

Evaluación biológica, fisicoquímica y de potencial tecnológico del tiburón azul (*Prionace glauca*) procedente del pacífico sur peruano

Biological, physicochemical and technological potential evaluation of the blue shark (*Prionace glauca*) from the Peruvian South Pacific

Daniel Pariona-Velarde^{1*}, Andrés Reátegui-Quispe²

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar las características biológicas, fisicoquímicas y tecnológicas relacionadas al tiburón azul *Prionace glauca*. Se trabajó con 128 especímenes para determinar sus características biológicas, tecnológicas y 27 ejemplares para evaluar la composición fisicoquímica de su carne. Se registraron los datos biométricos de longitud y peso (142 a 281 cm y 10.5 a 93.0 kg para machos; 153.5 a 255.0 cm y 14.5 a 80.0 kg para hembras), índice de alometría (machos 3.27 y hembras 2.87), potencial tecnológico mediante diferentes tipos de rendimientos (RED: $83.9 \pm 0.03\%$, RESV: $67.2 \pm 0.04\%$, RSCV: $48.9 \pm 0.07\%$ y RPC: $33.5 \pm 0.07\%$) y capacidad de retención de agua en el músculo ($16.1 \pm 0.03\%$). Dentro de las características fisicoquímicas se analizó la composición química proximal (proteína 21.8 ± 0.23 ; grasa 0.6 ± 0.03 ; humedad 78.0 ± 0.31 ; ceniza 1.3 ± 0.01) y los minerales (Cu: 2.0 ± 0.11 mg/kg, Fe: 17.8 ± 1.95 mg/kg, Zn: 25.8 ± 1.76 mg/kg; Ca: 4.3 ± 0.27 mg/100 g, Mg: 95.4 ± 7.87 mg/100 g, Na: 716.3 ± 24.03 mg/100 g, K: 1526.1 ± 54.4 mg/100 g, P: 439.5 ± 15.76 mg/100 g). No hubo evidencia de diferencias significativas en función al sexo. Respecto a las comparaciones realizadas con bases de datos de recursos pesqueros, el músculo de tiburón azul no presenta ventajas comparativas relativos al rendimiento, perfil mineral o composición química proximal de otras especies.

Palabras clave: tiburón azul, alometría, rendimiento, perfil mineral, composición química proximal

¹ Área de Bioquímica y Biopolímeros. Dirección de Investigación, Desarrollo, Innovación y Transferencia Tecnológica, Instituto Tecnológico de la Producción (ITP), Lima, Perú

² Área de Congelados, Centro de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica Pesquero Callao, Instituto Tecnológico de la Producción (ITP), Lima, Perú

* E-mail: jodanielbs@gmail.com

Recibido: 25 de abril de 2023

Aceptado para publicación: 18 de diciembre de 2023

Publicado: 29 de febrero de 2024

©Los autores. Este artículo es publicado por la Rev Inv Vet Perú de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the biological, physicochemical and technological related characteristics of the blue shark *Prionace glauca*. The sample included 128 specimens to determine their biological and technological properties and 27 specimens for their physicochemical characteristics. Biometric data of length and weight (142 to 281 cm and 10.5 to 93.0 kg for males; 153.5 to 255.0 cm and 14.5 to 80.0 kg for females), allometry index (males 3.27 and females 2.87), technological potential through different types of performance (RED: $83.9 \pm 0.03\%$, RESV: $67.2 \pm 0.04\%$, RSCV: $48.9 \pm 0.07\%$ and RPC: $33.5 \pm 0.07\%$) and water retention capacity in the muscle ($16.1 \pm 0.03\%$). Within the physicochemical characteristics, the proximal chemical composition was analysed (protein 21.8 ± 0.23 ; fat 0.6 ± 0.03 ; humidity 78.0 ± 0.31 ; ash 1.3 ± 0.01) and mineral composition (Cu: 2.0 ± 0.11 mg/kg; Fe: 17.8 ± 1.95 mg/kg; Zn: 25.8 ± 1.76 mg/kg; Ca: 4.3 ± 0.27 mg/100 g; Mg: 95.4 ± 7.87 mg/100 g; Na: 716.3 ± 24.03 mg/100 g; K: 1526.1 ± 54.4 mg/100 g; P: 439.5 ± 15.76 mg/100 g). There was no evidence of significant differences based on sex.

Key words: blue shark, allometry, yield, mineral profile, proximal chemical composition

INTRODUCCIÓN

En el contexto del procesamiento de alimentos, se considera al músculo de la mayoría de las especies pesqueras como alimentos de alto valor biológico, constituyendo una excelente fuente de nutrientes fácilmente digeribles (Hosomi *et al.*, 2012). Esto se puede confirmar evaluando los perfiles de proteínas y aminoácidos del músculo de estos organismos, los cuales, pese a ser similares al de los animales terrestres, estructuralmente presentan fibras musculares soportadas por un mayor porcentaje de agua, el cual sustituye y reduce el contenido de tejido conectivo en el músculo, lo que resulta en una textura más tierna de su carne (Økland *et al.*, 2005, Tulgar y Berik, 2013).

Para el aprovechamiento tecnológico de estos recursos es elemental el estudio de sus características biológicas y tecnológicas, como la relación talla-peso, rendimientos y composición química proximal, entre otros (Naem *et al.*, 2011; Fafioye y Ayodele, 2018). Se entiende por rendimiento al porcentaje que representan los pesos de las diferentes presentaciones del pescado, respecto a su peso

inicial. Su estimación se ve afectado por diversos factores tales como el peso corporal, condición sexual, condición corporal, forma de presentación, técnicas de procesamiento, métodos de fileteado y la eficiencia del fileteador, siendo estos tres últimos factores vinculados al aumento de la pérdida de tejido muscular (Rojas *et al.*, 2011). Por otro lado, el coeficiente de alometría en los peces permite evaluar las variaciones en peso con relación a los cambios de longitud a través de su ciclo de vida, constituyendo un índice práctico para evaluar el estado situacional de los peces, como su biomasa y la dinámica de las poblaciones utilizadas en pesquerías (Delgadillo *et al.*, 2012).

Determinar los contenidos de proteína y grasa resulta de gran utilidad, ya que permiten fijar el valor nutritivo del alimento. La grasa es uno de los componentes que presenta mayor variación y determina el criterio de clasificación de especies pesqueras, categorizándolas como grasas, semigrasas y magras, tipificación importante para la elección del método de procesamiento más adecuado (Bosch, 2012). A su vez, la textura del músculo del pescado se ve influenciada favorablemente por un alto contenido de pro-

teínas y una buena capacidad de retención de agua, entendiéndose esta última como la capacidad de las proteínas para absorber agua y retenerla contra la fuerza gravitacional (Økland *et al.*, 2005).

En la actualidad se considera al Perú como un notable participante del comercio internacional de productos a base de tiburón. En aguas peruanas se identifican 66 especies de tiburones, de las cuales 32 son capturadas por pescadores de pequeña escala, utilizando redes de enmalle o palangre. Con 54 desembarcaderos autorizados para esta categoría de recursos, la captura total en el periodo 2006-2015 fue de 8000 toneladas por año, siendo el 98% representado por seis especies: tiburón azul (*Prionace glauca*), tiburón diamante (*Isurus oxyrinchus*), tiburón martillo (*Sphyrna zygaena*), tollo (*Mustelus whitneyi*), tiburón zorro (*Alopias* sp) y el angelote (*Squatina californica*) (López de la Lama *et al.*, 2018, PRODUCE 2021).

El tiburón azul *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758), de la familia Carcharhinidae, constituye la especie más abundante en los desembarques de la pesca artesanal peruana, cuyo aprovechamiento está enfocado prioritariamente a satisfacer la demanda interna de su carne (Maquera, 2016). Las principales ciudades de consumo de esta especie se centran en la región norte como Tumbes, Piura, Chiclayo y Trujillo (aproximadamente 25 kg/año/persona), siendo común encontrarla etiquetada como tollo azul, tollo o simplemente «azul» durante su comercialización (López de la Lama *et al.*, 2018).

El término «Tollo» es un rótulo amplio que se refiere a algunas especies de las familias Carcharhinidae, Scyliorhinidae, Squalidae y Triakidae, y que se utiliza para enmascarar la verdadera naturaleza o procedencia de la carne ofertada al consumidor, la cual evidencia percepciones principalmente negativas al ser denominada como carne de tiburón (López de la Lama *et al.*, 2018, Biffi *et al.*, 2022). Además, una inadecuada manipulación de la carne de tiburón puede generar

un fuerte olor y sabor ácido-ligero por el contenido de urea que posee (19.53 mg/g) (Suryaningsih *et al.*, 2020).

Si bien la mayoría de los estudios relacionados a los tiburones giran en torno a su rol ecológico y características biológicas, un particular enfoque se encuentra en desarrollo por el incremento de la demanda de proteína cárnica (Souza-Araujo *et al.*, 2021). Por otro lado, el concepto de carne exótica es un término que abarca a las carnes derivadas de animales que no proceden del cultivo intensivo y que tradicionalmente no son utilizados por la industria cárnica, siendo la carne de tiburón comercializada por esta vía. El consumo de este tipo de alimentos comenzó como algo exclusivo, existiendo reportes del potencial que tienen para contribuir con la alimentación mundial (Schupp *et al.*, 1998).

