el Golfo San José (Cremonte 1999).

En cuanto al crecimiento individual de *A. antiqua*, se ha encontrado variabilidad espacial. Al considerar un amplio espectro geográfico, se identificaron diferencias en las tasas de crecimiento. Las poblaciones al norte y noroeste del Golfo San Matías (Caleta de Los Loros, Barranca Final, El

Sótano), así como en el Canal Beagle, exhibieron las tasas de crecimiento más elevadas. En contraste, las poblaciones locales en el sur del Golfo San Matías (Puerto Lobos) y en el Golfo San Jorge presentaron tasas de crecimiento inferiores (Morán 2019). Adicionalmente, al examinar las diferencias a una escala geográfica más reducida dentro del Golfo San José, también se encontraron diferencias entre las poblaciones (Escati-Peñaloza et al. 2010). Estas divergencias se atribuyen a factores como la temperatura, la productividad primaria y las características hidrográficas específicas de cada ubicación (Escati-Peñaloza et al. 2010; Morán 2019).

En el sur de Chile, esta especie constituye un recurso significativo para las pesquerías artesanales (Jerez et al. 1991; Clasing et al. 1994), mientras que *Leukoma* (antiguamente *Protothaca*) *thaca* (Molina, 1782) se pesca en la zona norte del país. Los desembarques de esa pesquería multiespecífica en Chile promediaron las 12.000 t anuales para los años 2018 a 2022 (SERNAPESCA 2023). En las costas argentinas existe desde 1970 una pesquería informal a pequeña escala de *A. antiqua* (Ciocco 1994). Se cuenta además con un registro previo en Comodoro Rivadavia, donde se extrajeron 1,1 t en 1942, mencionándose también como puertos de pesca Puerto Madryn y Ushuaia (Carcelles 1946). Sobre las poblaciones patagónicas se conocen aspectos biológicos como ecológicos, aunque los niveles de conocimiento varían a lo largo de la costa. En el Golfo San Matías hay varios bancos de *A. antiqua* (Ciocco 2006), y la especie es reconocida por los pescadores como un potencial recurso pesquero (Narvarte et al. 2007). Se extraía ocasionalmente con fines comerciales junto a la almeja *Eurhemalea exalbida* (Dillwyn, 1817) (Castellanos 1967). En el año 2021 colapsó la pesquería de *Eucallista* (antes *Amiantis*) *purpurata* (Lamarck, 1818) (almeja púrpura) de Playa Villarino (costa noroeste del Golfo San Matías) por la mortalidad masiva del recurso (Velasquez 2022). A partir de entonces, se registraron salidas oficiales de pesca a las almejas blancas (*A. Antigua* y *E. exalbida*) en el sector norte del Golfo San Matías, extrayéndose un total de 50,9 t

en 2022 (Subsecretaría de Pesca de la Provincia de Río Negro). Sin embargo, el nivel de conocimiento de esa población local es bajo, limitado a algunos datos sobre la composición demográfica de la población (Doldan et al. 2018). Ante el surgimiento de esta pesquería, la especie constituye un recurso cada vez más utilizado en esta región. El objetivo del presente trabajo fue analizar la estructura poblacional y describir el crecimiento individual de la almeja *A. antiqua* en dos poblaciones locales del noroeste del Golfo San Matías (Playa Villarino y El Sótano) previo al inicio de su explotación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El Golfo San Matías es una cuenca semicerrada ubicada al norte de la plataforma continental patagónica (40° 50' S a 42° 15' S, 63° 5' W a 65° 10' W) (Figura 1). Se caracteriza por ser un ambiente con aguas relativamente aisladas, separado de la plataforma continental por una apertura somera (Rivas y Beier 1990). Presenta un patrón particular de circulación de masas de agua: en primavera-verano, la circulación general está dominada por un intenso giro ciclónico (sentido horario) compuesto por dos giros de recirculación y dos giros menores anticiclónicos (en sentido antihorario) en la costa sudoeste y al norte de la Península Valdés. Como resultado de esta circulación cerrada, el golfo se halla prácticamente aislado de la plataforma externa. De septiembre a marzo, con la erosión de la estratificación, los dos subgiros ciclónicos se reducen y unen y, simultáneamente, el sector oeste del golfo es ocupado por un giro anticiclónico (Tonini 2010).

Las poblaciones de *A. antiqua* estudiadas (El Sótano y Playa Villarino) están situadas en la costa noroeste del Golfo San Matías (Figura 1). La zona de El Sótano (40° 54' 53,841" S-65° 08' 22,757" W) presenta circulación de agua restringida que, junto a la escasa pendiente y la amplitud

de mareas (7,3 m promedio), resulta en una gran amplitud térmica entre verano e invierno (máxima 20 °C en febrero; mínima 9 °C en agosto) (Williams et al. 2014). El sedimento es arenoso en áreas costeras, gradualmente mezclado con valva, grava y limo hacia profundidades mayores (Escofet et al. 1977). Playa Villarino (40° 50' 40,063" S-64° 47' 12,430" W), es una playa disipativa, de arena fina, con suave pendiente, que descubre un amplio intermareal durante bajamar (400-600 m). El sedimento alterna arena con conchilla particulada, con algunos sectores rocosos (restinga). La temperatura media del agua varía entre 6 °C en agosto y 22 °C en febrero (Morsan y Kroeck 2005).

Obtención y procesamiento de las muestras

Las muestras fueron obtenidas en los bancos de El Sótano (mayo y agosto de 2018, $n_{\text{total}} = 295$) y de Playa Villarino (noviembre de 2017, $n = 58$) por medio de buzos marisqueros a 20 m de profundidad. Se obtuvo una segunda muestra del banco de Playa Villarino (abril de 2019, $n = 247$, $n_{\text{total}} = 305$) por medio de los buzos científicos del Centro de Investigación Aplicada y Transferencia Tecnológica en Recursos Marinos Almirante Storni (CIMAS). La toma de las muestras se realizó empleando la técnica que aplican los buzos marisqueros. La misma consiste en que dos buzos descienden, y con las aletas levantan el sustrato. Esto descubre las almejas (que están enterradas en los primeros centímetros) y permite recolectarlas manualmente.

Para cada individuo, se midió el largo (distancia máxima anteroposterior), el alto (distancia máxima dorsoventral) y el espesor (distancia máxima entre la valva derecha y la valva izquierda) de las valvas con un calibre de precisión de 0,01 mm. Además, se registró el peso de las valvas utilizando una balanza de precisión de 0,10 g.

Lectura de anillos

Las valvas derechas fueron observadas en un ambiente oscuro, colocando una linterna Blitz de



Figura 1. Mapa mostrando la ubicación de los sitios de muestreo en el Golfo San Matías (Argentina): Playa Villarino y El Sótano.

Figure 1. Sampling locations in San Matías Gulf (Argentina): Playa Villarino and El Sótano.

power led Xp-G2 S3 (400 lm) en la cara interna de la valva. Las regiones más luminosas (de menor densidad) fueron contadas y marcadas sobre la valva con un lápiz (Figura 2 A). Para los individuos más longevos, se empleó un microscopio estereoscópico binocular con luz transmitida (Olympus sk61) para la lectura de los últimos anillos (a partir de los 10 años), ya que éstos se depositan muy próximos entre sí. El conteo de anillos fue realizado mediante dos lecturas independientes. Los individuos cuyas edades no coincidieron entre lecturas, fueron leídos en una tercera oportunidad. Para que un individuo fuera incorporado a la estructura de edades debía coincidir en al menos dos de esas lecturas.

