



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA, BIOQUÍMICA Y FARMACIA

Determinación de parámetros biológicos de la población *Porichthys porosissimus* del Estuario de Bahía Blanca.

ALUMNA: Barasich Camila.

DIRECTOR: Molina Juan Manuel.

Bahía Blanca

2025

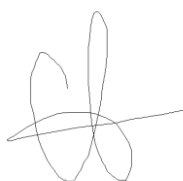
Fecha de defensa oral:



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA, BIOQUÍMICA Y FARMACIA

Determinación de parámetros biológicos de la población *Porichthys porosissimus* del Estuario de Bahía Blanca.

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS



Firma del Alumno/a



Firma del Director/a

Título abreviado: Parámetros biológicos de *Porichthys porosissimus* en el sur bonaerense.



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA, BIOQUÍMICA Y FARMACIA

Determination of biological parameters of the population of *Porichthys porosissimus* of Bahía Blanca Estuary

BACHELOR'S THESIS IN BIOLOGICAL SCIENCES

Short title: Biological parameters of *Porichthys porosissimus* in southern Buenos Aires

AGRADECIMIENTOS

Quiero iniciar agradeciendo a mi director, el Dr. Juan Manuel Molina, por su paciencia, su entrega y todo el conocimiento compartido; y a mi docente consejera, la Dra. María Constanza Andrade, por estar siempre disponible cada vez que la necesité, y siempre con la mejor onda. También quiero agradecerle a la Dra. Gabriela Blasina por acompañarnos en todo el proceso de realización de esta tesis.

Al Laboratorio de Vertebrados de la Universidad Nacional del Sur por facilitarme el espacio de trabajo. Y, por supuesto, a la Universidad Nacional del Sur (UNS) y al Departamento de Biología, Bioquímica y Farmacia (BByF) por permitirme formarme profesionalmente en una universidad pública y de calidad.

Un agradecimiento muy especial a mis *facuamigos*, que hicieron de mi vida universitaria algo mucho más divertido y llevadero. Y a mis amigos de la vida, por estar ahí siempre que los necesito, a pesar de la distancia y de que cada uno esté viviendo cosas totalmente distintas.

Y por último, pero lo más importante de todo: a mi familia, por bancarme siempre. Sobre todo a mis papás, que nunca me soltaron la mano, y a mi hermana, que como siempre digo, es mi persona favorita en el mundo.

RESUMEN

Porichthys porosissimus es una especie de la familia Batrachoididae. Se caracteriza por hábitos bentónicos y nocturnos, desplazamientos lentos y una tendencia a permanecer semienterrada en el sustrato, alimentándose principalmente de peces y crustáceos. Los ejemplares analizados en este estudio fueron obtenidos como captura incidental de la pesca artesanal dirigida al camarón y langostino en el estuario de Bahía Blanca. Se evaluaron variables morfométricas, tróficas y reproductivas con el objetivo de determinar parámetros biológicos de la especie. Los resultados indicaron un crecimiento isométrico en ambos sexos, baja intensidad alimentaria e índices de vacuidad elevados, lo que sugiere una limitada actividad trófica durante la época reproductiva. Se determinó una época de desove en enero, y una L_{t50} de 235,4 mm para los machos, mientras que no fue posible estimarla para las hembras. Se observó la presencia de dos morfotipos de machos, y una marcada diferencia sexual en cuanto a los parámetros morfométricos. Los resultados obtenidos permiten concluir que la pesca incidental afecta a la porción reproductivamente activa de la población de *P. porosissimus* que habita en el estuario de Bahía Blanca.

Palabras clave: Batrachoididae, Biología reproductiva, Ecología trófica.

ABSTRACT

Porichthys porosissimus is a species of the family Batrachoididae. It is characterized by benthic and nocturnal habits, slow movements, and a tendency to remain partially buried in the substrate, feeding mainly on fish and crustaceans. The specimens analyzed in this study were obtained as bycatch from the artisanal fishery targeting shrimp and prawns in Bahía Blanca estuary. Morphometric, trophic and reproductive variables were evaluated in order to determine biological parameters of the species. The results indicated isometric growth in both sexes, low feeding intensity, and high stomach emptiness indexes, suggesting limited trophic activity during the reproductive period. The spawning period was determined to occur in January, and an L_{50} of 235.4 mm was estimated for males, while it was not possible to estimate it for females. Two male morphotypes were observed, as well as a marked sexual dimorphism in morphometric parameters. The results suggest that bycatch affects the reproductively active portion of the *P. porosissimus* population inhabiting the Bahía Blanca estuary.

Key words: Batrachoididae; Reproductive biology; Trophic ecology.

Introducción.....	1.
Materiales y métodos	
• Área de estudio y muestreo.....	5.
• Obtención de peces y procesamiento de muestras.....	6.
• Morfometría.....	7.
• Ecología trófica	7.
• Reproducción.....	8.
Resultados.....	9.
• Morfometría.....	11.
• Ecología trófica	16.
• Reproducción.....	21.
• Hermafrodita.....	28.
Discusión	
• Morfometría.....	29.
• Ecología trófica	29.
• Reproducción.....	32.
Conclusión.....	35.
Bibliografía.....	36.

INTRODUCCIÓN

La familia Batrachoididae es la única perteneciente al orden Batrachoidiformes. Estos peces de tamaño pequeño a mediano son fácilmente reconocibles por su forma característica, con una cabeza larga, ancha y aplanada. A menudo presentan barbillas y/o lóbulos carnosos alrededor de la boca y un cuerpo que se estrecha hacia la cola. Los ojos se ubican en la parte superior de la cabeza y están dirigidos hacia arriba. Poseen dientes moderadamente fuertes en las mandíbulas y en el techo de la boca (Greenfield, 2008). El opérculo presenta espinas y algunas especies también pueden tenerlas en el subopérculo. Cuentan con dos aletas dorsales, la primera con dos o tres espinas, y la segunda larga con hasta 40 radios blandos. La aleta anal es algo más corta que la segunda dorsal con hasta 39 radios blandos. Las aletas pectorales son grandes y de base ancha, mientras que las aletas pélvicas se encuentran en posición yugular, con una espina y tres radios blandos. Puede presentarse tejido glandular en la región opercular y en la axila de la aleta pectoral, entre los radios pectorales (Greenfield, 2008). La piel puede estar cubierta de escamas o ser desnuda. El sistema de líneas laterales está muy bien desarrollado, pudiendo presentar una sola línea lateral o múltiples, generalmente pequeñas y restringidas a los lados del cuerpo (Greenfield, 2008). Constituyen uno de los grupos más conocidos de peces productores de sonido, lo cual logran al hacer vibrar la vejiga natatoria mediante un único par de músculos sónicos o vocales, que se contraen simultáneamente y están unidos a las paredes externas de la vejiga llena de gas (McIver, 2014).

Dentro de esta familia se encuentra el género *Porichthys*, el cual se caracteriza por rasgos diagnósticos distintivos: presenta dos espinas dorsales y una espina opercular sin surcos, glándulas discretas localizadas en la base de los radios pectorales superiores, un subopérculo poco desarrollado y carente de espina, algunos dientes de tipo caniniforme, cuerpo desnudo y cuatro líneas laterales bien definidas (Menni *et al.*, 1976). Una de las características más distintiva dentro de la familia es la presencia de estructuras bioluminiscentes denominadas fotóforos a lo largo de los costados y en la superficie ventral (Greenfield, 2008). La especie tipo de este género es *Porichthys notatus*. En ella se han descrito glándulas reproductoras accesorias que no producen gametas pero se encuentran íntimamente asociadas a los órganos reproductivos masculinos (Miller *et al.*, 2019). Estas estructuras cumplen diversas funciones, como el almacenamiento y reciclaje de espermatozoides mediante actividad lítica, así como la producción de líquido seminal, el cual acompaña al eyaculado. Dicho fluido desempeña un papel clave en la capacitación espermática, favoreciendo la fecundación e influyendo en los resultados de la competencia espermática, que ocurre cuando más de un macho intenta fecundar un mismo grupo de óvulos (Miller *et al.*, 2019). En esta especie se observa un sistema de tácticas reproductivas alternativas, denominado sistema guardián–infiltrador. Los machos guardianes, también denominados Tipo I, presentan morfotipos robustos, alcanzan la madurez sexual a los dos años, defienden nidos, realizan cortejo y competencia por las hembras e incluso pueden ejercer cuidado parental. Por otro

lado, los machos infiltradores o Tipo II maduran sexualmente al año de vida, son de menor tamaño y adoptan estrategias de fertilización encubiertas, intentando aprovechar el apareamiento entre hembras y machos Tipo I para “robar” fecundaciones.

En Argentina, el género está representado únicamente por *P. porosissimus* (Figura 1), distribuido desde Río de Janeiro (Brasil) hasta el Golfo de San Matías (Argentina), entre los 26°N - 41°S y 98°W - 34°W en aguas subtropicales y templadas (Molina *et al.*, 2012 & Fishbase, 2025). Esta especie alcanza hasta 34 cm de longitud total (Segura *et al.*, 2012) y habita aguas costeras entre los 30 y 200 m de profundidad (Molina *et al.*, 2021). Presenta hábitos nocturnos, movimientos lentos y permanece semienterrada en fondos arenosos o fangosos, donde se alimenta de peces y crustáceos (Lopes-Ferreira *et al.*, 2014). Posee glándulas asociadas a sus espinas operculares, las cuales liberan sustancias tóxicas que pueden causar dolor, edema, inflamación y vasoconstricción tanto en humanos como en otros animales, lo que la convierte en una especie venenosa (Lopes-Ferreira *et al.*, 2014). Además, posee la capacidad de producir sonidos y cuenta con fotóforos, las cuales probablemente estén relacionadas con la comunicación y el comportamiento reproductivo (Vianna *et al.*, 2000). Adicionalmente, se ha documentado que *P. porosissimus* muestra adaptabilidad en el amplio rango de temperaturas y salinidades en las que vive (Moore & Wohlschlag, 1971).



Figura 1: Ejemplar de *Porichthys porosissimus* capturado en el Estuario de Bahía Blanca ente octubre del 2023 y marzo del 2024.

Porichthys porosissimus es una especie que ha presentado distintas interpretaciones taxonómicas en el pasado. Inicialmente, se creía que todas las poblaciones de este género en el Atlántico occidental pertenecían a ésta única especie (Schwartz, 2013). Sin embargo, en la revisión de las especies del

género *Porichthys* realizada por Gilbert (1968) se identificaron seis especies distribuidas en el Atlántico. Este mismo autor separó a la población original de *P. porosissimus* en dos especies: *P. porosissimus* y *P. plectrodon*. La distribución actualmente consensuada por los ictiólogos es la siguiente (Schwartz, 2013):

- *P. plectrodon*: Desde Virginia y el Golfo de México hasta el norte de Brasil.
- *P. bathkeas*: Desde el oeste del Caribe y Honduras hasta Colombia.
- *P. paiciradius*: Desde Costa Rica y Panamá hasta el norte de Brasil.
- *P. oculoferum*: Desde Venezuela hasta el norte de Brasil.
- *P. kymosemeu*: Sólo se conoce en la desembocadura del Amazonas.

La distribución de *P. porosissimus* queda, entonces, acotada desde el sur de Brasil hasta Argentina (Schwartz, 2013). Debido a que no se tenía conocimiento de esta diferenciación taxonómica en el pasado, existen varios trabajos realizados sobre poblaciones identificadas como *P. porosissimus* que posiblemente se refieren a otras especies pertenecientes a este género. Un ejemplo es el trabajo realizado por Lane (1967), cuya investigación fue llevada a cabo en el Golfo de México, en el cual estudia ejemplares de *P. porosissimus*, pero que probablemente pertenezcan a *P. plectrodon*.

En el Estuario de Bahía Blanca, *P. porosissimus* se captura principalmente en la zona comprendida entre Puerto Rosales y la desembocadura del Estuario de Bahía Blanca (López Cazorla, 1987). Esta especie forma parte de la captura incidental de la flota pesquera artesanal local, que opera principalmente desde los puertos de Ingeniero White y Coronel Rosales. La pesca incidental o *bycatch* se define como la retención no intencional de organismos no objetivo o de tallas no deseadas mediante artes de pesca no selectivas (Hall, 1996; Crowder & Murawski, 1998). Las capturas de la flota artesanal se orientan fundamentalmente al langostino (*Pleoticus muelleri*) y al camarón (*Artemesia longinaris*) (Cervellini *et al.*, 2007). Para estas pesquerías se emplean artes de fondo, siendo una de las más utilizadas la red camaronera. Este arte opera amarrado a dos anclas, en sectores de fuerte dinámica mareal, con forma de embudo, bandas laterales y una bolsa central. Su diseño contempla tres tamaños de malla: 60 mm en las bandas, 40 mm desde la boca hasta la mitad de la bolsa y 20 mm en la porción final. Esta configuración tiene la desventaja de permitir la captura incidental de diversas especies junto con la pesca dirigida a los peneidos (Molina *et al.*, 2021).

Las especies con baja resiliencia a las prácticas de pesca pueden verse gravemente afectadas por la captura incidental, lo que representa una preocupación para la conservación de diversos ecosistemas y taxones, notablemente condricios, reptiles y mamíferos marinos, pero también peces óseos (Barker & Schluessel, 2005; Raby *et al.*, 2011; Molina & Cooke, 2012). Las características de la historia de vida de la especie afectada determinarán el potencial impacto del *bycatch* sobre sus poblaciones. No obstante, el conocimiento disponible sobre *P. porosissimus* resulta limitado, sobre todo en el Estuario

de Bahía Blanca. Solo se ha llevado a cabo un estudio sobre su biología en las aguas de Brasil (Vianna *et al.*, 2000), una publicación reciente sobre las pesquerías estacionales en el sudoeste bonaerense (Molina *et al.*, 2021), y algunos trabajos centrados en el análisis de su parasitofauna (Tanzola *et al.*, 1997; Tanzola & Gigola, 2002; Tanzola *et al.*, 2006; Acebal *et al.*, 2011). En este contexto, resulta necesario ampliar el conocimiento sobre los aspectos biológicos y ecológicos de la especie en la región. La hipótesis central de este trabajo es que la fracción poblacional afectada por la pesca incidental de *P. porosissimus* posee características biológicas de relevancia y esenciales para el correcto funcionamiento ecológico y el bienestar de sus poblaciones en el Estuario de Bahía Blanca.