Tomando en cuenta el incremento reportado del uso de la carne de tiburón como fuente de alimento, junto con la presencia del tiburón azul como especie de importancia comercial en el Perú y la escasa información disponible para su aprovechamiento en el desarrollo de productos en el ámbito alimentario, el objetivo del presente estudio fue evaluar las características biológicas (relación talla-peso, coeficiente de alometría), potencial tecnológico (a través de sus indicadores tecnológicos: capacidad de retención de agua, rendimientos) y componentes nutricionales (composición química proximal, contenido mineral) relacionados al tiburón azul procedente de la zona sur del mar peruano, a fin de valorar su relevancia como alimento para la población.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio

Una muestra compuesta por 128 ejemplares de *Prionace glauca* fue capturada entre enero y febrero de 2016, en la zona marítima próxima a las 200 millas náuticas

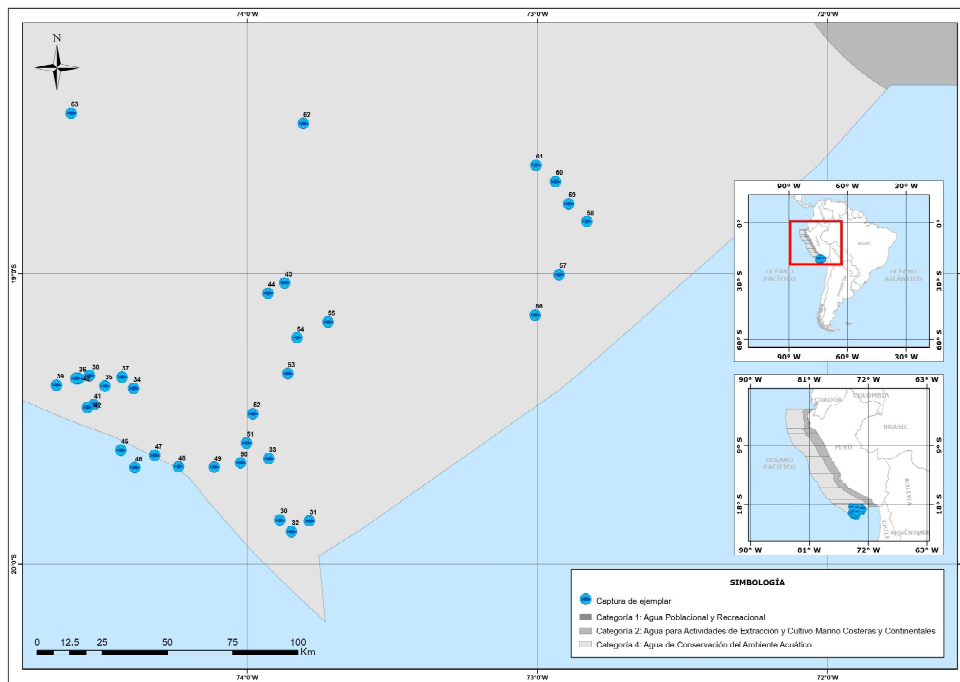


Figura 1. Zonas de captura del tiburón azul (*Prionace glauca*) en el mar peruano

del sur de Perú ($18^{\circ}26'S$ - $19^{\circ}90'S$; $72^{\circ}80'W$ - $74^{\circ}70'W$) (Figura 1). Los tiburones fueron trasladados en estado de congelación ($\leq -18^{\circ}C$) hacia el CITEpesquero Callao del Instituto Tecnológico de la Producción, ubicado en Callao, Perú. Los especímenes permanecieron almacenados a $-25^{\circ}C$ hasta octubre del mismo año, momento en el cual fueron descongelados por 18 horas a temperatura ambiental ($20^{\circ}C$) para su procesamiento primario (Figura 2).

Análisis Biológicos

Se determinó la relación longitud-peso en todos los individuos a través de la ecuación de Ricker (1975), una expresión matemática definida como una función potencial, donde «a» es la ordenada al origen, «b» la pendiente o coeficiente de alometría, «PT» el peso total en kg y «LT» la longitud total en cm (Ec. [1]). Para el presente estudio, se utilizó el criterio empleado por Jones *et al.* (1999), quienes establecieron un crecimiento



Figura 2. Muestras de tiburón en proceso de descongelación

isométrico para peces con valores de b igual a 3. Se midió la LT como la distancia en línea recta desde la punta del rostro (hocico) hasta el extremo más largo de la aleta caudal (lóbulo superior), mientras que el PT se registró

con una balanza de capacidad 1000 kg (Rice Lake, USA). El sexo se identificó observando la presencia o ausencia de los gonopterigos (*claspers*).

Análisis de Potencial Tecnológico

Se realizaron cortes para la separación de la cabeza, agallas, vísceras y aletas a fin de obtener porciones cárnicas con piel que se lavaron por inmersión en agua potable a temperatura cercana a 0 °C. Se anotaron los pesos por tiburón en las presentaciones de Entero Descongelado (ED), Entero Sin Vísceras (ESV), Sin Cabeza y Vísceras (SCV) y Porción Cárnica (PC), registros que sirvieron para el cálculo de los indicadores tecnológicos de rendimientos (%) y la Capacidad de Retención de Agua en carne descongelada (CRAd). Se emplearon las ecuaciones (2), (3), (4) y (5) para el cálculo del rendimiento de estas presentaciones, y la ecuación (6) para la determinación de la CRAd, según lo descrito por Ramírez (2003):

$$\text{Ec (1): } PT = a(LT)^b$$

$$\text{Ec (2): } RED(\%) = (ED/PT) \cdot 100$$

$$\text{Ec (3): } RESV(\%) = (ESV/PT) \cdot 100$$

$$\text{Ec (4): } RSCV(\%) = (SCV/PT) \cdot 100$$

$$\text{Ec (5): } RPC(\%) = (PC/PT) \cdot 100$$

$$\text{Ec (6): } CRAd(\%) = ([PT-ED]/PT) \cdot 100$$

Se utilizaron los datos del repositorio online INFOODS (FAO, 2016), Boletín del Instituto Tecnológico de la Producción – ITP (Barriga *et al.*, 2012) y el Compendio Biológico Tecnológico (ITP e IMARPE) como fuentes externas de información sobre los rendimientos de la sección comestible de diferentes especies pesqueras locales e internacionales (sin tomar en cuenta a crustáceos y moluscos), para compararlas con el RPC de los tiburones de estudio.

Análisis Químicos

Se extrajo 500 g de músculo de 27 ejemplares (Murillo *et al.*, 2016) para obtener información nutricional de la sección cárnica. La composición química proximal (CP) fue

determinada con técnicas analíticas descritas por AOAC (1993). El contenido de humedad se obtuvo mediante secado al horno (Binder Alemania) de muestras a 102 ± 1 °C y el contenido de cenizas en un horno de mufla a 600 °C, ambos hasta llegar a un peso constante. El contenido de grasa se determinó con el equipo Soxtherm® (C. Gerhardt, Alemania), usando hexano. La proteína se determinó a través de la metodología Kjeldahl, multiplicando el contenido total de nitrógeno por 6.25 y los carbohidratos fueron calculados por diferencia. Asimismo, el aporte calórico fue estimado para cada ejemplar, empleando el contenido de calorías por proteínas (4 cal/g), grasas (9 cal/g) y carbohidratos (4 cal/g).

Para la cuantificación de calcio (Ca), potasio (K), sodio (Na), cobre (Cu), hierro (Fe), magnesio (Mg) y zinc (Zn), se sometieron 10 g de muestra muscular (para cada mineral) a la técnica de espectrofotometría de absorción atómica por llama, de acuerdo con la metodología de la AOAC (1993), utilizando el equipo Perkin Elmer Analyst 800. Además, se determinó el fósforo (P) según AOAC (1993) por método colorimétrico, y la lectura se hizo con el espectrofotómetro UV-VIS (Perkin Elmer, Perkin LAMBDA 950, USA) a 750 nm.

Cada análisis químico fue desarrollado por duplicado en base húmeda (w.b.) y los resultados obtenidos son presentados como el valor promedio $\pm$ desvío estándar. Se buscó apreciar si había tendencias de agrupaciones en las muestras en función al sexo, además de comparar los componentes nutricionales del músculo de tiburón azul con la información mineral reportada para especies marinas y amazónicas, juntamente con data de CP recopilada para las dos clases taxonómicas en que se clasifican las especies hidrobiológicas: osteíctios y condriictios (esta última no considera a *P. glauca*). Para las comparaciones, se utilizaron las bases de datos del documento técnico de la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica – NOAA (Sidwell *et al.*, 1981), de INFOODS (FAO, 2016), del boletín del Instituto Tecno-

lógico de la Producción - ITP (Barriga *et al.*, 2012), el compendio biológico tecnológico (Instituto del Mar del Perú e Instituto Tecnológico Pesquero del Perú, 1996) y el estudio realizado por Sánchez y Lam (1970).

Análisis Estadístico

Mediante el uso del software R Studio v. 3.4, se evaluó la normalidad de las variables de estudio con la prueba de Shapiro Wilk. Para determinar el tipo de crecimiento, se utilizó una prueba de t ($H_0: b=3$). Asimismo, se buscó la relación de los componentes nutricionales con la LT, a través del coeficiente de correlación de Pearson (base seca). Se realizó el test de Kruskal-Wallis para comparar e identificar diferencias entre los grupos obtenidos, según cada variable. Los análisis fueron estimados con un nivel de significancia de $p < 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis Biológicos

Los datos de la Figura 3 muestran una predominancia de tiburones machos (81.3%) respecto a total de ejemplares muestreados, tendencia similar a otros reportes (White, 2006, Blanco *et al.*, 2008; Montealegre y Vooren, 2010; Zhu *et al.*, 2011; Tavares *et al.*, 2012). La confluencia de múltiples factores de índole ambiental, reproductivos, tróficos, migratorios, etológicos y antropogénicos (pesquería) sería la respuesta a esta desigual proporción sexual, la cual se vincula con la segregación por tamaño y sexo que presenta esta especie, caracterizada por un limitado intervalo de tallas, un aspecto distintivo de la familia Carcharhinidae (Carrera, 2004; Blanco *et al.*, 2008; Megalofonou *et al.*, 2009; Chodriah y Faizah, 2021).

