

ESTIMACIÓN DE LA DIETA DEL LOBO MARINO COMÚN
(*Otaria flavescens*) A LO LARGO DE LA COSTA CHILENA
MEDIANTE ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS
GRASOS

Tesis

Entregada a la
Universidad de Valparaíso,
en cumplimiento parcial de los requisitos
para optar al grado de

Magíster en Ciencias Biológicas mención Biodiversidad y Conservación
Instituto de Biología
Facultad de Ciencias

Por
Nicolás Roberto Fernández Ferrada

Agosto, 2025

INSTITUTO DE BIOLOGIA
FACULTAD DE CIENCIAS
UNIVERSIDAD DE VALPARAISO

INFORME DE APROBACION
TESIS DE MAGISTER

Se informa a la Escuela de Postgrado de la Facultad de Ciencias que la Tesis de Magister
presentada por el candidato

Nicolás Roberto Fernández Ferrada

Ha sido aprobada por la comisión de evaluación de la tesis, como requisito para optar al grado de Magíster en Ciencias Biológicas mención Biodiversidad y Conservación, en la presentación y defensa de tesis, rendida el 1 de agosto de 2025.

Comisión Evaluadora de Tesis:

Nombre de los integrantes:	Institución:	Rol en la comisión:
Prof. Alicia Guerrero Vega	Universidad de Valparaíso	Director(a)
Prof. Maritza Sepúlveda Martínez	Universidad de Valparaíso	Evaluador(a)
Prof. Jorge Guerra Münchmeyer	Subsecretaría de Pesca y Acuicultura	Evaluador externo

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer cordialmente al Núcleo Milenio de Salmónidos Invasores Australes (INVASAL) por el financiamiento y su atención constante para la realización de la presente tesis de magister.

Un agradecimiento especial a mi profesora guía Alicia Guerrero por su paciencia, su disposición y ayudarme a llevar a cabo este proceso, por sus consejos y estar siempre disponible ante las dudas, y también por brindar todos los medios y el espacio para analizar las muestras de la tesis.

También agradezco a todo el grupo de personas de LECMMAR por disfrutar siempre de un buen ambiente del que compartimos entre los almuerzos y cafés a diario, por compartir sus conocimientos ante consultas y sus constantes palabras de aliento y motivación.

Y no menos importante, quisiera agradecer a mi familia que me han acompañado y apoyado por siempre durante mi vida, en el proceso de escribir esta tesis y por sobre todo en el desarrollo como persona y profesional, en el cual estoy y les estaré profundamente agradecido.

INDICE DE CONTENIDOS

<i>RESUMEN</i>	6
<i>ABSTRACT</i>	7
1. <i>INTRODUCCIÓN</i>	8
2. <i>HIPÓTESIS</i>	18
3. <i>OBJETIVOS</i>	18
3.1. General	18
3.2. Específicos.....	18
4. <i>MATERIALES Y MÉTODOS</i>	19
4.1. Área de estudio.....	19
4.2. Colecta y toma de muestras	20
4.3. Análisis de ácidos grasos.....	22
4.4. Análisis estadístico	23
4.5. Determinación del nicho trófico.....	24
4.6. Determinación de la oferta ambiental.....	25
4.7. Superposición con la pesquería y salmonicultura.....	26
5. <i>RESULTADOS</i>	27
5.1. Estimación de la dieta del LMC	27
5.2. Amplitud del nicho trófico del LMC.....	45
5.3. Sobreposición de nicho trófico entre LMC y desembarques.....	46
6. <i>DISCUSIÓN</i>	53
6.1. Amplitud de nicho trófico del LMC	53
6.2. Variación espacial de la dieta	56
6.3. Composición de la dieta del LMC y su superposición con la pesca y acuicultura	58
6.4. Limitaciones de este estudio.....	68
7. <i>CONCLUSIONES</i>	70
8. <i>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</i>	72
9. <i>ANEXOS</i>	87

DECLARACIÓN ETICA DE TRABAJO

El estudio y la metodología de muestreo fue aprobado por el Comité Institucional de Bioética para la Investigación Animal (CIBICA) de la Universidad de Valparaíso.

El uso de inteligencia artificial fue utilizado como herramienta para la traducción del resumen y para resolver dudas respecto al análisis de datos y confección de figuras en la programación en R Studio.

RESUMEN

El lobo marino común (LMC, *Otaria flavescens*) es la especie de pinnípedo más abundante y ampliamente distribuido en las costas de Sudamérica, y frecuentemente presenta una fuerte interacción con la actividad pesquera y acuicultura. Para entender su impacto en las redes tróficas del ecosistema y su potencial competencia con la pesca comercial y la acuicultura a lo largo de la costa chilena, se caracterizó la ecología trófica del LMC desde las regiones de Tarapacá a Aysén, mediante el análisis de ácidos grasos de su grasa. Se utilizó la herramienta MixSIAR, de modelos de mezcla bayesianos, para evaluar la composición de su dieta, variaciones geográficas de su nicho trófico y su grado de sobreposición con los recursos objetivo de la pesquería y acuicultura. En general, la dieta del LMC se basó principalmente en especies pelágicas, con bajos valores de amplitud de nicho en la zona norte y centro de Chile ($B_{est} = 0,02-0,15$), cuya composición de la dieta se caracterizó principalmente por la anchoveta (*Engraulis ringens*) y el langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) como principales ítems presas en las localidades de Iquique, Mejillones e Isla Chañaral, y en la zona central la dieta se basó principalmente por la sierra (*Thyrssites atun*) y *E. ringens* en los sitios de Curaumilla y Cobquecura, respectivamente. Mientras que, en el sur del país mostró una amplitud de nicho levemente mayor ($B_{est} = 0,12-0,51$), cuya dieta se compuso por altas proporciones del langostino colorado (*Munida gregaria*) y el salmón del Atlántico (*Salmo salar*), seguido por *Sprattus fuegensis*, *Eleginops maclovinus* y *Romaleon setosum*. El grado de superposición con la pesca y acuicultura fue alta en el norte y sur de Chile, donde *E. ringens* y *S. salar*, que son parte de la dieta del LMC, son compartidos con la pesca y la salmonicultura respectivamente, sugiriendo una fuerte interacción trófica entre el LMC y estas dos actividades económicas.

