

Serie: Informes científico-técnicos del
Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras

Informe Técnico N°17

Parásitos musculares de merluza común, *Merluccius hubbsi* del Mar Argentino: implicancias para la industria pesquera



Autores: Juan T. Timi, Manuel M. Irigoitia

Laboratorio de Ictioparasitología, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC) UNMdP-CONICET
Mar del Plata, Argentina.

Mar del Plata, setiembre 2023

Citar como: Timi, J. T., Irigoitia, M. M. (2023). Parásitos musculares de merluza común, *Merluccius hubbsi* del Mar Argentino: implicancias para la industria pesquera. Informes científico-técnicos del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras N°17 (UNMDP-CONICET). 9 pp.

Este informe responde a una solicitud de información por parte de la Dirección de Planificación Pesquera, Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, Ministerio de Economía de la Nación Argentina.

Las opiniones expresadas en este producto informativo son las de su(s) autor(es), y no reflejan necesariamente los puntos de vista o políticas del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras.

ISSN 2796-9088

La “Serie: Informes científico-técnicos del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras” se aloja en el sitio <https://www.iimyc.gob.ar/iimyc/es/informes-tecnicos/>

La utilización, redistribución, traducción y creación de obras derivadas de la presente publicación están autorizadas, a condición de que se cite la fuente original y que las obras que resulten sean publicadas bajo las mismas condiciones de libre acceso. Esta licencia se aplica exclusivamente al texto de la presente publicación. Para utilizar cualquier otro material que aparezca en ella (tal como textos, imágenes, ilustraciones o gráficos), será necesario pedir autorización a la Dirección del IIMyC iimyc@mdp.edu.ar. No está permitido utilizar el logotipo del IIMyC.

Si la obra se traduce, debe añadirse el siguiente descargo de responsabilidad junto a la referencia requerida: “La presente traducción no es obra del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC). El IIMyC no se hace responsable del contenido ni de la exactitud de la traducción. La edición original en el/los idiomas que se publique será el texto autorizado”.

Mar del Plata, setiembre 2023

PARÁSITOS MUSCULARES DE MERLUZA COMÚN, *Merluccius hubbsi* DEL MAR ARGENTINO: IMPLICANCIAS PARA LA INDUSTRIA PESQUERA

Juan T. Timi¹ y Manuel M. Irigoitia¹

¹Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata. Consejo Nacional de Investigaciones Científica y Técnicas (CONICET), Mar del Plata, Argentina.
[Correspondencia: Juan T. Timi <jtimi@mdp.edu.arp>]

RESUMEN. El presente informe recopila y analiza la información publicada sobre parasitismo en músculo esquelético de merluza, en particular de nematodos anisákidos de los géneros *Anisakis* y *Phocanema*, del myxozoo *Kudoa rosenbuschi* y del copépodo ectoparásito *Trifur tortuosus*. En el mismo se presenta un breve marco teórico y generalidades sobre la naturaleza de la relación parásito/hospedador, junto a un resumen de la información publicada que contempla aspectos cuantitativos y de distribución del parasitismo muscular en merluza común. Se incluyen consideraciones relevantes para la problemática que surgen de la comercialización de productos de origen marino capturados en su medio natural. Para cada grupo de parásitos se indican los efectos zoonóticos, cosméticos y tecnológicos sobre el producto (filetes congelados) y su comercialización. Se analizan las fuentes de su variabilidad y se discute sobre la dificultad del cumplimiento de los estándares propuestos por el Gobierno de Brasil, dados los niveles naturales de parasitismo observados.

ABSTRACT. *Muscular parasites of common hake, Merluccius hubbsi from the Argentine Sea: implications for the fishing industry.* This report compiles and analyzes published information on parasitism in hake skeletal muscle, particularly of anisakid nematodes of the genera *Anisakis* and *Phocanema*, the myxozoan *Kudoa rosenbuschi*, and the ectoparasitic copepod *Trifur tortuosus*. A brief theoretical framework and generalities on the nature of the parasite/host relationship are provided, together with a summary of the published information that includes quantitative and distributional aspects of parasitism in hake fillets. Relevant considerations for the problems that arise from the commercialization of products of marine origin captured in their natural environment are included. These comprise, for each group of parasites, the zoonotic, cosmetic and technological effects on the product (frozen fillets) and its marketing. The causes of its variability are analyzed and the difficulty of compliance with the standards proposed by the Government of Brazil, given the observed natural levels of parasitism, is discussed.

Palabras clave: Control, *Anisakis*, *Kudoa*, *Phocanema*, *Trifur*, seguridad alimentaria.

Key words: Control, *Anisakis*, food safety, *Kudoa*, *Phocanema*, *Trifur*.

INTRODUCCIÓN

El presente Informe Técnico responde a una solicitud de información por parte de la Dirección de Planificación Pesquera, Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, Ministerio de Economía de la Nación Argentina, sobre la presencia de parásitos en filetes de merluza común, *Merluccius hubbsi*. La finalidad del mismo es aportar información científica para la elaboración de un documento que exprese la posición nacional ante la consulta pública habilitada por el servicio sanitario de Brasil (PORTARIA SDA/MAPA N° 832, DE 29 DE JUNHO DE 2023) sobre el “Reglamento Técnico de Identidad y Calidad para el pescado congelado, el pescado congelado y el pescado en salmuera congelado destinados a la conservación”. En el mismo se presenta un breve marco teórico y generalidades sobre la naturaleza de la relación parásito/hospedador, junto a un resumen de la información disponible publicada hasta el momento y consideraciones relevantes para la problemática que surge de la

comercialización de productos de origen marino capturados en su medio natural.

Los parásitos son componentes ubicuos y naturales de todos los ecosistemas, en los que comúnmente se encuentran en una gran diversidad y a menudo en altas densidades. Contrariamente a las creencias populares, un ambiente rico y diverso en parásitos es indicativo de un ecosistema saludable en el que todos sus componentes se encuentran en equilibrio natural. Por ese motivo, en la mayoría de los casos, la presencia de parasitismo en los ambientes naturales no se relaciona con estados sanitarios deficitarios o condiciones ambientales deterioradas.

La merluza común, *Merluccius hubbsi*, al igual que otras especies de merluzas del mundo de importancia comercial (orden Gadiformes, familia Merlucciidae) y de modo similar a lo que sucede con otros peces de nivel trófico equivalente, es una de las especies con mayor cantidad de especies de parásitos registradas en el Mar Argentino. La mayoría de sus especies de parásitos

infectan órganos o tejidos no destinados al consumo humano (branquias, vísceras), sin embargo, algunas parasitan obligadamente la musculatura somática o pueden ocurrir ocasionalmente en la misma, lo que puede afectar la calidad sanitaria o estética del producto. Los efectos de los parásitos musculares pueden clasificarse en tres categorías:

- 1) Zoonóticos: Efecto sobre la salud pública, dado que algunos parásitos tienen potencial zoonótico (se transmiten de los animales a las personas o de las personas a los animales) y pueden producir patologías en el consumidor.
- 2) Cosméticos: la presencia detectable de parásitos en los filetes produce un aspecto desagradable y, por lo tanto, el rechazo por parte de los consumidores.
- 3) Tecnológicos: Efecto sobre la calidad del producto, puesto que algunos parásitos (mixosporidios) producen enzimas que digieren la musculatura (miolicefacción) degradando el músculo, pueden alterar su apariencia (hematomas) o pueden requerir procesamientos adicionales del producto.