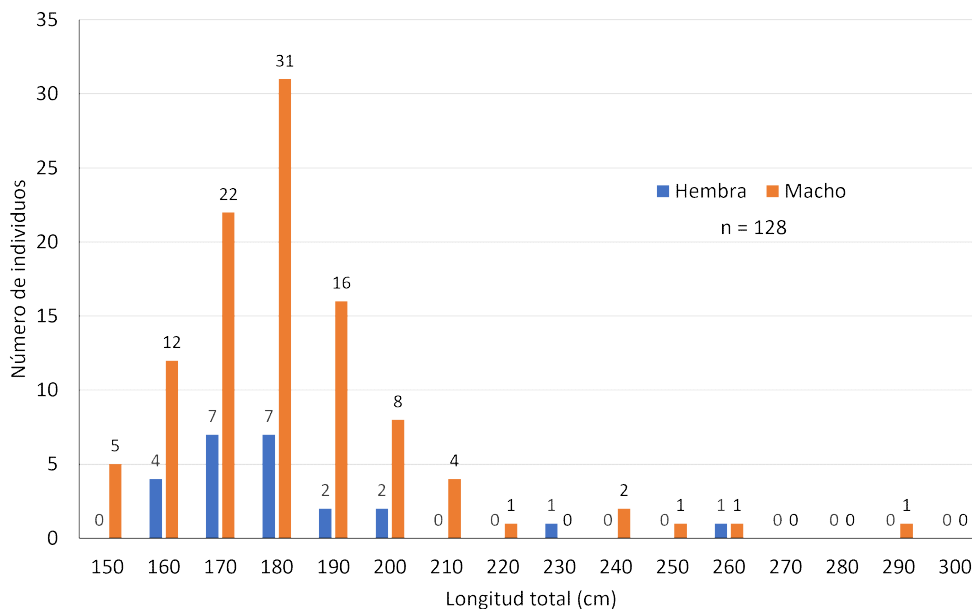


Figura 3. Distribución de frecuencia de tallas (LT) de machos y hembras de tiburón azul (*Prionace glauca*) en el mar peruano

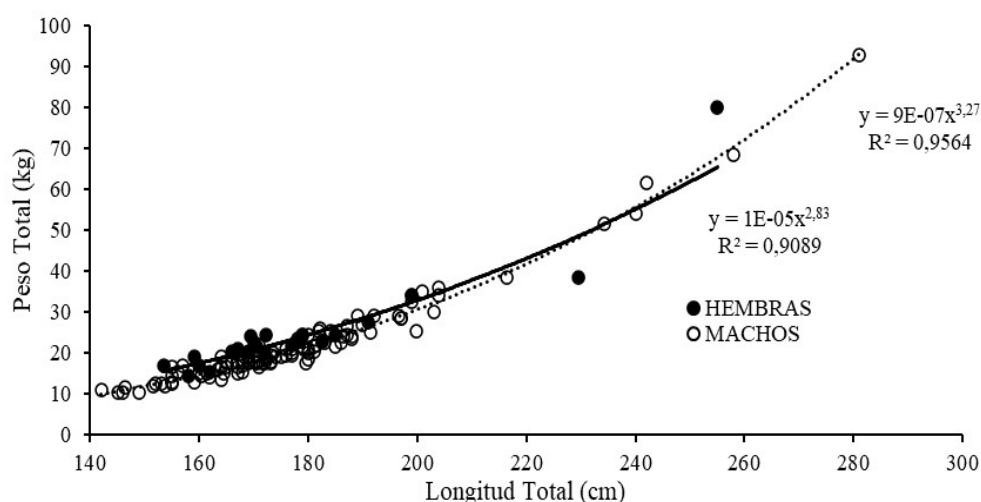


Figura 4. Relación entre el peso total (PT) y longitud total (LT) de machos y hembras de tiburón azul (*Prionace glauca*) en el mar peruano

Se registraron tallas y pesos para los machos dentro de los 142.0 a 281.0 cm de LT y 10.5 a 93.0 kg de PT, mientras que las hembras presentaron valores que oscilaron entre los 153.5 a 255.0 cm de LT y 14.5 a 80.0 kg en PT. Antecedentes biométricos muestran un registro de captura hasta los 400 cm de LT para *P. glauca*; sin embargo, la talla de madurez se daría a partir de los 200 y 180 cm de LT para hembras y machos, respectivamente (Carrera, 2004, Briones *et al.*, 2016).

Datos provenientes de la pesquería artesanal de tiburón azul en el Pacífico Norte registran una mayor incidencia de tiburones juveniles, mientras que embarcaciones que operan sobre aguas oceánicas reflejan capturas compuestas por organismos maduros (adultos) y otros que están próximos a la longitud de madurez (pre-adultos) (Furlong *et al.*, 2017).

Esta distribución por grados de madurez se confirmaría parcialmente con los especímenes de este estudio, donde el 62% del total de tiburones macho mostraron tallas próximas a la madurez. Esta diferenciación

también se evidencia en el trabajo de Maquera (2016), cuyos ejemplares extraídos cerca de la costa (18°S y 72°W) presentaron una moda de 160 cm de LT, talla mínima de captura de *P. glauca* establecida en Perú, que correspondería a individuos inmaduros para ambos sexos (RM N.º 209-2001-PE).

La relación entre la LT y el PT de los tiburones determinaría un crecimiento de tipo alométrico positivo en machos, con b igual a 3.27 ($t_{\text{observado}} = 1.659$, $p < 0.05$) y alométrico negativo en hembras, con un b igual a 2.83 ($t_{\text{observado}} = 1.717$, $p < 0.05$) (Figura 4). No obstante, un crecimiento en forma más alargado se presentaría en las hembras, por el menor valor de su coeficiente alométrico. Se señala que más del 90% de las especies poseen un crecimiento isométrico, donde el peso y la longitud aumentan en la misma proporción con el tiempo. Para el caso de los peces, este crecimiento se da cuando el volumen o masa corporal es directamente proporcional al cubo de su longitud (Delgadillo *et al.*, 2012). En este caso, el valor de b dependería del hábitat y del número de muestras utilizadas en este tipo de análisis, resultando en estimaciones que definen tipos de crecimientos, como el

Cuadro 1. Resumen estadístico de la Longitud total (LT), peso total (PT) e indicadores tecnológicos en tiburón azul (n = 128) del mar peruano

Indicadores biométricos y tecnológicos	Estadísticos descriptivos	Hembra	Macho	Total	Prueba Shapiro Wilk (p valor)	Prueba Kruskall Wallis (p valor)
LT (cm)	Máximo	255.0	281.0	281.0	0.00	0.72
	Mínimo	153.5	142.0	142.0		
	Media	177.9	177.7	177.7		
	D.E.	22.8	22.4	22.4		
	Mediana	171.3	173.1	172.7		
PT (kg)	Máximo	80.0	93.0	93.0	0.00	0.04
	Mínimo	14.5	10.5	10.5		
	Media	25.0	22.2	22.7		
	D.E.	12.9	11.9	12.1		
	Mediana	22.3	19.0	20.0		
RED (%)	Máximo	88%	90%	90%	0.06	0.31
	Mínimo	77%	78%	77%		
	Media	83%	84%	84%		
	D.E.	0.0	0.0	0.0		
	Mediana	83%	84%	84%		
RESV (%)	Máximo	69%	78%	78%	0.07	0.00
	Mínimo	60%	60%	60%		
	Media	64%	68%	67%		
	D.E.	0.0	0.0	0.0		
	Mediana	64%	68%	67%		
RSCV (%)	Máximo	53%	61%	61%	0.02	0.03
	Mínimo	39%	37%	37%		
	Media	46%	49%	49%		
	D.E.	0.0	0.1	0.1		
	Mediana	46%	49%	48%		
RPC (%)	Máximo	39%	57%	57%	0.45	0.53
	Mínimo	22%	17%	17%		
	Media	32%	34%	33%		
	D.E.	0.0	0.1	0.1		
	Mediana	33%	33%	33%		
CRAd (%)	Máximo	23%	23%	23%	0.05	0.28
	Mínimo	12%	10%	10%		
	Media	17%	16%	16%		
	D.E.	0.0	0.0	0.0		
	Mediana	17%	16%	16%		

LT: longitud total, PT: peso total, RED: rendimiento entero descongelado, RESV: rendimiento entero sin vísceras, RSCV: rendimiento sin cabeza y sin vísceras, RPC: rendimiento de porción cárnica, CRAd: capacidad de retención de agua en carne descongelada

alométrico positivo ($b > 3$) o el alométrico negativo ($b < 3$) (Cifuentes *et al.*, 2012).

La relación LT y PT es una característica individual que indica la condición nutricional de los organismos, por lo que se puede desprender que estos ejemplares ca-

nalizaron una significativa parte de su energía ingerida al normal desarrollo corporal, sin necesidad de alterar este equilibrio hacia otros procesos metabólicos, los cuales están relacionados a mantener la homeóstasis frente a condiciones adversas (Martínez-Porchas *et al.*, 2009).

Los coeficientes de determinación muestran la alta correlación positiva que existe entre la LT y el PT de los tiburones de estudio ($R^2_{\text{Hembras}} = 0.9089$ y $R^2_{\text{Machos}} = 0.9564$), una relación morfométrica de utilidad en la detección de sesgos en la recopilación de la información, cuando estos organismos son desembarcados sin cabeza o sin cola (Briones *et al.*, 2018). Es importante mencionar que los estudios del uso de los rendimientos corporales y las relaciones morfométricas en peces cobran relevancia desde un punto de vista económico, ya que, a través de ellos, pueden hacerse una estimación de la productividad en la industria procesadora pesquera, así como evaluar la biomasa de los recursos si sólo se dispone de datos de talla (Chodriyah y Faizah, 2021).