Debido a que los muestreos se realizaron en

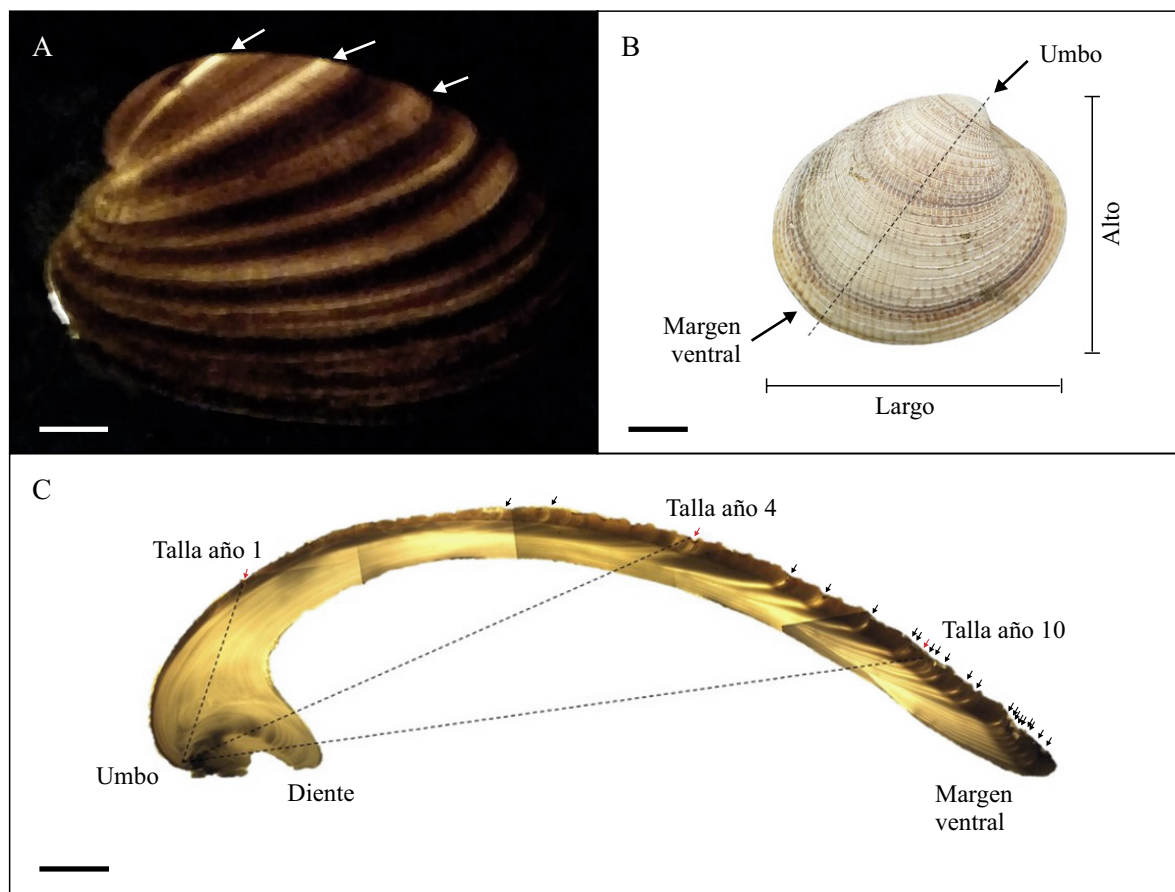


Figura 2. *Ameghynomia antiqua*. A) Bandas traslúcidas observadas mediante la técnica de transparencia lumínica (barra = 10 mm). Las flechas señalan los primeros anillos anuales. B) Valva derecha. La línea punteada señala el eje de mayor crecimiento sobre el cual se realizó el corte (barra = 10 mm). C) Corte delgado de valva. Las flechas negras muestran las marcas anuales en el margen de la valva. Las líneas punteadas ejemplifican las mediciones realizadas para cada edad (barra = 5 mm).

Figure 2. *Ameghynomia antiqua*. A) Translucent growth bands revealed by lighting technique (bar = 10 mm). Arrows show early annual rings. B) Right valve. The dotted line indicates the growth axis on which the cut was made (bar = 10 mm). C) Thin shell cut. Black arrows show annual growth rings in the shell margin. Dotted lines show measurements performed for each age (bar = 5 mm).

años diferentes (2017, 2018 y 2019), y como se desconoce la mortalidad natural de la especie en estas poblaciones, al momento de armar la estructura de edades se corrigieron las edades a 2017. De esta manera, se evitó el error de contabilizar almejas que podrían haber muerto entre 2017 y 2019. Para ello, se les restó un año a los individuos recolectados en El Sótano (mayo y agosto del 2018) y dos años a las almejas recolectadas en abril del 2019 en Playa Villarino.

El crecimiento individual se estudió a partir de mediciones de los anillos de crecimiento interno, para lo cual se seleccionaron 15 individuos de cada población para realizar secciones delgadas. Las valvas fueron cortadas a lo largo del eje central de crecimiento desde el umbo hasta el margen ventral (Figura 2 B). Para ello, se utilizó una máquina de corte de baja velocidad equipada con una hoja de borde diamantado (Struers Mintom®). Luego de un primer corte, la sección interna de la valva fue

lijada y pulida utilizando papel de lija de grano de 500, 1.000 y 4.000, sucesivamente, sobre una plataforma giratoria de velocidad variable (Struers LaboPol-5®). Esta superficie pulida fue montada sobre un portaobjetos con pegamento de cianocrilato. Una vez que el pegamento estuvo seco, se realizó un segundo corte para obtener una sección delgada de 1 mm de espesor. Esta sección fue desgastada y pulida con papel de grano medio (1000) hasta obtener el espesor deseado ($\leq 0,6$ mm), y grano fino (4000) hasta obtener el brillo y la textura ideales para su observación. Las secciones delgadas fueron fotografiadas bajo microscopio óptico (Nikon Eclipse E200; Cámara Nikon TV lente 0,55 \times DS) siguiendo el eje principal de crecimiento. Se realizó un fotomontaje mediante el programa Paint.net v4 2.8, que incluyó una imagen calibrada. Las tallas fueron medidas utilizando el programa ImageJ (www.imagej.net). Las mediciones se realizaron desde el umbo hasta el anillo (Figura 2 C).

Análisis de datos

Se caracterizó cada población local mediante histogramas de distribución de frecuencia de tallas, de pesos de valvas y de edades. Para testear la normalidad de la distribución de los datos se utilizó el test de Kolmogorov-Smirnov. La homocedasticidad se testeó con el test de Levene. Las comparaciones entre distribuciones de frecuencia de tallas, de pesos de valvas y de edades se realizaron con un test de Kolmogorov-Smirnov. Se calcularon las medidas de tendencia central y de dispersión para las dos poblaciones locales en talla (alto, largo, espesor), peso de valva y edad, y luego se realizaron comparaciones mediante la versión "Bootstrap" del test de Yuen con 2.000 muestras de *bootstrap* para comparar las medias entre poblaciones (Field et al. 2012) usando la librería WRS2 (Mair y Wilcox 2020) de R (R Core Team 2023).

Para describir la relación entre la talla y la edad en el contexto del crecimiento individual, se emplearon modelos de efectos mixtos. Estos modelos integran tanto efectos fijos (parámetros que se

aplican a la totalidad de la población) como efectos aleatorios (parámetros que están vinculados a las particularidades de cada unidad experimental) (Pinheiro y Bates 2002). Se trabajó con el modelo de Richards modificado para modelos de efectos mixtos, según:

$$A_t = (A_\infty - A_{\infty i}) \left(1 - \frac{1}{(D - D_i)} e^{-(k - k_i)(t - (t_0 - t_{0i}))} \right)^{(D - D_i)} + \varepsilon_{i,t}$$

donde A_∞ , k , t_0 y D representan los efectos fijos, $A_{\infty i}$, k_i , t_{0i} y D_i representan los efectos aleatorios, y $\varepsilon_{i,t}$ la variabilidad en el crecimiento no explicada por el modelo. En el modelo:

- A_t : alto de la valva en un tiempo dado (t);
- t : edad del individuo medido en años;
- A_∞ : alto teórico en el cual el crecimiento prácticamente se detiene;
- k : constante catabólica que define la velocidad de acercamiento a A_∞ elevada a la D ;
- D : parámetro de forma del modelo;
- t_0 : valor teórico del tiempo.

Se realizaron análisis de una serie de modelos no lineales. En cada evaluación, se examinó la significancia de los parámetros, tanto de los términos fijos como de los aleatorios. El propósito fue seleccionar el modelo más apropiado para representar de manera efectiva el crecimiento individual, ajustándose de manera óptima a los datos observados en nuestra investigación:

- Modelo I: es el modelo en el cual los datos no son discriminados por población.
- Modelo II: es un modelo en el cual los datos son discriminados por población.
- Modelo III: modelo que incorpora la parametrización de la varianza. Previo al ajuste de este modelo se observó la relación entre los residuales del modelo y la talla para observar si existe heterocedasticidad y, de existir, cuál es su forma.

- Modelo IV: este modelo incorpora la parametrización de la correlación entre las observaciones obtenidas del mismo individuo dentro del Modelo III. La correlación se ha modelado utilizando una estructura autorregresiva de medias móviles (ARMA), excluyendo deliberadamente el término de media móvil en el modelo. La selección del orden de autocorrelación se llevó a cabo mediante la evaluación de las funciones de autocorrelación (ACF) de los distintos individuos.

Los modelos III y IV se ajustaron a las dos poblaciones, ya sea de manera conjunta o por separado, dependiendo si el modelo I o el modelo II resultó el más adecuado para los datos. Para seleccionar entre modelos se realizaron pruebas de cocientes de verosimilitud.

Los análisis estadísticos y los gráficos se realizaron mediante el programa R (R Core Team 2023) utilizando los paquetes `basic`, `ggplot2` (Wickham 2009), `dplyr` (Wickham y Francois 2016) y `nmle` (Pinheiro et al. 2023).