Palabras clave: Ecología trófica, MixSIAR, nicho trófico, Pacífico Sureste, pesquería, pinnípedos.

ABSTRACT

The South American sea lion (SASL, *Otaria flavescens*) is the most abundant and widely distributed pinniped species along the coasts of South America, and frequently exhibits strong interactions with fisheries and aquaculture activities. To understand its impact on ecosystem food webs and its potential competition with commercial fisheries and aquaculture along the Chilean coast, the trophic ecology of SASL was characterized from Tarapacá to Aysén regions using fatty acid analysis of its blubber. The MixSIAR Bayesian mixing model tool was used to evaluate the diet composition, geographical variations in their trophic niche and their degree of overlap with the target resources that support fishery and aquaculture. In general, the SASL's diet was based mainly on pelagic species, with low niche breadth values in the northern and central Chile ($B_{est} = 0,02-0,15$), the diet composition was characterized by anchovy (*Engraulis ringens*) and squat lobster (*Pleuroncodes monodon*) as the principal prey items at the sites of Iquique, Mejillones and Isla Chañaral, and in the central zone the diet was based mainly on snoek (*Thyrstites atun*) and *E. ringens* at the sites of Curaumilla and Cobquecura, respectively. While, in the southern zone showed a slightly higher niche breadth ($B_{est} = 0,12-0,51$), where the diet was composed of high proportions of swarming squat lobster (*Munida gregaria*) and farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*), followed by Fuegian sprat (*Sprattus fuegensis*), Patagonian blennie (*Eleginops maclovinus*) and Rock crab (*Romaleon setosum*). The degree of overlap with fisheries and aquaculture was high in northern and southern Chile, where *E. ringens* and *S. salar*, which are part of the SASL's diet, are shared with fisheries and salmon farming centres respectively, suggesting a strong trophic interaction between SASL and these two economic activities.

Key words: Trophic ecology, MixSIAR, trophic niche, southeast pacific, fisheries, pinnipeds.

1. INTRODUCCIÓN

Los mamíferos marinos, debido a su tamaño, peso y abundancia son considerados como uno de los principales depredadores tope en las tramas tróficas de los ecosistemas marinos (Bowen 1997). Las relaciones de consumo entre los depredadores tope y sus presas tienen el potencial de ejercer control ecológico del tipo top-down, afectando la abundancia y distribución de especies de niveles tróficos inferiores, y cuyos efectos pueden propagarse produciendo interacciones indirectas tales como cascadas tróficas. De esta forma, estas interacciones depredador-presa pueden derivar en cambios en el flujo de materia y energía a través de las comunidades por consumo directo, o indirectamente afectando la diversidad de otras especies que no son parte de la dieta (Trites 2003). Por ello, los depredadores tope marinos pueden potencialmente modificar la estructura y funcionamiento de las comunidades marinas (Katona & Whitehead 1988). Además los depredadores marinos tope son considerados como especies centinelas indicadores del estado de salud de los ecosistemas, ya que, al verse afectadas por un conjunto de factores interrelacionados, tales como componentes ecológicos, demográficos, evolutivos, ambientales y antropogénicos (Learmonth *et al.* 2006), pueden conllevar a posibles cambios de forrajeo y/o demográficos de éstos depredadores, lo que frecuentemente pueden indicar cambios en niveles tróficos inferiores brindando información sobre la condición funcional de las tramas tróficas, y ayudar a predecir futuros cambios ambientales (Hazen *et al.* 2019; Moore 2008). Por lo tanto, comprender las interacciones tróficas de los principales depredadores nos permite entender y gestionar el impacto ecológico en las comunidades.

Sin embargo, garantizar el rol ecológico de los depredadores tope en los ecosistemas marinos presenta un desafío significativo para la conservación y el bienestar de los mamíferos marinos. Esto se debe principalmente a la interacción y solapamiento trófico con las actividades

antrópicas de explotación y producción en el medio marino (Nash *et al.* 2000). Si bien la producción acuícola, como la pesca y la acuicultura, ha brindado una alternativa para satisfacer la demanda de productos pesqueros triplicando su producción en los últimos 20 años (Naylor *et al.* 2021), no está exenta de potenciales impactos negativos sobre los ecosistemas y la diversidad biológica, lo que ha generado mucha preocupación pública sobre su sostenibilidad y potenciales efectos ambientales (Goldburg & Triplett 1997). Además, las especies comerciales que se escapan de la acuicultura pueden volverse invasoras en áreas no nativas, generando competencia y/o depredación de muchas especies autóctonas o provocar la transmisión de agentes patógenos o parásitos (Diana 2009). A su vez, su expansión en el medio marino puede aumentar la oferta alimentaria para los mamíferos marinos, los cuales podrían jugar un importante rol como controladores biológicos de estas especies provenientes de centros de cultivo que tienen el potencial de reducir los stocks de peces nativos (Couture *et al.* 2024). Por otro lado, el aumento producto del esfuerzo pesquero a escala industrial, junto al avance de tecnología pesquera y prácticas de pesca, puede suscitar una sobreexplotación de los recursos marinos disponibles que son parte de la dieta de los mamíferos marinos, planteando interrogantes sobre las consecuencias ecológicas en las dinámicas tróficas de los depredadores y, por ende, en las comunidades de los ecosistemas marinos en general (Diana 2009; Nash *et al.* 2000).

Para una implementación y desarrollo efectivo en estrategias de gestión que permitan disminuir el riesgo de interacciones negativas entre la pesquería/acuicultura y los mamíferos marinos, es relevante contar con información detallada de la ecología de alimentación de los principales depredadores marinos. Medir con precisión la dieta de los depredadores marinos tope, como la composición de la dieta, identificar patrones y grados de variabilidad de los hábitos alimenticios, resulta determinante para comprender sus interacciones tróficas, su

potencial impacto en las poblaciones de presas y el rol trófico que cumplen en el ecosistema en general (Estes *et al.* 2016; Bearzi *et al.* 2010). Identificar a los depredadores marinos involucrados en conflictos con la pesca y acuicultura (mayormente odontocetos y pinnípedos) como especies clave, facilita a entender las dinámicas de las interacciones y la potencial competencia con las actividades antrópicas en el medio marino (Jog *et al.* 2022; Bath *et al.* 2023). Este conocimiento nos permite prever y evaluar posibles impactos producto de cambios ambientales o antrópicos, así como sus potenciales efectos en las dinámicas tróficas de las comunidades marinas, lo cual cobra gran importancia para la conservación y el diseño de prácticas de gestión efectivas de los recursos marinos (Boyd *et al.* 2006).