PARÁSITOS MUSCULARES DE LA MERLUZA

Los parásitos musculares hallados con mayor frecuencia en la merluza corresponden a 4 grupos. Si bien, especies de otros grupos taxonómicos pueden ser halladas en el producto final, su origen se debe a deficiencias en el procesamiento, resultando en la adhesión de parásitos viscerales a la superficie de los filetes mayormente durante el fileteado, hallándose accidentalmente sobre la superficie del músculo.

Nematodes anisákidos

Los nematodes de la familia Anisakidae son parásitos cosmopolitas de ambientes acuáticos con ciclos de vida complejos que involucran diferentes hospedadores (Lanfranchi et al., 2018; Irigoitia et al., 2018, 2021). En el caso de los parásitos musculares de la merluza están representados por los géneros *Anisakis* y *Pseudoterranova*, cuyos estadios larvales ocurren en crustáceos y peces y los adultos en mamíferos marinos (Herrerías et al., 2000; Sardella & Timi, 2004). Los géneros *Anisakis* y *Pseudoterranova* han sido recientemente revisados (Takano & Sata, 2022; Bao et al., 2023) quedando constituidos por 6 y 5 especies válidas respectivamente, con las especies de *Pseudoterranova* que parasitan pinnípedos habiendo sido transferidas al género *Phocanema* (Bao et al., 2023).

La merluza alberga también, a menudo en altas cargas y principalmente alojados en la cavidad abdominal, mesenterios y lumen digestivo, larvas de anisákidos de los géneros *Contracaecum* y *Euterranova* y de la especie *Hysterothylacium aduncum* de la familia relacionada Raphidascarididae, las cuales no han sido registradas naturalmente en el músculo (Sardella & Timi, 2004) y tienen baja importancia desde el punto de vista sanitario.

En el Mar Argentino, es común el reporte de larvas de *Anisakis* en peces como *Anisakis* sp. o *A. simplex* s.l., sin embargo, y a pesar que hasta el momento se han identificado genéticamente los anisákidos de una pequeña proporción de los recursos pesqueros de Argentina, no existen registros de *A. simplex* s.s. parasitando peces en el Hemisferio Sur (Mattiucci et al., 2017). La distribución de esta especie está restringida a aguas más cálidas del Atlántico Norte y del Mar Mediterráneo (Mattiucci et al., 2018).

En *M. hubbsi* de aguas patagónicas hasta el momento sólo se ha hallado *A. pegreffii* (Lanfranchi et al., 2018; Mattiucci et al., 2019;

Smaldone et al., 2020). Por otra parte, se han identificado también estadios larvales de *Phocanema cattani* (ex. *Pseudoterranova cattani*) en vísceras y musculatura somática de merluza (Hernández-Orts et al., 2013) y de varias especies de peces y adultos en lobos marinos (Timi et al., 2014). Adicionalmente, estudios moleculares llevados a cabo en muestras obtenidas de algunas especies de peces óseos, rayas y cetáceos, han demostrado la existencia en el mar Argentino de *Anisakis typica*, *A. pegreffii*, *A. berlandi*, *A. c.f. paggiae* y *P. cattani* (Irigoitia et al., 2018, 2021, Lanfranchi et al., 2018) por lo que no se puede descartar su posible presencia en la merluza.

Efectos sobre el consumidor y/o producto

a) Efecto zoonótico: Los representantes de los géneros *Anisakis* y *Phocanema* (ex. *Pseudoterranova*) son mundialmente reconocidos por su implicancia en la salud pública como agentes causales de anisakidosis (o anisakiosis y pseudoterranovosis en el caso específico de infecciones por *Anisakis* y *Pseudoterranova* -actualmente *Phocanema*-, respectivamente), dando cuenta de gran parte de los aproximadamente 20.000 casos reportados para el año 2010 y su distribución global (Shamsi & Barton, 2023).

b) La anisakidosis provoca una inflamación del tracto gastrointestinal causado por la ingestión de peces y calamares crudos o poco cocidos, conteniendo larvas vivas del tercer estadio que puede clasificarse como anisakidosis gástrica, intestinal o ectópica (Audicana & Kennedy, 2008). La anisakidosis gástrica e intestinal ocurre luego de la ingestión de larvas vivas, la cuales al ingresar en el cuerpo humano tienden a penetrar en la mucosa del estómago y/o intestino generando dolores abdominales, vómitos, diarrea y en algunos casos úlceras que requieren la remoción quirúrgica de las mismas (mediante endoscopia). En Sudamérica, los casos de anisakidosis de este tipo se limitan a pocos casos reportados, la mayoría de ellos en Chile y Perú (Aco Alburqueque et al., 2020), asociados a la ingesta de platos típicos en los que no se cocinan los peces (principalmente ceviche). En Argentina sólo se han reportado tres casos de infecciones por *Phocanema cattani* (ex. *Pseudoterranova*), cuyas larvas fueron expulsadas luego del vómito que se sucedió a los pocos días u horas de la ingesta del alimento (Degese et al. 2019; Menghi et al., 2020). Un cuarto caso, registrado en una niña de 9 años (Menghi et al. 2011) es dudoso debido a que carece de estudios moleculares y la descripción morfológica realizada es pobre, no correspondiéndose con larvas de *Anisakis*. En el caso de Brasil, sólo existe un único reporte de una infección por un gusano "similar" a *Anisakis* pero sin diagnóstico morfológico ni molecular (Rosa da Cruz et al., 2010). Las fotografías del mismo hacen dudosa dicha identificación.

Además de anisakidosis gástrica o intestinal, la mera exposición a los parásitos y a sus antígenos, ya sea de larvas muertas o de sus restos en los alimentos, puede producir manifestaciones clínicas de tipo alérgico, siendo este un problema sanitario creciente a nivel mundial (Ivanovic, 2017, Rahmati et al., 2020) y que se ha expandido globalmente con la oferta creciente de platos tradicionales de culturas en las que el consumo de pescado crudo es habitual (sushi, ceviche, boquerones en vinagre, peces ahumados, etc.). Es generalmente aceptado que se requiere una infección activa por larvas vivas para iniciar una sensibilización a antígenos de *Anisakis* (Polimeno et al. 2010, Pravettoni et al., 2012; Ivanovic et al., 2017). A nivel mundial se han registrado casos de pacientes con reacciones alérgicas presuntamente causadas por anisakidosis y se han realizado estudios de sensibilidad en la población a alérgenos principalmente para *Anisakis simplex* mayormente en España e Italia (Mazzucco et al. 2018).