Composición del sustrato

Para analizar la composición del sustrato, se tomaron cinco muestras en cada sitio de muestreo. Las muestras fueron secadas en estufa a 60 °C durante 72 h. Se registró el peso total de la muestra en una balanza de precisión $\pm 0,10$ g. La separación de granos por tamaño se realizó colocando cada muestra en un tamizador ZONYTEST durante 10 min. Los tamices utilizados fueron de 62 μm , 125 μm , 250 μm , 500 μm , 1.000 μm , 2.000 μm , 4.000 μm , 7.937 μm y 12.700 μm . Luego, cada fracción tamizada fue pesada en la balanza y se promediaron los valores de cada muestra para cada fracción. Se estimó el Coeficiente de Kurtosis de Fisher para datos agrupados corregido para proporciones (Salazar y del Castillo Galarza 2018) y el Índice de Asimetría de Karl Pearson corregido para proporciones (Salazar y del Castillo Galarza 2018). Finalmente, para comparar la composición del sustrato, se realizó una tabla de contingencia.

La asociación entre las categorías fue evaluada mediante la Prueba de Chi-cuadrado (χ^2), utilizando el estadístico de Chi-cuadrado para analizar la significancia de las diferencias observadas. Los análisis estadísticos se realizaron mediante el programa R (R Core Team 2023).

RESULTADOS

Se analizó un total de 568 almejas, de las cuales 305 fueron recolectadas en Playa Villarino y 263 en El Sótano.

Estructura de tallas y de pesos de valvas

En ambas poblaciones se observó que las cuatro variables morfométricas presentaron una distribución normal, excepto el peso de las valvas de Playa Villarino. Ninguna variable presentó homocedasticidad (Tabla 1), por lo tanto, para la comparación de las medias, se optó por utilizar la versión Bootstrap del test de Yuen.

Se identificaron diferencias estadísticamente significativas entre las poblaciones en cuanto a las dimensiones (alto, largo y espesor) y en el peso de la valva. Estas medidas exhiben una mayor variabilidad en Playa Villarino. Asimismo, en El Sótano se observaron individuos de tamaños y pesos de valva mayores (Tabla 2; Figura 3).

Estructura de edades

Se estimó la edad de las almejas en 91% del total de los individuos procesados (517 de 568). Las edades variaron entre 0 y 25 años (Figura 4) (de 2 a 26 años sin corregir por el año de muestreo). Las estructuras de edades resultaron unimodales en ambas poblaciones, pero disímiles (test de Kolmogorov-Smirnov, $p < 0,0001$). También presentaron diferencias en cuanto a sus promedios (test de Yuen $Y = 15,20$ IC95 = 14,70-15,70). La población de El Sótano estuvo compuesta mayoritariamente por in-

Tabla 1. Análisis de normalidad (test de Kolmogorov-Smirnov) y de homocedasticidad (test de Levene) en las variables morfométricas de las poblaciones de *Ameghinomya antiqua* estudiadas.

Table 1. Analysis of normality (Kolmogorov-Smirnov test) and homoscedasticity (Levene test) of morphometric variables in studied populations of *Ameghinomya antiqua*.

		Test de Kolmogorov-Smirnov	Test de Levene
Largo	El Sótano	D = 0,05 p = 0,62	F = 39,27 p < 0,0001
	Playa Villarino	D = 0,04 p = 0,67	
Alto	El Sótano	D = 0,03 p = 0,9	F = 50,88 p < 0,0001
	Playa Villarino	D = 0,05 p = 0,36	
Espesor	El Sótano	D = 0,04 p = 0,6	F = 68,09 p < 0,0001
	Playa Villarino	D = 0,08 p = 0,05	
Peso de valva	El Sótano	D = 0,04 p = 0,83	F = 17,09 p < 0,0001
	Playa Villarino	D = 0,12 p = 0,0002	

Tabla 2. Resumen de variables morfométricas para cada población estudiada de *Ameghinomya antiqua* y resultados de las comparaciones entre ellas. D: estadístico del test de Kolmogorov-Smirnov. **: p < 0,0001.

Table 2. Summary of morphometric variables for each studied population of *Ameghinomya antiqua* and results of comparisons among them. D: Kolmogorov-Smirnov test statistic. **: p < 0.0001.

	El Sótano x̄ ± DE (mín.-máx.)	Playa Villarino x̄ ± DE (mín.-máx.)	D	Yuen Y (IC95)
Alto (mm)	67,8 ± 4,3 (48,2-77,6)	56,1 ± 7,4 (27,6-76,1)	0,75**	23,62 (10,99-12,92)**
Largo (mm)	72 ± 4,6 (51,1-84,2)	61,4 ± 7,4 (30,1-79,8)	0,69**	21,24 (9,65-11,65)**
Espesor (mm)	41,2 ± 2,5 (28,5-47,5)	32,8 ± 4,7 (14,9-46)	0,79**	29,58 (8,08-9,27)**
Peso de valva (g)	88 ± 15,2 (26,4-132)	49 ± 20,4 (5,7-113,9)	0,77**	27,42 (39,56-45,51)**

individuos longevos: solamente 10% de la población presentó menos de 15 años (media = 19,8 años). En la estructura, se evidencia un aumento de la frecuencia entre los 13 a los 23 años, siendo los 21 años la edad predominante de la población. Playa Villarino presentó un rango de edades de entre 0 y 24 (2 a 26 años sin corregir); la población está caracterizada por individuos de entre 1 y 4 años (76,3%) (media = 4,3 años).

Crecimiento individual

Las estimaciones de crecimiento individual se basaron en las mediciones de los anillos de crecimiento interno de 15 individuos de la población de El Sótano y 15 individuos de Playa Villarino. Se observaron variaciones en la relación entre la talla y la edad de los individuos (Figura 5). Inicialmente, se ajustó el modelo de Richards modificado

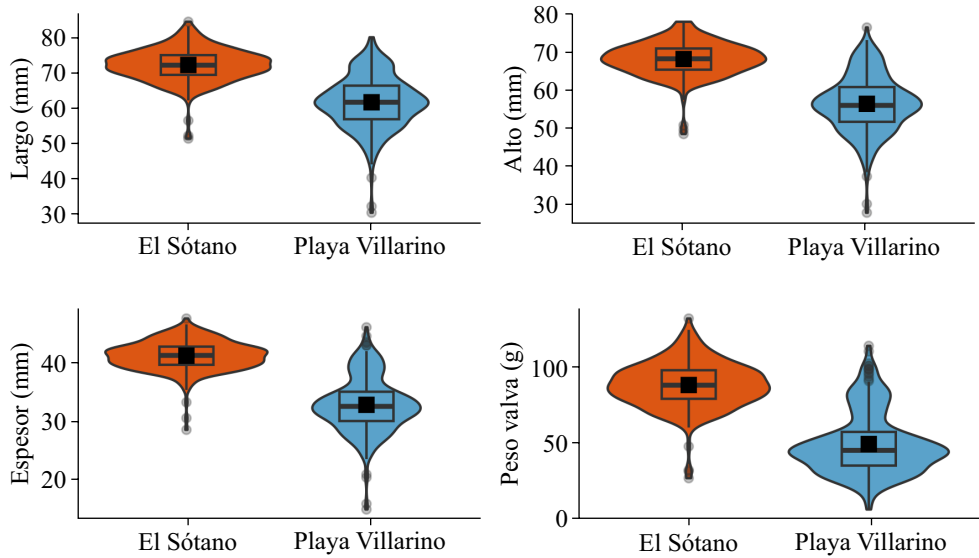


Figura 3. Gráfico violines y cajas de alto, largo, espesor y peso total de los organismos de las poblaciones estudiadas de *Ameghinomya antiqua* en el Golfo San Matías (El Sótano y Playa Villarino).

Figure 3. Violin and box plot of size, length, width and total weight distributions of the individuals from the studied populations of *Ameghinomya antiqua* in San Matías Gulf (El Sótano; Playa Villarino).