Los pinnípedos (lobos marinos, focas y morsa) son depredadores marinos que frecuentemente presentan conflictos con la pesca y acuicultura en varias partes del mundo (Wickens 1995; Heredia-Azuaje *et al.* 2021; Bath *et al.* 2023). El lobo marino común [LMC], *Otaria flavescens* (de Blainville 1820) (Carnivora: Otariidae), es uno de los mamíferos marinos más abundantes y ampliamente distribuido en las costas de Sudamérica, considerado como un depredador tope que desempeña un papel fundamental en las tramas tróficas marinas a lo largo de la costa chilena (Cappozzo & Perrin 2009). *Otaria flavescens* tiene una distribución continua en el Océano Pacífico desde el norte de Perú (03°40'S) hasta el Cabo de Hornos y por el Océano Atlántico hasta el sur de Brasil (29°20'S) (Crespo *et al.* 2012; Sepúlveda *et al.* 2016; Oliva *et al.* 2020; Crespo *et al.* 2021) (Figura 1). Actualmente en Chile, su población total se estima entre 128.000 - 140.000 individuos (Oliva *et al.* 2020; Sepúlveda *et al.* 2016), con mayores abundancias en los extremos norte y sur del país con 40.000 y 65.000 ejemplares respectivamente (Oliva *et al.* 2020).

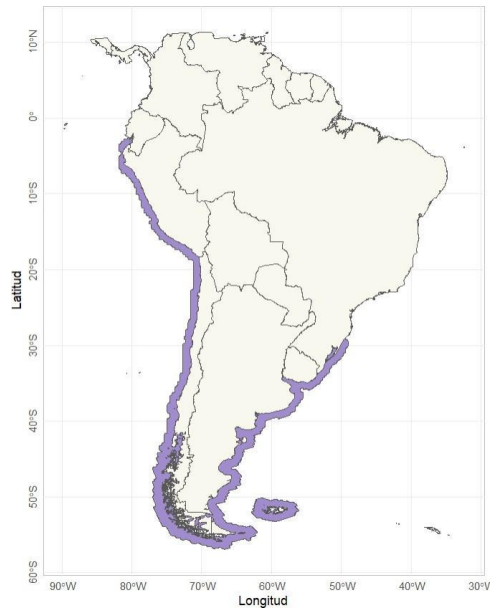


Figura 1. Distribución geográfica del lobo marino común (*Otaria flavescens*).

Si bien el LMC se encuentra clasificado en preocupación menor (LC) según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), en Chile se ve enfrentado a desafíos derivados de la interacción con la pesca y salmonicultura, generándose conflictos con la especie por los recursos marinos, suscitando preocupaciones para su conservación (Sepúlveda *et al.* 2023). Producto de la superposición entre las áreas de producción de recursos pesqueros comerciales y los rangos de distribución de *O. flavescens*, sumado a sus hábitos alimenticios de carácter generalista y oportunista, se presenta un alto grado de interacción entre el LMC y las actividades pesqueras y de acuicultura (Sepúlveda *et al.* 2023; Heredia-Azuaje *et al.* 2021; Muñoz *et al.* 2013). Consecuentemente, el LMC no tiene una buena valoración social y se visibiliza como una problemática para la producción de recursos marinos, representando un riesgo económico en la actividad productiva (Sanguinetti *et al.* 2021; Sepúlveda y Oliva 2005). Por un lado, en la zona centro-norte de la costa chilena, la pesca comercial y artesanal se basa principalmente en la extracción de recursos marinos que son a la vez parte de la dieta de los

LMC. Estos depredadores, por lo tanto, son atraídos por las operaciones de pesca, lo que genera interacciones considerables, así como tensiones económicas y conflictos ecológicos, entre la actividad pesquera y los LMC (González *et al.* 2015). Por otro lado, en la zona sur de Chile, el desarrollo de la salmonicultura, que ha tenido un crecimiento considerable, contando actualmente con más de 300 concesiones acuícolas, ha dado lugar a una serie de problemas asociados a la presencia constante del LMC alrededor de los centros de cultivo. Aquí, las interacciones van desde la depredación directa de los peces comerciales hasta daños a la infraestructura acuícola y riesgos ambientales (Sepúlveda *et al.* 2015; Heredia-Azuaje *et al.* 2021; Sepúlveda *et al.* 2023), sumado a la percepción negativa de los operadores de cultivo de salmónidos hacia los LMC (Sepúlveda y Oliva, 2005). Se estima que los pinnípedos generan pérdidas económicas entre el 1-12% de los costos de producción (Heredia-Azuaje *et al.* 2021). A su vez, tanto en centros de cultivo de la salmonicultura como en las operaciones pesqueras, se registran muertes accidentales o deliberadas durante las operaciones, como también otorgan subsidios de presas comerciales por escapes de salmones o descartes de pesca a los LMC, lo que puede influir en el comportamiento social y/o trófico de estos depredadores (Heredia-Azuaje *et al.* 2021; Nash *et al.* 2000). Abordar de forma cuantitativa la relevancia de los salmónidos como presa nos ayudará a comprender de mejor manera cuál es su grado de contribución a la dieta de depredadores tope y determinar cuál sería el rol que juega el LMC como potencial controlador biológico sobre estos meso-depredadores no nativos. Lo que se resalta la importancia de evaluar el rol e impacto del LMC como depredador tope capaz de modular grandes cambios en las comunidades y redes tróficas de los ecosistemas marinos y su grado de solapamiento trófico que tiene con la pesca y acuicultura.