En América del Sur sólo se han realizado algunos estudios en Brasil de sensibilidad en la población a partir de cuantificar la reactividad en sangre a antígenos de *Anisakis simplex* (Figueiredo Junior et al., 2013, 2015, 2018). Vale aclarar que en dichos estudios los antígenos se obtuvieron a partir de larvas L3 extraídas de peces de la flota comercial que opera en las costas de Brasil cuya distribución está limitada al Atlántico Sudoccidental, por lo tanto es esperable que las mismas no sean de *A. simplex* (exclusiva del Atlántico y Pacífico Norte y Mediterráneo, Mattiucci et al., 2018), sino de las especies presentes en la zona y más posiblemente de aquellas con distribución tropical/subtropical, siendo *A. typica* la especie más comúnmente reportada en aguas Brasileñas (Irigoitia et al., 2021), donde no ha sido reportada *A. pegreffii*, la especie más común en Argentina y en particular en la merluza (Irigoitia et al., 2021). A su vez, debe considerarse que muchas de las reacciones clasificadas como “sensibilidad a *Anisakis*” pueden ser reacciones cruzadas con otras especies de nematodos como *Ascaris*, oxiuros, e incluso con ácaros del polvo doméstico, cucarachas, crustáceos y moluscos (Nieuwenhuizen & Lopata, 2013; Daschner & Cuellar, 2020), por lo tanto no debe considerarse “a priori” una sensibilidad de la población a *Anisakis*. En este sentido, aquellos estudios que discriminan entre antígenos de secreción/excreción vs los antígenos totales, suelen ser más indicativos, ya que se ha reportado que los primeros son más específicos de sensibilidad a *Anisakis*. Por último debe tenerse en cuenta que los casos registrados de infecciones por anisákidos en América del Sur corresponden principalmente a *Phocanema* sp. (ex *Pseudoterranova*) y no a *Anisakis*, no existiendo estudios en la región sobre sensibilidad de la población a este último género (Falla-Zuñiga et al., 2019).

c) Efecto cosmético: La presencia de vermes en el filete produce rechazo por parte de los consumidores. En la merluza en particular suelen ser más evidentes ya que, este pez, como mecanismo de defensa encapsula a los parásitos con capas de tejido conjuntivo que está melanizado. Como resultado, el color negro o marrón oscuro de las cápsulas hace mucho más evidentes a los parásitos en el músculo. Además, es común que en la musculatura se generen hematomas o áreas edematosas de diferente diámetro alrededor del parásito, resaltando su presencia.

d) Efecto tecnológico: la presencia de parásitos requiere un procesamiento extra del producto para la detección y eliminación de los vermes o de las zonas del filete afectadas, lo cual supone el entrenamiento de personal para la identificación y remoción de los parásitos y la adecuación de las líneas de producción con el agregado de estaciones de visualización (mediante luz transmitida) y corte de los filetes afectados.

Mitigación, eliminación de riesgos de infección

Los parásitos ocurren naturalmente en la merluza, siendo adquiridos tróficamente por el consumo de presas parasitadas (crustáceos y otros peces), por lo que las infecciones no pueden ser controladas ni tratadas.

En el caso de los consumidores, existen diferentes formas de garantizar la inocuidad de estas zoonosis. Estas medidas incluyen:

La congelación y mantenimiento a -20°C durante al menos 7 días ó a -35 °C por un mínimo de 15 hs. Las tecnologías empleadas habitualmente en plantas industriales - túneles estáticos o dinámicos, IQF (congelación rápida individual) - supervisadas por la autoridad sanitaria, son eficientes para lograr la inactivación de los parásitos. En ese sentido, la inocuidad del filete de pescado congelado destinado a exportación, se encuentra garantizada.

La cocción a temperaturas mayores a 60°C por al menos 1 minuto es suficiente para inactivar parásitos. Los productos pasteurizados y los cocinados al vacío, certificados por empresas que cumplen con los protocolos, son seguros desde el punto de vista de la inactivación del parásito.

La salazón, marinado, ahumado y la irradiación, dependiendo de los tiempos y concentraciones de reactivos pueden inactivar a los parásitos, pero requieren un mayor nivel de control de la supervivencia para asegurar la inocuidad del consumo.

Ubicación en el filete

En la mayoría de los estudios realizados sobre parásitos de merluza (Tabla 1), la discriminación de la ubicación de los nematodos anisákidos en vísceras y filete no es reportada y se cuenta con el total de parásitos de cada taxón por merluza como unidad de estudio. Solo los trabajos de Herreras et al. (2000) y Smaldone et al. (2020) refieren a cargas parasitarias en el filete, el segundo trabajo sin brindar información sobre la región de captura. En ambos casos se observaron altas cargas parasitarias, con preponderancia de ubicación hipoaxial (ventral) en el filete (Tabla 2). En el caso de las merluzas contempladas en el trabajo de Sardella & Timi (1996) provenientes de la ZCPAU no se registraron anisákidos en la musculatura (datos no publicados). Por su parte en las merluzas correspondientes al estudio de Sardella & Timi (2004), los valores de parasitismo en músculo fueron mucho menores (datos no publicados, Tabla 2). Esto posiblemente esté relacionado al origen geográfico, ya que el stock norte (al norte del paralelo 41°S) generalmente presenta menores cargas que las merluzas patagónicas. En el caso de las merluzas del stock patagónico, la menor abundancia y prevalencia en comparación con las reportadas por Herreras et al. (2000) (Tabla 1) respondería a que provienen de diferentes stocks y al tamaño/edad mucho mayor de las capturadas en el Golfo San Matías. Es de destacar que los valores de parasitismo muscular por *Anisakis* spp. en merluzas del Atlántico Norte (*Merluccius merluccius*) alcanzan valores notablemente superiores, con prevalencias entre 24 y 100% y abundancias medias entre 20,13 y 241,80 larvas por merluza (Rodríguez et al., 2018), alcanzando intensidades medias de más de 850 larvas hasta (Diez et al., 2022).

Distribución geográfica

En el caso de parásitos totales de merluza, se han observado cargas parasitarias por *Anisakis* sp. mucho mayores en la región de la Patagonia central y en el Golfo San Matías, con respecto a las capturadas en la región bonaerense (MacKenzie & Longshaw, 1995; Sardella & Timi, 1996; 2004;) (Tabla 1). Estos resultados son congruentes con datos de parasitismo por *Anisakis* en otras especies como la anchoita (Timi, 2003), el salmón de mar (Timi & Lanfranchi, 2009) y el pez palo (Braicovich et al., 2021). En merluzas capturadas en inmediaciones de las Islas Malvinas se han registrado menores valores de parasitismo (MacKenzie & Longshaw, 1995) lo que concuerda con evidencias en otros recursos pesqueros, que indicarían que en regiones más australes del Mar Argentino el parasitismo por *Anisakis* podría disminuir (Irigoitia et al., 2022). Larvas de *Phocanema* sp., muy posiblemente *P. cattani*, solo fueron registradas parasitando merluzas del Golfo San Matías.