El objetivo general de este estudio fue evaluar los parámetros biológicos de la fracción de la población de *P. porosissimus* capturada incidentalmente por las pesquerías costeras de la provincia de Buenos Aires.

Los objetivos específicos fueron:

- 1) Describir los parámetros morfométricos de *P. porosissimus*.
- 2) Analizar la dieta de *P. porosissimus*.
- 3) Evaluar los parámetros reproductivos de *P. porosissimus*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio y muestreo

Los individuos de *P. porosissimus* analizados en este estudio fueron obtenidos en el Estuario de Bahía Blanca (Figura 2), ubicado en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires y con una superficie aproximada de 3000 km². Los principales tributarios de agua dulce son los ríos Sauce Chico y Napostá Grande. Este estuario presenta una configuración triangular, con canales mayores orientados en dirección NO–SE, y se caracteriza por su costa baja formada por extensas planicies de marea, canales de distintas dimensiones, islas y áreas de marismas (Perillo & Piccolo, 1991).



Figura 2: Estuario de Bahía Blanca. Tomado de Programa de Monitoreo de la Calidad Ambiental de la Zona Interior del Estuario de Bahía Blanca (2014).

Según la composición de las especies de peces que lo habitan, el Estuario de Bahía Blanca se puede dividir en tres zonas. La zona interior está influenciada por las descargas de agua dulce y presenta condiciones abióticas variables. La zona media contiene numerosas islas y marismas que modifican la disponibilidad de hábitats y muestra las mayores variaciones de temperatura. Por último, la zona externa posee condiciones más estables y semejantes a las oceánicas (Molina, 2021), de la cual se

obtuvieron los ejemplares analizados. Las zonas del estuario mayormente afectadas por estas pesquerías son la media y la externa mencionadas anteriormente (Cervellini *et al.*, 2007)

Obtención de los peces y procesamiento de las muestras

Los individuos de *P. porosissimus* se obtuvieron gracias a la colaboración de los pescadores artesanales que operan en el Estuario de Bahía Blanca, los cuales utilizan un arte de captura tradicional: la red camaronera. Los animales fueron recolectados entre Octubre de 2023 y Marzo de 2024. Los peces llegaban separados en cajones al puerto, donde se colocaban en conservadoras para su transporte al laboratorio.

Allí, a cada ejemplar de *P. porosissimus* se le registró: longitud total (Lt, al mm inferior), sexo, estado de madurez gonadal mediante observación macroscópica directa (Tabla 1) y peso total (P), de gónadas (Pg), de hígado (Ph), de glándula accesoria (Pgland) y eviscerado (Pe), en gramos. Finalmente se extrajo el tracto digestivo para estudios de dieta. La determinación de los estadios de madurez de *P. porosissimus* fueron adaptados teniendo en cuenta su morfología, basándose en las clasificaciones propuestas por Montoya-López *et al.*, (2006) y Machinandiaarena *et al.*, (2003) para distintos peces óseos (Tabla 1).

Tabla 1: Estadios de madurez macroscópica determinados para *Porichthys porosissimus* analizados en este estudio, obtenidos en el Estuario de Bahía Blanca en 2024.

Estadio	Hembra	Macho
1: Juvenil	Ovarios con forma filamentosos, no se distinguen ovocitos. Pueden confundirse con testículos.	Testículo con forma de filamento translucido, no se observa esperma al corte.
2: En maduración	Ovario de coloración rosada con escasa irrigación. Se pueden distinguir pocos o nulos ovocitos a simple vista.	Testículo blanquecino. Se observa esperma al corte mas no hay liberación por presión abdominal.
3: Maduros	Ovario funcional, se distinguen varios ovocitos opacos con coloración que va desde amarilla a anaranjada.	Testículos funcionales, turgentes de mayor tamaño que el estadio anterior pero aun sin liberar esperma por presión abdominal. Glándula accesoria desarrollada.
4: Deseve en hembras y fluyente en machos	Ovarios ocupan gran parte de la cavidad abdominal y poseen ovocitos muy hidratados. Puede haber desprendimiento de los mismos.	Testículos blancos con lóbulos muy desarrollados. Liberan esperma por simple presión.
5: Post-deseve	Ovario disminuye de tamaño, esta flácido y con marcada vascularización.	Testículos flácidos y sanguinolentos. También reducen su tamaño respecto al estadio anterior.
6: Reposo	Ovarios reducidos, blanquecinos y no se distinguen ovocitos. Similar al estadio 1	Testículos flácidos, rojizos. No se observa esperma. Similar al estadio 1.

Morfometría

Para estudiar la distribución de tallas se elaboró un gráfico de barras que muestra la frecuencia de los rangos de longitud, agrupados en intervalos de 10 mm. En primera instancia, se representaron todas las tallas en conjunto y, posteriormente, se confeccionaron gráficos individuales por mes con el objetivo de observar las fluctuaciones en la distribución de tallas a lo largo del período de muestreo (Colautti *et al.*, 2010).

Para determinar la relación entre la longitud total y el peso, tanto en hembras como en machos, se realizó una regresión lineal logarítmica entre ambas variables. Mediante una prueba *t* (Zar, 1999), se evaluó si la pendiente obtenida difiere estadísticamente de 3, con el fin de determinar si la especie presenta un crecimiento alométrico o isométrico. Finalmente, se aplicó un análisis de covarianza (ANCOVA) para comparar las pendientes entre machos y hembras y verificar si existe diferencia en el crecimiento (Molina *et al.*, 2017). Adicionalmente, se compararon las variables peso y longitud entre machos y hembras mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (McKigh & Najab, 2010), dado que ambas variables no presentaron una distribución normal según la prueba de Shapiro-Wilk ($p < 0,05$) (Yang & Berdine, 2021).

Ecología trófica

Los contenidos estomacales se identificaron a la menor escala taxonómica posible y se agruparon, contaron y pesaron. A cada ítem presa se le determinó su frecuencia de aparición y su porcentaje en número y peso (Cortés, 1997). La intensidad alimentaria se evaluó mediante el índice de vacuidad (IV) y el índice de repleción (IR) (Molinero y Flos 1992; Okach y Dadzie 1988). Dado el bajo número de estómagos con contenido obtenidos, no se pudo realizar estudios de importancia relativa o estrategia alimentaria.

Para evaluar el estado general de los individuos se utilizó el factor de condición (K) con la fórmula $K = \text{Peso} / (\text{Lt})^3 \times 100$ y el índice hepatosomático (IH) para el cual se utilizó la fórmula $\text{IH} = 100 \times (\text{Phig}/\text{Pevi})$ (Blasina *et al.*, 2020). Estos fueron analizados mediante regresión múltiple con las variables biológicas (peso, longitud total, sexo, estadio de madurez, índice gonadosomático e IR) y el mes de muestreo, con el objetivo de identificar cuáles de ellas explicaban su variación. Fue necesario realizar transformaciones logarítmicas para el modelo de IH (en las variables Lt, Peso, IGS) para poder cumplir con los requisitos de normalidad.

Reproducción

La composición de la población por estadio de madurez se comparó mensualmente. La talla de primera madurez (L_{t50}) se estimó ajustando una curva logística con los datos de proporción de madurez vs. Lt (Fontoura *et al.*, 2009). El índice gonadosomático (IGS) se calculó como $IGS = 100 \times (P_{gon}/P_{evi})$ (Marentette y Corkum, 2008). La época de desove se evaluó mediante la progresión estacional de los estadios de madurez y del IGS, por sexo (Hunter y Macewicz, 2001; Molina y López Cazorla, 2015).

También se compararon los valores del IGS entre machos y hembras mediante la prueba de Kruskal-Wallis, y posteriormente el test Dunn con corrección de Bonferroni, con el objetivo de determinar si existen diferencias en la inversión de energía reproductiva o la periodicidad de la misma entre los sexos.

Para la realización de todos los análisis estadísticos y gráficos de este trabajo se utilizó el programa RStudio 2023.06.2+561 "Mountain Hydrangea" (R core team 2025).

RESULTADOS

Los individuos de *P. porosissimus* que integraron la muestra (n=324) de este trabajo presentaron valores de longitud total y peso promedio mayores durante los meses de octubre ($L_t = 223,55 \pm 39,85$ mm; $\text{Peso} = 147,19 \pm 86,22$ g) y noviembre ($L_t = 250 \pm 27,63$ mm; $\text{Peso} = 154,85 \pm 51,75$ g). En cambio, en enero se registraron los valores más bajos ($L_t = 189,37 \pm 20,1$ mm; $\text{Peso} = 82,1 \pm 33,49$ g). El Pgon presentó un pico en el mes de enero ($11,83 \pm 5,22$ g). El IGS aumentó progresivamente desde octubre hasta enero donde presentó su valor promedio más alto ($21,16 \pm 9,55$ g) y luego disminuyó drásticamente en marzo con valores similares a los obtenidos en octubre, mientras que el IH presentó los valores más elevados en los meses correspondientes a la primavera (octubre y noviembre) disminuyendo hacia los meses correspondiente al verano (enero y marzo) (Tabla 2).

El K se mantuvo relativamente constante en los meses de muestreo, con una ligera disminución en marzo ($0,32 \pm 0,21$) (Tabla 2).

Tabla 2: Valores de la media con el desvío estándar y el rango del valor mínimo y máximo de cada mes de muestreo para las variables: Largo total (Lt), Peso, Peso del hígado (Phig), Peso de la gónada (Pgon), Índice hepatosomático (IH), Factor de condición (K), Peso de la glándula (Pglan), Peso del estómago (Pest) e Índice gonadosomático (IGS) de *Porichthys porosissimus* capturados (n=324) en el Estuario de Bahía Blanca entre octubre del 2023 y marzo del 2024.

	Octubre	Noviembre	Enero	Marzo
Lt	223,25 ± 39,85 (139-317)	221,9 ± 36,22 (114-298)	189,37 ± 20,1 (160-255)	250 ± 27,63 (231-325)
Peso	146,48 ± 86,16 (31,9-441,1)	145,72 ± 70,62 (16-366,3)	82,1 ± 33,49 (36,1-219)	154,85 ± 51,75 (88,8-265,3)
Phig	4,88 ± 2,25 (1,04-11,52)	4,81 ± 2,04 (0,53-10,32)	1,79 ± 1,67 (0,48-12)	2,51 ± 1,12 (1,24-4,54)
Pgon	1,43 ± 1,57 (0,01-10,74)	3,21 ± 3,48 (0,05-16,3)	11,83 ± 5,22 (0,07-20,47)	1,77 ± 4,41 (0,05-14,22)
IH	4,36 ± 1,54 (0,78-9,02)	4,49 ± 3,29 (1,76-37,45)	2,79 ± 2,49 (1,34-20,73)	1,82 ± 0,5 (1,15-2,98)
K	0,0012 ± 1e-04 (8e-04-0,0015)	0,0012 ± 1e-04 (9e-04-0,0015)	0,0012 ± 2e-04 (8e-04-0,0015)	0,001 ± 2e-04 (7e-04-0,0013)
IR	1,07 ± 0,8 (0,36-5,2)	0,95 ± 1,07 (0,23-7,34)	0,32 ± 0,21 (0,14-1,87)	0,37 ± 0,13 (0,19-0,6)
Pglan	1,3 ± 7,8 (0,02-63,2)	0,43 ± 0,26 (0,02-1,24)	0,37 ± 0,2 (0,21-0,59)	0,45 ± 0,31 (0,12-0,97)
Pevi	128,16 ± 77,33 (25,8-393,8)	123,73 ± 63,97 (7,77-322,9)	61,08 ± 28,97 (29,9-201,4)	137,13 ± 50,03 (76,4-243,9)
Pest	1,61 ± 1,57 (0,17-8,37)	1,52 ± 2,02 (0,1-8,83)	0,26 ± 0,18 (0,09-1,26)	0,58 ± 0,32 (0,22-1,24)
IGS	1,68 ± 2,09 (0,01-12,58)	4,14 ± 5,75 (0,05-24,89)	21,16 ± 9,55 (0,05-36,86)	1,64 ± 4,24 (0,04-13,63)
n	133	118	63	10

Morfometría:

La distribución de las Lt de los individuos presentó una tendencia unimodal, la mayor frecuencia corresponde al rango comprendido entre 180-189 mm de Lt. Se observaron pocos individuos por debajo de los 150 mm y por encima de los 300 mm de Lt, siendo 325 mm el Lt máximo registrado, y 114 mm el mínimo (Figura 3).

En el mes de octubre se registraron tallas entre 140 y 329 mm de Lt, con tres picos de frecuencia correspondientes a los rangos de 180–189, 200–209 y 230–239 mm de Lt. No se registraron individuos en el rango de 310–319 mm de Lt. En noviembre, las tallas oscilaron entre 110 y 309 mm, sin presencia de individuos en el rango de 120–139 mm. Este mes presentó un único pico de frecuencia en el rango de 210–219 mm de Lt y registró la talla mínima de la muestra total. Tanto octubre como noviembre fueron los meses que presentaron la mayor variación de tallas. En enero, el rango de tallas representadas se redujo notablemente, con una mayor frecuencia de tallas medias comprendidas entre 160 y 259 mm, y sin individuos en el rango de 240–249 mm de Lt. En este mes se observó un único pico de frecuencia en el rango de 180–189 mm de Lt. Finalmente, en marzo el rango de tallas se redujo aún más (230–269 mm), con un pico en el rango de 240–249 mm y algunos individuos en el rango de 320–329 mm de Lt. En este mes se registró la talla máxima observada durante el estudio (Figura 4).