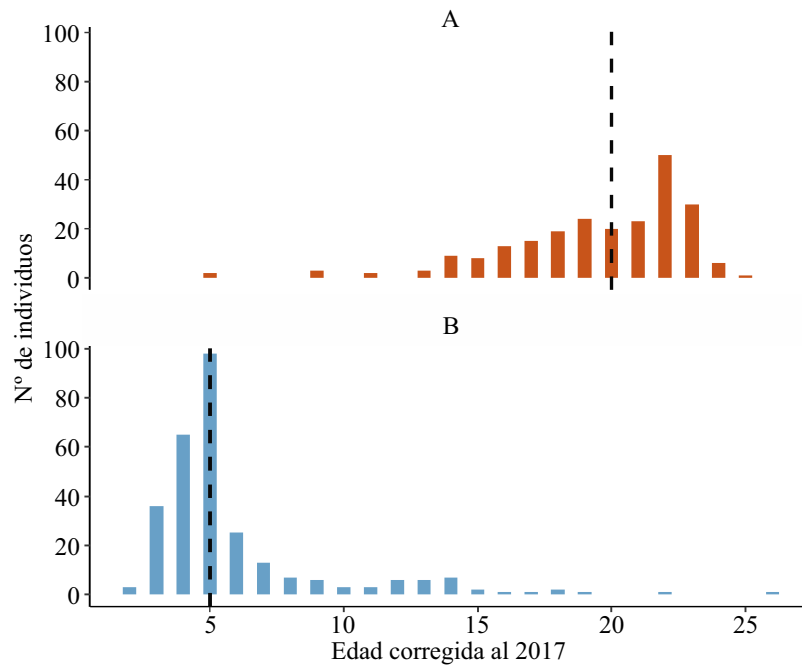


Figura 4. Distribuciones de frecuencias de edades corregidas de las poblaciones estudiadas de *Ameghinomya antiqua* de El Sótano (A) y Playa Villarino (B). La línea de guiones indica el valor de la media de cada población.

Figure 4. Corrected age frequency distributions of studied populations of *Ameghinomya antiqua* from El Sótano (A) and Playa Villarino (B). The dash line indicates the mean value of each population.

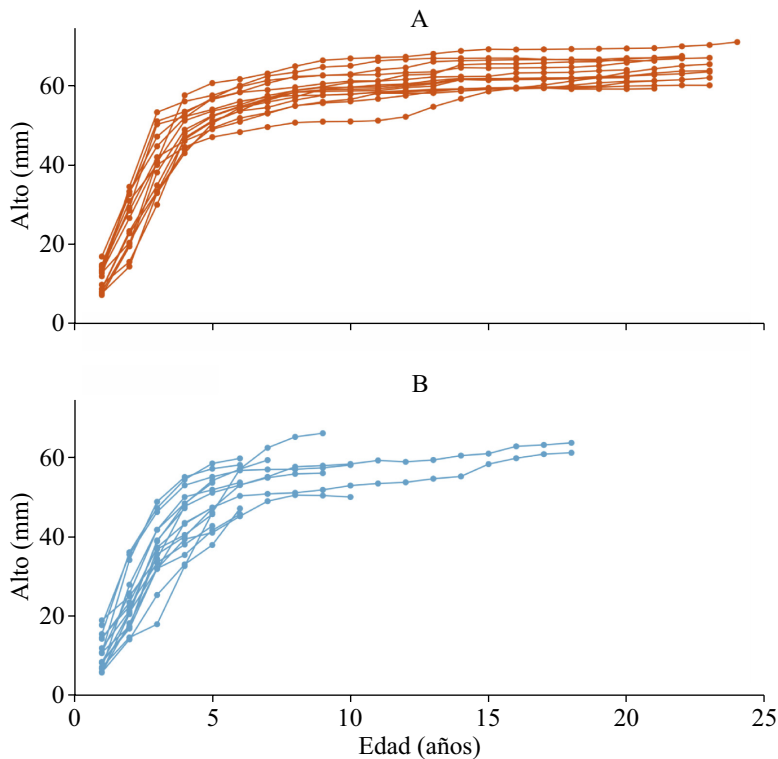


Figura 5. Trayectorias individuales de crecimiento de *Ameghinomya antiqua* de las poblaciones de El Sótano (A) y Playa Villarino (B).

Figure 5. Individual growth trajectories of *Ameghinomya antiqua* from populations of El Sótano (A) and Playa Villarino (B).

para modelos mixtos (Modelo I), y posteriormente se ajustó el mismo modelo de Richards para cada población por separado (Modelo II). Con el fin de evitar la sobreparametrización del modelo, se optó por no considerar los efectos aleatorios del parámetro de forma (D), dado que se identificó una fuerte correlación entre éste y los parámetros t_0 y k . Como las poblaciones resultaron significativamente diferentes entre sí, se continuó analizando cada población de forma independiente (Tabla 3). Se evaluó la relación entre la talla y los residuos del modelo, no encontrándose evidencia de heterocedasticidad, lo que llevó a la decisión de no ajustar el Modelo III (Figura 6). Además, se observó una autocorrelación de grado dos en la mayoría de los individuos de ambas poblaciones, lo que condujo al ajuste del Modelo IV con una parametrización específica para dicha autocorrelación. Al comparar

los modelos II y IV mediante el cociente de verosimilitud de ambas poblaciones, se encontraron diferencias significativas, resultando que el modelo que mejor ajusta a los datos es un modelo de Richards con autocorrelación de grado 2 distinto para cada población (Tabla 3).

En las dos poblaciones, el crecimiento de las almejas fue rápido durante los primeros cinco años de vida, alcanzando más de 90% de la talla asintótica a los 4 años en El Sótano y a los 5 años en Playa Villarino (Figura 7). Tanto en El Sótano como en Playa Villarino, el valor de D resultó negativo (El Sótano $D = -0,54$; Playa Villarino $D = -0,09$) siendo no significativamente diferente de 0 en el caso de Playa Villarino. El valor negativo de este parámetro indica que la curva de crecimiento es cóncava. En ambas poblaciones, el punto de inflexión se identifica a la edad de 2 años. No obs-

Tabla 3. Resultados de la selección de modelos. Modelo I es aquel en el que los datos no son discriminados por población. Modelos II son aquellos en los que los datos están discriminados por población. Modelos IV son aquellos que incorporan la parametrización de la autocorrelación. ES: población de El Sótano. PV: población de Playa Villarino. LogVer: logaritmo de la verosimilitud.

Table 3. Results of the model selection. Model I is the model in which data are not discriminated by population. Models II are models in which data are discriminated by population. Models IV are models that incorporate the parameterization of autocorrelation. ES: El Sótano population. PV: Playa Villarino population. LogVer: logarithm of likelihood.

Modelo	Grados de libertad	LogVer	Test	chi	P
I	11	-1.111,24			
II	15	-1.082,97	I versus II	56,53	< 0,0001
II ES	11	-725,22			
IV ES	13	-551,48	II ES versus IV ES	347,47	< 0,0001
II PV	11	-357,75			
IV PV	13	-340,63	II PV versus IV PV	34,24	0,0001

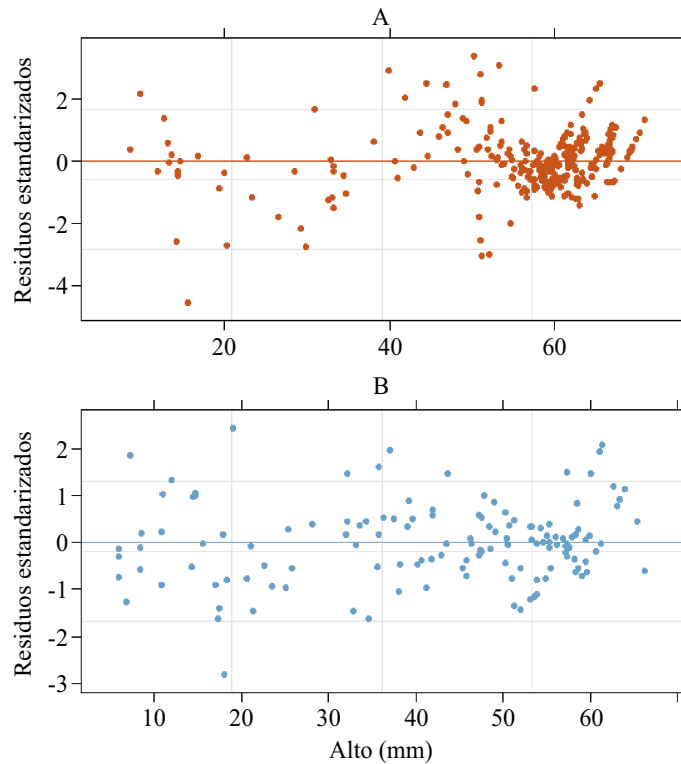


Figura 6. Residuales del modelo de Richards para cada población (El Sótano (A) y Playa Villarino (B)) asumiendo varianza homogénea.

Figura 6. Residuals from Richards model for each population (El Sótano (A) and Playa Villarino (B)) assuming homogeneous variance.