Distribución de acuerdo al tamaño/edad de la merluza

Una vez instaladas en el hospedador, en este caso la merluza, las larvas de anisákidos pueden persistir por largos períodos de tiempo, e incluso durante toda la vida del pez (Braicovich et al.,

Tabla 1Prevalencia (P), abundancia media (AM) y rango de parásitos de la merluza común *Merluccius hubbsi* reportados en la literatura.

Referencia	Fecha	Localidad	n	Talla media	<i>Anisakis</i> sp.		<i>Kudoa rosenbuschi</i>		<i>Phocanema</i> sp.	
				(cm)	P	AM (rango)	P	AM (rango)	P	AM (rango)
MacKenzie & Lonshaw. 1995	Abr-Ago 1992	Alrededor de Islas Malvinas	108	42.5-79	97.2*	15.3* (0-107)	7.40*	-	-	-
	Abr-May 1993	Talud frente al Golfo San Jorge	87	30.9-74.9	86.2*	6.1* (0-30)	24.10*	-	-	-
Sardella & Timi. 1996	Jun-Dec 1993	ZCPAU	159		15.1	2.4	10.10	-	-	-
Herreras et al. 2000**	Jun-Nov 1997	Golfo San Matías	42	67.5±7.7	52.4	1.2±1.7 (1-7)	-	-	9.5	1.2±1.7
Sardella & Timi. 2004	Julio 1999	Golfo San Matías	83	38.68±4.51	100	17.0±15.2	57.83	6.2±11.0	2.40	0.01±0.02
	Julio 1998	Golfo San Jorge	80	40.36±4.81	97.50	16.6±14.9	43.75	2.2±4.1	-	-
	Jul-Set. 1999	Plataforma continental frente al Golfo San Jorge	115	39.91±3.60	89.57	52.6±16.2	15.65	3.0±3.5	-	-
Hernández-Orts et al. 2013*	2006-2007	Plataforma patagónica	79	28.1±4.2	-	-	-	-	3.4	0.04
Cantatore et al. 2016	Julio 2009	36°-39°S/53°-57°O	42	44.5 ± 3.5	-	-	2.40	-	-	-
	Enero 2009	44°4'2"S/63°28'55"O	50	41.8 ± 3.4	-	-	24.00	-	-	-
	Enero 2009	45°32'13"S/66°6'32"O	31	44.7 ± 5.2	-	-	32.30	-	-	-
	Enero 2009	46°1'48"S/65°33'7"O	32	40.5 ± 3.3	-	-	25.00	-	-	-
	Mayo 2014	36°-39°S/53°-57°O	20	48.0 ± 3.6	-	-	15.00	-	-	-
	Enero 2014	42°-46°S/63°-66°O	38	38.9 ± 2.7	-	-	28.90	-	-	-
Smaldone et al. 2020**	May-Oct 2013	-	25	-	84.00	8.56±8.90	-	-	-	-

*Retrocalculado de varios valores en MacKenzie & Longshaw (1995).

* solo *Phocanema* reportado.** solo larvas de *Anisakis* musculares reportadas.

Tabla 2
Prevalencia y abundancia media (IM) de anisákidos parásitos en el filete de *Merluccius hubbsi*.

Especie	Prevalencia			Abundancia media			Referencia
	Hipoaxial	Epiaxial	Total	Hipoaxial	Epiaxial	Total	
<i>Anisakis</i> sp.	50	2.4	52.4	1.2±1.7	0.0±0.2	1.2±1.7	Herreras et al. 2000
<i>Anisakis</i> sp.	1.7	0	1.7	0.02±0.13	0	0.02	Sardella & Timi. 2004*
<i>Anisakis</i> sp.	84	36	84	7.28±8.08	1.32±4.20	8.56±8.90	Smaldone et al. 2020
<i>Phocanema cattani</i>	-	-	9.5	-	-	0.2±0.7	Herreras et al. 2000
<i>Phocanema cattani</i>	-	-	1.3	-	-	0.01	Hernández-Orts et al. 2013

*datos no publicados.

2016). Por este motivo constituyen parasitosis que se acumulan con la edad, ya que los peces más longevos han estado más tiempo expuestos a estadios infectivos y probabilísticamente tienen mayores posibilidades de estar parasitados y por un número más alto de larvas. A su vez, el tamaño de los peces es un factor determinante de las cargas parasitarias dado que los peces mayores consumen más cantidad de presas, de mayor tamaño y a menudo se distribuyen en áreas más amplias o con diferentes condiciones ambientales, lo que aumenta la probabilidad de infección. Por ese motivo los peces de mayor edad y tamaño albergan mayor cantidad de parásitos persistentes. En el caso de la merluza estos patrones son evidentes (Tabla 3).

Kudoa rosenbuschi

Los myxozoos o myxosporidios (Phylum: Cnidaria, Clase: Myxozoa) son un diverso grupo de organismos parásitos de una variedad de organismos acuáticos con ciclos de vida complejos (involucrando a más de un hospedador). *Kudoa* es uno de los géneros más numerosos cuyas especies parasitan principalmente la musculatura de peces marinos a nivel global. Este género se caracteriza por presentar esporas con cuatro o más valvas (V) y cápsulas polares (CP) en igual número. La especie que parasita el músculo de la merluza común, *K. rosenbuschi*, infecta el interior de las fibras musculares y en algunos casos de varias fibras contiguas. Estas son encapsuladas con tejido conjuntivo y melanizadas por la merluza, adquiriendo una coloración negruzca que hace muy evidente el parasitismo en el filete. Las fibras parasitadas y melanizadas (quistes) tienen generalmente el tamaño de un grano de arroz.

Efectos sobre el consumidor y/o producto

a) Efecto zoonótico: no se han registrado efectos sobre la salud humana para esta especie. Solo se han registrado reacciones alérgicas y/o patologías digestivas producto de la ingesta de la especie *K. septempunctata* con el consumo de lenguados crudos en Japón (Ohnishi et al., 2018; Tachibana & Watari, 2020).

b) Efecto cosmético: La presencia de *Kudoa* en el filete es generalmente muy evidente debido a su coloración oscura, constituyendo un grave problema cosmético para su comercialización.

c) Efecto tecnológico: la presencia de parásitos requiere un procesamiento extra del producto para la eliminación de las zonas del filete afectadas. Además, muchas especies de *Kudoa* causan la degradación enzimática del tejido o mioliquefacción postmortem con un efecto marcado sobre la calidad del producto. Procesos de degradación de tejidos han sido registrados en el filete de merluzas en la periferia de los quistes de *Kudoa*, principalmente

en sus estadios tempranos de desarrollo (Sardella et al., 1987) debido a acción proteolítica enzimática (Martone et al., 1999).

Mitigación, eliminación de riesgos de infección

Los parásitos ocurren naturalmente en la merluza. Si bien se desconoce su ciclo biológico, las infecciones por *Kudoa* en los peces no pueden ser controladas ni tratadas. Si bien no representan un riesgo para la salud pública, los tratamientos térmicos (congelado y cocción) inactivan al parásito.