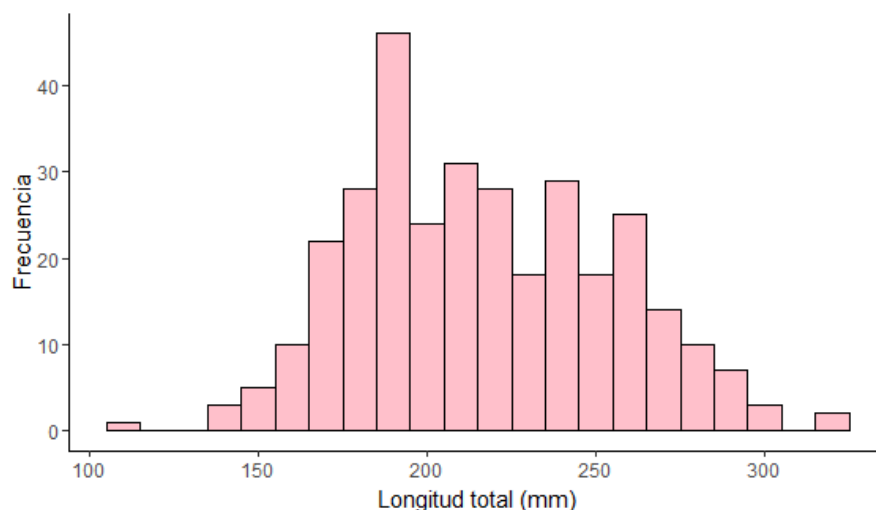


Figura 3: Distribución de frecuencias de la longitud total en rangos de 10 mm de ejemplares de *Porichthys porosissimus* (n=324) capturados en el Estuario de Bahía Blanca entre octubre del 2023 y marzo del 2024.

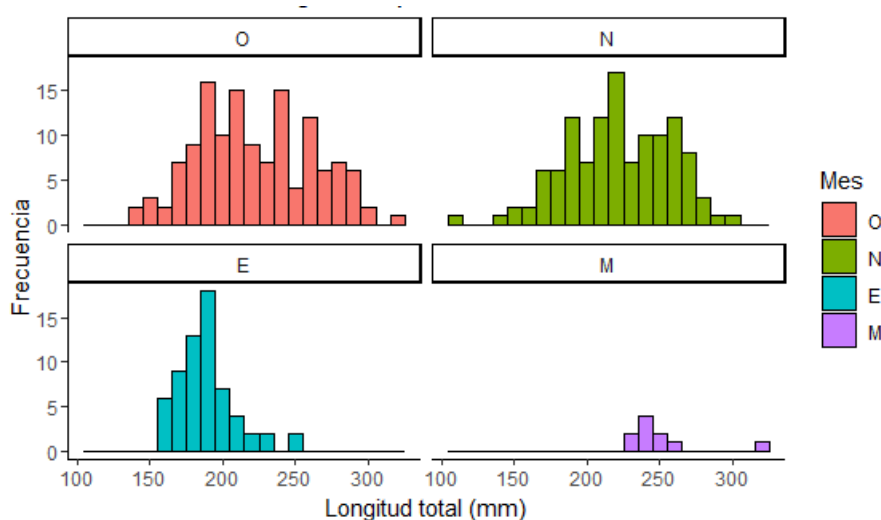


Figura 4: Distribución de frecuencias de la longitud total en rangos de 10 mm de ejemplares de *Porichthys porosissimus* capturados en el Estuario de Bahía Blanca en 2023-2024, para cada uno de los meses de muestreo: Octubre (O)(n=133), noviembre (N)(n=118), enero (E)(n=63) y marzo (M)(n=10).

Las hembras presentaron un crecimiento isométrico ($p > 0,05$) del largo con respecto al peso, con una pendiente de regresión (b) de 2,78 (Figura 5). Los machos también presentaron crecimiento isométrico ($p > 0,05$) con una b de 3,07 (Figura 6). Sin embargo, el crecimiento de machos y hembras fue estadísticamente diferente ($p < 0,05$), siendo los machos los que presentan la pendiente de crecimiento más grande.

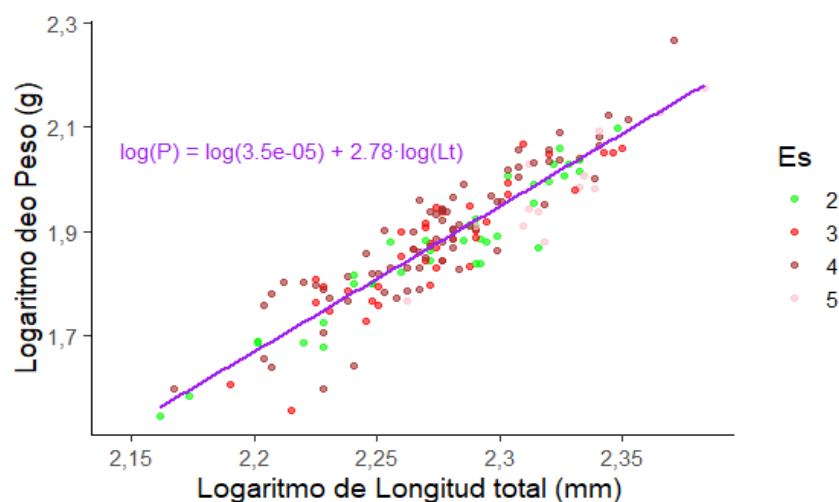


Figura 5: Relación logarítmica de la longitud total (mm) en relación al peso (g) de las hembras (n=160) de *Porichthys porosissimus* capturados en el Estuario de Bahía Blanca entre octubre del 2023 y marzo del

2024, señalando el estadio de madurez (Es) de cada individuo: En maduración (2), maduros (3), desove (4), post-desove (5).

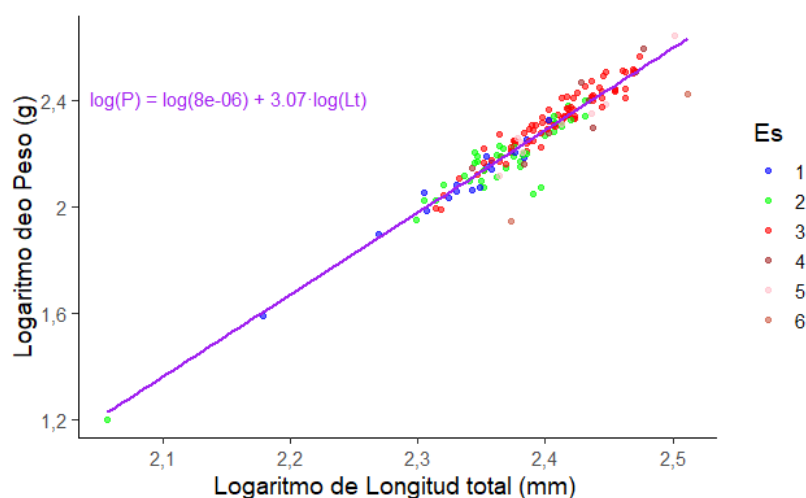


Figura 6: Relación logarítmica de la longitud total (mm) en relación al peso (g) de los machos Tipo I (n=154) de *Porichthys porosissimus* capturados en el Estuario de Bahía Blanca entre octubre del 2023 y marzo del 2024, señalando el estadio de madurez (Es) de cada individuo: Inmaduros (1), en maduración (2), maduros (3), fluyentes (4), post-desove (5), reposo (6).

El Lt y peso fueron significativamente diferentes entre los distintos sexos ($p < 0,05$). Los machos Tipo I presentaron los valores mayores de Lt y peso, seguido de las hembras y por último los machos Tipo II (Figura 7 y 8).

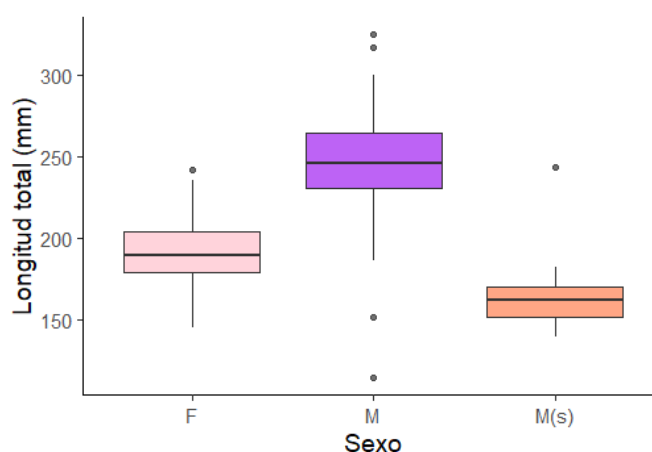


Figura 7: Gráfico de cajas (box plot) que compara la longitud total de los machos Tipo I (M) (n=154) con la de los machos Tipo II (M(s)) (n=10) y con la de las hembras (F) (n=160) de *Porichthys porosissimus* capturados en el Estuario de Bahía Blanca entre octubre del 2023 y marzo del 2024.

La comparación de Lt entre los distintos meses se realizó solo con los datos de las hembras y machos Tipo I ya que los Tipo II se obtuvieron únicamente en los meses de octubre y noviembre. La diferencia de Lt entre machos Tipo I y hembras se mantuvo estadísticamente significativa, como se menciona anteriormente, en todos los meses ($p < 0,05$), con excepción del mes de marzo en el cual no mostraron ser significativamente diferentes ($p > 0,05$) (Figura 8).

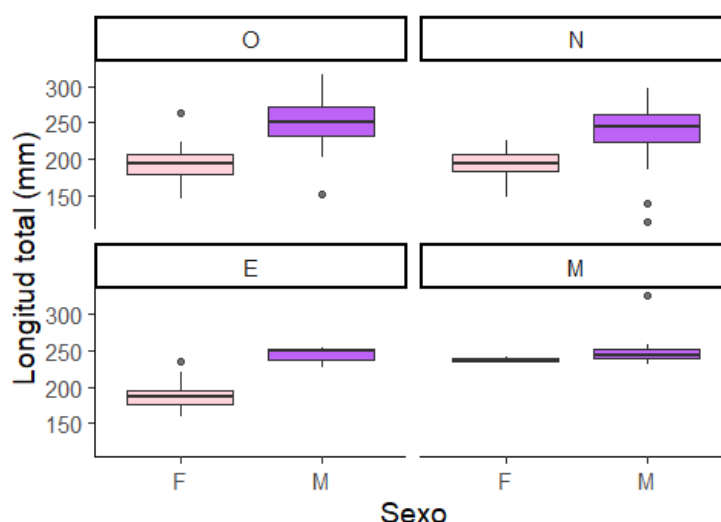


Figura 8: Gráfico de cajas (*box plot*) que compara la longitud total de los machos (M) con la longitud total de las hembras (F) de *Porichthys porosissimus* en todos los meses de muestreo, octubre (O), noviembre (N), enero (E) y marzo (M), en el Estuario de Bahía Blanca entre octubre del 2023 y marzo del 2024.

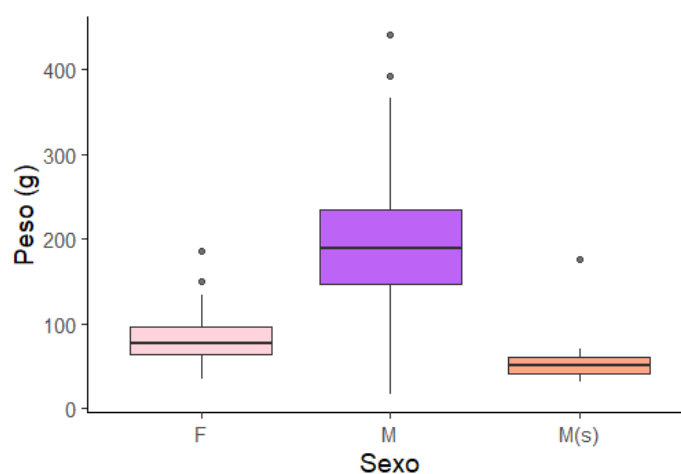


Figura 9: Gráfico de cajas (*box plot*) que compara el peso de los machos (M), con el de los machos Tipo II (M(s)) y con el de las hembras (F) de *Porichthys porosissimus* capturados en el Estuario de Bahía Blanca entre octubre del 2023 y marzo del 2024.

La comparación del peso entre los distintos meses se realizó solo con los datos de las hembras y machos Tipo I ya que los Tipo II se obtuvieron únicamente en los meses de octubre y noviembre. Al igual que lo obtenido para L_t , la diferencias entre los pesos de los machos Tipo I se mantuvieron significativamente mayores que el peso de las hembras ($p < 0,05$) salvo en el mes de marzo en donde no presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$) (Figura 10)

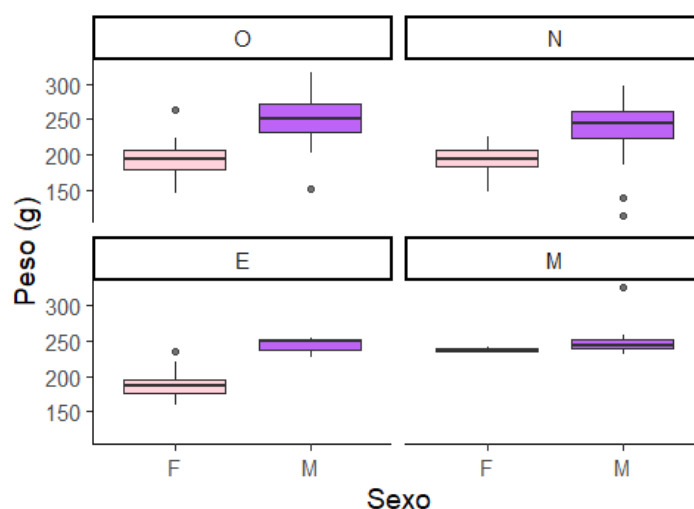


Figura 10: Gráfico de cajas (*box plot*) que compara el peso de los machos (M) con el peso de las hembras (F) de *Porichthys porosissimus* en todos los meses de muestreo, octubre (O), noviembre (N), enero (E) y marzo (M), en el Estuario de Bahía Blanca entre octubre del 2023 y marzo del 2024.

Ecología trófica:

Del total de estómagos analizados ($n=327$), sólo 22 (1 hembra y 21 machos tipo I) presentaron contenido alimentario identificable, permitiendo reconocer diversas especies presa. Las categorías más frecuentes correspondieron a *Artemesia longinaris* y *Ramnogaster arcuata* (saraquita), seguidas por *Pleoticus muelleri* y restos de crustáceos. En menor proporción se identificaron *Peisos petrunkevitchi*, peces óseos no determinados y *Odontesthes bonariensis* (Tabla 3).