Análisis del Potencial Tecnológico

El amplio espectro de pesos registrados en los tiburones de estudio sugirió inicialmente un mayor rendimiento en los ejemplares de gran tamaño; sin embargo, los valores de este indicador variaban en una proporción establecida para cada presentación, no diferenciado por el género, y con una correlación baja no significativa en función al PT ($p > 0.05$) (Cuadro 1; Figura 5). Por lo tanto, independientemente del género, el PT o la LT, el rendimiento dependería más del aspecto corporal del recurso, un factor que influiría en este indicador para las presentaciones resultantes del procesamiento. De este modo, especies pesqueras con una compresión lateral más pronunciada en la zona dorsal, respecto la

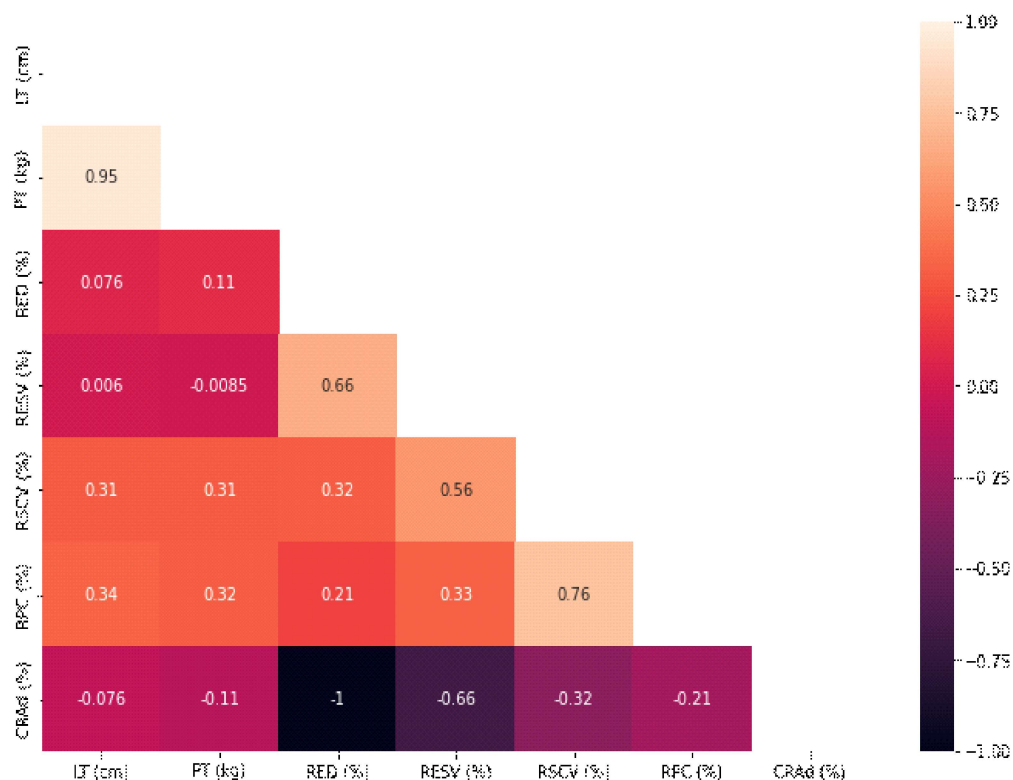


Figura 5. Matriz de correlación de los rendimientos y capacidad de retención de agua en carne descongelada (CRAd) respecto al peso total (PT) y longitud total (LT) de tiburón azul (*Prionace glauca*) capturado en el mar peruano

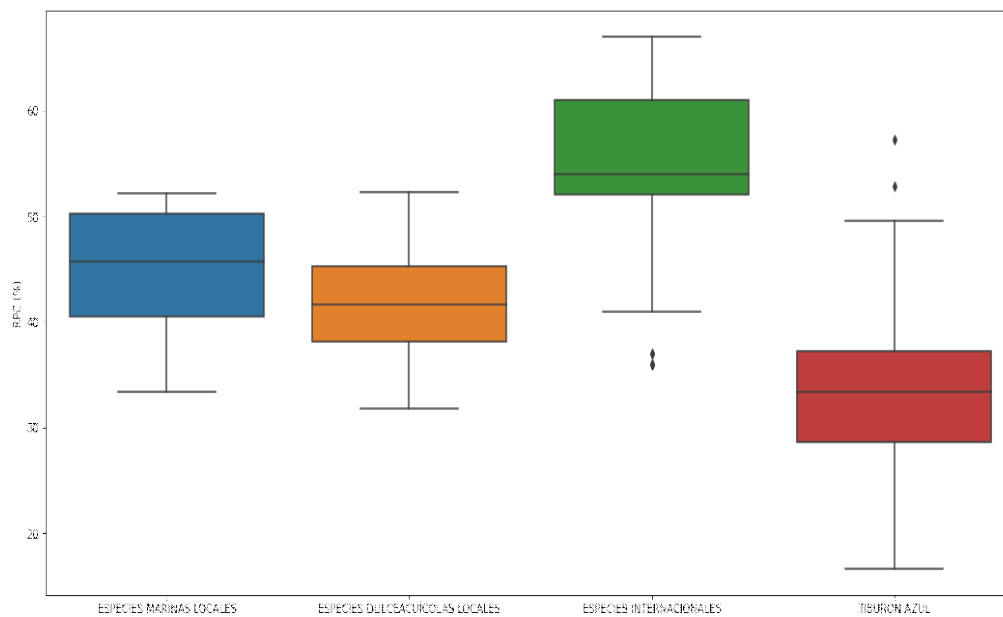


Figura 6. Diagrama comparativo del rendimiento de la porción cárnica (RPC) de varias especies de peces respecto al tiburón azul (*Prionace glauca*) capturado en el mar peruano. Especies marinas locales (n=31); Especies dulceacuícolas locales (n=11), Especies internacionales (n=98), Tiburón azul (n=128)

región ventral, exhiben rendimientos del 54% bajo la presentación de filete, mientras que valores inferiores al 42% se vinculan más al rendimiento de filetes provenientes de especies de cuerpo fusiforme como la carpa (*Cyprinus carpio*), la tilapia (*Oreochromis niloticus*) (Diodatti *et al.*, 2008) y, por lo tanto, también al tiburón azul (RPC Promedio: 33%).

La comparativa del RPC de diferentes especies (locales e internacionales) se muestran en la Figura 6, donde se observa una mayor variabilidad para el tiburón azul, con similares valores del promedio y la mediana, lo que supone una aparente simetría en su distribución. Los resultados de este estudio indican que el RPC de *P. glauca* es inferior a la mayoría de las especies pesqueras capturadas y de crianza. Si a esto se le suma el prolongado periodo de desarrollo de la especie,

se desprende su negativa importancia dentro de la disponibilidad y relevancia como carne.

Parámetros como el pH, color, pérdidas por exudado y la CRAd son indicadores indirectos de calidad tecnológica a través de los cuales se puede caracterizar una carne (Teira *et al.*, 2004). En particular, la CRAd es una de las propiedades estudiadas en cuanto a tecnología de alimentos y es importante para cualquier producto cárnico, ya que determina dos importantes parámetros: la pérdida de peso en los procesos de transformación y la calidad de los productos a través de atributos sensoriales como el color, la terneza y jugosidad (Rengifo, 2010). En todos los casos, la pérdida de peso por descongelación se tradujo en una homogénea CRAd (Cuadro 1), un indicador que al igual que los rendimientos, es independiente de la biometría de la especie.

Cuadro 2. Resumen estadístico de macronutrientes en carne de tiburón azul (n = 27) capturado en el mar peruano

Componente nutricional	Estadísticos descriptivos	Hembra	Macho	Total	Prueba Shapiro Wilk (p valor)	Prueba Kruskal Wallis (p valor)
Humedad (%)	Máximo	80.08	81.16	81.16	0.00	0.23
	Mínimo	76.70	76.30	76.30		
	Media	78.50	77.80	78.00		
	DE	1.40	1.70	1.60		
	Mediana	78.90	76.80	77.00		
Proteína (%)	Máximo	24.68	24.93	24.93	0.00	0.04
	Mínimo	21.40	18.80	18.80		
	Media	22.60	21.60	21.80		
	DE	1.30	1.10	1.20		
	Mediana	22.10	21.50	21.60		
Grasa (%)	Máximo	0.91	0.83	0.91	0.14	0.17
	Mínimo	0.24	0.25	0.24		
	Media	0.50	0.60	0.60		
	DE	0.20	0.10	0.20		
	Mediana	0.50	0.60	0.60		
Cenizas (%)	Máximo	1.40	1.40	1.40	0.00	0.88
	Mínimo	1.24	1.29	1.24		
	Media	1.30	1.30	1.30		
	DE	0.10	0.00	0.00		
	Mediana	1.30	1.30	1.30		

Análisis Químicos

En los cuadros 2 y 3 se aprecia una síntesis estadística de los componentes nutricionales (macro y micronutrientes). No se evidencian diferencias significativas en el análisis de humedad, grasa y cenizas agrupadas por género de *P. glauca* ($p > 0.05$), pero sí en el nivel de proteína, caracterizando al músculo como una carne con altos contenidos de humedad, ricos en proteína y bajos valores en grasa. Reportes similares han sido publicados para otras especies de tiburones como *Scoliodon laticaudis* (proteína 26.7% y grasa 0.58%), *Mustelus mustelus* (humedad 75.0%, proteína 23.0% y grasa 1.6%), *Carcharhinus falciformis* (humedad 76.7%, proteína 26.4% y grasa $< 0.5\%$), *Isurus oxyrinchus* (humedad 76.9%, proteína 19.9% y grasa 0.3%) y una recopilación de elasmobranquios del Atlántico Norte (hume-

dad 79.9 a 84.1%, proteína 17.1 a 22.6% y grasa 0.7 a 1.0%) (IMARPE e ITP, 1996; Økland *et al.*, 2005; Barriga *et al.*, 2012; Bosch, 2012; Shaoling *et al.*, 2019).