Distribución geográfica

Las mayores cargas parasitarias por *K. rosenbuschi* en *M. hubbsi* han sido registradas en la región central de la plataforma continental patagónica con respecto a aguas bonaerenses y, aparentemente también se observa una disminución en la región de las Islas Malvinas (Tabla 1). Sin embargo, aún debe corroborarse si este patrón también ocurre en el extremo sur de la distribución del hospedador (55°S). Estudios comparativos han demostrado que esta estructura espacial es constante en el tiempo (Cantatore et al., 2016).

Distribución de acuerdo al tamaño/edad de la merluza

Se han reportado mayores valores de parasitismo en merluzas menores de 30 cm de longitud total con respecto a las de tallas superiores en la región bonaerense (Sardella & Roldán, 1989). En muestras más recientes (Sardella & Timi, 1996) este patrón se repite, aunque basado en un número notablemente menor de merluzas (Tabla 2). La relación del parasitismo por *Kudoa* y la talla de la merluza requiere ser estudiado en la población patagónica de merluza.

Trifur tortuosus

Se trata de copépodos mesoparásitos de gran tamaño (2 a 3 cm de largo) y color rojizo que parasitan la musculatura somática de varios peces de la región, principalmente de la merluza en la que se ubican en general dorsalmente, embebidos profundamente la región cefálica en el cuerpo del pez (Etchegoin et al., 2009). En la región cefálica del parásito, se desarrollan procesos en forma de ancla para su sujeción, cuyo cuerpo permanece por fuera de la merluza. Es común que luego del fileteado, las regiones cefálicas permanezcan en el filete, ya que al retirar la piel de pez se elimina el cuerpo del parásito pero no la región cefálica y las lesiones producidas son evidentes a simple vista.

Efectos sobre el producto y/o consumidor

a) Efecto zoonótico: no posee

Tabla 3

Prevalencia (P) e intensidad media (IM) de parásitos de *Merluccius hubbsi* en relación al tamaño de ejemplares de merluza de la región Bonaerense (Sardella & Timi, 1996).

Talla (cm)	6-20		21-25		26-30		31-35		36-40		>40	
n	19		26		25		35		28		26	
	P	IM	P	IM	P	IM	P	IM	P	IM	P	IM
<i>Anisakis</i> sp.	0	0	7.70	1.00	4.00	1.00	17.10	1.30	25.00	3.90	30.80	2.50
<i>Kudoa rosenbuschi</i>	2.30	-	3.80	-	12.00	-	11.40	-	17.90	-	7.70	-

b) Efecto cosmético: La presencia restos de *T. tortuosos* en el filete es generalmente evidente debido a su tamaño y coloración rojiza, es común la ocurrencia de edemas en la zona de sujeción, alrededor de los procesos cefálicos de los copépodos.

c) Efecto tecnológico: la presencia de restos del parásito luego del fileteado puede requerir un procesamiento extra del producto para la eliminación de las zonas del filete afectadas.

Mitigación, eliminación de riesgos de infección

Los parásitos ocurren naturalmente en la merluza y sus infecciones en los peces no pueden ser controladas ni tratadas. No representan riesgo para los consumidores. Además, estos crustáceos mueren al ser sacados del agua.

Distribución geográfica

Esta especie ha sido registrada en toda la distribución de merluza, siendo hallada en baja prevalencia e intensidades generalmente de un parásito por merluza en todos los estudios realizados (MacKenzie & Longshaw, 1995; Sardella & Timi, 1996, 2004).

Distribución de acuerdo al tamaño/edad de la merluza

Las bajas cargas parasitarias no han permitido análisis concluyentes al respecto.

DETERMINANTES DE LAS CARGAS PARASITARIAS EN MÚSCULO DE MERLUZA

Los factores que determinan las cargas parasitarias en músculo son los mismos que rigen los niveles de parasitismo para otros tipos de parásitos y hospedadores. Estas parasitosis están determinadas por múltiples factores ecológicos, como la carga parasitaria en los hospedadores finales, la presencia de los hospedadores intermediarios, las características de las poblaciones de peces y de los hospedadores individuales y las condiciones ambientales de las áreas de pesca. Como se deduce de la sección anterior, en el caso de los parásitos musculares de merluza, las cargas parasitarias dependen principalmente de la región de origen (mayores cargas en el stock patagónico) y de la talla y edad de la merluza (mayores cargas en merluzas de mayor tamaño para anisákidos y aparentemente de menor tamaño para *Kudoa*), pero también de sus comportamientos migratorios. En el caso de los anisákidos, el tiempo transcurrido desde la captura del pez hasta su congelamiento y las condiciones de temperatura durante el almacenamiento, transporte y hasta su procesamiento, son condicionantes de la presencia de larvas en el filete.

Las merluzas de los stocks bonaerense y patagónico realizan ciclos migratorios tróficos y reproductivos estacionales entre la

costa (cercano a la isobata de 50 m) y aguas profundas (más de 100 m de profundidad) (Pájaro et al., 2005; Macchi et al., 2007), por lo que diferentes patrones de dispersión y, consecuentemente el acceso a condiciones ambientales y presas variables, puede repercutir en heterogeneidad del parasitismo.

Las larvas de *Anisakis* pueden realizar migraciones *post mortem* de sus hospedadores, moviéndose de las vísceras hacia el músculo, esto varía con la especie de parásito (Smith & Wootten, 1975; Cipriani et al., 2016), pero también con la especie de hospedador. Dependiendo del tiempo transcurrido desde la muerte del pez y de la temperatura de conservación hasta su procesamiento o congelación, las cargas parasitarias en músculo pueden incrementarse con el aumento de ambas variables. Este aumento corresponde a una redistribución de las larvas preexistentes, no implicando una multiplicación o reproducción de los parásitos.

En relación a los estándares propuestos por la norma del Gobierno de Brasil, considerando que más del 50% merluzas de mayor talla (ver datos de Herreras et al., 2000, Tabla 1) presentan de modo natural y como mínimo 1 larva de *Anisakis* en el músculo, y que aproximadamente 3 filetes pesan 1 Kg o más (unidad muestral), probabilísticamente 1,5 de esos 3 filetes estarán parasitados, incumpliendo con el estándar que considera defectuosa cualquier muestra *con un parásito no encapsulado de más de 10 mm*. De esta manera, los filetes de determinados calibres en su gran mayoría serán rechazados.