Tabla 3: Frecuencia de ocurrencia, porcentaje de abundancia en número (%N) y peso (%P) de los ítems presa (It) consumidos por *Porichthys porosissimus* capturados en el Estuario de Bahía Blanca entre octubre del 2023 y marzo del 2024.

Item presa	Frecuencia	%N	%Peso
<i>Artemesia longinaris</i>	0,36	80,95	88,51
<i>Pleoticus muelleri</i>	0,23	50,00	38,64
<i>Peisos petrunkevitchi</i>	0,14	36,36	4,19
Restos crustaceos	0,23	-	48,67
<i>Ramnogaster arcuata</i>	0,32	75,00	97,76
<i>Odontesthes bonariensis</i>	0,05	100,00	100,00
Pez óseo no identificado	0,09	26,00	53,03

El análisis de los contenidos estomacales mostró un índice de vacuidad (IV) elevado, alcanzando el 93,2%. La Tabla 4 presenta los porcentajes de estómagos vacíos registrados en cada mes. Se observa que el único mes en se obtuvieron estómagos con contenido fue en noviembre.

Tabla 4: Cantidad de estómagos analizados, estómagos vacíos y el índice de vacuidad (IV) en porcentaje para cada mes de muestreo de *Porichthys porosissimus* capturados en el Estuario de Bahía Blanca entre octubre del 2023 y marzo del 2024.

Mes	Estómagos totales	Estómagos vacios	IV (%)
Octubre	133	133	100
Noviembre	121	99	81,8%
Enero	63	63	100
Marzo	10	10	100

El IR solo se obtuvo para el mes de noviembre y para los ejemplares en los que se encontraron contenidos estomacales con un valor de $2,3 \pm 0,28$.

La Lt presentó un efecto negativo significativo sobre el K, indicando que los individuos de mayor tamaño presentan una condición corporal relativamente menor. En contraste, el IGS y el peso total mostraron un efecto positivo sobre K, evidenciando que el incremento en estas variables se asocia con individuos en mejor condición. Al comparar entre sexos, los machos Tipo I registraron valores de K significativamente mayores que las hembras, mientras que los valores de K de los machos Tipo II no presentaron diferencias con el de las hembras (Figura 11). Asimismo, los individuos en estadio de madurez 6 presentaron un K significativamente menor al observado en el estadio 1, a diferencia del resto de los estadios que no presentaron diferencias con el estadio 1 (Figura 12). En cuanto a la variación temporal, los valores de K en noviembre fueron significativamente mayores que los registrados en octubre, en los meses de enero y marzo no presentaron valores significativamente diferentes a los de octubre (Figura 13). El modelo lineal final ($\text{lm}(K \sim \text{Lt} + \text{IGS} + \text{Peso} + \text{S} + \text{Es} + \text{Mes})$) explicó aproximadamente el 60 % de la variabilidad observada en el factor de condición (R^2 ajustado = 0,598) (Tabla 5).

Tabla 5: Variables del modelo de regresión múltiple para K, con su estimador, error estándar y nivel de significancia de *Porichthys porosissimus* capturados en el Estuario de Bahía Blanca entre octubre del 2023 y marzo del 2024. El intercepto en este modelo corresponde a sexo hembras, estadio de madurez 1 y mes de octubre. Lt: Longitud total, IGS: Índice gonadosomático, E2,3,4,5,6: Estadio de madurez 2, 3, 4, 5, 6 respectivamente. Los * representan el nivel de significación, *: $p>0.05$, **: $p>0.01$, *** $p>>0.01$, ns: no significativo.

Variables	Estimador	Error estandar	Nivel de significancia
Intercepto	$2,0 \times 10^{-3}$	$8,3 \times 10^{-5}$	***
Lt	$-6,9 \times 10^{-6}$	$5,0 \times 10^{-7}$	***
IGS	$2,7 \times 10^{-6}$	$1,2 \times 10^{-6}$	*
Peso	$3,8 \times 10^{-6}$	$2,4 \times 10^{-7}$	***
Macho Tipo I	$6,6 \times 10^{-5}$	$1,9 \times 10^{-5}$	***
Macho Tipo II	$-3,2 \times 10^{-5}$	$3,1 \times 10^{-5}$	ns
E2	$-1,8 \times 10^{-5}$	$2,5 \times 10^{-5}$	ns
E3	$-2,4 \times 10^{-5}$	$2,5 \times 10^{-5}$	ns
E4	$-1,5 \times 10^{-5}$	$3,2 \times 10^{-5}$	ns
E5	$-4,9 \times 10^{-5}$	$3,4 \times 10^{-5}$	ns
E6	$-2,1 \times 10^{-4}$	$7,8 \times 10^{-5}$	**
Noviembre	$3,4 \times 10^{-5}$	$1,2 \times 10^{-5}$	**
Enero	$-2,7 \times 10^{-5}$	$2,3 \times 10^{-5}$	ns
Marzo	$-4,4 \times 10^{-6}$	$3,7 \times 10^{-5}$	ns

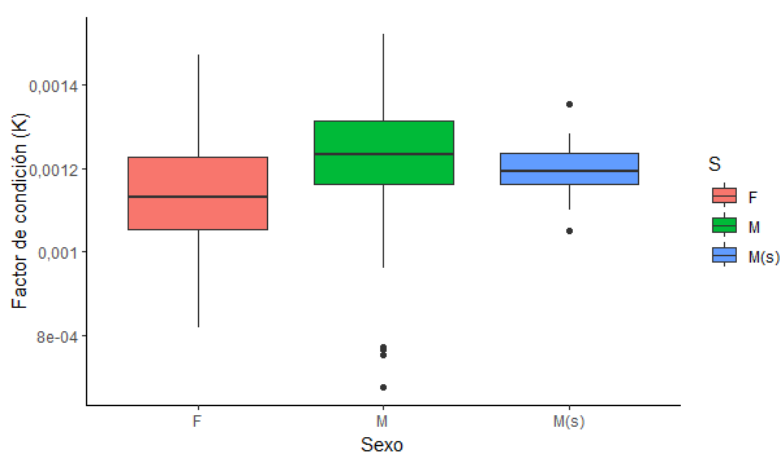


Figura 11: Gráfico de cajas (*box plot*) que compara el factor de condición de los machos Tipo I (M), con el de los machos tipo II (M(s)) y con el de las hembras (F) de *Porichthys porosissimus* capturados en el Estuario de Bahía Blanca entre octubre del 2023 y marzo del 2024.

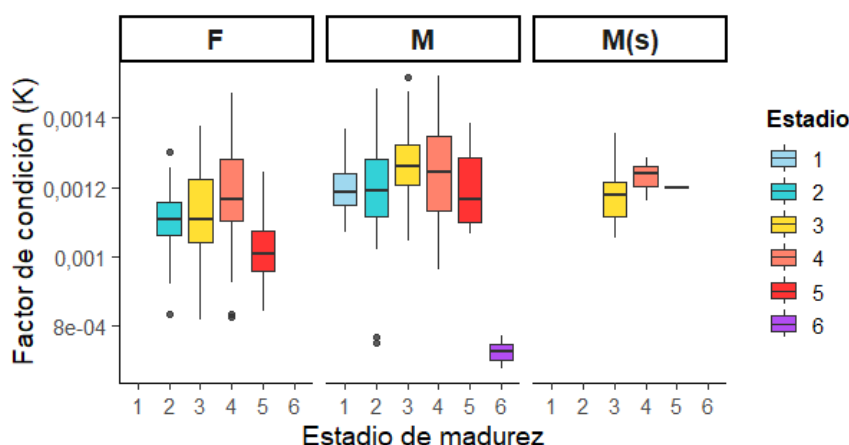


Figura 12: Gráfico de cajas (*box plot*) que compara el factor de condición de los estadios de madurez (Es) inmaduros (1), en maduración (2), maduros (3), desove/fluyentes (4), post-desove (5), reposo (6), para los sexos: Hembras (F), machos Tipo I (M) y machos Tipo II de *Porichthys porosissimus* capturados en el Estuario de Bahía Blanca entre octubre del 2023 y marzo del 2024.

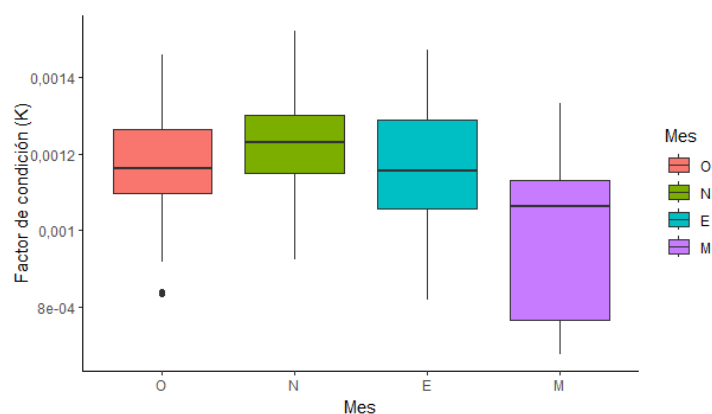


Figura 13: Gráfico de cajas (*box plot*) que compara el factor de condición de octubre (O), con el noviembre (N), enero (E) y marzo (M) de *Porichthys porosissimus* capturados en el Estuario de Bahía Blanca entre octubre del 2023 y marzo del 2024.

La Lt presentó un efecto negativo significativo sobre el IH, indicando que los individuos de mayor tamaño presentan hígados proporcionalmente más pequeños. Al comparar entre sexos, tanto los machos Tipo I como los Tipo II presentaron IH significativamente mayores que las hembras (Figura 14). En cuanto a la variación temporal, los valores de IH en noviembre no presentaron diferencias significativas con los valores correspondientes a octubre, en cambio enero y marzo presentaron valores menores a los de octubre (Figura 15). El modelo final

($\ln(\log(IH)) \sim \log(Lt) + S + \text{Mes}$) explicó un 44 % de la variación en este índice (R^2 ajustado = 0,432) (Tabla 6).

Tabla 6: Variables del modelo de regresión múltiple para IH, con su estimador, error estándar y nivel de significancia de *Porichthys porosissimus* capturados en el Estuario de Bahía Blanca entre octubre del 2023 y marzo del 2024. El intercepto en este modelo corresponde a sexo hembras y mes de octubre. Lt: Longitud total. Los * representan el nivel de significación, *: $p > 0.05$, **: $p > 0.01$, ***: $p > 0.01$, ns: no significativo.

Variables	Estimador	Error estandar	Nivel de significancia
Intercepto	5,77	0,87	***
log(Lt)	-0,79	0,16	***
Macho Tipo I	-0,15	0,06	*
Macho Tipo II	-0,30	0,11	**
Noviembre	0,01	0,04	ns
Enero	-0,71	0,06	***
Marzo	-0,71	0,11	***

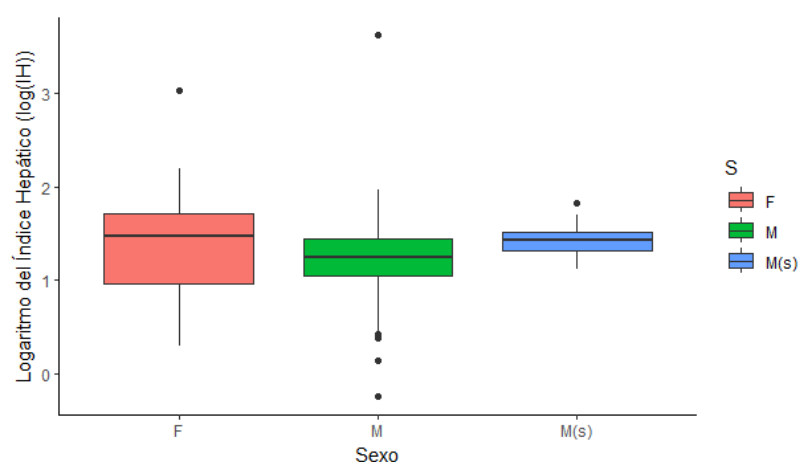


Figura 14: Gráfico de cajas (*box plot*) que compara el índice hepatosomático de los machos Tipo I (M), con el de los machos Tipo II (M(s)) y con el de las hembras (F) de *Porichthys porosissimus* capturados en el Estuario de Bahía Blanca entre octubre del 2023 y marzo del 2024.

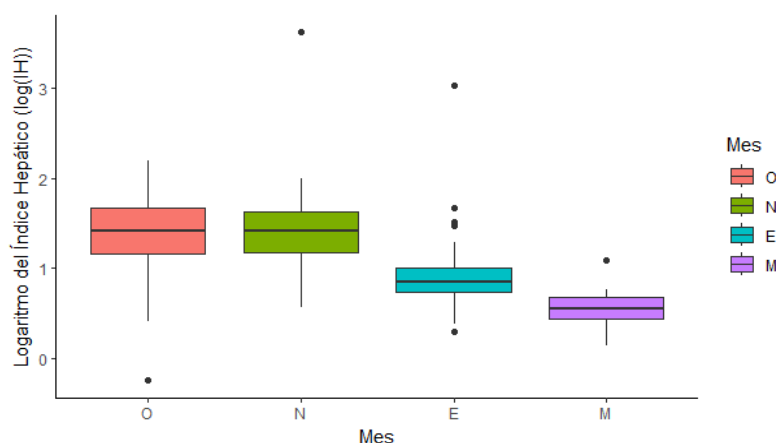


Figura 15: Gráfico de cajas (*box plot*) que compara el log(IH) de octubre (O), con el noviembre (N), enero (E) y marzo (M) de *Porichthys porosissimus* capturados en el Estuario de Bahía Blanca entre octubre del 2023 y marzo del 2024.