La dieta del LMC se destaca por su adaptabilidad a los diversos entornos que habita en las costas del océano Atlántico y Pacífico en Sudamérica. Exhibe un comportamiento de forrajeo variado, cuya selección de presas refleja tanto la disponibilidad local de recursos como las estrategias de forrajeo específicas de cada región. Estudios previos han evidenciado variaciones temporales y espaciales en sus estrategias de forrajeo, según la oferta alimentaria, presencia de otras especies con requerimientos similares, o al sexo, y época reproductiva (Harcourt 1993; Franco-Trecu *et al.* 2012; Muñoz *et al.* 2013; Sepúlveda *et al.* 2015; Sarmiento *et al.* 2020; Guerrero *et al.* 2020; Cárdenas-Alayza *et al.* 2022a, b; Montalva *et al.* 2022). La composición de la dieta del LMC está conformada principalmente por peces, cefalópodos y crustáceos (Sarmiento *et al.* 2020), además se han documentado depredación de aves (Swan *et al.* 2020; Cursach *et al.* 2014), tortugas marinas (Contreras *et al.* 2024) y recientemente el consumo de equinodermos asteroideos (Neira *et al.* 2021; Fernández 2023); sin embargo, la dieta está condicionada por la región donde vive el animal y la abundancia temporal de los organismos que consume (Aguayo y Maturana 1973; Muñoz *et al.* 2013). La selección de presas y sus estrategias de forrajeo exhiben variaciones influenciados principalmente por la topografía de la costa del Pacífico oriental. En el norte, la plataforma continental es muy estrecha, por lo que la disponibilidad de especies bentónicas se ve más limitada predominando el consumo de especies pelágicas. En contraste con la zona sur de Chile, que al tener una mayor amplitud de plataforma continental favorece una mayor abundancia y consumo de especies bentónicas (Acha *et al.* 2004; Guerrero *et al.* 2020; Sepúlveda *et al.* 2016). En el norte de Chile, se observa un patrón de forrajeo de tipo pelágico, con preferencias por presas como la anchoveta (*Engraulis ringens*), el calamar (*Loligo gahi*) y langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) (Sielfeld *et al.* 2018; Sarmiento *et al.* 2020; Sepúlveda *et al.* 2016; Sielfeld *et al.* 1997). En contraste, en la zona sur,

los LMC muestran un forrajeo predominado por presas bentodemersales, siendo la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*), la merluza austral (*Merluccius australis*), el congrio dorado (*Genypterus blacodes*) y el bacaladillo (*Normanichthys crokeri*) elementos importantes en su dieta (Muñoz *et al.* 2013; Sepúlveda *et al.* 2017). Además, en el sur de Chile se ha documentado el consumo de salmónidos de centros de cultivo salmonero por parte de algunos individuos de LMC, incluyendo la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), el salmón coho (*Oncorhynchus kisutch*) y el salmón Atlántico (*Salmo salar*), aunque en otros estudios de dieta se ha encontrado que la contribución de salmónidos es insignificante (Muñoz *et al.* 2013; Sepúlveda *et al.* 2015; Sepúlveda *et al.* 2017; Peña 2019; Neira *et al.* 2021). Por otro lado, en la zona central no hay una claridad acerca de las estrategias tróficas del LMC, debido a que son pocos los estudios realizados en el área, y éstos muestran distintas preferencias alimenticias que van desde presas demersales y bentodemersales (Aguayo & Maturana 1973; George-Nascimento *et al.* 1985; Neira *et al.* 2021; Fernández 2023), mientras que otros estudios sugieren predilección por presas de tipo pelágico (Hückstädt *et al.* 2007). En relación con los crustáceos que forman parte de la dieta de *O. flavescens*, en el norte se caracteriza por el consumo del langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) y en el sur se ha evidenciado el consumo del langostino de los canales (*Munida* spp.), mientras que el consumo de cefalópodos como el calamar patagónico (*Loligo gahi*), la jibia (*Dosidicus gigas*) y el pulpo del norte (*Octopus mimus*) serían característicos de la zona norte y central de Chile (Sielfeld 1999; Sepúlveda *et al.* 2016; Sielfeld *et al.* 2018; Sarmiento *et al.* 2020).

La comprensión de la dieta del LMC ha evolucionado gracias a diversas metodologías de investigación. Estudios iniciales se basaron en métodos no invasivos, como la identificación de restos en heces y el análisis del contenido digestivo, revelando las preferencias alimentarias de la

especie (Sielfeld *et al.* 2018; 1997; Sarmiento *et al.* 2020; Sepúlveda *et al.* 2016; George-Nascimento *et al.* 1985; Aguayo & Maturana 1973). Sin embargo, estos métodos tradicionales presentan limitaciones en términos de precisión, pudiendo llegar a resultados sesgados debido al consumo incompleto de presas, la digestión diferencial de restos de presas o la tasa de paso intestinal, sólo da información de la última ingesta, como también la clasificación errónea de restos de presas y la subestimación de algunas presas que carecen de partes duras (Hammond & Prime 1990; Staniland 2002; Arim y Naya 2003; Hammill *et al.* 2005). La aplicación de técnicas más precisas para la interpretación de la dieta a través de trazadores bioquímicos ha permitido comprender con mayor profundidad la ecología trófica en mamíferos marinos. Estos métodos bioquímicos se basan en que, dependiendo del tipo de tejido, la composición química de un depredador está fuertemente influenciada por las propiedades químicas de las presas (Pethybridge *et al.* 2018).

Los análisis de isótopos estables permiten dilucidar los niveles tróficos y origen geográfico de las presas consumidas (Burton y Koch 1999; Hückstädt *et al.* 2007; Newsome *et al.* 2010), sin embargo, al utilizar comúnmente sólo dos variables (carbono y nitrógeno) para evaluar la dieta, es común que especies de presas compartan valores isotópicos similares, lo que dificulta entender la dieta al nivel taxonómico de especie (Pethybridge *et al.* 2018; Guerrero *et al.* 2021). Otra técnica que ha generado interés ecológico es el análisis de las firmas de ácidos grasos del tejido adiposo como biomarcador trófico, que en ocasiones ha permitido evaluar con mayor poder de distinción entre las especies de presas que estudios de isótopos estables (Iverson *et al.* 2004; Pethybridge *et al.* 2018; Guerrero *et al.* 2021). A través de la ingestión, los ácidos grasos son incorporados y fijados sin grandes transformaciones en las reservas de grasa de los depredadores, permitiendo interpretar las firmas bioquímicas de sus presas, que pueden ser

reflejadas en la dieta a largo plazo, de semanas, meses o años (Iverson 2009; Rosen y Tollit 2012). Esta técnica al basarse en un alto número de ácidos grasos (generalmente cerca de 20 ácidos grasos), se constituye como una herramienta valiosa para estimar con mayor resolución taxonómica la composición de la dieta, y cuantificar con mayor precisión los niveles de consumo de presas (Budge *et al.* 2006; Iverson 2009; Pethybridge *et al.* 2018; Remili *et al.* 2023).