Se reportan variaciones en la composición de la carne (lípidos y proteína) de algunas especies de peces por la estacionalidad, periodo donde se presentan cambios en la ingesta dietética de estos organismos y etapas del desarrollo sexual (Ali *et al.*, 2013). No obstante, esta variación estacional no es aplicable para todas las especies, como en el caso de *P. glauca*. Bosch (2012) no encontró diferencias significativas en el análisis químico proximal, ni en el perfil de aminoácidos en agrupaciones según el sexo y el tamaño de *Mustelus mustelus*. Sin embargo, pudo identificar variaciones en el perfil de ácidos grasos del músculo de machos y hembras, así como en hembras grávidas, in-

dicando que el metabolismo de lípidos es relevante en esa especie.

La comparativa de los componentes nutricionales (Figura 7) permitió observar que la humedad del músculo de *P. glauca* presentó los mayores contenidos mínimos respecto a las clases de peces recopiladas. Se puede precisar que estos niveles (hasta por encima del 80%) se traducirían en una gran pérdida de peso durante los procesos de manufactura de la carne de esta especie, así como una menor firmeza y/o textura cárnica en términos sensoriales. La proteína en la carne de tiburón se distribuye con una baja variabilidad, presentando niveles mínimos superiores con relación a las clases en comparación; no obstante, este componente nutricional se vería afectado por el contenido de

compuestos nitrogenados no proteicos presentes en el músculo (NBVT), los cuales pueden sobrevalorar su cuantificación.

El contenido de grasa en *P. glauca* sería uno de los más bajos que se reportarían dentro de los condriktios e inclusive de las especies hidrobiológicas en general, categorizando su carne como magra. Finalmente, el aporte energético de su carne no destacaría, ya que, pese a su aparente alto contenido proteico, su valor calórico se encuentra asociado en gran medida al bajo contenido lipídico que posee (Figura 7).

No hay evidencia de diferencias para los valores de Cu, Ca y Zn, pero hubo para el contenido de Fe ($p < 0.05$) entre sexos de *P. glauca* (Cuadro 3), donde la presencia del

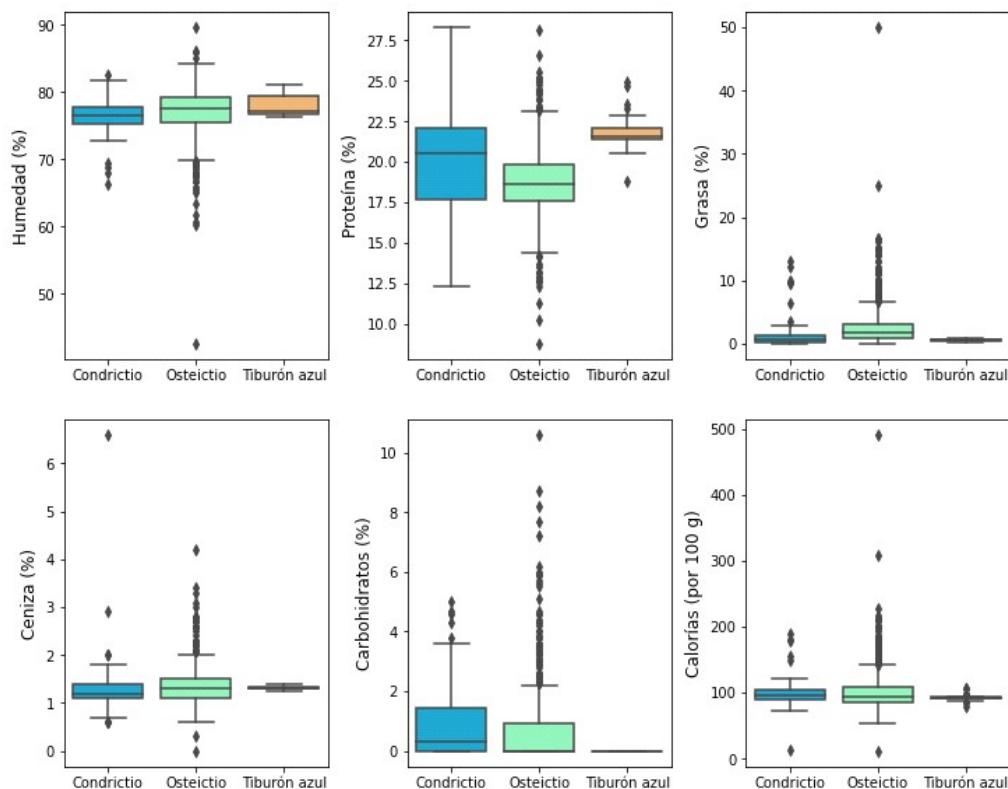


Figura 7. Comparación de la composición química proximal (CQP) de diferentes especies pesqueras respecto a la carne de tiburón azul (*Prionace glauca*) capturado en el mar peruano. Condriktios (n=47); Osteiktios (n=626), Tiburón azul (n=27)

Cu en tiburón estaría más asociada a la contaminación antropogénica (Kim *et al.*, 2019). La comparación con especies marinas, amazónicas y comerciales muestra al músculo de tiburón con valores más bajos en Fe, Ca, P, Cu, sobresaliendo solo el Na y manteniendo el K a niveles similares al de otras especies (Figura 8). En altos niveles, el Na es perjudicial para la salud, ya que se les vincula a enfermedades de índole crónico como la hipertensión, una comorbilidad asociada a afecciones ocasionadas por variantes del virus de tipo COVID (Brown, 2021).

El Cu en elasmobranquios marinos como la pintarroja *Scyliorhinus canicula* da como resultado la inducción de metalotioneína y su acumulación tisular (De Boeck *et al.*, 2010). Sin embargo, parece poco probable que la concentración de Cu en los tiburones sea diferente al de otros peces, donde el requerimiento de este metal es relativamente bajo en comparación con otros elementos traza (Pettitt-Wade *et al.*, 2011, Lall y Kaushik, 2021).

Relativo a los electrolitos, se señala que el Ca ingerido sea probablemente más incidental y no se requiera para su homeostasis, mientras que el contenido de Mg en el tejido de los tiburones es normalmente de unos pocos milimoles (mmol), por lo que cualquier requerimiento dietético sería insignificante (Pettitt-Wade *et al.*, 2011). Estas premisas explicarían los niveles obtenidos para ambos minerales en *P. glauca*. Las concentraciones obtenidas de Na y K no expresan ningún impacto nutricional; sin embargo, la presencia de estos elementos monovalentes (Na y K) como divalentes (Mg y Ca) en los fluidos corporales de los elasmobranquios, es indicador que están regulados en concentraciones por debajo del nivel del agua de mar (Hammerschlag, 2006).

La media estimada para el P mostró valores muy inferiores ante lo presentado por las especies amazónicas y marinas comerciales, mientras que el Fe mostró en su

mayoría una distribución por debajo de las concentraciones promedio de las especies comparadas. No se realizó el análisis comparativo de los contenidos de Zn por no contar con data para las especies amazónicas y marinas comerciales. Los contenidos de Cu, Ca y Mg estuvieron por debajo de la media mundial, destacando al Ca con los niveles más bajos dentro de su grupo de análisis.

El nivel de P está relacionado al grado de muscularidad presente en la estructura morfológica de las especies en general. Estudios señalan que aproximadamente el $95.4 \pm 4.8\%$ del P presente en músculo de tiburón forma parte de los lípidos neutros que no son utilizados como fuente energética, por lo que su presencia conformaría el componente estructural (Treberg *et al.*, 2003; Pethybridge *et al.*, 2014). La media estimada fue de 439.5 mg/kg, con valores muy inferiores ante lo presentado por las especies amazónicas y marinas comerciales, lo que se asociaría a la baja cantidad de lípidos presentes en el músculo como en el caso del tiburón blanco *Carcharodon carcharias*, donde la mayor cantidad de lípidos presentes en el músculo son de tipo fosfolípidos (Pethybridge *et al.*, 2014).

El músculo de *P. glauca* presentó mayores valores de Fe en los machos, una tendencia que variaría entre especies de elasmobranquios como la pintarroja (*Scyliorhinus canicula*), cuyos niveles de este mineral fue mayor en hembras (24.56 mg/kg) (Irwin y Davenport, 2002). Reportes en *Carcharhinus brachyurus* (8.22 mg/kg), *Carcharhinus obscurus* (12.63 mg/kg), *Isurus oxyrinchus* (13.48 mg/kg), *Triakis scyllium* (9.97 mg/kg) y *Cephaloscyllium umbratile* (13.56 mg/kg) muestran contenidos de Fe mayores al valor promedio obtenido en base húmeda en tiburón azul (3.9 mg/kg) (Kim *et al.*, 2019).