Reproducción:

En el mes de octubre, las hembras de *P. porosissimus* se encontraron mayormente en estadios de maduración (estadio 2) y maduros (estadio 3), con algunos individuos en post-desove (estadio 5) y una menor proporción en desove (estadio 4). En los machos Tipo I predominaban los ejemplares en maduración y maduros, seguidos por una baja proporción de individuos inmaduros (estadio 1) y post-desove, mientras que los estadios fluyentes (estadio 4) fueron los menos representados. Por su parte, los machos Tipo II estuvieron compuestos principalmente por individuos maduros y fluyentes, con escasa presencia de post-desove. En noviembre, en las hembras, se registró un aumento en la proporción de individuos en desove, disminución de estadios de maduración y se mantuvieron relativamente constantes los maduros y post-desove. En los machos Tipo I, al igual que en octubre, predominaron los individuos en maduración y maduros; los inmaduros disminuyeron, los fluyentes aumentaron y no se registraron post-desove. Los machos Tipo II, en este mes, estuvieron compuestos casi exclusivamente por individuos maduros, con una mínima representación de fluyentes. En enero, la mayoría de las hembras se encontraron en estadio de desove, representando casi la totalidad de los ejemplares analizados, con una escasa presencia de individuos en maduración, maduros y post-desove. En este mes, se capturaron pocos machos Tipo I, los cuales se encontraban en estadios inmaduros, en maduración y maduros. Finalmente, en marzo se registró un número reducido de ejemplares en general; todas las hembras se encontraron en post-desove, mientras que los machos Tipo I estuvieron principalmente en post-desove y reposo (estadio 6), con pocos individuos en maduración (Figura 16).

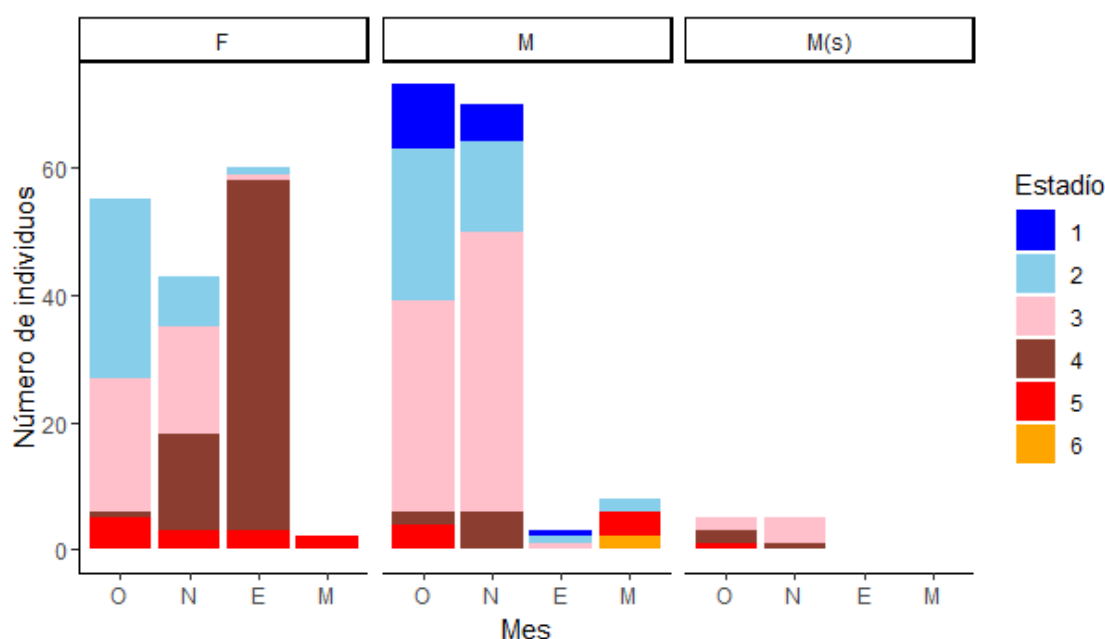


Figura 16: Número de individuos de estadios de madurez de *Porichthys porosissimus* en cada mes de muestreo, octubre (O), noviembre (N), enero (E) y marzo (M) realizado en el Estuario de Bahía Blanca entre octubre del 2023 y marzo del 2024, discriminando cada sexo. Hembras (F), machos Tipo I (M) y machos Tipo II (Ms). Los colores indican los diferentes estadios de madurez: Inmaduros (1), en maduración (2), maduros (3), desove/fluyentes (4), post-desove (5), reposo (6).

La proporción de hembras maduras en octubre fue relativamente baja (49 %), mientras que en los machos Tipo I se registró un valor de madurez mayor (53 %). En el caso de los machos Tipo II, todos los individuos capturados se encontraron en estado maduro (100 %). En noviembre se observó un incremento en la proporción de maduros en ambos sexos, alcanzando el 81 % en hembras y el 71 % en machos Tipo I, manteniéndose los machos Tipo II en el 100 %. En enero, las hembras mostraron la proporción más alta de madurez (98 %), mientras que en machos Tipo I el valor descendió notablemente al 33 %, posiblemente como consecuencia del bajo número de individuos capturados en este mes. Finalmente, en marzo, aunque el número de individuos muestreados fue bajo, las hembras y machos Tipo I presentaron proporciones de madurez elevadas (100 % y 75 %, respectivamente) (Tabla 7).

Tabla 7: Total de ejemplares muestreados, ejemplares maduros y proporción de los mismos de cada sexo, hembra (F), macho Tipo I (M) y macho Tipo II, en todo los meses de muestreo, octubre (O), noviembre (N), enero (E) y marzo (M) de *Porichthys porosissimus* capturados en el Estuario de Bahía Blanca entre octubre del 2023 y marzo del 2024.

Mes	Sexo	Total	Maduros	Proporción maduros
O	F	55	27	0,49
O	M	73	39	0,53
O	M(s)	5	5	1,00
N	F	43	35	0,81
N	M	70	50	0,71
N	M(s)	5	5	1,00
E	F	60	59	0,98
E	M	3	1	0,33
M	F	2	2	1,00
M	M	8	6	0,75

La L_{t50} para los machos Tipo I se estimó en 235,42 mm de Lt, con una proporción de individuos maduros que aumenta progresivamente a partir de los 200 mm y a partir de 322,5 mm todos individuos fueron maduros (L_{t100}) (Figura 17). En contraste, para las hembras no se logró obtener un ajuste confiable de la curva logística, ni estimar la L_{t50} , debido a la baja representación de ejemplares inmaduros en la muestra (Figura 18).

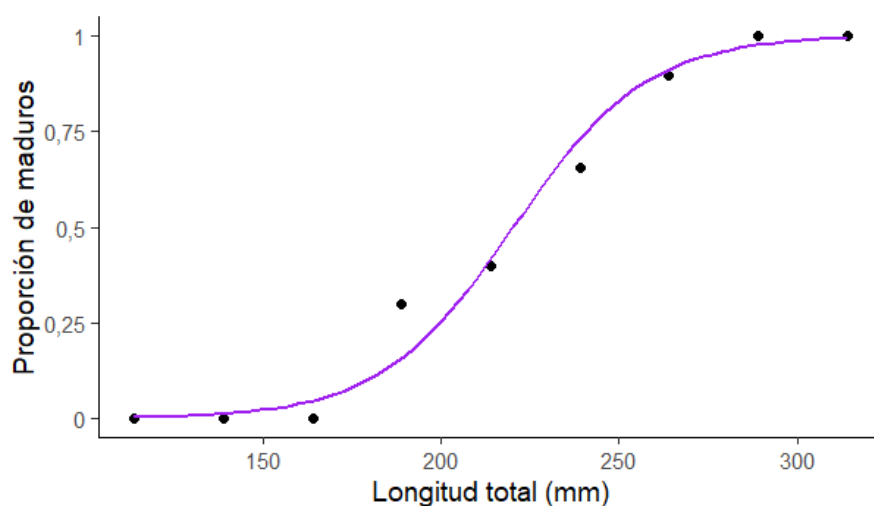


Figura 17: Proporción de machos maduros para rangos de talla de 25mm de longitud total para la determinación de talla de primera madurez de *Porichthys porosissimus* capturados en el Estuario de Bahía Blanca entre octubre del 2023 y marzo del 2024.

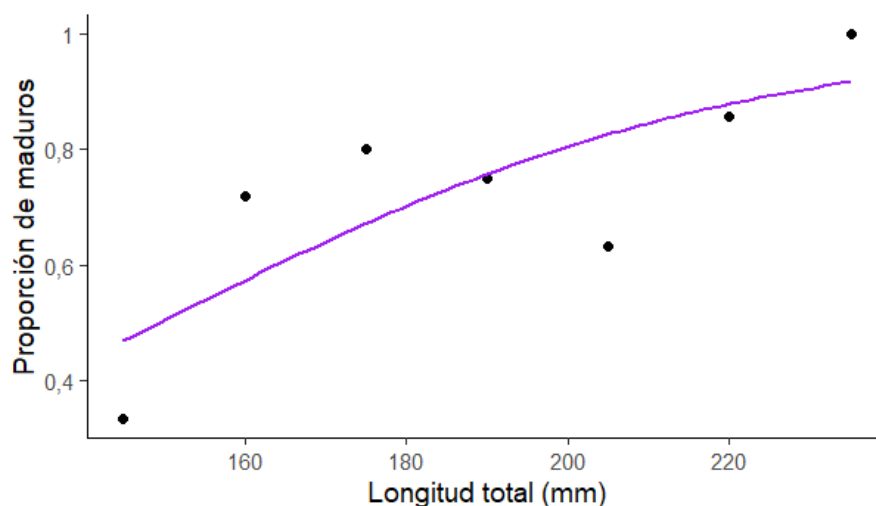


Figura 18: Proporción de hembras maduras para rangos de talla de 15mm de longitud total para la determinación de talla de primera madurez para hembras de *Porichthys porosissimus* capturados en el Estuario de Bahía Blanca entre octubre del 2023 y marzo del 2024.

El análisis del IGS promedio por rango de talla y mes mostró un marcado patrón estacional (Figura 20). En octubre se registraron valores bajos de IGS en todos los rangos de talla presentes. En noviembre se evidenció un incremento del IGS, particularmente en los rangos de talla comprendidos entre 140 y 210 mm, correspondientes a hembras y machos Tipo II. En enero el IGS presentó un aumento notable, principalmente en individuos de tallas comprendidas entre 170 y 240 mm. Finalmente, en marzo se observó un acotado de rango de tallas (230 - 249 mm) el cual presentó una disminución pronunciada del IGS, con valores similares a los que se registraron para octubre.

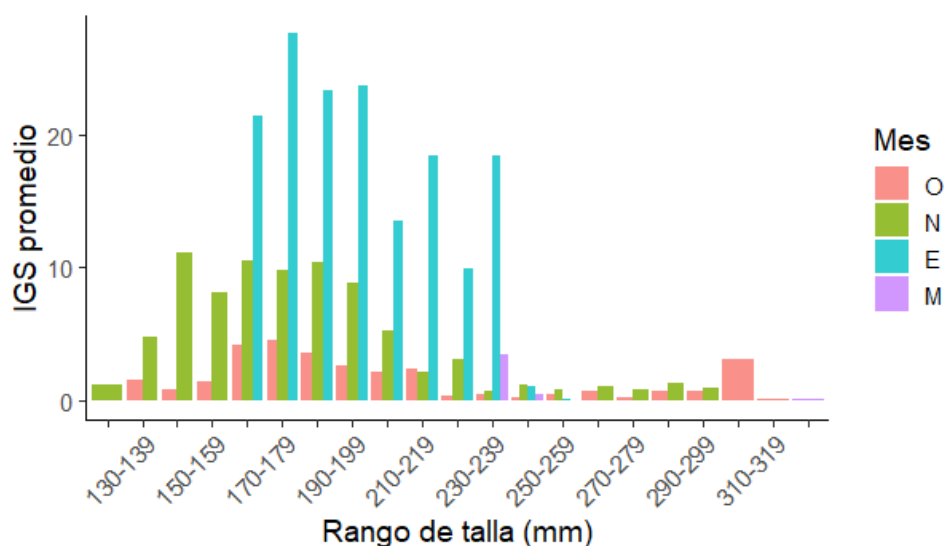


Figura 20: Índice gonadosomático (IGS) promedio por rango de tallas de 10 mm de longitud total de *Porichthys porosissimus* para cada mes de muestreo, Octubre (O), noviembre (N), enero (E), marzo (M), realizado en el Estuario de Bahía Blanca entre octubre del 2023 y marzo del 2024.

Al analizar los valores de IGS discriminados por sexo se observó que en el mes de octubre, los mayores valores corresponden únicamente a los machos Tipo II, concentrados en el rango de tallas de 160 a 190 mm, mientras que en hembras y machos Tipo I los valores son bajos (Figura 25). En noviembre, tanto hembras como machos Tipo I presentan un incremento del IGS en las tallas más pequeñas, siendo este aumento más marcado en las hembras. En enero se registraron los valores más altos de IGS, observados casi en su totalidad en hembras, distribuidos principalmente entre los rangos de 160 a 220 mm. En contraste, en marzo los valores de IGS disminuyeron notablemente en hembras y machos Tipo I, y ausencia de valores en machos Tipo II (Figura 21).

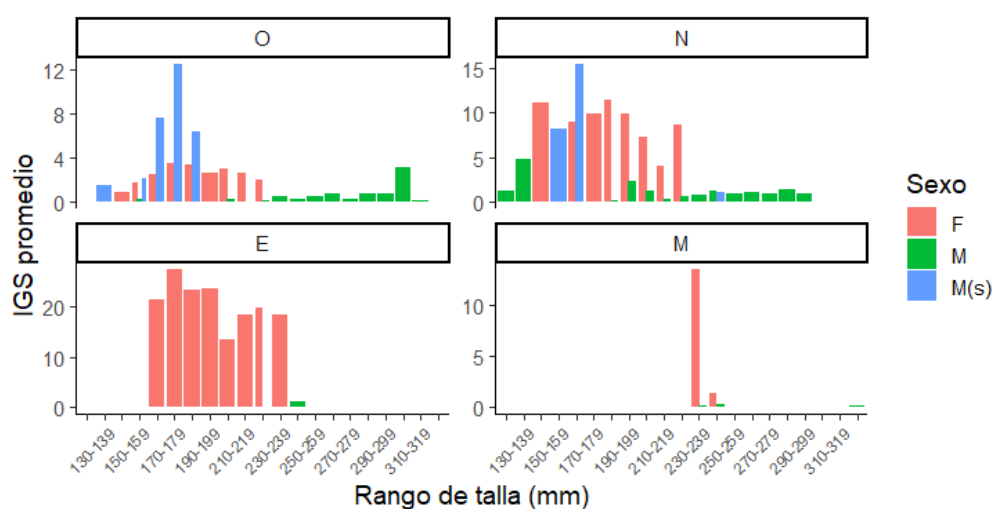


Figura 21: Índice gonadosomático (IGS) promedio por rango de tallas, de 10 mm de *Porichthys porosissimus* para cada mes de muestreo, Octubre (O), noviembre (N), enero (E), marzo (M), realizado en el Estuario de Bahía Blanca entre octubre del 2023 y marzo del 2024, discriminado para cada sexo, hembras (F), machos Tipo I (M) y machos Tipo II (M(s)).