Alternativamente, la selección de filetes de calibres menores incrementará la probabilidad de parasitismo por *Kudoa*. En este caso y atendiendo que se requiere un mayor número de filetes para alcanzar el valor muestral de 1 kg, y considerando los valores de prevalencia (generalmente superiores al 25%) y de abundancia media, ciertamente mayores que dos, las posibilidades de aceptación son mínimas para la gran mayoría de las partidas, dado que la norma considera como unidad defectuosa aquella que presente, por kilogramo de muestra, dos o más parásitos encapsulados, con más de 3 mm de diámetro

Una característica generalizada de los sistemas parasitarios es la distribución agregada o sobredispersa de los parásitos en las poblaciones de hospedadores (McVinish & Lester, 2020, Lester & Blomberg, 2021). Una distribución agregada significa que en la población de hospedadores ocurren muchos individuos sin o con pocos parásitos, mientras que algunos pocos hospedadores albergan altas cargas parasitarias (Poulin, 2007). Esta heterogeneidad en el número de parásitos por hospedador tiene varias causas ecológicas (Poulin, 2007; Lester & Blomberg, 2021) y llega a ser tan pronunciada que, el número promedio de parásitos por hospedador en una muestra es a menudo un indicador muy pobre del nivel de infección (Rózsa et al. 2000). De hecho, cuando se cuantifican parásitos por kg de producto o por bloque

de producto, como en el caso de los controles de calidad del pescado, el número de parásitos albergados por un único pescado muy parasitado pueden superar los mínimos permitidos, aunque muchos otros peces o filetes no se encuentren parasitados.

CONSIDERACIONES FINALES

Si bien la información disponible sobre parásitos musculares de *M. hubbsi* en el Mar Argentino es fragmentaria, permite derivar algunas interpretaciones sobre los patrones de infección de las especies de parásitos halladas

1. Como es esperable, al igual que ocurre en los sistemas naturales y en otras especies de merlucidos del mundo, *M. hubbsi* presenta infecciones por parásitos con una gran diversidad de especies y, en algunos casos, en altas cargas.
2. De las especies registradas, sólo 4 han sido reportadas en músculo: un copépodo (*Trifus tortuosus*), un mixosporidio (*Kudoa rosenbuschi*) y nematodos de los géneros *Anisakis* y *Phocanema*.
3. Los patrones de infección de las especies de parásitos, al igual que ocurre en otros peces del Mar Argentino, dependen de las condiciones oceanográficas de cada región, del tamaño y edad del hospedador y de las características biológicas del parásito (ciclo de vida, duración de la infección, etc.).
4. Las infecciones por *T. tortuosus*, no presentan riesgo sanitario, se encuentran en baja prevalencia y abundancia media, no observándose un patrón geográfico marcado, por lo tanto su importancia para la problemática presentada es baja, no pudiendo realizarse recomendaciones para mejorar la comercialización.
5. *Kudoa rosenbuschi*, presenta altas cargas en *M. hubbsi* capturadas en la región central del Mar Argentino, correspondiendo al stock pesquero Sur de merluza. A su vez, los valores de parasitismo disminuyen en las tallas mayores. Sin embargo no debe descartarse la naturaleza “agregada” de las infecciones parasitarias, por la cual pueden ocurrir ejemplares grandes de *M. hubbsi* con altas intensidades parasitarias.
6. Los nematodos del género *Anisakis* sp., incrementan su prevalencia y abundancia hacia el stock Sur y con la talla de las merluzas. Por lo que es razonable un mayor control en planta de su presencia en filetes de mayor calibre.
7. Las larvas de *Phocanema cattani* ha sido registrada en músculo de merluzas, principalmente en el Golfo San Matías, debido a su larga persistencia en los peces y su carácter acumulativo, caben las mismas consideraciones respecto a la talla de la merluza que para las especies de *Anisakis*.
8. En el stock sur de merluza, las relaciones opuestas de las cargas parasitarias de *Kudoa* y *Anisakis* con la talla del pescado, implican que la selección de aquellas tallas que disminuyen la probabilidad de parasitismo por una especie, incrementa las probabilidades de ocurrencia del otro parásito.
9. El congelamiento del pescado, bajo los protocolos y procedimientos habituales de la industria, asegura la inactivación de las larvas de anisákidos.

10. No existen casos confirmados publicados de parasitismo por *Anisakis* en humanos de Argentina y Brasil, siendo dudosos los únicos 2 reportes disponibles en la literatura.
11. No puede descartarse un alto nivel de reacciones cruzadas con otros antígenos en los estudios de sensibilidad a *Anisakis* sp. registrados en Brasil, siendo errónea la presencia de *A. simplex* en peces del litoral brasileño. Por tratarse de larvas obtenidas en aguas de Brasil, los antígenos estudiados no corresponden a *A. pegreffii* que es la especie más ampliamente reportada en *M. hubbsi* de Argentina.

CONCLUSIONES EN RELACIÓN A LA NORMATIVA DEL GOBIERNO DE BRASIL

El filete de merluza se comercializa congelado, bajo protocolos de temperaturas y tiempos preestablecidos, asegurando la inactivación de las larvas de anisákidos. Por estos motivos, la inocuidad de producto destinado a exportación se encuentra garantizada. Las demás especies halladas en musculatura de *M. hubbsi* no representan un riesgo para la salud pública.

En relación con los estándares propuestos en el documento emitido por las autoridades sanitarias del Gobierno de Brasil, en el cual “Se considera unidad defectuosa en un lote el pez que presente, por kilogramo de muestra, dos o más parásitos encapsulados, con más de 3 mm (tres milímetros) de diámetro; o la presencia de un parásito no encapsulado, con más de 10 mm (diez milímetros), observado con o sin auxilio de iluminación”, es claro que se refiere a quistes de *Kudoa* y larvas de anisákidos, respectivamente. Las cargas parasitarias registradas en merluzas, y en otras especies de peces sometidos a explotación comercial, si bien dependen de la zona de captura y de la talla de la merluza, muy posiblemente superarán los estándares mínimos sugeridos por la norma, conduciendo al rechazo en la mayoría de los casos. Por ello se concluye que la norma no se condice con la realidad del parasitismo en *M. hubbsi* en sus condiciones naturales.

Para una estimación de los valores naturales de parasitismo en cada región y fracción de talla de merluza se requiere un estudio extensivo a lo largo de su distribución geográfica en el Mar Argentino. Asimismo, es necesario un monitoreo a largo plazo para contemplar posibles cambios temporales como los que se están registrando en el parasitismo por anisákidos en peces marinos de diferentes regiones del mundo (Fiorenza et al., 2020; Kent et al., 2020; Diez et al., 2022).