El Zn es un metal que se encuentra en ambientes marinos y aumenta con la profundidad, tiene muchas funciones bioquímicas, estructurales y funcionales, aunque en la mayoría de los estudios sobre elasmobranquios

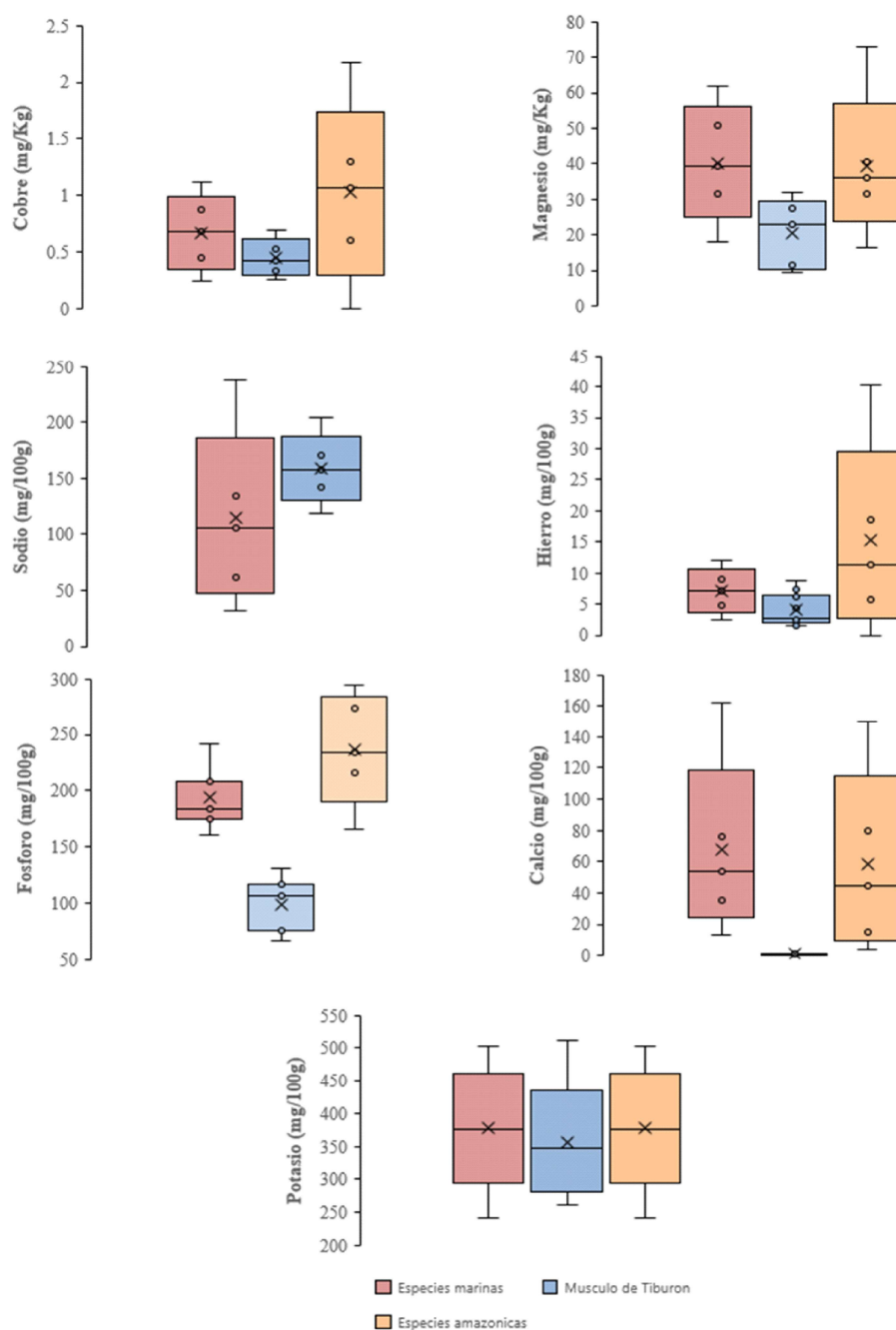


Figura 8. Gráfico comparativo de los minerales de varias especies pesqueras respecto a la carne de tiburón azul (*Prionace glauca*) capturado en el mar peruano. Especies marinas locales (n=31), Especies dulceacuícolas locales (n=11), Especies internacionales (n=98), Tiburón azul (n=128)

branquios se le considera como un contaminante ambiental (Eisler, 1993). Estudios en el cuerpo calcáreo de la raya redonda *Urobatis*

halleri se encontró que las concentraciones de Zn están relacionadas con la temperatura del agua (Raoult *et al.*, 2018), hallazgo que

Cuadro 3. Resumen estadístico de micronutrientes en carne de tiburón azul (n = 27) capturado en el mar peruano

Componente nutricional	Estadísticos descriptivos	Hembra	Macho	Total	Prueba Shapiro Wilk (p valor)	Prueba Kruskall Wallis (p valor)
Cu (mg/kg)	Máximo	0.47	0.69	0.69	0.01	0.61
	Mínimo	0.38	0.26	0.26		
	Media	0.42	0.45	0.44		
	DE	0.03	0.13	0.11		
	Mediana	0.41	0.46	0.43		
Ca (mg/100g)	Máximo	1.30	1.43	1.43	0.46	0.93
	Mínimo	0.77	0.41	0.41		
	Media	0.96	0.94	0.94		
	DE	0.20	0.31	0.28		
	Mediana	0.89	1.04	0.93		
Mg (mg/100g)	Máximo	31.83	31.66	31.83	0.00	0.08
	Mínimo	11.56	9.57	9.57		
	Media	25.14	19.26	20.57		
	DE	7.05	7.97	8.04		
	Mediana	26.99	20.75	22.80		
Fe (mg/kg)	Máximo	6.38	8.87	8.87	0.00	0.04
	Mínimo	1.48	1.45	1.45		
	Media	2.64	4.41	4.02		
	DE	1.86	2.52	2.47		
	Mediana	1.93	2.86	2.72		
Zn (mg/kg)	Máximo	7.85	9.21	9.21	0.00	0.14
	Mínimo	3.23	2.82	2.82		
	Media	4.33	6.19	5.78		
	DE	1.78	2.26	2.27		
	Mediana	3.56	6.90	6.06		
Na (mg/100g)	Máximo	163.59	203.65	203.65	0.64	0.35
	Mínimo	118.96	118.29	118.29		
	Media	149.38	159.06	156.91		
	DE	16.60	24.98	23.45		
	Mediana	154.05	159.05	157.92		
K (mg/100g)	Máximo	376.12	512.26	512.26	0.00	0.52
	Mínimo	284.15	261.60	261.60		
	Media	340.77	331.56	333.61		
	DE	31.38	53.67	49.20		
	Mediana	348.48	343.83	347.74		
P (mg/100g)	Máximo	113.70	131.30	131.30	0.00	0.31
	Mínimo	75.70	66.40	66.40		
	Media	85.43	100.97	97.52		
	DE	14.23	23.53	22.54		
	Mediana	81.30	112.00	106.40		

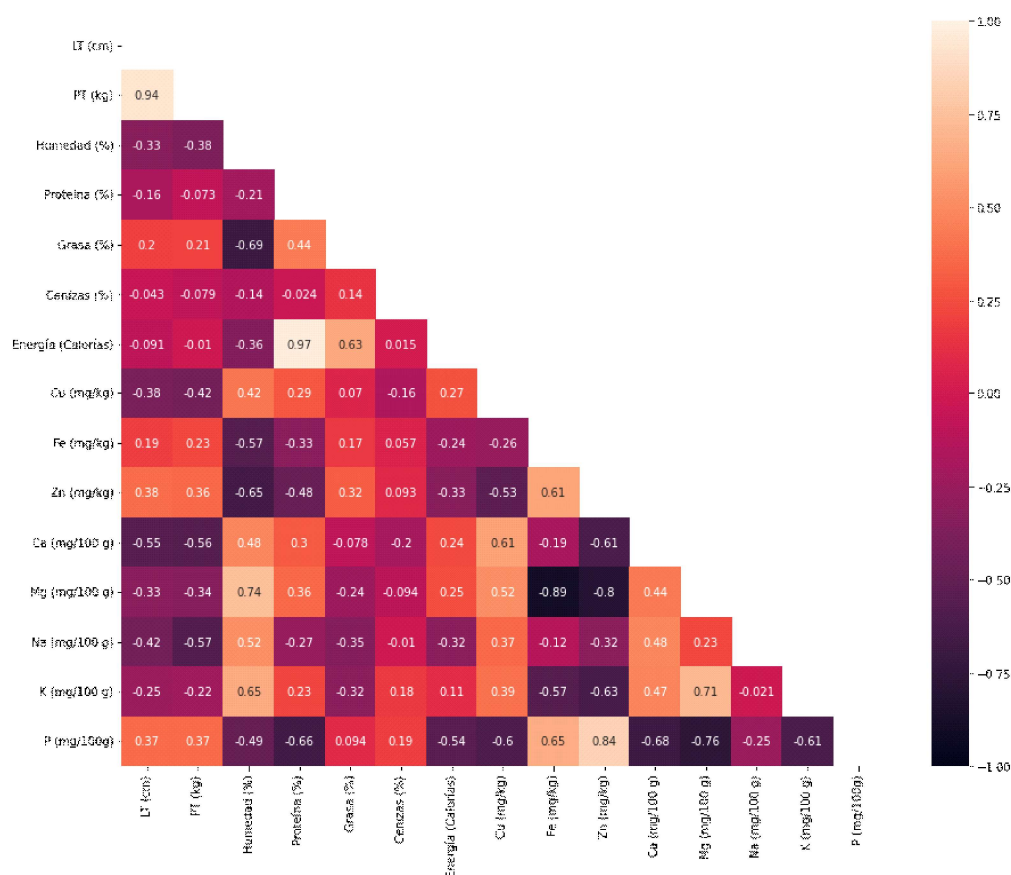


Figura 9. Matriz de correlación de la composición química proximal (CQP) y los minerales respecto al peso total (PT) y longitud total (LT) de la carne de tiburón azul (*Prionace glauca*) capturado en el mar peruano

se reforzaría con el estudio de Kim *et al.* (2019), donde el contenido de Zn en el músculo de tiburones se encontraría influenciado por el hábitat, variando también por la especie y el sexo. Diferentes niveles de Zn en base húmeda han sido publicados en la carne de *Carcharhinus brachyurus* (7.24), *Carcharhinus obscurus* (8.16), *Isurus oxyrinchus* (3.23), *Triakis scyllium* (3.41), *Mustelus manazo* (2.09) y *Cephaloscyllium umbratile* (13.56 mg/kg) (Kim *et al.*, 2019), los cuales se encuentran alrededor de la media obtenida para el tiburón azul (5.78 ± 2.27 mg/kg) (Cuadro 3).