La modelación basada en perfiles de ácidos grasos otorga estimaciones de la contribución proporcional de cada presa en la dieta del consumidor, lo que complementa los análisis cualitativos de similitud y segregación de las firmas de los depredadores en relación a sus potenciales presas. El modelo de mezcla Bayesiano MixSIAR (Stock *et al.* 2018), si bien originalmente diseñado para datos de isótopos estables, permite el uso de diversos marcadores tróficos incluidos los ácidos grasos. Mientras que los modelos de mezcla de isótopos estables generan grandes intervalos de confianza para las proporciones de presas, las firmas de ácidos grasos pueden entregar estimaciones más precisas (Remili *et al.* 2023).

El único estudio de dieta del LMC a través del análisis de ácidos grasos de su grasa, corresponde al estudio de Guerrero *et al.* (2020), en el cual se detectaron altos niveles de C18:2 ω 6 en individuos de *O. flavescens* en el sur de Chile. Este ácido graso tiene un origen vegetal proveniente de entornos terrestres, lo que sugiere el consumo de salmones de centros de cultivo que son alimentados por pellets con alto porcentaje de ingredientes de origen terrestre. No obstante, este estudio sólo evalúa los perfiles de ácidos grasos de forma cualitativa, no pudiendo identificar la potencial contribución salmónidos a la dieta del LMC en el sur de Chile. A la fecha, no existen estudios en Chile que evalúen la dieta de este depredador tope de forma cuantitativa usando la metodología de ácidos grasos. Si bien se conoce el amplio espectro de especies que conforman la dieta del LMC con diferentes hábitos alimenticios, la mayoría de los

estudios se han enfocado en sitios aislados con esfuerzos de muestreos locales. Sepúlveda *et al.* (2016) y Guerrero *et al.* (2020) evaluaron la dieta de la especie en sitios con ecosistemas dispares del norte y sur de la costa chilena del Pacífico oriental, donde evidenciaron diferencias en la composición de la dieta y las firmas de ácidos grasos respectivamente. Aun así, los patrones de alimentación son poco conocidos a lo largo de la costa de Chile (Hückstädt *et al.* 2007). Salvo el estudio de Muñoz *et al.* (2013), quienes evaluaron la dieta del LMC en loberas de las zonas norte, centro y sur de Chile, pocos estudios involucran una evaluación a gran escala geográfica que permita evaluar patrones a lo largo de la costa chilena del Océano Pacífico suroriental. Estudiar los hábitos alimenticios del LMC en una gran escala geográfica nos permite ayudar a entender y gestionar de mejor forma las acciones de manejo para la mitigación de interacciones de la acuicultura y la conservación de la especie. En este trabajo se estudiará la dieta del LMC en siete localidades de Chile entre los 20 - 43° de latitud, abarcando >2.700 kilómetros a lo largo de la costa del Pacífico sur-oriental. Para esto se usará el modelo MixSIAR usando los perfiles de ácidos grasos de la grasa del LMC y de sus potenciales presas, y así obtener una estimación cuantitativa de su dieta en los diferentes sitios.

Considerando los antecedentes expuestos, la dieta del LMC es de carácter generalista y oportunista, con una gran variabilidad de la composición de su dieta por factores geográficos o individuales, por lo que se hipotetiza que la dieta de *O. flavescens* tendrá variaciones de su nicho trófico a lo largo de la costa chilena entre colonias con diferentes patrones de forrajeo, donde las poblaciones del norte consumen mayormente especies de hábitos pelágicos, al igual que la zona central, mientras que en la zona sur predominará el consumo de especies demersales con un considerable consumo de salmónidos por parte de *O. flavescens* en colonias que se encuentran influenciadas por la presencia de centros de cultivo salmoneros.

2. HIPÓTESIS

La composición de la dieta del LMC presentará variaciones a lo largo de la costa chilena, en el cual se registrará por especies pelágicas en el norte y especies demersales en la zona sur, mientras que en la zona central del país habrá una estructura mixta de la dieta. Presentando una gran amplitud de nicho trófico y un alto grado de sobreposición con los recursos objetivo de pesquerías y acuicultura por toda la costa.

3. OBJETIVOS

3.1. General

Caracterizar la ecología trófica del LMC (*Otaria flavescens*) a lo largo de la costa chilena, mediante el análisis de ácidos grasos, evaluando la composición de su dieta, variaciones geográficas de su nicho trófico y su grado de solapamiento con los recursos objetivo de pesquerías y acuicultura.

3.2. Específicos

1. Estimar la composición de la dieta del LMC mediante modelos mixtos bayesianos basados en ácidos grasos, a lo largo de la costa de Chile.
2. Identificar variaciones geográficas en la amplitud de nicho trófico del LMC a lo largo de la costa chilena.
3. Determinar el grado de sobreposición de la dieta del LMC con los recursos objetivo que sustentan pesquerías y acuicultura en la costa de Chile.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Área de estudio

Las muestras de grasa de los LMC fueron colectadas en loberías ubicadas en los sitios de Punta Patache (20°48' S; 70°12' O) y Punta Lobos (21°01' S; 70°10' O) próximos a la localidad de Iquique (IQU) ubicada en la Región de Tarapacá; Mejillones (MEJ) (23°06' S; 70°27' O) en la Región de Antofagasta; Isla Chañaral (ICH) (29°02' S; 71°35' O) en la Región de Atacama; Punta Curaumilla (CUR) (33°06' S; 71°44' O) en la Región de Valparaíso; Cobquecura (COB) (36°07' S; 72°47' O) en la Región de Ñuble; Caleta La Arena (41°41' S; 72°38' O), Cahuelmó (42°15' S; 72°24' O) y Chullec (42°28' S; 73°33' O) en la Región de Los Lagos ; y Las Hermanas (43°46' S; 73°02' O) en la localidad de Puerto Raúl Marín Balmaceda (RMB) ubicado en la Región de Aysén (Figura 2). En estas dos últimas regiones de la zona sur de Chile, las colonias de lobos marinos se encuentran influenciados por la presencia de un elevado número de centros de cultivo de salmones a su alrededor.