Adicionalmente, el IGS de las hembras y de los machos Tipo II no presentó diferencias significativas entre sí; sin embargo, ambos valores fueron significativamente mayores que los registrados para los machos Tipo I ($p < 0,05$) (Figura 22).

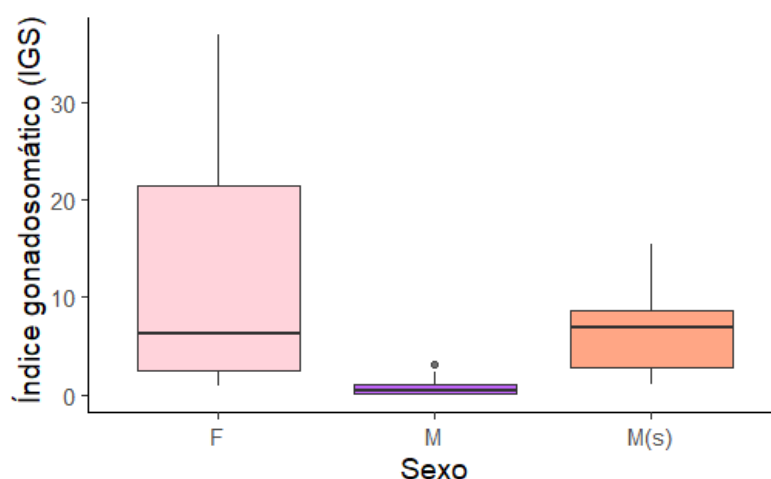


Figura 22: Gráfico de cajas (*box plot*) que compara el índice gonadosomático de las hembras (F) y los machos Tipo I (M) y Tipo II (M(s)) de *Porichthys porosissimus* capturados en el Estuario de Bahía Blanca entre octubre del 2023 y marzo del 2024.

Al examinar los ejemplares machos de *P. porosissimus*, se observaron glándulas asociadas a los órganos reproductivos (Figura 23). Estas estructuras accesorias presentan nódulos pareados de los cuales se extienden numerosos lóbulos tubulares. El peso de la glándula presentó diferencias significativas entre machos, siendo los Tipo I más pesados que la de los machos Tipo II ($p < 0,05$) (Figura 24).

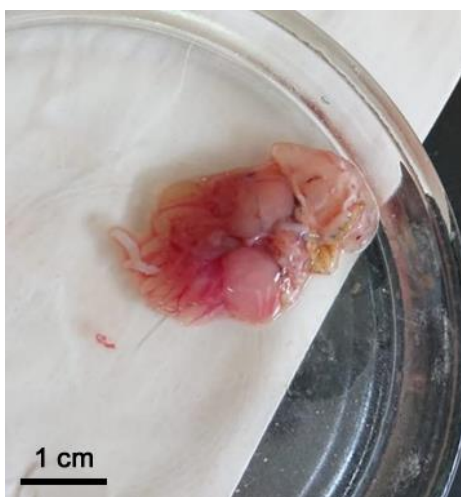


Figura 24: Glándulas accesorias encontradas en machos de *Porichthys porosissimus* capturados en el Estuario de Bahía Blanca entre octubre del 2023 y marzo del 2024.

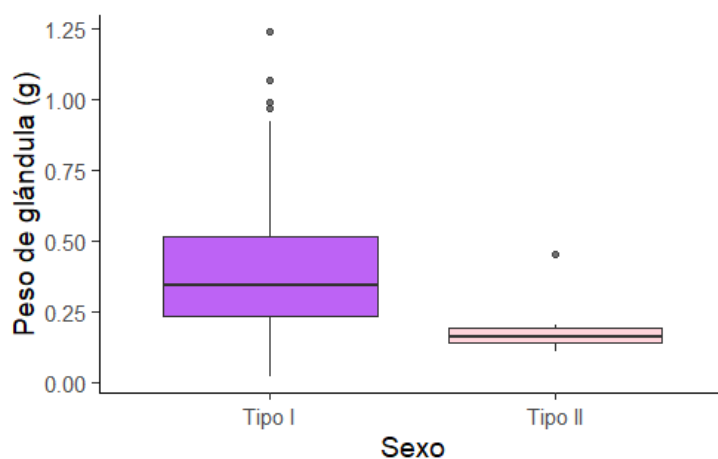


Figura 25: Gráfico de cajas (*box plot*) que compara el peso de la glándula de los machos Tipo I con el peso de la glándula de los machos Tipo II de *Porichthys porosissimus* capturados en el Estuario de Bahía Blanca entre octubre del 2023 y marzo del 2024.

Hallazgo de un individuo hermafrodita

Uno de los ejemplares muestreados presentó una gónada femenina en estadio 5 y una gónada masculina en estadio 1, las gónadas pesaron 0,36 g y 0,23 g respectivamente (Figura 26b). Dicho ejemplar era portador de una glándula accesoria de 0,23 g (Figura 26a).

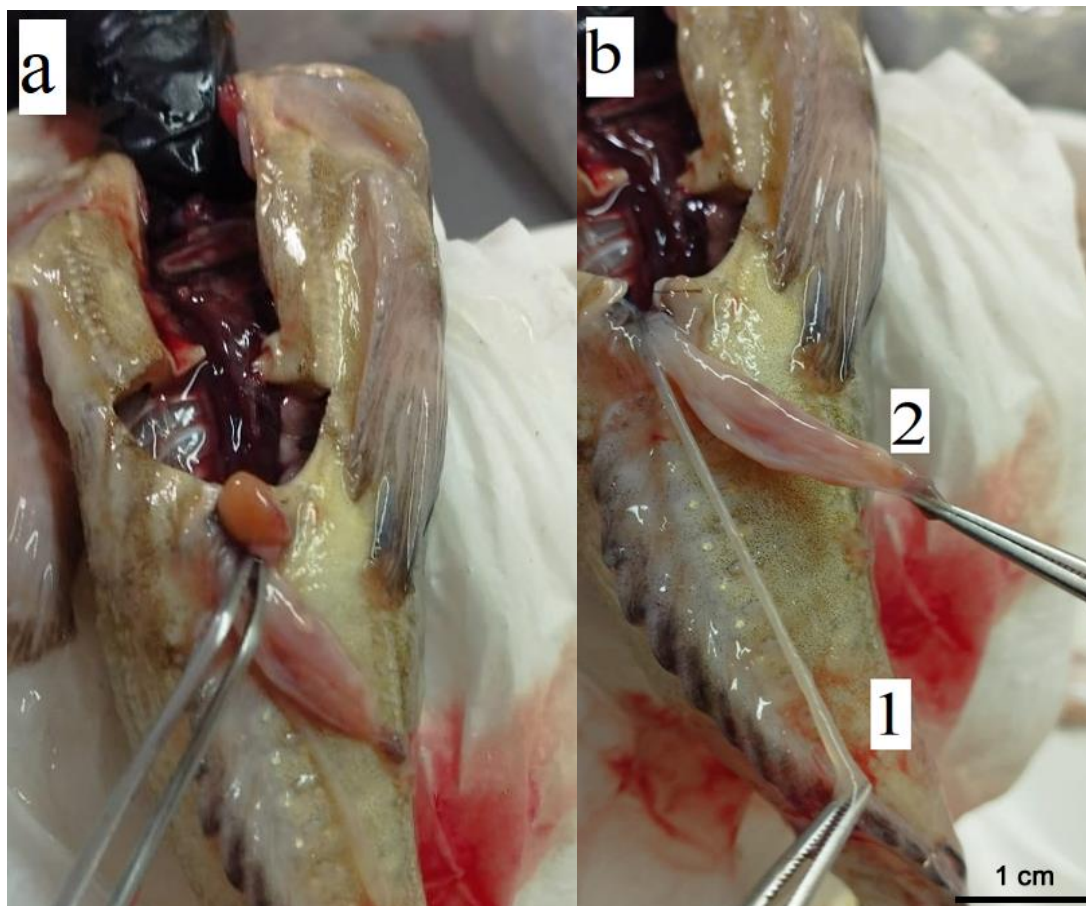


Figura 26: Individuo hermafrodita de *Porichthys porosissimus* capturados en el Estuario de Bahía Blanca entre octubre del 2023 y marzo del 2024. a) Glándula accesoria de 0,23 g, b) Gónadas, (1) masculina de 0,23 g y (2) femenina de 0,36 g.

DISCUSIÓN

Morfometría:

La distribución de frecuencias de talla de *P. porosissimus* fue unimodal, con un pico en los 180 mm de longitud total y un tamaño máximo registrado de 325 mm. Estos valores resultan ligeramente superiores a los observados por Vianna *et al.*, (2000), quien describió una distribución normal con un pico en los 160 mm y un largo máximo de 320 mm. Estos autores capturaron tallas más pequeñas que en el presente trabajo, lo cual podría deberse a diferencias en la selectividad del arte de captura empleado, dado que utilizaron redes de arrastre para sus muestreos.

En este trabajo, la relación entre el peso y la longitud total mostró pendientes estadísticamente iguales a 3 tanto en machos como en hembras, lo que indica un crecimiento isométrico en ambos sexos. Estos resultados difieren de los obtenidos por Vianna *et al.*, (2000), quien reportó un crecimiento alométrico positivo para *P. porosissimus* y con lo reportado para *P. analis* por González-Ochoa *et al.* (2012) quien describe un crecimiento alométrico positivo para esta especie del mismo género de *P. porosissimus*.

Asimismo, al comparar con *Halobatrachus didactylus*, especie perteneciente a la misma familia, Palazón-Fernández *et al.*, (2001) observaron que la relación longitud-peso para dicha especie difiere entre sexos y presenta una alometría positiva. Las diferencias entre los resultados obtenidos en el presente estudio y los reportados por los autores mencionados (González-Ochoa *et al.* 2012; Palazón-Fernández *et al.*, 2001; Vianna *et al.*, 2000) podrían deberse a la variación entre los periodos y zonas donde se realizaron los muestreos (Vázquez Navarro, 2024) ya que el crecimiento de cualquier animal se ve afectado tanto como por factores endógenos como por exógenos de su ambiente (temperatura, fotoperiodo, salinidad, etcétera) (Márquez *et al.*, 2020).

Ecología trófica:

Los principales ítems presa identificados en la dieta de *P. porosissimus*, *R. arcuata*, *P. muelleri* y *A. longinaris*, los mismos forman parte de la fauna residente del estuario de Bahía Blanca. A pesar de que el número de ejemplares que presentaron contenido dentro de los estómagos fue bajo, las especies presentes coinciden con lo descripto para *P. porosissimus* en Figueiredo *et al.* (2002). Durante el periodo en que se realizó este trabajo, la disponibilidad de los ítems presa previamente descriptos fue alta, ya que la saraquita completa su ciclo de vida en el estuario (López Cazorla *et al.*, 2011), además de ser una especie muy abundante en los desembarques de la flota artesanal como “bycatch”. Por otro lado, el camarón y el langostino se encuentran presentes en gran abundancia desde agosto hasta noviembre y de enero a mayo (Cervellini y

Piccolo, 2007), cubriendo así los meses incluidos en el muestreo. Sin embargo, la intensidad alimentaria de *P. porosissimus*, evaluada a partir del IV y el IR, fue en general muy baja. El IV total alcanzó un 93,4%, siendo noviembre el único mes en el que se registraron estómagos con contenido. No existen antecedentes específicos del IV para *P. porosissimus* ni para otras especies del género, por lo que no es posible realizar comparaciones. Para profundizar en la ecología trófica de la especie, sería necesario desarrollar estudios de selectividad dietaria en los que los muestreos de presas se realicen de manera sincrónica con los de la especie depredadora, lo que permitiría evaluar con mayor precisión la relación entre abundancia de presas en el ambiente y su incorporación en la dieta de *P. porosissimus*.

Considerando que los meses de menor intensidad alimentaria coinciden con la época de mayor disponibilidad de presas en el estuario, la baja intensidad alimentaria podría deberse a factores distintos a la oferta de alimento, como los períodos de reproducción y/o desove. Durante la reproducción, es frecuente observar una alta proporción de individuos de otras especies de peces óseos con estómagos vacíos (Sourinejad *et al.*, 2015). El desarrollo gonadal produce un aumento del volumen abdominal tal que impide la correcta alimentación. Esto a su vez conlleva a un agotamiento de las reservas proteicas y lipídicas, reduciendo la condición corporal de los individuos reproductores (Ruiz y Lemus, 2001; Food and Agriculture Organization of the United Nations, s.f.). Esta observación concuerda con lo reportado por Sisneros *et al.*, (2009), quienes demostraron que el consumo de alimento en los machos de Tipo I de *P. notatus* es mínimo durante la temporada de anidación. Los valores del índice de intensidad de alimentación (IFI) registrados para 44 machos en etapa de anidación fueron inferiores al 0,4%, lo que sugiere que estos individuos se encuentran prácticamente en un estado de inanición.

Es importante considerar que el horario en que se realizaron los muestreos podría coincidir con momentos en los que los ejemplares se encuentran en reposo posterior a la alimentación, de modo que el alimento ingerido ya se encuentra en proceso de digestión y, por lo tanto, los estómagos se encuentren sin contenido. Por otra parte, una explicación adicional para los bajos valores de intensidad alimentaria observados podría ser la regurgitación del contenido estomacal al momento de la captura, ya que los individuos pueden expulsar el alimento al impactar contra el arte de pesca, lo que genera una subestimación de la actividad trófica real (Ruiz y Lemus, 2001). Para minimizar estas limitaciones en futuros estudios sobre la ecología trófica de *P. porosissimus*, sería recomendable realizar muestreos dirigidos exclusivamente a la especie, evitando el muestreo de desembarque. Asimismo, el empleo de artes de captura más específicas, que reduzcan la probabilidad de regurgitación, junto con un monitoreo mensual a lo largo de

todo el año, permitiría obtener muestras más representativas y adecuadas para el análisis de la dieta.