Eisler (1993) reportó en músculo de *P. glauca* niveles de Zn en base húmeda de

95 mg/kg, siendo el límite de Zn para el consumo humano de 40 mg/kg (w.b.) (Javed y Usmani, 2012). No obstante, las muestras evaluadas en este estudio presentaron valores de 5.46 y 5.87 mg/kg en hembras y machos, respectivamente, niveles aptos para el consumo desde el punto de vista de inocuidad.

El tiburón azul desempeña una dualidad de depredador/presa, ya que se encuentra como un consumidor de tercer orden en múltiples ecosistemas, pero a su vez está sometido a una gran presión pesquera, a fin de cubrir la demanda de aletas o de la carne (Martins *et al.*, 2018; Ali *et al.*, 2020, Clarke *et al.*, 2006). La dinámica comercial alrededor del tiburón azul en nuestro país se centra

en la demanda de su carne, la cual constituye una fuente de proteína para la población peruana. Múltiples artículos y organizaciones no gubernamentales (ONGs) abordan la vulnerabilidad de esta especie desde una perspectiva ecológica, con una reacción negativa a su consumo (Shiffman *et al.*, 2020). No obstante, existe una realidad indiscutible de tomar recursos naturales para la subsistencia, el mercado nacional (en territorios emergentes) y el comercio internacional financiado por gremios o asociaciones externas a los países de donde se extraen estos recursos, contexto en el que también se ve involucrado a las autoridades gubernamentales (Plan de Acción Nacional para la Conservación y Ordenamiento de Tiburones, Rayas y Especies Afines en el Perú – PAN Tiburón), quienes deben articular con los diferentes actores de la cadena de valor, tratando de generar vínculos que permitan mejorar la toma de decisiones (Castilla *et al.*, 2018, Cardeñoso *et al.*, 2020, Porcher y Darvell, 2022).

Sobre la base de la evaluación desarrollada en este estudio, se puede concluir que la carne del tiburón azul brinda una contribución calórica menor frente a otros recursos pesqueros, con un aporte nutricional discutible. Asimismo, esta especie no presenta características tecnológicas destacables para ser considerado potencialmente como materia prima destinada a la elaboración de productos con destino a un público de consumo masivo. Tomando en cuenta estas evidencias, la cadena de valor alimentaria debería enfocarse hacia otros recursos pesqueros que no presenten estas desventajas y que simultáneamente constituyan alternativas más rentables y nutricionales.

CONCLUSIONES

- Las muestras de tiburón hembras y machos presentaron correlación entre longitud total (LT) y peso total (PT) ($p < 0.05$).

- Los tiburones machos presentaron un crecimiento tipo alométrico positivo y las hembras crecimiento alométrico negativo.
- La carne de tiburón no presenta un potencial tecnológico destacable para ser considerado como una materia prima destinada al consumo humano, dado su bajo rendimiento de porción cárnica comestible (33.4% en promedio).
- La carne de tiburón azul presenta un aporte calórico menor frente a otros recursos pesqueros y un aporte nutricional elevado solo en proteína y bajo en los demás macro y micronutrientes, excepto en sodio.
- Al ser comparada con otros recursos pesqueros, no es una alternativa de recurso hidrobiológico para consumo humano por su bajo rendimiento y características nutricionales ante las otras especies comerciales.

LITERATURA CITADA

1. **Ali A, Al-Abril E, Goddard J, Ahmed S. 2013.** Seasonal variability in the chemical composition of ten commonly consumed fish species from Oman. *J Anim Plant Sci* 23: 805-812.
2. **Ali L, Grey E, Singh D, Mohammed A, Tripathi V, Gobin J, Ramnarine I. 2020.** An evaluation of the public's knowledge, attitudes and practices (KAP) in Trinidad and Tobago regarding sharks and shark consumption. *Plos One* 15: e0234499. doi: 10.1371/journal.pone.0234499
3. **AOAC. 1993.** Official methods of analysis. 14th ed, Association of Official Analytical Chemist, USA. 937 p.
4. **Barriga M, Salas A, Aranda D, Castro C, Albrecht-Ruiz M, Solari A, Arpi E. 2012.** Información nutricional sobre algunas especies comerciales del mar peruano. *Bol Invest Inst Tecnol Pesq Perú* 10. [Internet]. Disponible en: https://biblioteca.imarpe.gob.pe/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=11599

5. **Biffi D, Richards A, Weinburgh M. 2022.** Framing effects on attitudes and intentions toward shark meat consumption in Lima, Perú. *Front Conserv Sci* 3: 807252. doi: 10.3389/fcsc.2022.-807252
6. **Blanco M, Galván F, Márquez F. 2008.** Age and growth of the blue shark, *Prionace glauca* Linnaeus, 1758, in the Northwest coast off Mexico. *Rev Biol Mar Oceanogr* 43: 513-520. doi: 10.4067/S0718-19572008000300010
7. **Bosch A. 2012.** Investigation of the chemical composition and nutritional value of smoothhound shark (*Mustelus mustelus*) meat. MSc Thesis. South Africa: University of Stellenbosch. 87 p.
8. **Briones J, Pincay-Espinoza J, Palma-Chávez J, Romero-Caicedo A. 2016.** Notas sobre la biología del tiburón azul *Prionace glauca* (Carcharhiniformes: Carcharhinidae) en aguas ecuatorianas. *Rev Mex Biodivers* 87: 1387-1390. doi: 10.1016/j.rmb.2016.09.007
9. **Briones J, Pincay J, Palma J, Romero A. 2018.** Notas sobre la biología del tiburón mamona *Mustelus lunulatus* (Carcharhiniformes: Triakidae) en el Pacífico Central ecuatoriano. *Rev Biol Mar Oceanogr* 53: 279-284. doi: 10.22370/rbmo.2018.53.2.1301
10. **Brown R. 2021.** Sodium toxicity in the nutritional epidemiology and nutritional immunology of COVID-19. *Medicina* 57:739. doi: 10.3390/medicina57080739
11. **Cardeñosa D, Fields A, Babcock E, Shea S, Feldheim K, Chapman D. 2020.** Species composition of the largest shark fin retail-market in mainland China. *Sci Rep* 10: 12914. doi: 10.1038/s41598-020-69555-1
12. **Carrera M. 2004.** Biología reproductiva del tiburón azul *Prionace glauca* (Linnaeus, 1758) en la costa occidental de Baja California Sur, México. Tesis de Maestría. La Paz, Bolivia: Instituto Politécnico Nacional. 67 p.
13. **Castilla O, Moreno L. 2018.** Más de 25 mil tiburones fueron sacrificados para exportación sospechosa a China. [Internet]. Disponible en: <https://ojo-publico.com/994/mas-de-25-mil-tiburo-nes-fueron-sacrificados-para-exportacion-sospechosa-china>
14. **Chodriyah U, Faizah R. 2021.** Population parameter, size distribution and sex ratio of the blue shark (*Prionace glauca* Linnaeus, 1758) caught in the southern of Nusa Tenggara. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci* 890: 012054. doi: 10.1088/1755-1315/890/1/012054
15. **Cifuentes R, González J, Montoya G, Jara A, Ortíz N, Piedra P, Habit E. 2012.** Relación longitud-peso y factor de condición de los peces nativos del río San Pedro (cuenca del río Valdivia, Chile). *Gayana* 76: 101-110. doi: 10.4067/S0717-65382012000100009
16. **Clarke S, McAllister M, Milner-Gulland E, Kirkwood G, Michielsens C, Agnew D, Pikitch E, et al. 2006.** Global estimates of shark catches using trade records from commercial markets. *Ecol Lett* 9: 1115-1126. doi: 10.1111/j.1461-0248.2006.00968.x
17. **De Boeck G, Eyckmans M, Lardon I, Bobbaers R, Sinha AK, Blust R. 2010.** Metal accumulation and metallothionein induction in the spotted dogfish *Scyliorhinus canicula*. *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol* 155: 503-508. doi: 10.1016/j.cbpa.2009.12.014
18. **Delgadillo-Calvillo A, Martínez-Palacios C, Berruecos-Villalobos J, Ulloa-Arvizu R, López-Ordaz R, Vásquez-Peláez C. 2012.** Caracterización de la curva de crecimiento en dos especies de pez blanco *Chirostoma estor*, *C. promelas* y sus híbridos. *Vet México* 43: 113-121.
19. **Diodatti F, Fonseca de Freitas R, Freato T, Perez P, Solis L. 2008.** Parámetros morfométricos en el rendimiento de los componentes corporales de tilapia del nilo (*Oreochromis niloticus*). *An Vet Murcia* 24: 45-55.
20. **Eisler R. 1993.** Zinc hazards to fish, wildlife, and invertebrates: a synoptic review. Biological Report. Contaminant Hazard Reviews, Report 26.