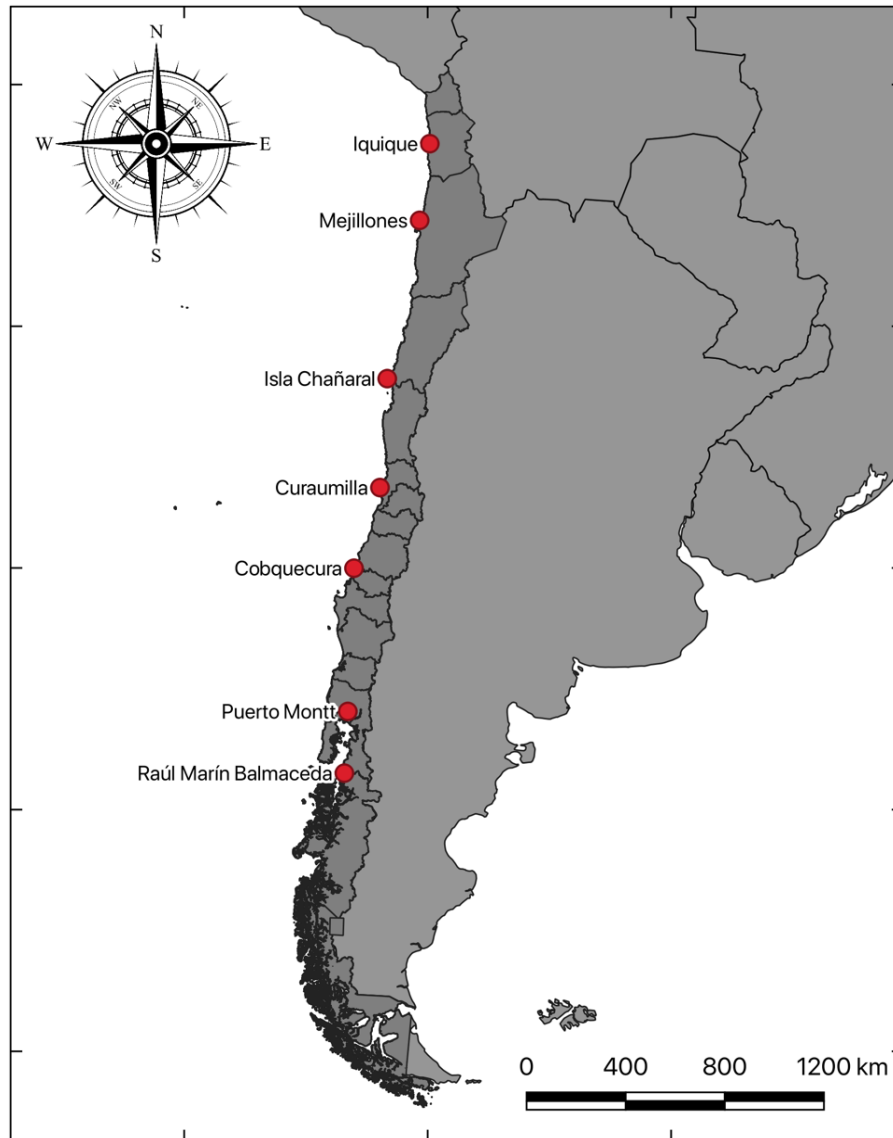


Figura 2. Sitios de muestreo de *O. flavescens* para la colecta de grasa y de tejidos de presas.

4.2. Colecta y toma de muestras

Se realizaron 7 muestreos entre los años 2015-2020 durante los periodos de verano-otoño, donde se obtuvieron 151 muestras de LMC (Tabla 1). El muestreo se realizó en donde las muestras de piel reflejarían la información dietética del verano austral, dado que la grasa externa integra los aportes de ácidos grasos de la dieta de al menos 2 a 3 meses antes de la colección (Guerrero *et al.* 2020). La toma de muestra del tejido de los LMC se realizó mediante la

colección con dardo de biopsia de punta hueca disparado con un rifle modelo GUT 50 (Telinject, Alemania), que extrae una pequeña porción de 8 mm de diámetro de grasa exterior, piel y pelo, con una mínima perturbación del animal. La biopsia fue posteriormente seccionada por tipo de tejido (grasa, piel y pelo) y cada muestra se almacenó de forma separada en criotubos a -20°C hasta su análisis en laboratorio. Los procedimientos de toma de muestras de LMC fueron autorizados por el permiso de la Subsecretaría de Pesca PINV 097/2018 y aprobados por el Comité de Bioética de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Valparaíso.

Se registró la fecha, lugar de muestra, clase de edad/sexo del individuo muestreado, considerándose mayormente a machos y hembras adultas y machos subadultos. La clase de edad/sexo fue identificada de acuerdo a las características de tamaño, forma del cuerpo, coloración y presencia de melena desarrollada (King, 1983).

Tabla 1. Colección de muestras de tejido graso de *O. flavescens* realizados entre los años 2015 y 2020.

Muestreo	Fecha de colección	Ubicación	Zona	Muestras colectadas
1	Abril/2015	Iquique (IQU)	Norte	39
2	Mayo/2015	Mejillones (MEJ)	Norte	19
3	Junio/2019	Isla Chañaral (ICH)	Norte	13
4	Marzo/2020	Curaumilla (CUR)	Centro	14
5	Mayo/2019	Cobquecura (COB)	Centro	13
6	Abril/2015	Puerto Montt (PMO)	Sur	40
7	Marzo/2020	Raúl Marín Balmaceda (RMB)	Sur	13
TOTAL:				151

Además, se colectaron muestras de músculo de presas potenciales en cada sitio mencionado, tanto de presas nativas como peces, crustáceos y cefalópodos obtenidos de desembarcos de pesquerías de menor escala, como también de salmones de cultivo provenientes

de centros salmoneros y salmónidos asilvestrados en las zonas aledañas a los sitios de muestreo de lobos marinos en el sur de Chile. Se tomó una sección de $\sim 1\text{cm}^3$ de músculo de cada presa utilizando un bisturí, la cual fue almacenada en un criotubo a -20°C para su análisis en laboratorio.