LISTA DE REFERENCIAS

- Aco Alburquerque R., Palomba M., Santoro, M. & Mattiucci S. (2020). Molecular identification of zoonotic parasites of the genus *Anisakis* (Nematoda: Anisakidae) from fish of the southeastern Pacific Ocean (Off Peru Coast). *Pathogens*, 9(11), 910.
- Audicana M.T. & Kennedy M.W. (2008). *Anisakis simplex*: from obscure infectious worm to inducer of immune hypersensitivity. *Clinical Microbiology Reviews*, 21: 360-379.
- Bao M., Giuliotti L., Levsen A. & Karlsbakk E. (2023). Resurrection of genus *Phocanema* Myers, 1959, as a genus independent from *Pseudoterranova* Mozgovoï, 1953, for nematode species (Anisakidae) parasitic in pinnipeds and cetaceans, respectively. *Parasitology International*, 97: 102794.
- Braicovich P.E., Ieno E.N., Sáez M., Despos J. & Timi J.T. (2016). Assessing the role of host traits as drivers of the abundance of

- long-lived parasites in fish-stock assessment studies. *Journal of Fish Biology*, 89(5): 2419-2433.
- Cantatore D.M.P., Irigoitia M.M., Holzer A.S. & Timi J.T. (2016). Myxozoans as biological tags for stock identification of the Argentine hake, *Merluccius hubbsi* (Gadiformes: Merlucciidae). *Parasitology*, 143(6): 732-740.
- Cipriani P., Acerra V., Bellisario B., Sbaraglia G.L., Chelieschi R., Nascetti G. & Mattiucci S. (2016). Larval migration of the zoonotic parasite *Anisakis pegreffii* (Nematoda: Anisakidae) in European anchovy, *Engraulis encrasicolus*: Implications to seafood safety. *Food Control*, 59: 148-157.
- Daschner A. & Cuéllar C. (2020). Progress in *Anisakis* allergy research: milestones and reversals. *Current Treatment Options in Allergy*, 7, 457-470.
- Degese M.F., Gatti G.M. & Krivokapich S.J. (2019). Detection of anisakids (Nematoda, Anisakidae) in food and human clinical samples in Argentina. *Revista Argentina de Parasitología*, 88(1): 9-14.
- Diez G., Chust G., Andonegi E., Santurtún M., Abaroa C., Bilbao E., Maceira A. & Mendibil I. (2022). Analysis of potential drivers of spatial and temporal changes in anisakid larvae infection levels in European hake, *Merluccius merluccius* (L.), from the North-East Atlantic fishing grounds. *Parasitology Research*, 121: 1903-1920.
- Etchegoin J., Lanfranchi A. & Timi J. (2009). The mesoparasitic copepod *Trifur tortuosus* Wilson, 1917 (Pennellidae): Redescription with notes on its congeners. *Acta Parasitologica*, 54(1): 57-63.
- Falla-Zuñiga, L. F., Castellanos-Garzón, J. A., Salazar, L., & Pustovrh, M. C. (2021). *Anisakis* and anisakidosis: hosts and case reports in South America. Systematic review. *Revista de la Facultad de Medicina*, 69(2): 79105
- Figueiredo Junior I., Vericimo M.A., Cardoso L.R., São Clemente S.C., do Nascimento E.R. & Teixeira G.A. (2013). Cross-sectional study of serum reactivity to *Anisakis simplex* in healthy adults in Niteroi, Brazil. *Acta Parasitologica*, 58(3): 399-404.
- Figueiredo I., Vericimo M., Terra L., Ferreira T., São Clemente S.C. & Teixeira G. (2015). Association between immunoreactivity to *Anisakis* spp. antigens and high-risk pregnancy. *Acta Parasitologica*, 60(4): 609-13.
- Figueiredo I., Vericimo M., São Clemente S.C. Brasil Teixeira G.P. (2018). Anti-*Anisakis* antibodies in human umbilical cord blood. *Pediatrics i Medycyna Rodzinna*, 14(3): 310-313.
- Fiorenza E.A., Wendt C.A., Dobkowski K.A., Ling T.L., Pappaionou M., Rabinowitz P., Samhoury J.F. & Wood C.L. (2020). It's a wormy world: Meta-analysis reveals several decades of change in the global abundance of the parasitic nematodes *Anisakis* spp. and *Pseudoterranova* spp. in marine fishes and invertebrates. *Global Change Biology*, 26(5): 2854-2866.
- Hernández-Orts J.S., Aznar F.J., Blasco-Costa I., García N.A., Villora-Montero, M. Crespo E.A., Raga J.A. & Montero F.E. (2013). Description, microhabitat selection and infection patterns of sealworm larvae (*Pseudoterranova decipiens* species complex, nematoda: ascaridoidea) in fishes from Patagonia, Argentina. *Parasites & Vectors* 6(1), 252.
- Herrerias M.V., Aznar F.J., Balbuena J.A. & Raga J.A. (2000). Anisakid larvae in the musculature of the Argentinean hake, *Merluccius hubbsi*. *Journal of Food Protection*, 63(8): 1141-1143.
- Irigoitia M.M., Braicovich P.E., Lanfranchi A.L., Farber M.D. & Timi J.T. (2018). Distribution of anisakid nematodes parasitizing rajiform skates under commercial exploitation in the Southwestern Atlantic. *International Journal of Food Microbiology*, 267: 20-28.
- Irigoitia M.M., Palomba M., Braicovich P.E., Lanfranchi A.L., Denuncio P.E., Gana J.C.M., Mattiucci S. & Timi J.T. (2021). Genetic identification of *Anisakis* spp. (Nematoda: Anisakidae) from cetaceans of the Southwestern Atlantic Ocean: ecological and zoogeographical implications. *Parasitology Research*, 120: 1699-1711.
- Irigoitia M.M., Levy E., Canel D. & Timi J.T. (2022). Parasites as tags for stock identification of a highly exploited vulnerable skate *Dipturus brevicaudatus* (Chondrichthyes: Rajidae) in the south-western Atlantic Ocean, a complementary tool for its conservation. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 32(10): 1634-1646.
- Ivanović J., Baltić M.Ž., Bošković M., Kilibarda N., Dokmanović M., Marković R., Janjic J. & Baltić B. (2017). *Anisakis* allergy in human. *Trends in Food Science & Technology*, 59: 25-29.
- Kent A.J., Pert C.C., Briers R.A., Diele K. & Rueckert S. (2020). Increasing intensities of *Anisakis simplex* third-stage larvae (L3) in Atlantic salmon of coastal waters of Scotland. *Parasites & Vectors*, 13: 62.
- Lanfranchi A.L., Braicovich P.E., Cantatore D.M., Irigoitia M.M., Farber M.D., Taglioretti V. & Timi J.T. (2018). Influence of confluent marine currents in an ecotonal region of the South-West Atlantic on the distribution of larval anisakids (Nematoda: Anisakidae). *Parasites & Vectors*, 11(1): 1-13.
- Lester R.J.G. & Blomberg S.P. (2021). Three methods to measure parasite aggregation using examples from Australian fish parasites. *Methods in Ecology and Evolution*, 12: 1999-2007
- Macchi G.J., Pájaro M. & Dato C. (2007). Spatial variations of the Argentine hake (*Merluccius hubbsi*) spawning shoals in the Patagonian area during a reproductive season. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 42: 345-356.
- MacKenzie K. & Longshaw M. (1995). Parasites of the hakes *Merluccius australis* and *M. hubbsi* in the waters around the Falkland Islands, southern Chile and Argentina, with an assessment of their potential value as biological tags. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 52: 213-224.
- Martone C.B., Spivak E., Busconi L., Folco E.J.E. & Sánchez J.J. (1999). A cysteine protease from myxosporean degrades host myofibrils in vitro. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 123(3): 267-272.
- Mattiucci S., Paoletti M., Cipriani P., Webb S.C., Timi J.T. & Nascetti G. (2017). Inventorying biodiversity of anisakid nematodes from the Austral Region: a hotspot of genetic diversity?. *Biodiversity and evolution of parasitic life in the Southern Ocean. Parasitology Research Monographs*, 9: 109-140.
- Mattiucci S., Cipriani P., Levsen A., Paoletti M. & Nascetti G. (2018). Molecular epidemiology of *Anisakis* and anisakiasis: an ecological and evolutionary road map. *Advances in Parasitology*, 99: 93-263.
- Mattiucci S., Bello E., Paoletti M., Webb S.C., Timi J.T., Levsen A., Cipriani P. & Nascetti G. (2019). Novel polymorphic microsatellite loci in *Anisakis pegreffii* and *A. simplex* (ss) (Nematoda: Anisakidae): implications for species recognition