21. **FAO. 2016.** FAO/INFOODS analytical food composition database v. 1.1 – AnFood1.1. Rome: FAO.
22. **Fafioye O, Ayodele O. 2018.** Length-weight relationship and condition factor of four commercial fish species of Oyan Lake, Nigeria. *Exam Marine Biol Oceanog* 21: 227-230. doi: 10.31031/EIMBO.2018.02.000543
23. **Furlong-Estrada E, Sosa-Nishizaki O, García-Rodríguez E. 2017.** Caracterización de la pesquería de tiburón azul (*Prionace glauca*) en el Pacífico Norte mexicano: un antecedente histórico. *Ciencia Pesquera* 25: 15-25.
24. **Hammerschlag N. 2006.** Osmoregulation in elasmobranchs: a review for fish biologists, behaviourists and ecologists. *Marine Behav Physiol* 39: 209-228. doi: 10.1080/10236240600815820
25. **Hosomi R, Yoshida M, Fukunaga K. 2012.** Seafood consumption and components for health. *Glob J Health Sci* 28: 72-86. doi: 10.5539/gjhs.v4n3p72
26. **[IMARPE] Instituto del Mar del Perú, [ITP] Instituto Tecnológico Pesquero del Perú. 1996.** Compendio biológico tecnológico de las principales especies hidrobiológicas comerciales del Perú. Lima, Perú. Ed Stella. 143 p.
27. **Irwin S, Davenport J. 2002.** Iron status of adult dogfish (*Scyliorhinus canicula*) tissues and sources of iron during embryonic development. *J Mar Biol Assoc Uk* 82: 881-885. doi: 10.1017/S002531540200629X
28. **Javed M, Usmani N. 2012.** Uptake of heavy metals by *Channa punctatus* from sewage-fed aquaculture pond of Panethi, Aligarh. *Glob J Res Eng* 12: 27-34.
29. **Jones E, Petrell R, Pauly D. 1999.** Using modified length–weight relationships to assess the condition of fish. *Aquacult Eng* 20: 261-276. doi: 10.1016/S0144-8609(99)00020-5
30. **Kim S, Han S, Kim Y, Jun J, Giri S, Chi C. 2019.** Heavy metal accumulation in and food safety of shark meat from Jeju island, Republic of Korea. *Plos One* 14: e0212410. doi: 10.1371/journal.pone.0212410
31. **Lall S, Kaushik S. 2021.** Nutrition and metabolism of minerals in fish. *Animals* 11: 2711. doi: 10.3390/ani11092711
32. **López de la Lama R, De la Puente S, Riveros J. 2018.** Attitudes and misconceptions towards sharks and shark meat consumption along the Peruvian coast. *Plos One* 13: e0202971. doi: 10.1371/journal.pone.0202971
33. **Maquera A. 2016.** Estimación de las longitudes total y horquilla de *Prionace glauca* tiburón azul a partir de longitudes alternativas», Tesis de Ingeniero Pesquero. Moquegua, Perú: Univ. Nacional de Moquegua. 72 p.
34. **Martins A, Feitosa L, Lessa R, Almeida Z, Heupel M, Silva W. 2018.** Analysis of the supply chain and conservation status of sharks (Elasmobranchii: Superorder Selachimorpha) based on fisher knowledge. *Plos One* 13: e0193969. doi: 10.1371/journal.pone.0193969
35. **Martínez-Porchas M, Martínez-Córdova L, Ramos-Enríquez R. 2009.** Dinámica del crecimiento de peces y crustáceos. *REDVET* 10(10). [Internet]. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101009.html>
36. **Megalofonou P, Damalas D, De Metrio G. 2009.** Biological characteristics of blue shark, *Prionace glauca*, in the Mediterranean Sea. *J Mar Biol Assoc Uk* 89: 1233-1242. doi: 10.1017/S0025315409000216
37. **Montealegre-Quijano S, Vooren C. 2010** Distribution and abundance of the life stages of the blue shark *Prionace glauca* in the Southwest Atlantic. *Fish Res* 101: 168-179. doi: 10.1016/j.fishres.2009.10.001
38. **Murillo D, O'Hara T, Castellini J, Sánchez A, Elorriaga F, Marmolejo A, Marín E, et al. 2016.** Mercury concentrations in three ray species from the Pacific coast of Baja California Sur, Mexico: variations by tissue type, sex and length. *Mar Pollut Bull* 126: 77-85. doi: 10.1016/j.marpolbul.2017.10.060
39. **Naeem M, Salam A, Ishtiaq A. 2011.** Length-weight relationships of wild and farmed *Tor putitora* from Pakistan. *J Appl Ichthyol* 27: 1133-1134.

40. **Økland H, Stoknes I, Remme J, Kjerstad M, Synnes M. 2005.** Proximate composition, fatty acid and lipid class composition of the muscle from deep-sea teleosts and elasmobranchs. *Comp Biochem Phys B* 140: 437-443. doi: 10.1016/j.cbpc.2004.11.008
41. **Pethybridge H, Parrish C, Bruce B, Young J, Nichols P. 2014.** Lipid, fatty acid and energy density profiles of white sharks: insights into the feeding ecology and ecophysiology of a complex top predator. *Plos One* 9: e97877. doi: 10.1371/journal.pone.0097877
42. **Pettitt-Wade H, Newman S, Parsons K, Gruber S, Handy R. 2011.** Dietary metal and macro-nutrient intakes of juvenile lemon sharks determined from the nutritional composition of prey items. *Marine Ecol Progress Series* 433: 245-260. doi: 10.3354/meps09114
43. **Porcher I, Darvell B. 2022.** Shark fishing vs. conservation: analysis and synthesis. *Sustainability* 14: 9548. doi: 10.3390/su14159548
44. **Raoult V, Howell N, Zahra D, Peddemors V, Howard D, de Jonge M, Buchan B, Williamson J. 2018.** Localized zinc distribution in shark vertebrae suggests differential deposition during ontogeny and across vertebral structures. *Plos One* 13: e0190927. doi: 10.1371/journal.pone.0190927
45. **Ramírez A. 2003.** Características cárnicas de jabalí (*Sus scrofa* L.) domesticados, sacrificados a dos pesos de faenamiento: propiedades físico-químicas de la carne. Tesis de Agrónomo. Chile; Univ. Austral de Chile. 70 p.
46. **Rengifo L. 2010.** Capacidad de retención de agua y pH en diferentes tipos de carnes y en embutido, Tesis de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Tingo María, Perú: Univ. Nacional Agraria de la Selva. 64 p.
47. **Ricker W. 1975.** Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull Fisheries Research Board of Canada* 191: 382 p.
48. **Rojas B, Perdomo A, García E, Estopiñán M, Corredor Z, Moratinos P, Santos O. 2011.** Rendimiento en canal y fileteado de la tilapia (*Oreochromis niloticus*) variedad Chitralada producida en el estado Trujillo, Venezuela. *Zootec Trop* 29: 113-126.
49. **Sánchez J, Lam R. 1970.** Algunas características físicas y químicas de las principales especies para consumo humano y sus rendimientos en productos pesqueros en el Perú. *Inf Inst Mar Perú* 33.
50. **Shaoling Y, Bo Q, Laihao L, Xianqing Y, Yongqiang Z, Jinxu W, Jianwei C, Ya W. 2019.** Comparison of the nutritional value of shark meat and fin, shipin kexue. *Food Sci* 40: 184-191. doi: 10.7506/spkx1002-6630-20180815-157
51. **Sidwell V. 1981.** Chemical and nutritional composition of finfishes, whales, crustaceans, mollusks and their products. NOAA Technical Memorandum NFS F/SEC-11. [Internet]. Disponible en: <https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/30184>
52. **Schupp A, Gillespie J, Reed D. 1998.** Consumer choice among alternative red meats. *J Food Distrib Res* 29: 35-43. doi: 10.22004/ag.econ.26835
53. **Shiffman S, Bittick S, Cashion M, Colla S, Coristine L, Derrick D, Gow E, et al. 2020.** Inaccurate and biased global media coverage underlies public misunderstanding of shark conservation threats and solutions. *iScience* 23:-101205. doi: 10.1016/j.isci.2020.101205
54. **Souza-Araujo J, Souza-Junior O, Guimarães-Costa A, Hussey N, Lima M, Giarizzo T. 2021.** The consumption of shark meat in the Amazon region and its implications for human health and the marine ecosystem. *Chemosphere* 265: 129132. doi: 10.1016/j.chemosphere.-2020.129132
55. **Suryaningsih W, Supriyono B, Hariono B, Kurnianto M. 2020.** Improving the quality of smoked shark meat with ozone water technique. *IOP C Ser Earth Env* 411: 012048. doi: 10.1088/1755-1315/411/1/012048

56. **Tavares R, Ortiz M, Arocha F. 2012** Population structure, distribution and relative abundance of the blue shark (*Prionace glauca*) in the Caribbean Sea and adjacent waters of the North Atlantic. *Fish Res* 129: 137-152. doi: 10.1016/j.fishres.2012.06.018
57. **Teira G, Perlo F, Bonato P, Fabre R. 2004.** Estudio de mermas por descongelación en fillets de pollo. *Ciencia, Docencia y Tecnología* 15: 203-213.
58. **Treberg J, Martin R, Driedzic W. 2003.** Muscle enzyme activities in a deep-sea squaloid shark, *Centroscyllium fabricii*, compared with its shallow-living relative, *Squalus acanthias*. *J Exp Zool Part B* 300A: 133-139. doi: 10.1002/jez.a.10318
59. **Tulgar A, Berik N. 2013.** Effect of seasonal changes in proximate composition of common pandora (*Pagellus erythrinus*, Linnaeus 1758) caught from Saros. *B Mar Sci* 2: 9-12.
60. **White W, Last P, Stevens J, Yearsley G, Dharma D. 2006.** Economically important sharks and rays of Indonesia. *ACIAR* 114072. doi: 10.22004/ag.econ.-114072
61. **Zhu J, Dai X, Xu L, Chen X, Chen Y. 2011.** Reproductive biology of female blue shark *Prionace glauca* in the southeastern Pacific Ocean. *Environ Biol Fish* 91: 95-102. doi: 10.1007/s10641-010-9763-1