4.3. Análisis de ácidos grasos

La extracción de lípidos de las muestras se realizó según la metodología modificada de Folch *et al.* (1957) y descrita en Budge *et al.* (2006). Las muestras de aproximadamente 100 mg de grasa (lobos marinos) o 1 g de músculo (presas) se colocaron en una solución de 2:1 cloroformo:metanol y 0,01% de hidroxitolueno butilado. Posteriormente se homogenizaron las muestras, se lavaron en una solución salina, se centrifugaron para separar los componentes, se secaron sobre sulfato de sodio anhidro y se evaporaron con nitrógeno.

Una vez obtenidos los lípidos, se realizó una transesterificación ácida, utilizando un reactivo de Hilditch (Budge *et al.* 2006) para preparar ésteres metílicos de ácidos grasos (FAMES), que luego se extrajeron en hexano, se llevaron a una concentración de 50 mg/ml y se almacenaron en viales para su análisis por cromatografía de gases.

Los análisis por cromatografía de gases se realizaron con el sistema GC Clarus 600 FID (PerkinElmer, EEUU) equipado con un detector de ionización de llama y columna capilar DB-WAX Omega Wax 320 (30m x 0.320mm x 0.25 μm , Supelco, EEUU). La temperatura se aumentó a 60°C en 3 min y luego se incrementó a una velocidad de 10°C por minuto hasta alcanzar 260°C . El análisis se realizó utilizando nitrógeno como gas portador con un caudal de 1.0 mL/min. Los FAMES se identificaron utilizando una gama de mezclas estándar conocidas

(Nu Check Prep., Elysian, MN, EEUU) y una vez identificados, sus concentraciones se convirtieron en contribuciones porcentuales de los ácidos grasos totales.

4.4. Análisis estadístico

Del conjunto de datos de ácidos grasos, sólo se incluyeron ácidos grasos identificados de la dieta que se encontraron por sobre el 0,5% de la firma total de ácidos grasos, con el objeto de disminuir la variabilidad analítica por ácidos grasos que se encuentran en cantidades traza (Guerrero *et al.* 2020). Para una visualización de los datos globales y diferencias de ácidos grasos entre las fuentes (presas), se realizó un análisis de escalamiento no-métrico multidimensional (NMDS) de las firmas de ácidos grasos no transformados, evaluando la separación, amplitud y solapamiento de los ácidos grasos de grupos de especies presas según localidad.

Para obtener estimaciones de la dieta del LMC, se aplicó un modelo de mezcla bayesiano utilizando el paquete MixSIAR (Stock *et al.* 2018) en el programa R (R Development Core Team 2011). El modelo se basa en que la firma de ácidos grasos del depredador puede modelarse como una mezcla de las firmas de ácidos grasos de las presas (Stock *et al.* 2018), para lo que se necesitaron tres conjuntos de datos para estimar la dieta: las firmas de los consumidores (depredador), firmas de fuentes (presa) y valores de discriminación trófica (diferencias en los valores de biomarcadores entre depredador y presa). En el caso de los ácidos grasos, los valores de discriminación trófica corresponden a los coeficientes de calibración, los que son usados para tomar en cuenta los cambios por metabolismo o acumulación preferente de los ácidos grasos del depredador en relación a los de su dieta (Iverson *et al.* 2004; Guerrero & Rogers 2017). Ya que no se cuenta con una estimación del coeficiente de calibración para *O. flavescens*, se utilizó la media de los coeficientes de calibración estimados en individuos de lobos marinos de Steller

(*Eumetopias jubatus*) y lobos finos del Norte (*Callorhinus ursinus*), en cautiverio y alimentados con arenque (*Clupea pallasii*) y eulacon (*Thalaeichthys pacificus*) durante más de un año (Rosen & Tollit 2012). Para el modelo se usaron los valores de ácidos grasos como datos brutos de cada consumidor, mientras que los valores de presas se usaron como media y desviación estándar. Dado que MixSIAR trata los datos de discriminación trófica como valores aditivos, y los coeficientes de calibración son valores multiplicativos, previo a la modelación se multiplicó los valores de las fuentes (presas) por los coeficientes de calibración de cada ácido graso. Por lo tanto, ya que los valores de las presas ya tenían integrados los datos de discriminación trófica, para el modelo MixSIAR se establecieron todos los valores discriminación en cero.

El resultado del modelo indica la proporción de cada especie de presa en la dieta del consumidor, cuyas distribuciones se expresan como mediana (y rango). En el caso que el modelo de mezcla Bayesiano no cumpliera con los diagnósticos de Gelman-Rubin y Geweke (Gelman & Rubin 1992, Geweke 1992), se realizó previamente un análisis de clúster para evaluar si existían agrupaciones según las firmas de ácidos grasos de los LMC de una localidad, para luego realizar el modelo de los clústeres identificados por separado. Para identificar y determinar el número óptimo de grupos de lobos marinos de cada localidad, se realizó el análisis de clúster aplicando el algoritmo K-means y el método de la silueta mediante los paquetes ‘cluster’ y ‘factoextra’ en el programa R (R Development Core Team 2011).

4.5. Determinación del nicho trófico

Con el objetivo de evaluar la amplitud de nicho trófico del LMC en cada localidad, se utilizó el índice de Levins (1968):

$$B = \frac{1}{\sum p_j^2}$$

donde p_j representa la proporción del ítem j (presa) en la dieta. Para poder comparar la amplitud de nicho entre sitios con distinto número de ítems dietarios, se empleó el índice de Levins estandarizado utilizando lo expresado por Krebs (1999):

$$B_{est} = \frac{\left[\left(\frac{1}{\sum p_j^2} \right) - 1 \right]}{n - 1}$$

donde n representa el número total de especies presa. Los valores de B_{est} varían entre 0 y 1, en donde valores cercanos a 0 indica un nicho estrecho, mientras que valores cercanos a 1 indican un nicho amplio. En base a esto, valores $< 0,6$ indican una dieta dominada por pocas presas con hábitos de forrajeo de tipo especialista y valores $> 0,6$ indica que es un predador generalista con un mayor número de ítems presas (Krebs 1999; Labropoulou & Eleftheriou 1997).