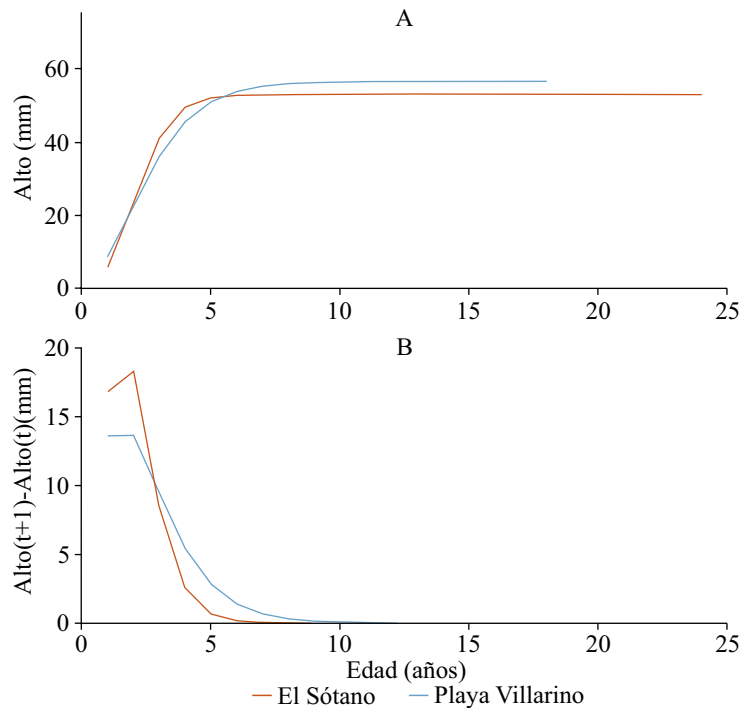


Figura 7. A) Relación entre el alto de la valva y la edad predichas por el Modelo de Richards para *Ameghinomya antiqua* en El Sótano y Playa Villarino. B) Relación entre la tasa de crecimiento y la edad predichas por el Modelo de Richards para *A. antiqua* en El Sótano y Playa Villarino.

Figure 7. A) Relationship between height and age predicted by the Richards Model for *Ameghinomya antiqua* in El Sótano and Playa Villarino. B) Relationship between growth rate and age predicted by Richards Model for *A. antiqua* in El Sótano and Playa Villarino.

tante, el comportamiento del modelo antes de este punto difiere entre poblaciones. En El Sótano, se aprecia un aumento en la tasa de crecimiento previo a dicho punto, mientras que en Playa Villarino se observó una tasa de crecimiento similar entre las edades 1 y 2. Además, aunque en ambas poblaciones la tasa de crecimiento disminuyó después del punto de inflexión, esta disminución se produjo de manera más pronunciada en El Sótano (Figura 7). El A_{∞} fue mayor en Playa Villarino (56,56 mm) en comparación con El Sótano (53,03 mm) (Tabla 4).

Composición del sustrato

En ambas poblaciones, el sustrato fue predominantemente arenoso, aunque difirió en los tamaños de grano. En el caso de la población de

Playa Villarino, las almejas se encontraron en un sustrato compuesto principalmente por arena fina (tamaño medio ponderado de grano = 0,58 mm $DE_{ponderado} = 0,18$ mm). Para el caso de la población de El Sótano, el sustrato estuvo compuesto por fracciones similares de arena fina, arena media y arena gruesa, y una porción de clastos de mayor tamaño (1,73 mm $DE_{ponderado} = 0,29$ mm) (Tabla 5). La composición del sustrato de los dos sitios fue significativamente diferente ($p < 0,0001$). El análisis de kurtosis y asimetría de la composición del sedimento de ambos sitios, reveló que la distribución platicúrtica (coeficiente de kurtosis Playa Villarino = 0,32; coeficiente de kurtosis de El Sótano = 0,09) y asimétrica a la derecha (coeficiente de asimetría Playa Villarino = 0,53; coeficiente de asimetría en El Sótano = 0,26).

Tabla 4. Parámetros de los modelos de Richards para cada población. Modelo IV: Φ_1 y Φ_2 representan los parámetros estimados de autocorrelación con un retardo de 1 y 2, respectivamente. gl: grados de libertad.

Table 4. Parameters of Richards models for each population. Model IV: Φ_1 and Φ_2 represent estimated autocorrelation parameters with a lag of 1 and 2, respectively. gl: degrees of freedom.

El Sótano					
	Valor	Error estándar	gl	t	p
Modelo II					
A_∞	62,68	0,74	305	84,93	< 0,0001
k	0,40	0,03	305	14,26	< 0,0001
t_0	0,28	0,21	305	1,31	0,19
D	1,19	0,09	305	12,77	< 0,0001
Modelo IV					
A_∞	53,03	3,05	305	17,37	< 0,0001
k	1,36	0,16	305	8,26	< 0,0001
t_0	2,05	0,14	305	14,04	< 0,0001
D	-0,54	0,19	305	-2,88	0,004
		$\Phi_1 = 1,28$			$\Phi_2 = -0,29$
Playa Villarino					
Modelo II					
A_∞	59,20	1,80	115	32,80	< 0,0001
k	0,55	0,063	115	9,80	< 0,0001
t_0	1,55	0,18	115	8,34	< 0,0001
D	0,37	0,13	115	2,83	0,005
Modelo IV					
A_∞	56,56	1,29	115	43,81	< 0,0001
k	0,74	0,08	115	9,39	< 0,0001
t_0	1,95	0,18	115	10,59	< 0,0001
D	-0,09	0,18	115	-0,53	0,5
		$\Phi_1 = 0,53$			$\Phi_2 = 0,40$

DISCUSIÓN

El presente trabajo aporta información sobre los aspectos poblacionales y el crecimiento individual de ejemplares de *A. antiqua* del noroeste

del Golfo San Matías. Las poblaciones difieren tanto en estructura demográfica como en el crecimiento individual. Esta información es necesaria puesto que actualmente opera una pesquería sobre la población local de Playa Villarino y no se tiene información de base para proponer medidas de manejo.

Tabla 5. Composición de tamaño de grano del sustrato en Playa Villarino y en El Sótano a 18 m de profundidad en marea baja.
 Table 5. Substrate size composition of substrate at Playa Villarino and El Sótano at 18 m depth at low tide.

Tipo de grano	Tamaño (mm)	Composición de la muestra de suelo (%)	
		Playa Villarino	El Sótano
Arena muy fina	0,063-1,125	2,2	0,5
Arena fina	0,125-0,25	89,3	20,3
Arena media	0,25-0,50	1,9	28,8
Arena gruesa	0,50-1,0	0,9	18,8
Arena muy gruesa	1,0-2,0	0,9	11,8
Grava muy fina	2,0-4,0	1,2	8,2
Grava fina	4,0-8,0	1,9	6,3
Grava media	> 8,0	1,9	5,4

Las poblaciones de El Sótano y de Playa Villarino son significativamente distintas en sus estructuras de edades. La población local de El Sótano está integrada por individuos longevos que corresponden principalmente a una única cohorte con reclutamiento en 1996 (moda 21 años). En esta población es casi nula la representación de almejas menores a los 15 años. La estructura de edades de Playa Villarino, por el contrario, describe una población con un rango amplio de edades, mayoritariamente jóvenes. En esta población hay una gran representatividad de la cohorte de 2014 (individuos de 3 años). El reclutamiento de esta población local parecería haber sido constante durante las últimas dos décadas, teniendo un mayor éxito en la última (2010 a 2019). El hecho de que cada población local esté dominada por una o unas pocas clases de edades pareciera caracterizar a la especie. Escati-Peñaloza (2005) analizó los bancos del Golfo San José, y constató que las cohortes dominantes fueron las de 1995, 1996 y 1997. Verdinelli y Schuldt (1976) registraron dominancia de individuos de 3 años en los bancos del Golfo Nuevo (cohorte 1969).

Las estructuras demográficas opuestas entre las dos poblaciones estudiadas en este trabajo, generan interrogantes en relación a si las poblaciones son

independientes una de otra, o si conforman poblaciones locales de una metapoblación (Orensanz y Jamieson 1998). Un fenómeno oceanográfico que sería importante evaluar para la dinámica larvaria de estas poblaciones locales es el que sucede en la boca del Golfo San José, que produce un jet de aguas más turbias y frías que ingresa en el Golfo San Matías (Amoroso y Gagliardini 2010). Esta entrada de agua podría contener larvas de *A. antiqua* y aportar juveniles desde poblaciones más australes a poblaciones distantes. Este fenómeno podría afectar a la población de El Sótano, ya que las cohortes numerosas son las de los años 1994 a 1999, y coinciden con las cohortes numerosas de las poblaciones del Golfo San José (cohortes de 1995, 1996 y 1997) (Escati-Peñaloza 2005). La escasez de juveniles en El Sótano encuentra tres explicaciones posibles: los reclutamientos en esta población local habrían fracasado durante la última década; el destino de los reclutas es otra población (ya sea Playa Villarino o poblaciones alejadas); o existe una saturación del nicho. De ocurrir el segundo caso, podría explicar el hecho de que cohortes de ciertos años no estén representadas en El Sótano, pero que estén bien representadas en Playa Villarino. Teniendo en cuenta la amplitud de mareas y el sentido horario de las corrientes oceanográficas

de la zona, se puede suponer que hay una mezcla entre las aguas que circundan ambas poblaciones, por lo cual un flujo larvario entre estas poblaciones es factible. Al no tener datos precisos de densidad de almejas ni estudios sobre reproducción en las poblaciones del noroeste del Golfo San Matías, se dificulta evaluar si la falta de reclutamiento responde a cuestiones densodependientes. Por otra parte, en el período 1979-1980, la población de *E. purpurata* de Playa Villarino tuvo un reclutamiento excepcionalmente exitoso (Morsan y Orensanz 2004). Transcurrieron varias décadas hasta que volviera a ocurrir, cuando la mortalidad natural y la pesca generaron una merma de la población suficiente como para la incorporación de juveniles (Saldaño 2022). La ausencia de individuos jóvenes en la población de *A. antiqua* de El Sótano, sugiere que el mismo fenómeno podría haber ocurrido en esa población.