El factor de condición es una medida comúnmente utilizada para evaluar el “bienestar” o la “condición corporal” de un pez o de una población, bajo el supuesto de que, a una misma longitud, los individuos de mayor peso presentan una mejor condición (Cifuentes et al., 2012). En *Opsanus beta*, otra especie perteneciente a la familia Batrachoididae, Franco López et al. (2025) reportaron valores de K que debieron ser retrocalculados para su comparación con los obtenidos en el presente estudio, debido a que se emplearon fórmulas distintas. Tras dicho ajuste, los valores resultaron equivalentes para los meses de noviembre, enero y marzo. No fue posible establecer comparaciones para octubre, ya que el estudio de Franco López et al. (2025) no presentó estimaciones de K para ese mes.

En el caso de *H. didactylus*, Palazón-Fernández et al., (2001) reportaron picos de K entre diciembre y marzo para las hembras, y en febrero para los machos, un patrón que difiere de los resultados obtenidos en este estudio. Sin embargo, esta diferencia podría atribuirse a factores geográficos y estacionales, ya que el estudio de *H. didactylus* fue realizado en el hemisferio norte, donde dichos meses corresponden al periodo de invierno-primavera, coincidente en términos estacionales con el momento en que *P. porosissimus* presentó sus picos de K en el presente trabajo.

Al igual que el factor de condición, el índice hepatosomático constituye un importante indicador del estado fisiológico y de la condición corporal de los peces (ScienceDirect, 2025). En este trabajo, las variables que tuvieron efecto sobre el IH fueron la Lt, el sexo y el mes. Este resultado no coincide con lo documentado por Franco López et al., (2025) para *O. beta*, especie en la que el IH no mostró diferencias significativas entre meses, aunque sí presentó picos en el período junio–diciembre. La ausencia de diferencias significativas entre meses en dicho estudio podría deberse a que el área de estudio, ubicada en México, una zona tropical, no presenta grandes variaciones térmicas a lo largo del año, lo que atenúa las fluctuaciones fisiológicas estacionales de los peces.

Esta franja temporal, de junio-diciembre, coincide estacionalmente con los picos registrados en el presente estudio para *P. porosissimus*, observados en octubre (4,36) y noviembre (4,49). Además, en *O. beta* se describió una correlación positiva entre el IH y el índice gonadosomático, relación que no se observó en los resultados obtenidos para *P. porosissimus*. En cambio, al comparar con *H. didactylus*, los resultados sí coinciden en que el IH presenta diferencias significativas entre meses, con un pico entre diciembre y marzo (Palazón-Fernández

et al., 2001). Aunque los meses específicos no coinciden entre ambas especies, la correspondencia estacional es evidente, dado que en ambos casos los valores máximos del IH se registran durante el período invierno-primavera. Asimismo, *H. didactylus* tampoco mostró una correlación significativa entre el IH y el IGS, en concordancia con los resultados obtenidos en este trabajo para *P. porosissimus*.

Dado lo observado en las comparaciones realizadas, puede considerarse que, sin tener en cuenta las magnitudes absolutas de los índices, especialmente el factor de condición, cuyo valor depende del método empleado para su obtención, la condición corporal de *P. porosissimus* presenta una variación estacional similar a la observada en especies que comparten su entorno, así como en otras pertenecientes a la misma familia. Esta tendencia es particularmente evidente al compararla con *H. didactylus*, especie que habita en regiones templadas con amplitudes climáticas semejantes a las de *P. porosissimus*.

Reproducción:

En vista de los resultados obtenidos para la proporción de estadíos de madurez de cada sexo en los distintos meses, se determinó la época de desove. Si bien el número de ejemplares en enero y marzo fue bajo, la información disponible en noviembre, cuando se registró una mayoría de machos en estadio maduro, y en marzo, con predominio de individuos en post-desove e incluso en reposo, permite inferir que la fase de desove ocurre en enero. Estos resultados coinciden con lo reportado por Sisneros *et al.* (2009) y Hubbs (1920), quienes estudiaron aspectos reproductivos de *P. notatus* y postularon que esta especie habita durante el otoño e invierno en aguas profundas, donde aún se desconoce gran parte de su biología y a fines de la primavera y principios del verano, ocurriría una migración hacia zonas submareales e intermareales con fines reproductivos. También coincide con lo reportado para *H. didactylus* por Modesto & Canário (2003) quienes concluyeron que el desove se produce principalmente en primavera-verano para la dicha especie.

La talla de primera madurez (L_{t50}) pudo determinarse únicamente para los machos, con un valor de 235,4 mm. En el caso de las hembras, no fue posible estimarla debido a la ausencia de individuos inmaduros en las muestras, lo que probablemente se deba a que las hembras inmaduras presentan tallas menores al tamaño de malla de la red utilizada, impidiendo su captura o como mencionamos anteriormente que las hembras inmaduras no migren hacia las zonas donde se realizan los muestreos dificultando su recolección. Para una especie del mismo género, *P. analis*, la L_{t50} reportada para las hembras fue de 157 mm (González-Ochoa, 2012), mientras que para *H. didactylus* las L_{t50} registradas fueron de 302 mm para machos y 266 mm

para hembras (Palazón-Fernández *et al.*, 2001). En comparación, *P. porosissimus* presenta madurez sexual a tallas menores, lo que podría sugerir una maduración temprana respecto a otras especies.

Desde el mes de octubre hasta enero, el IGS mostró un incremento progresivo, alcanzando su valor máximo en enero (21,6), mes que corresponde al periodo de desove previamente determinado. Posteriormente, en marzo, los valores fueron significativamente menores, registrando los niveles más bajos junto con los de octubre, meses previos y posteriores a la puesta. Sisneros *et al.*, (2004) reportaron un patrón similar para *P. notatus*, donde los valores máximos de IGS, en el lapso de mayo-agosto del hemisferio norte (primavera-verano) coincide estacionalmente con los valores máximos de IGS obtenidos en el presente trabajo para *P. porosissimus*.

Los valores de IGS entre machos Tipo I y Tipo II presentaron diferencias significativas, resultado que concuerda con lo documentado para *P. notatus* por Brantley *et al.*, (1993). En ambos casos, los machos Tipo II presentaron valores de IGS mayores que los Tipo I. Estas diferencias podrían deberse a que los machos Tipo II poseen testículos aproximadamente ocho veces más grandes que los de los machos Tipo I en relación con su tamaño corporal, producen eyaculados con tres veces mayor concentración de espermatozoides y generan gametos con una velocidad de nado superior (Miller *et al.*, 2019). Esta diferencia en la inversión energética en la reproducción quedó también evidenciada para *P. porosissimus* en el presente trabajo.

Asimismo, las diferencias entre el IGS de las hembras y el de los machos Tipo I también resultaron significativas, siendo mayores para las hembras. En *H. didactylus* también se registraron diferencias significativas de IGS entre sexos, con los valores más altos correspondientes a las hembras (Palazón-Fernández *et al.*, 2001), al igual que en *P. porosissimus*.

Las glándulas accesorias asociadas a los órganos reproductivos masculinos observadas en el presente estudio se corresponden a las descritas para *P. notatus* por Miller *et al.* (2019). En el mismo trabajo, se señala que los machos Tipo I presentan glándulas accesorias de mayor tamaño que los Tipo II, posiblemente relacionadas con la producción de moco protector o secreciones que están relacionadas con el cuidado parental que realiza este morfotipo de machos. Esto coincide con las diferencias significativas obtenidas en el presente estudio, donde los machos Tipo I presentaron glándulas de mayor peso en comparación con los machos Tipo II.

El ejemplar hermafrodita hallado durante la realización de este trabajo amplía la información conocida hasta el momento sobre la biología reproductiva de la familia Batrachoididae, en la

que hasta el momento no ha sido reportado ningún caso de hermafroditismo. Sin embargo, es necesario realizar un estudio histológico de los tejidos de las gónadas masculinas para constatar efectivamente el hermafroditismo. Otra posible explicación es una reversión sexual, o hermafroditismo secuencial (Shao et al., 2014; Chan, 1970), el cual se produce cuando un individuo macho se transforma en una hembra, en la mayoría de los casos (Chan, 1970; Liem, 1963). En este caso, el individuo hallado podría encontrarse en una fase de transición, con glándula accesoria y un ovario funcional.

Finalmente, resulta importante destacar que toda la información generada en este estudio contribuye de manera significativa a ampliar el conocimiento disponible sobre *P. porosissimus*, una especie con escasos antecedentes científicos, especialmente en el Estuario de Bahía Blanca. Los resultados obtenidos no solo proporcionan un primer acercamiento integral a su morfometría, ecología trófica, condición corporal y biología reproductiva, sino que también establecen una base sólida para futuras investigaciones en la región.

CONCLUSIÓN

El presente estudio aporta información sobre aspectos morfométricos, tróficos y reproductivos de *Porichthys porosissimus* en el Estuario de Bahía Blanca, contribuyendo al conocimiento biológico de la especie.

En términos morfométricos, la población analizada presentó una distribución de tallas unimodal con un crecimiento isométrico en ambos sexos.

Respecto a la ecología trófica, el elevado índice de vacuidad y el valor reducido del índice de repleción, indican una baja actividad alimentaria durante el período de estudio. Este patrón no parece vincularse a la disponibilidad de presas, sino posiblemente a factores fisiológicos relacionados con la reproducción, dado que los meses de menor ingesta coinciden con la época reproductiva.

El factor de condición y el índice hepatosomático alcanzaron sus valores máximos en primavera, disminuyendo hacia finales del verano, en correspondencia con los procesos de maduración gonadal e inversión energética durante el desove. Aunque los valores absolutos de K fueron inferiores a los reportados para otras especies de Batrachoididae, la tendencia temporal fue semejante, lo que sugiere un comportamiento fisiológico estacional comparable.

En cuanto a la reproducción, la especie mostró un patrón de desove en enero. El incremento del índice gonadosomático durante este período, junto con la presencia de mayor proporción de individuos maduros y en desove, confirman la estación reproductiva estival. Los machos Tipo I presentaron glándulas accesorias más desarrolladas, lo que coincide con su rol reproductivo predominante en el cuidado parental y la defensa del nido, mientras que los machos Tipo II exhibieron mayores valores de IGS, asociados a una estrategia reproductiva alternativa basada en la fertilización oportunista.

La talla de primera madurez (L_{t50}) estimada para los machos (235,4 mm) fue menor que la registrada para especies afines del mismo género, lo que sugiere una maduración sexual temprana posiblemente asociada a condiciones ambientales del Estuario de Bahía Blanca o a estrategias reproductivas adaptativas.

Por último, el *by-catch* de la pesquería de camarón y langostino que opera en el Estuario de Bahía Blanca afecta a la fracción poblacional reproductivamente activa de *P. porosissimus*, lo cual podría presentar un desafío para la conservación de esta especie.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Acebal, M. F., Guagliardo, S. E., Schwerdt, C. B., Galeano, N. A., Paolillo, M. A., Mas, J. D., ... & Tanzola, R. D. *Digeneos parásitos de Porichthys porosissimus (Teleostei: Batrachoididae) en el Estuario de Bahía Blanca*. BioScriba, 2011, vol. 4, no. 1, pp. 26–37.
- 2) Arenas-Urbe, S., Leal-Flórez, J., Sandoval, A., Pérez Villa, A. F. & Hernández-Morales, A. F. *Hábitos alimenticios del pez sable Trichiurus lepturus en el Golfo de Urabá, Caribe colombiano*. Biota Colombiana, 2019, vol. 20, no. 2, pp. 59–75. DOI: 10.21068/c2019.v20n02a05
- 3) Barker, M. J. & Schluessel, V. *Managing global shark fisheries: suggestions for prioritizing management strategies*. Aquat. Conserv.: Mar. Freshw. Ecosyst., 2005, vol. 15, pp. 325–347.
- 4) Blasina, G. E., Ronda, A. C., Botté, S. E., Molina, J. M., Labudía, A. C., Marcovecchio, J. E. & López Cazorla, A. C. *Metabolic and physiological responses of a coastal fish in highly and lightly impacted habitats*. (2020). J. Marine Systems 212, 1-11.
- 5) Brantley, R. K., Wingfield, J. C. & Bass, A. H. *Sex steroid levels in Porichthys notatus, a fish with alternative reproductive tactics, and a review of the hormonal bases for male dimorphism among teleost fishes*. Horm. Behav., 1993, vol. 27, no. 3, pp. 332–347.
- 6) Cervellini, P. M. & Piccolo, M. C. *Variación anual de la pesca del langostino y camarón en el Estuario de Bahía Blanca*. Geoacta, 2007, vol. 32, pp. 111–118.
- 7) Chan, S. T. H. *Natural sex reversal in vertebrates*. Phil. Trans. R. Soc. Lond., B, 1970, vol. 259, no. 828, pp. 59–71.
- 8) Cifuentes, R., González, J., Montoya, G., Jara, A., Ortiz, N., Piedra, P. & Habit, E. *Relación longitud-peso y factor de condición de peces nativos del río San Pedro (Cuenca del río Valdivia, Chile)*. Guyana (Concepción), 2012, vol. 76 (Suppl. 1), pp. 86–100. DOI: 10.4067/S0717-65382012000100009.
- 9) Crawley, M. J. *The R Book*. Wiley, West Sussex, 2007.
- 10) Colautti, D., Baigun, C., Lopez Cazorla, A., Llompart, F., Molina, J. M., Suquale, P. & Calvo, S. *Biología poblacional y características pesqueras del sabueso Mustelus schmitti en Bahía Anegada, Argentina*. Investigación Pesquera, 2010, vol. 106, no. 3, pp. 351–357.
- 11) Cortés, E. *A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes*. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 1997, vol. 54, pp. 726–738. DOI: 10.1139/f96-316.