- and population genetic analysis. *Parasitology*, 146(11): 1387-1403.
- Mazzucco W., Raia D.D., Marotta C., Costa A., Ferrantelli V., Vitale F. & Casuccio A. (2018). *Anisakis* sensitization in different population groups and public health impact: A systematic review. *PLoS ONE* 13(9): e0203671
- McVinish R. & Lester R.J.G. (2020). Measuring aggregation in parasite populations. *Journal of the Royal Society, Interface*, 17(165): 20190886
- Menghi C.I., Comunale E. & Gatta C.L. (2011). Anisakiosis: primer diagnóstico en Buenos Aires, Argentina. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*, 31(1), 71-73.
- Menghi C.I., Gatta C.L., Arias L.E., Santoni G., Nicola F., Smayevsky J., Degese M.S. & Krivokapich SJ (2020). Infección humana con *Pseudoterranova cattani* por ingesta de ceciche en Buenos Aires, Argentina. *Revista Argentina de Microbiología*, 52(2), 61-70.
- Nieuwenhuizen N.E. & Lopata A.L. (2013). *Anisakis*—a food-borne parasite that triggers allergic host defences. *International Journal for Parasitology*, 43(12-13): 1047-1057.
- Ohnishi T., Kubo A., Yoshinari T. & Watanabe M. (2018). A *Kudoa septempunctata* antigen induces production of IgE in BALB/c mice. *Parasitology Research*, 117: 303-306.
- Pájaro M., Macchi G.J. & Ehrlich M.D. (2005). Reproductive pattern of the patagonian stock of argentine hake (*Merluccius hubbsi*). *Fisheries Research*, 72: 97-108.
- Polimeno L., Loiacono M., Pesetti B., Mallamaci R, Mastrodonato M., Azzarone A, Annoscia E., Gatti F, Amoruso A.C. & Ventura M.T. (2010). Anisakiasis, an Underestimated Infection: Effect on Intestinal Permeability of *Anisakis simplex*—Sensitized Patients. *Foodborne Pathogens and Disease*, 7(7): 809-814,
- Poulin R. (2007). *Evolutionary ecology of parasites*, 2nd edn. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Pravettoni V., Primavesi L. & Piantanida M. (2012). *Anisakis simplex*: Current knowledge. *European Annals of Allergy and Clinical Immunology*, 44(4), 150e156
- Rahmati A.R., Kiani B., Afshari A., Moghaddas E., Williams M. & Shamsi S. (2020). World-wide prevalence of *Anisakis* larvae in fish and its relationship to human allergic anisakiasis: a systematic review. *Parasitology Research*, 119: 3585-3594.
- Rodríguez H., Abollo E., González Á.F. & Pascual S. (2018). Scoring the parasite risk in highly-valuable fish species from southern ICES areas. *Fisheries Research*, 202, 134-139.
- Rosa-da Cruz A., de Sousa-Souto P., Bucalen-Ferrari C.K., Marques-Allegretti S., Arrais-Silva W.W. (2010). Endoscopic imaging of the first clinical case of anisakidosis in Brazil. *Scientia Parasitologica*, 11(2): 97-100.
- Rózsa L., Reiczigel J. & Majoros G. (2000). Quantifying parasites in samples of hosts. *Journal of Parasitology*, 86: 228-232.
- Sardella N.H. & Roldán M.I. (1989). Mixosporidiosis producida por *Kudoa rosenbuschi*, parásito muscular de merluza común (*Merluccius hubbsi*) en la Zona Común de Pesca. *Frente Marítimo*, 5, Sec. A: 83-85.
- Sardella N.H. & Timi J.T. (1996). Parasite communities of *Merluccius hubbsi* from the Argentinean-Uruguayan Common Fishing Zone. *Fisheries Research*, 27: 81–88.
- Sardella N.H. & Timi J.T. (2004). Parasites of Argentine hake in the Argentine Sea: population and infracommunity structure as evidence for host stock discrimination. *Journal of Fish Biology*, 65(6): 1472-1488.
- Sardella N.H., Trincherro J.L. & Manca E.A. (1987). Efectos del deterioro producido por mixosporidios de la especie *Kudoa rosenbuschi* en la musculatura de *Merluccius hubbsi*. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero*, 7: 105-112.
- Shamsi S. & Barton D.P. (2023). A critical review of anisakidosis cases occurring globally. *Parasitology Research*, 122: 1733-1745.
- Smaldone G., Abollo E., Marrone R., Bernardi C.E., Chirollo C., Anastasio A. & Del Hierro S.P. (2020). Risk-based scoring and genetic identification for anisakids in frozen fish products from Atlantic FAO areas. *BMC Veterinary Research*, 16: 1-12.
- Smith, J.W. & Wooten, R. (1975). Experimental studies on the migration of *Anisakis* sp. larvae (Nematoda: ascaridida) into the flesh of herring, *Clupea harengus* L. *International Journal for Parasitology* 5(2): 133-136
- Tachibana T. & Watari T. (2020). *Kudoa septempunctata* infection: an underdiagnosed pathogen of acute gastrointestinal symptoms. *QJM: An International Journal of Medicine*, 113(1): 43-44.
- Takano T. & Sata N. (2022). Multigene phylogenetic analysis reveals non-monophyly of *Anisakis* s.l. and *Pseudoterranova* (Nematoda: Anisakidae). *Parasitology International*, 91: 102631.
- Timi J.T. (2003). Parasites of Argentine anchovy in the south-west Atlantic: latitudinal patterns and their use for discrimination of host populations. *Journal of Fish Biology*, 63(1): 90-107.
- Timi J.T. & Lanfranchi A.L. (2009). The metazoan parasite communities of the Argentinean sandperch *Pseudoperca semifasciata* (Pisces: Perciformes) and their use to elucidate the stock structure of the host. *Parasitology*, 136(10): 1209-1219.
- Timi J.T., Paoletti M., Cimmaruta R., Lanfranchi A.L., Alarcos A.J., Garbin L., George-Nascimento M., Rodríguez D.H., Giardino G. & Mattiucci S. (2014). Molecular identification, morphological characterization and new insights into the ecology of larval *Pseudoterranova cattani* in fishes from the Argentine coast with its differentiation from the Antarctic species, *P. decipiens* sp. E (Nematoda: Anisakidae). *Veterinary Parasitology*, 199(1-2): 59-72.