Las diferencias en las tallas y pesos de valvas observadas entre las dos poblaciones podrían en parte atribuirse a las diferencias observadas en las estructuras de edades, pero también a diferencias ambientales (topografía, temperatura del agua de mar, circulación de corrientes que provoquen la retención de alimento, y/o las densidades de almejas). Las poblaciones de *A. antiqua* a menudo suelen encontrarse en áreas de alta productividad primaria, asociadas a zonas de surgencia (Urban 1996). Desde una perspectiva a macroescala, las poblaciones de El Sótano y Playa Villarino se localizan sobre la misma isobata (18 m), distanciadas unos 30 km entre sí. Playa Villarino se encuentra en un área con variación abrupta de profundidad, que genera un área de surgencias, y por ende una alta productividad. La disponibilidad de alimento para los bivalvos es una de las variables más importantes a la hora de analizar el crecimiento (Fiori y Morsan 2004), junto con los mecanismos de denso-dependencia (Morsan y Orensanz 2004).

En cuanto al crecimiento individual, se destaca que los individuos de ambas poblaciones experimentan un crecimiento acelerado durante los primeros cinco años de vida, momento a partir del cual el ritmo de crecimiento prácticamente se

detiene. Este patrón de rápido crecimiento inicial coincide con observaciones realizadas en otras poblaciones de la costa atlántica patagónica, tanto extintas como presentes (Escati-Peñaloza et al. 2010; Rubo et al. 2018; Morán 2019). Además, en concordancia con las poblaciones previamente estudiadas (Escati-Peñaloza et al. 2010; Morán 2019), se identifica un punto de inflexión alrededor de los 2 años y 22 mm de alto en ambas poblaciones. El comportamiento de los datos previo al punto de inflexión difiere entre las poblaciones. En el caso de El Sótano, y en consonancia con los hallazgos de Morán (2019), la tasa de crecimiento va en aumento hasta alcanzar el punto de inflexión. Por el contrario, en Playa Villarino, la tasa de crecimiento se mantiene relativamente estable hasta llegar al mismo punto.

La talla asintótica resultó diferente entre las poblaciones analizadas, indicando que las almejas de Playa Villarino podrían alcanzar tallas superiores. Este resultado genera interrogantes, particularmente al contrastarlo con el promedio de los altos de los individuos mayores a 5 años, el cual fue superior en El Sótano (60,12 mm, DE = 5,26 mm) que en Playa Villarino (54,57 mm, DE = 6,08 mm). Es relevante mencionar que el modelado del crecimiento individual está condicionado por la estructura de edades de la muestra analizada. Para una estimación adecuada de la talla asintótica, es crucial contar con varios individuos que alcancen la edad en la cual el crecimiento se detiene (Živkov et al. 1999). En el caso de Playa Villarino, la mayoría de los individuos utilizados en la muestra no superaron los diez años, lo que podría resultar en una sobreestimación del valor de la talla asintótica. En cuanto a la talla asintótica encontrada en El Sótano, fue significativamente menor a la reportada por Morán (2019) para la misma población (83,03 mm). Sin embargo, las tallas de los ejemplares analizados por Morán (2019) no superaron los 75,00 mm (con un único individuo de 82 mm), lo cual hace suponer una sobreestimación de la talla asintótica, ya que la talla promedio de los individuos a la edad de 13 años fue de 64,64 mm. Otra explicación para

las diferencias en las estimaciones de los parámetros entre ambos estudios podría estar dada por el tipo de modelo empleado, siendo que, en nuestro análisis, el modelo que mejor se ajustó a nuestros datos incorporó la autocorrelación de grado 2. Por otra parte, al comparar todas las tallas asintóticas obtenidas en los estudios previos de la especie, se observan diferencias entre todas las poblaciones locales de la costa atlántica patagónica, incluso en aquellas relativamente cercanas, como es el caso de las poblaciones del Golfo San José (Escati-Peñaloza 2005). Morán (2019) ha descartado que estas diferencias correspondan a un gradiente latitudinal. Las diferencias en la talla asintótica estarían dadas por las características ambientales e hidrográficas de cada sitio. Escati-Peñaloza (2005) identificó los valores más altos en las poblaciones del noroeste del Golfo San José, una zona caracterizada por temperaturas más frías en verano y generalmente más productiva (Amoroso 2004). Aunque El Sótano y Playa Villarino son sitios relativamente cercanos, presentan diferencias en cuanto a características topográficas, disponibilidad de alimento y sedimento, que podrían explicar las diferencias observadas en este estudio. En relación al sedimento, en el caso de Playa Villarino, el sustrato está compuesto principalmente por arena fina, mientras que la población de El Sótano posee un sustrato compuesto por fracciones iguales de arena fina, arena media y arena gruesa, y una porción de clastos de mayor tamaño. A modo de observación, las almejas de Playa Villarino presentaron valvas con forma redondeada; en cambio, en El Sótano los individuos fueron más finos y largos. Trabajos previos sobre la morfología de venéridos observaron que, en ambientes con menor energía y con sedimentos más finos, los bivalvos presentan formas redondeadas; en cambio, en sitios con sedimentos más gruesos, asociados a ambientes con mayor energía, las formas de las valvas eran alargadas y achatadas (Aguirre et al. 2015). Otros autores postulan que las diferencias en la forma de los individuos estarían relacionadas con las velocidades de enterramiento (Nel et al. 2001; Boretto et al.

2014). Estudios futuros sobre las variaciones de la forma utilizando técnicas de morfometría geométrica permitirán evaluar en detalle las diferencias entre estas dos poblaciones, asociar las diferencias a la composición del sedimento y explorar otros factores que determinen las diferencias.

En la costa noroeste del Golfo San Matías, hasta 2021, *A. antiqua* conformaba una pesquería ocasional. Sin embargo, el colapso de la pesquería histórica en esa región por mortalidad masiva del recurso (la pesquería de la almeja púrpura *E. purpurata*), hace suponer que la pesquería de almeja blanca se desarrollará en los años próximos en la zona de Playa Villarino. Debe tenerse en cuenta que la pesquería de *A. antiqua* es multiespecífica, ya que esta especie se extrae en conjunto con *E. exalbida*. Los pescadores extraen ejemplares de las dos especies sin diferenciarlas, denominando a ambas especies “almeja blanca”. Las dos especies son parecidas, aunque *E. exalbida* presenta costillas radiales y co-marginales en la ornamentación externa que se vuelven más suaves en sectores de la valva, mientras que las valvas de *A. antiqua* muestran costillas igualmente desarrolladas en toda la superficie de la valva (Pérez et al. 2013). Esta similitud morfológica representa una complejidad importante en la generación de medidas de manejo para la pesquería. Se tiene poca información biológica sobre *E. exalbida* del Golfo San Matías (Doldan et al. 2018), aunque hay varios estudios de las poblaciones del Canal Beagle (Lomovasky et al. 2002). Resulta relevante que se profundice la información sobre las poblaciones de *E. exalbida* para poder lograr un co-manejo exitoso de ambas especies.

Las características biológicas de *A. antiqua* serían compatibles para una actividad pesquera ya que, si bien es una especie longeva, crece rápidamente los primeros 5 años de vida. Además, si bien se desconoce la biología reproductiva de la especie en las poblaciones de este estudio (El Sótano y Playa Villarino), en las poblaciones más australes la especie alcanza una talla de primera madurez entre los 20 y 40 mm a una edad que corresponde con las tallas registradas entre el primer y el tercer

año de vida (Lozada y Bustos 1984; Reyes et al. 1995; Verdinelli and Schuldt 1976). Se puede asumir que las poblaciones de *A. antiqua* de El Sótano y de Playa Villarino poseen individuos que en su mayoría alcanzaron la madurez sexual, ya que las tallas superan los 40 mm y son mayores de 3 años. Por otro lado, la medida de manejo indicada por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura de Chile, es de una talla mínima de extracción de 55 mm de alto, sin la necesidad de vedas estacionales. Las poblaciones del noroeste del Golfo San Matías alcanzan esa talla a una edad temprana (entre 3 y 6 años), por lo que una talla mínima de recolección de 55 mm podría utilizarse como medida precautoria de manejo en estas poblaciones locales hasta que se obtenga información sobre reproducción de los organismos de esos bancos. Todos estos aspectos apuntan a favorecer las poblaciones para soportar una presión pesquera, aunque es necesario realizar estudios sobre abundancia, densidad, distribución y reproducción en ambas poblaciones, así como profundizar en cómo son las interacciones entre estas poblaciones con las del sur del Golfo San Matías y las del Golfo San José.