- 12) Figueiredo, J. L., Santos, A. P., Yamaguti, N., Bernardes, R. A. & Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B. *Peixes da Zona Econômica Exclusiva da Região Sudeste-Sul do Brasil: levantamento com rede de meia água. Série Documentos REVIZEE Score Sul*, **2002**, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil. 264 pp.
- 13) FishBase. *FishBase: A Global Information System on Fishes*. **2025**, consultado el 1 de octubre de 2025, de <https://www.fishbase.se/search.php>.
- 14) Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Aspectos biológicos*. En *Guía práctica para la evaluación, el desarrollo y la conservación de los recursos pesqueros* (Cap. 3). FAO, Roma. Disponible en <https://www.fao.org/4/v7180s/v7180s04.htm>. Accedido el 10/10/2025.
- 15) Franco López, J., Santes González, A. G., Abarca Arenas, L. G., Bedia Sánchez, C., Barrera Escorcia, H., Martínez Pérez, J. A., Peláez Rodríguez, E., & Viveros Legorreta, J. L. (2017). *Ecología y reproducción de Opsanus beta (Actinopterygii: Batrachoididae) en la Laguna de Alvarado, Veracruz, México*. *Revista de Biología Tropical*, 65(4), 1381-1396. <https://doi.org/10.15517/rbt.v65i4.27239>
- 16) Galeano, N. A., Prat, M. I., Guagliardo, S. E., Schwerdt, C. B. & Tanzola, R. D. *Características hematológicas de Porichthys porosissimus (Pisces: Batrachoidiformes) en el Estuario de Bahía Blanca, Argentina*. *BioScriba*, **2010**, vol. 3, no. 1, pp. 45–56.
- 17) Gastwirth, J. L., Gel, Y. R. & Miao, W. *The impact of Levene's test of equality of variances on statistical theory and practice*. *Statist. Sci.*, **2009**, vol. 24, no. 3, pp. 343–360. DOI: 10.1214/09-STS301.
- 18) Gilbert, R. I. *Western Atlantic batrachoidid fishes of the genus Porichthys, including three new species*. *Bull. Mar. Sci.*, **1968**, vol. 18, no. 3, pp. 671–730.
- 19) González-Ochoa, O. A., López-Martínez, J. & Hernández-Saavedra, N. Y. *Guardiamarina Darkedge Porichthys analis (Batrachoidiformes: Batrachoididae), un pez de captura incidental de camarón común en el Golfo de California*. *Rev. Biol. Trop.*, **2012**, vol. 60, no. 4, pp. 1795–1805.
- 20) Greenfield, D. W., Winterbottom, R. & Collette, B. B. *Review of the toadfish genera (Teleostei: Batrachoididae)*. *Proc. Calif. Acad. Sci.*, **2008**, vol. 59, no. 3, pp. 665–689.
- 21) Hall, M. A. *On bycatches*. *Rev. Fish Biol. Fish.*, **1996**, vol. 6, pp. 319–352.
- 22) Hubbs, C. L. *Bionomía de Porichthys notatus Girard*. *Am. Nat.*, **1920**, vol. 54, no. 633, pp. 380–384.
- 23) Hunter, J. R. & Macewicz, B. J. *Rates of atresia in the ovary of captive and wild northern anchovy Engraulis mordax*. *Fish. Bull.*, **1985**, vol. 83, no. 2, pp. 119–136.

- 24) Lane, E. D. *A study of the biology of the Atlantic midshipman Porichthys porosissimus in the vicinity of Port Aransas, Texas. Contrib. Mar. Sci. Univ. Tex.*, **1967**, vol. 12, pp. 1–53.
- 25) Liem, K. F. *Sex reversal as a natural process in the synbranchiform fish Monopterus albus. Copeia*, **1963**, pp. 303–312.
- 26) Lopes-Ferreira, M., Ramos, A. D., Martins, I. A., Lima, C., Conceição, K. & Haddad Jr, V. *Clinical manifestations and experimental studies on the spine extract of the toadfish Porichthys porosissimus. Toxicon*, **2014**, vol. 86, pp. 28–39. DOI: 10.1016/j.toxicon.2014.03.008.
- 27) López Cazorla, A. C. *Contribución al conocimiento de la ictofauna marina del área de Bahía Blanca*. Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata, **1987**.
- 28) López Cazorla, A., Pettigrosso, R. E., Tejera, L. & Camina, R. *Dieta y selección de alimento de Ramnogaster arcuata (Osteichthyes, Clupeidae). J. Fish Biol.*, **2011**, vol. 78, no. 7, pp. 2052–2066. DOI: 10.1111/j.1095-8649.2011.02980.x.
- 29) Machinandarena, L., Villarino, M. F., Cordo, H. D., Macchi, G. J. & Pájaro, M. *Descripción macroscópica de los ovarios del abadejo manchado (Genypterus blacodes). Escala de maduración. Rev. Investig. Mar.*, **2003**, vol. 21, pp. 45–52.
- 30) Marcovecchio, J. E., Oliva, A. L., La Colla, N. S., Arias, A. H., Botté, S. E., Simonetti, P., Negrin, V. L., Ronda, A. C. & Domini, C. E. *Bahía Blanca Estuary: A Chemical Oceanographic Approach*. En Fiori, S. & Pratolongo, P. (Eds.), *The Bahía Blanca Estuary*, Springer, Suiza, **2021**, pp. 123–148. DOI: 10.1007/978-3-030-66485-5_6.
- 31) Marentette, J. R. & Corkum, L. D. *Does the reproductive status of male round gobies (Neogobius melanostomus) influence their response to conspecific odours? Environ. Biol. Fish.*, **2008**, vol. 81, no. 4, pp. 447–455. DOI: 10.1007/s10641-007-9263-5.
- 32) McIver, E. L., Marchaterre, M. A., Rice, A. N. & Bass, A. H. *Novel underwater soundscape: acoustic repertoire of plainfin midshipman fish. J. Exp. Biol.*, **2014**, vol. 217, no. 13, pp. 2377–2389. DOI: 10.1242/jeb.103243.
- 33) McKight, P. E. & Najab, J. *Kruskal–Wallis test*. En D. S. Dunn (Ed.), *The Corsini Encyclopedia of Psychology*, 1–1, **2010**, Wiley. DOI: 10.1002/9780470479216.corpsy0491.
- 34) Menni, R. C. & Miquelarena, A. M. *Sobre dos especies argentinas de Batrachoididae (Pisces Batrachoidiformes). Physis, Secc. A*, **1976**, vol. 35, pp. 245–253.
- 35) Miller, J. S., Mazzoldi, C., Rasotto, M. B. & Balshine, S. *Differential investment in male accessory glands: Lessons from a marine fish with alternative reproductive tactics. Mar. Biol.*, **2019**, vol. 166, no. 37, pp. 1–12. DOI: 10.1007/s00227-019-3532-8.

- 36) Modesto, T. & Canário, A. V. M. *Cambios morfométricos y niveles de esteroides sexuales durante el ciclo reproductivo anual del pez sapo lusitano, Halobatrachus didactylus*. *Endocrinol. Gen. Comp.*, **2003**, vol. 131, no. 3, pp. 220–231.
- 37) Molina, J. M., Blasina, G. E. & López Cazorla, A. *Age and growth of the endangered shark *Mustelus schmitti* (Springer, 1939)*. *Fish. Bull.*, **2017**, vol. 115, no. 3, pp. 365–379.
- 38) Molina, J. M., Blasina, G. E. & López Cazorla, A. *Ecology and biology of fish assemblages*. En Fiori, S. & Pratolongo, P. (Eds.), *The Bahía Blanca Estuary*, Springer, Suiza, **2021**, pp. 201–234. DOI: 10.1007/978-3-030-66485-5_10.
- 39) Molina, J. M. & Cooke, S. J. *Trends in shark bycatch research: current status and research needs*. *Rev. Fish Biol. Fish.*, **2012**, vol. 22, no. 3, pp. 719–737. DOI: 10.1007/s11160-012-9268-3.
- 40) Molina, J. M. & López Cazorla, A. *Biology of *Myliobatis goodei* (Springer, 1939) a widely distributed eagle ray caught in northern Patagonia*. *J. Sea Res.*, **2015**, vol. 95, pp. 106–114. DOI: 10.1016/j.seares.2014.12.004.
- 41) Molinero, A. & Flos, R. *Influence of season on the feeding habits of the common sole *Solea solea**. *Mar. Biol.*, **1992**, vol. 113, pp. 499–507. DOI: 10.1007/BF00350087.
- 42) Montoya-López, A. F., Tabares, C. J., Echeverri, A., Arboleda, L. & Olivera-Ángel, M. *Descripción anatómica e histológica de las gónadas en Sabaleta (*Brycon henni*, Eigenmann 1913)*. *Rev. Colomb. Cienc. Pec.*, **2006**, vol. 19, no. 2, pp. 187–196. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-06902006000200011&lng=en&tlng=es.
- 43) Moore, R. & Wohlschlag, D. *Seasonal variations in the metabolism of the Atlantic midshipman, *Porichthys porosissimus**. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **1971**, vol. 7, no. 2, pp. 163–172.
- 44) Okach, J. O. & Dadzie, S. *The food, feeding habits and distribution of a siluroid catfish, *Bagrus docmac* (Forsskal), in the Kenya waters of Lake Victoria*. *J. Fish Biol.*, **1988**, vol. 32, no. 1, pp. 85–94.
- 45) Palazón-Fernández, J. L., Arias, A. M. & Sarasquete, C. *Aspectos de la biología reproductiva del pez sapo, *Halobatrachus didactylus* (Schneider, 1801) (Pisces: Batrachoididae)*. *Scientia Mar.*, **2001**, vol. 65, no. 2, pp. 131–138.
- 46) Patiño Ruiz, M. A. *Ecología trófica de pescadilla de red (*Cynoscion guatucupa*), corvina rubia (*Micropogonias furnieri*) y gatuza (*Mustelus schmitti*) en la costa y plataforma interior del sur de la provincia de Buenos Aires durante el año 2009*. Informe técnico, **2019**.

- 47) Perillo, G. M. & Piccolo, M. C. *Tidal response in the Bahía Blanca estuary, Argentina. J. Coast. Res.*, **1991**, vol. 7, no. 2, pp. 437–449.
- 48) Programa de Monitoreo de la Calidad Ambiental de la Zona Interior del Estuario de Bahía Blanca. *Capítulo I: Introducción general*. En *Informe final del período 2013 / 2014*, Instituto Argentino de Oceanografía (IADO CONICET / UNS), **2014**, pp. 4–13.
- 49) R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing; R Foundation for Statistical Computing: Vienna, Austria, 2025; Available online: <https://www.R-project.org/> (accessed on 1 January 2025).
- 50) Raby, G. D., Colotelo, A. H., Blouin-Demers, G. & Cooke, S. J. *Freshwater commercial bycatch: An understated conservation problem. BioScience*, **2011**, vol. 61, pp. 271–280. DOI: 10.1525/bio.2011.61.4.7.
- 51) Ruiz, L. J., Prieto, A. & Lemus, M. *Morfología bucofaríngea y hábitos alimentarios de Micropogonias furnieri (Pisces: Sciaenidae) en la costa norte del Estado Sucre, Venezuela. Rev. Biol. Trop.*, **2001**, vol. 49, no. 3–4, pp. 903–913.
- 52) Schwartz, F. J. *Atlantic midshipman, Porichthys plectrodon, in North Carolina. J. N. C. Acad. Sci.*, **2013**, vol. 129, no. 3, pp. 111–114. Disponible en: <https://jncas.kglmeridian.com>.
- 53) ScienceDirect. Hepatosomatic index. ScienceDirect Topics, s.f. Recuperado el 26 de noviembre de 2025, de <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/hepatosomatic-index>.
- 54) Segura, A. M., Trinchin, R., Rabellino, J., Scarabino, F., Teixeira-De Mello, F. & Carranza, A. *Length–weight relationships of 14 coastal fish species from Punta del Diablo (Rocha, Uruguay). J. Appl. Ichthyol.*, **2012**, vol. 28, no. 5, pp. 852–853. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2012.02027.x.
- 55) Shao, C., Li, Q., Chen, S., Zhang, P., Lian, J., Hu, Q., Sun, B., Jin, L., Liu, S., Wang, Z. & Zhao, H. *Epigenetic modification and inheritance in sexual reversal of fish. Genome Res.*, **2014**, vol. 24, no. 4, pp. 604–615. DOI: 10.1101/gr.163278.113.
- 56) Sisneros, J. A., Alderks, P. W., Leon, K. & Sniffen, B. *Cambios morfológicos asociados con el ciclo reproductivo y el comportamiento del guardiamarina macho de aleta plana Porichthys notatus, que anida en la zona intermareal. J. Fish Biol.*, **2009**, vol. 74, no. 1, pp. 18–36. DOI: 10.1111/j.1095-8649.2008.02147.x.
- 57) Sisneros, J. A., Forlano, P. M., Knapp, R. & Bass, A. H. *Variación estacional de los niveles de hormonas esteroides en un pez que anida en zonas intermareales, el guardiamarina vocal. Endocrinol. Gen. Comp.*, **2004**, vol. 136, no. 1, pp. 101–116.
- 58) Sourinejad, I., Nikkhah, K. A. S., Kamrani, E., & Ghodrati, S. M. Feeding habits of the seabream (*Acanthopagrus latus*) in the northern Persian Gulf. *Iranian Journal of*

- Fisheries Sciences, 2015, vol. 14, no. 3, pp. 706–718. Vázquez Navarro, V. *Edad y crecimiento del Ronco blanco (Haemulon flaviguttatum, Gill 1872) en Puerto Ángel, Oaxaca*. Informe técnico, **2024**.
- 59) Vianna, M., Tomas, A. R. & Verani, J. R. *Aspects of the biology of the Atlantic Midshipman, Porichthys porosissimus (Teleostei, Batrachoididae): an important by-catch species of shrimp trawling off southern Brazil*. *Rev. Bras. Oceanogr.*, **2000**, vol. 48, pp. 131–140.
- 60) Walker, H. J., Jr. & Rosenblatt, R. H. *Pacific toadfishes of the genus Porichthys (Batrachoididae) with descriptions of three new species*. *Copeia*, **1988**, no. 4, pp. 887–904. DOI: 10.2307/1445712.
- 61) Yang, S. & Berdine, G. *Normality tests*. *Southwest Respir. Crit. Care Chronicles*, **2021**, vol. 9, no. 37, pp. 87–90. DOI: 10.12746/swrccc.v9i37.912.
- 62) Zar, J. H. *Biostatistical Analysis*. D. Lynch (Ed.), Prentice Hall, New Jersey, **1999**, 663 pp.