AGRADECIMIENTOS

Las muestras de sedimento fueron analizadas en Laboratorio de biodiversidad y servicios ecosistémicos de la Escuela Superior de Ciencias Marinas, Universidad Nacional del Comahue con asistencia de la Dra. Marianela Gastaldi. Los autores agradecen a la Subsecretaría de Pesca de la Provincia de Río Negro por brindar los datos de la estadística pesquera correspondiente a 2022.

Contribución de autores

Paula C. Zaidman: conceptualización, metodología, supervisión, análisis formal, visualización, escritura, revisión y edición. Adquisición de fondos

y administración del proyecto. Francisco E. Surdo: conceptualización, metodología, recopilación de datos, análisis formal, visualización, escritura, revisión y edición. Rocío Velasquez: recopilación de datos y visualización. M. Socorro Doldan: conceptualización, metodología, supervisión, análisis formal, visualización, escritura, revisión y edición. Adquisición de fondos y administración del proyecto.

REFERENCIAS

- AGUIRRE ML, RICHIANO S, ALVAREZ A, FARINATI EA. 2015. Reading shell shape: implications for palaeoenvironmental reconstructions. A case study for bivalves from the marine Quaternary of Argentina (south-western Atlantic). *Hist Biol.* 28 (6): 753-773. DOI: <https://doi.org/10.1080/08912963.2015.1026898>
- AMOROSO R. 2004. Heterogeneidad especial en la dinámica de la metapoblación de vieira tehuelche (*Aequipecten tehuelchus*) del golfo San José [tesis de licenciatura]. Puerto Madryn: Universidad Nacional de la Patagonia "San Juan Bosco". 55 p.
- AMOROSO RO, GAGLIARDINI DA. 2010. Inferring complex hydrographic processes using remote-sensed images: turbulent fluxes in the patagonian gulfs and implications for scallop metapopulation dynamics. *J Coast Res.* 26 (2): 320-332. DOI: <https://doi.org/10.2112/08-1095.1>
- BARRIONUEVO DN, SCHULDT M, VERDINELLI MA. 1976. Nuevas consideraciones ecológicas sobre la cholguera de Punta Loma. Golfo Nuevo-Chubut. *Revista del Museo de La Plata, Sección Zoología.* 12: 167-181.
- BORRERO GM, BARANZELLI MC, GORDILLO S, CONSOLONI I, ZANCHETTA G, MORÁN G. 2014. Shell morphometric variations in a Patagonian Argentina clam (*Ameghinomya antiqua*) from the Mid-Pleistocene (MIS 7) to the pres-

- ent. *Quat Int.* 352: 48-58. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.09.033>
- BORZONE CA. 1992. El ciclo gonadal de *Venus antiqua* King & Broderip, 1835 (Bivalvia, Veneridae) por *Polinices* sp. (Gastropoda, Naticidae). *Atlantica*. 10: 75-84.
- BROWN JR. 1988. Multivariate analyses of the role of environmental factors in seasonal and site-related growth variation in the Pacific oyster *Crassostrea gigas*. *Mar Ecol Prog Ser.* 45: 125-236.
- CADIMA EL. 2003. Manual de evaluación de recursos pesqueros. FAO Documento Técnico de Pesca. N° 393. 185 p.
- CANTY A, RIPLEY BD. 2020. boot: Bootstrap R(S-Plus) Functions. R package versión 1.3-25. <https://cran.r-project.org/web/packages/boot/index.html>.
- CARCELLES AR. 1946. Mariscos de las costas argentinas. *Argentina Austral.* 18: 18-21
- CASTELLANOS JA. 1967. Catálogo de los moluscos marinos bonaerenses. *Anales de la Comisión de Investigación Científica de la Provincia de Buenos Aires (CIC).* 8.
- CIOCCO NF. 1994. La pesquería de vieiras mediante buceo del Golfo San José (Chubut, Argentina): teoría y práctica de su manejo. Taller Diagnóstico y perspectivas de las pesquerías artesanales en América Austral (Chile-Argentina). IFOP-Chile/MAAF-U. Washington/Tinker Foundation. Puerto Montt. p. 7-8.
- CIOCCO NF. 2006. Relevamiento de bancos de bivalvos de interés marisquero en la porción sur del Golfo San Matías. Informe Técnico N° 18 del LAPEMAR. CENPAT, Puerto Madryn.
- CLASING E, BREY T, STEAD R, NAVARRO J, ASEN-CIO G. 1994. Population dynamics of *Venus antiqua* (Bivalvia: Veneracea) in the Bahía de Yaldad, Isla de Chiloé, Southern Chile. *J Exp Mar Biol Ecol.* 177: 171-186. DOI: [https://doi.org/10.1016/0022-0981\(94\)90235-6](https://doi.org/10.1016/0022-0981(94)90235-6)
- CREMONTE F. 1999. Estudio parasitológico de bivalvos que habitan ambientes marinos y mixohalinos en Argentina [tesis doctoral]. La Plata: Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata. 207 p.
- CRANFIELD HJ, MICHAEL KP, FRANCIS RICC. 1996. Growth rates of five species of subtidal clam on a beach in the South Island, New Zealand. *Mar Freshwat Res.* 47: 773-784.
- DOLDAN MS, GIMENEZ LH, MORSAN EM. 2018. *Eurhomalea exalbida* (Dillwyn, 1817): información preliminar de las poblaciones del Golfo San Matías. Informe interno CIMAS. N° 17/2018. Centro de Investigación Aplicada y Transferencia Tecnológica en Recursos Marinos “Almirante Storni”, San Antonio Oeste.
- DOWLING NA, SMITH DC, KNUCKEY I, SMITH ADM, DOMASCHENZ P, PATTERSON HM, WHITELAW W. 2008. Developing harvest strategies for low-value and data-poor fisheries: case studies from three Australian fisheries. *Fish Res.* 94 (3): 380-390. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2008.09.033>
- DOWLING NA, DICHMONT CM, VENABLES W, SMITH ADM, SMITH DC, POWER D, GALEANO D. 2013. From low-to high-value fisheries: is it possible to quantify the trade-off between management cost, risk and catch? *Mar Policy.* 40: 41-52.
- ESCATI-PEÑALOZA G. 2005. Variación espacial en el crecimiento individual de la almeja rayada *Ameghinomya antiqua* (P. P. King, 1832), en el Golfo San José [tesis de licenciatura]. Puerto Madryn: Universidad San Juan Bosco. p. 68.
- ESCATI-PEÑALOZA G, PARMA AM, ORENSANZ JL. 2010. Analysis of longitudinal growth increment data using mixed-effects models: individual and spatial variability in a clam. *Fish Res.* 105 (2): 91-101.
- ESCOFET AM, OLIVIER SR, ORENSANZ JM, SCARABINO VM. 1977. Biocenología bentónica del Golfo de San Matías (Río Negro, Argentina): Metodología, experiencias y resultados del estudio ecológico de un gran espacio geográfico en América Latina. Informe N° DOC0083.
- FIELD A, MILES J, FIELD Z. 2012. *Discovering Statistics Using R.* 1ra ed. Londres: SAGE Publi-

- cation Ltd.
- FIORI SM, MORSAN EM. 2004. Age and individual growth of *Mesodesma mactroides* (Bivalvia) in the southernmost range of its distribution. ICES J Mar Sci. 61: 1253-1259. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.icesjms.2004.07.025>
- HADDON M. 2001. Modelling and quantitative methods in fisheries. Florida: Chapman & Hall/CRC.
- HILBORN R, MAGUIRE JJ, PARMA AM, ROSENBERG AA. 2001. The Precautionary Approach and risk management: can they increase the probability of success in fishery management? Can J Fish Aquat Sci. 58: 99-107. DOI: <https://doi.org/10.1139/f00-225>
- KUBE J, PETERS C, POWILLEIT M. 1996. Spatial variation in growth of *Macoma balthica* and *Mya arenaria* (Mollusca, Bivalvia) in relation to environmental gradients in the Pomeranian Bay (Southern Baltic Sea). Arch Fish Mar Res. 44: 81-93.
- JEREZ G, PONCE F, RIVAS D. 1991. Análisis de la explotación del recurso almeja (*Venus antiqua antiqua* King y Broderip, 1935) en la Bahía de Ancud, Chile. Invest Pesq. 36: 3-16.
- LOMOVASKY BJ, BREY T, MORRICONI E, CALVO J. 2002. Growth and production of the venerid bivalve *Eurhomalea exalbida* in the Beagle Channel, Tierra del Fuego. J Sea Res. 48 (3): 209-216. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1385-1101\(02\)00133-8](https://doi.org/10.1016/S1385-1101(02)00133-8)
- LOMOVASKY BJ, LASTA M, VALIÑAS M, BRUSCHETTI M, RIBIERO P, CAMPODÓNICO S, IRIBARNE O. 2008. Differences in shell morphology and internal growth pattern of the Patagonian scallop *Zygochlamys patagonica* in the four main beds across their SW Atlantic distribution range. Fish Res. 89: 266-275.
- LOZADA E, BUSTOS H. 1984. Madurez sexual y fecundidad de *Venus antiqua* (King y Broderip 1835) en la Bahía de Ancud (Mollusca: Bivalvia: Veneridae). Rev Biol Mar. 20 (2): 91-112.
- MAIR P, WILCOX R. 2020. Robust Statistical Methods in R Using the WRS2 Package. Behav Res Methods. 52: 464-488.
- MORÁN G. 2019. La almeja rayada (*Ameghinomya antiqua*) como archivo climático y ambiental en el Holoceno de Patagonia Argentina [tesis doctoral]. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba. 174 p.
- MORÁN G, MARTÍNEZ JJ, REYNA PB, MARTÍN J, MALITS A, GORDILLO S. 2022. Identifying environmental drivers of shell shape and size variation in a widely distributed marine bivalve along the Atlantic Patagonian coast. Zooloogischer Anzeiger. 299: 49-61. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcz.2022.05.003>
- MORSAN EM, ORENSANZ JM. 2004. Age structure and growth in an unusual population of purple clams, *Amiantis purpuratus* (Lamarck, 1818) (Bivalvia: Veneridae), from Argentina Patagonia. J Shellfish Res. 23: 73-80.
- MORSAN EM, KROECK MA. 2005. Reproductive cycle of purple clam, *Amiantis purpurata* (Bivalvia: Veneridae) in northern Patagonia (Argentina). J Mar Biol Assoc UK. 85: 1-7. DOI: <https://doi.org/10.1017/S002531540501129Xh>
- NARVARTE M, GONZÁLES R, FILIPPO P. 2007. Artisanal mollusc fisheries in San Matías Gulf (Patagonia, Argentina): an appraisal of the factors contributing to unsustainability. Fish Res. 87 (1): 68-76. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2007.06.012>
- NEL R, McLACHLAN A, WINTER DP. 2001. The effect of grain size on the burrowing of two *Donax* species. J Exp Mar Biol Ecol. 265 (2): 219-238. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0022-0981\(01\)00335-5](https://doi.org/10.1016/S0022-0981(01)00335-5)
- ORENSANZ JM, JAMIESON GS. 1998. The assessment and management of spatially structured stocks: an overview of the North Pacific Symposium on Invertebrate Stocks Assessment and Management. En: JAMIESON GS, CAMPBELL A, editores. Proceeding of the North Pacific Symposium on invertebrate Stock Assessment and Management. Can Spec Publ Fish Aquat Sci. 125: 441-460.
- ORENSANZ JM, PARMA AM, TURK T, VALERO J.

2005. Population dynamics, assessment and management. En: SHUMWAY S, editor. *Scallops: biology, ecology and aquaculture*, 2da ed. Amsterdam: Elsevier. p 765-868.
- OSORIO C, FRASSINETTI D, BUSTOS E. 1983. Taxonomía y morfometría de *Venus antiqua antiqua* King & Broderip. 1835 (Molusca, Bivalvia, Veneridae). *Tethys*. 11 (1): 49-56.
- PÉREZ DE, DEL RÍO CJ, NIELSEN SN. 2013. Sistemática y filogenia del género *Ameghinomya* Ihering, 1907 (Bivalvia: Chioninae) del Cenoico de Argentina y Chile. *Ameghiniana*. 50 (3): 354-374. DOI: <https://doi.org/10.5710/AMGH.30.04.2013.594>
- PINHEIRO, J, BATES D. 2002. Mixed-effects models in S and S-PLUS. Springer Science & Business Media. 530 p.
- PINHEIRO J, BATES D, R CORE TEAM. 2023. nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models. R package version 3.1-162. <https://CRAN.R-project.org/package=nlme>.
- R CORE TEAM. 2023. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- REYES A, BARAHONA N, ASENCIO V, ROBOTHEN H, LOZADA E, ROA R, JERÉZ G, CARMONA A, PEZO V, MIRANDA H. 1995. Monitoreo de la almeja en la X Región. IFOP. Informe Final FIP-IT/93-14. Instituto de Fomento Pesquero, Chile.
- RIVAS A, BEIER E. 1990. Temperature and salinity fields in the north patagonian gulfs. *Oceanol Acta*. 13 (1): 15-20.
- RUBO S, AGUIRRE ML, RICHIANO SM, MEDINA RA, SCHÖNE BR. 2018. *Leukoma antiqua* (Bivalvia) - a high-resolution marine paleoclimate archive for southern South America? *Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol*. 505: 398-409. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2018.06.024>
- SALAZAR PINTO RC, DEL CASTILLO GALARZA RS. 2018. Fundamentos básicos de estadística. Quito.
- SALDAÑO M. 2022. Pesquería artesanal de moluscos del Golfo San Matías: Caracterización de aspectos biológicos y económicos de la pesquería de *Eucallista purpurata* (almeja púrpura) y *Panopea abbreviata* (almeja panopea) [tesis de grado]. Río Negro: Universidad Nacional del Comahue. 76 p.
- SEBENS KP. 1982. The limits to indeterminate growth: an optimal size model applied to passive suspension feeders. *Ecology*. 63 (1): 209-222.
- SEBENS KP. 1987. The ecology of indeterminate growth in animals. *Ann Rev Ecol Syst*. 18: 371-407.
- SEBENS K, SARÀ G, NISHIZAKI M. 2017. Energetics, particle capture, and growth dynamics of benthic suspension feeders. En: ROSSI S, BRAMANTI L, GORI A, OREJAS C, editores. *Marine Animal Forests*. Cham: Springer. p. 813-854. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-21012-4_17
- [SERNAPESCA] SERVICIO NACIONAL DE PESCA Y ACUICULTURA. 2023. Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, Chile. [consultado noviembre 2023]. <https://www.sernapesca.cl/>.
- TONINI M. 2010. Modelado numérico del ecosistema de los Golfos Norpatagónicos [tesis doctoral]. Bahía Blanca: Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca. p. 260.
- URBAN JH. 1996. Population dynamics of the bivalves *Venus antiqua*, *Tagelus dombeii* and *Ensis macha* from Chile at 36° S. *J Shellfish Res*. 15 (3): 719-727.
- VELASQUEZ R. 2022. Revisión del ciclo reproductivo de *Eucallista purpurata* (Lamarck, 1818) (= *Amiantis purpurata*) (Bivalvia: Veneridae) en Península Villarino (Golfo San Matías, Río Negro) e interacción con su fauna parasitaria. [tesis de licenciatura]. Río Negro: Universidad Nacional del Comahue. 88 p.
- VERDINELLI MA, SCHULDT M. 1976. Consideraciones preliminares sobre aspectos de la dinámica poblacional y reproducción de la almeja rayada (*Ameghinomya antiqua* King-Chionidae) en Punta Loma Golfo Nuevo-Chubut. *Revista del Museo de La Plata, Sección Zoología*. 119: 183-202.

- WILLIAMS GN, ZAIDMAN PC, GLEBOCKI NG, NARVARTE MA, GONZÁLEZ RAC, ESTEVES JL, GAGLIARDINI DA. 2014. Comparison between remotely-sensed sea-surface temperature (AVHRR) and in situ records in San Matías Gulf (Patagonia, Argentina). *Lat Am J Aquat Res.* 42 (1): 192-203. DOI: <https://doi.org/10.3856/vol42-issue1-fulltext-16>
- WICKHAM H. 2009. *ggplot2: elegant graphics for data analysis*. Nueva York: Springer. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-0-387-98141-3>
- WICKHAM H, FRANCOIS R. 2016. *dplyr: a grammar of data manipulation*. R package version 0.5.0. <https://CRAN.R-project.org/package=dplyr>.
- ZAIXSO HE. 1996. Distribución y abundancia de bivalvos de fondos blandos submareales del Golfo San José y sur del Golfo San Matías (Chubut, Argentina). *Medio Ambiente (Chile)*. 36: 43-56.
- ŽIVKOV MT, TRICHKOVA TA, RAIKOVA-PETROVA GN. 1999. Biological reasons for the unsuitability of growth parameters and indices for comparing fish growth. *Environ Biol Fish.* 54: 67-76.