4.6. Determinación de la oferta ambiental

Para obtener los datos sobre la oferta ambiental de presas en cada región, se utilizaron como proxy los datos de tonelaje de los desembarques de la pesca industrial y artesanal de las regiones de Tarapacá, Antofagasta, Atacama, Valparaíso, Ñuble, Bio-bío, Los Lagos y Aysén, revisando los anuarios estadísticos de pesca y acuicultura que contienen los desembarques anuales (SERNAPESCA 2015-2020). Así se obtuvo los datos de tonelaje de peces teleósteos, cefalópodos y crustáceos en los periodos que se colectaron las muestras de cada sitio (Tabla 1).

Cabe destacar que se evaluaron en conjunto las regiones de Ñuble y Bio-bío para determinar la oferta ambiental en relación al sitio de Cobquecura (COB).

4.7. Superposición con la pesquería y salmonicultura

Para evaluar la superposición de nicho trófico entre el LMC y la pesca y acuicultura, se seleccionaron las primeras cinco especies principales de la dieta del LMC según las estimaciones de los modelos de mezcla Bayesiano de cada localidad. Para contrastarlo con la pesquería/acuicultura, se seleccionaron las primeras cinco especies objetivo con mayor biomasa, de las cuales se estimó la proporción de acuerdo al tonelaje de los desembarques de dichas especies comerciales.

Para estimar la sobreposición de nicho trófico entre la composición de la dieta del LMC y las pesquerías y flotas que reflejan se utilizó el índice clásico de Pianka (1973):

$$O_{jk} = \frac{\sum_i^n p_{ij} p_{ik}}{\sqrt{\sum_i^n p_{ij}^2 \sum_i^n p_{ik}^2}}$$

donde p_{ij} es la proporción de la presa i en la dieta del depredador j y p_{ik} es la proporción del recurso objetivo i por el depredador k . Este índice (O_{jk}) varía entre 0 y 1, donde valores cercanos a 0 indican un nivel bajo de sobreposición (no comparten ninguna presa). Y, por el contrario, valores cercanos a 1 indican un alto solapamiento trófico compartiendo la totalidad del recurso. Para interpretar el resultado de este índice, se utilizó la escala de Langton (1982), la cual indica que el nivel de solapamiento es bajo si se encuentra entre 0 y 0,29, solapamiento medio entre 0,30 y 0,65 y un solapamiento alto sobre 0,66.

5. RESULTADOS

5.1. Estimación de la dieta del LMC

Se analizaron 151 muestras de grasa del consumidor, que corresponden a los LMC de los siete sitios de estudio de la costa de Chile. Además, se analizaron 179 muestras de tejido muscular de 28 especies de presas, que corresponden a peces, cefalópodos y crustáceos. Se identificó un total de 12 ácidos grasos con cantidades superiores a 0,5% en la grasa de los LMC (Tabla 2).

Tabla 2. Proporciones de ácidos grasos, expresados como media y desviación estándar (DE), de *O. flavescens*, en los distintos sitios de estudio. IQU: Iquique, MEJ: Mejillones, ICH: Isla Chañaral, CUR: Curaumilla, COB: Cobquecura, PMO: Puerto Montt, RMB: Raúl Marín Balmaceda.

Ácido graso	IQU (n = 39)		MEJ (n = 19)		ICH (n = 13)		CUR (n = 14)		COB (n = 13)		PMO (n = 40)		RMB (n = 13)	
	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE	Media	DE
C14:0	5.1	1.7	5.2	1.8	7.2	1.3	4.6	1.9	6.5	1.8	3.0	0.9	3.5	1.4
C14:1ω5	0.5	0.2	0.5	0.1	0.7	0.3	1.8	1.1	0.7	0.3	0.4	0.2	1.3	1.5
C16:0	14.6	4.0	14.7	2.8	20.8	3.1	22.8	6.4	18.9	3.6	13.7	2.7	16.3	2.6
C16:1ω7	9.7	3.1	10.6	2.8	14.3	2.1	10.0	3.6	16.5	3.3	9.1	4.3	10.5	4.8
C18:0	6.8	4.1	6.7	3.3	5.1	1.8	10.8	5.8	5.0	2.9	7.8	4.5	4.2	2.2
C18:1ω9	24.9	4.7	25.4	3.0	35.9	3.4	24.8	7.8	36.0	4.4	31.4	5.8	33.0	6.5
C18:1ω7	5.3	1.0	5.7	0.9	6.8	0.5	6.0	0.6	6.2	0.6	5.4	1.2	5.6	1.8
C18:2ω6	1.1	0.3	1.3	0.4	1.5	0.9	1.0	0.6	1.0	0.5	2.0	2.1	9.0	7.8
C20:1ω9	1.3	0.5	1.4	0.5	2.7	0.7	1.8	1.8	3.4	0.5	3.2	1.5	1.9	1.2
C20:4ω6	1.3	0.7	1.8	1.5	0.6	0.5	0.8	0.7	0.5	0.5	1.3	0.8	0.4	0.4
C20:5ω3	2.8	1.9	2.5	1.7	0.4	0.4	2.3	2.6	1.2	0.7	1.4	0.9	0.7	0.7
C22:6ω3	7.6	5.6	6.4	4.8	0.3	0.3	5.1	4.9	0.8	0.7	3.0	2.5	1.5	2.1

Las estimaciones de la composición de dieta del LMC, derivados del modelo MixSIAR para ácidos grasos, reflejan una gran variedad en la composición de la dieta en las distintas localidades a lo largo de la costa de Chile.

Para la localidad de Iquique el análisis NMDS de las especies presas mostró 11 grupos distintos que representan a 13 especies. Las especies *Isacia conceptionis* (cabinza), *Palabrax humeralis* (cabrilla) y *Anisotremus scapularis* (sargo) mostraron similitudes en sus perfiles de ácidos grasos, por lo que se agruparon para realizar el modelo de mezcla, y el grupo se denominó “Ic/Ph/As” (Figura 3).

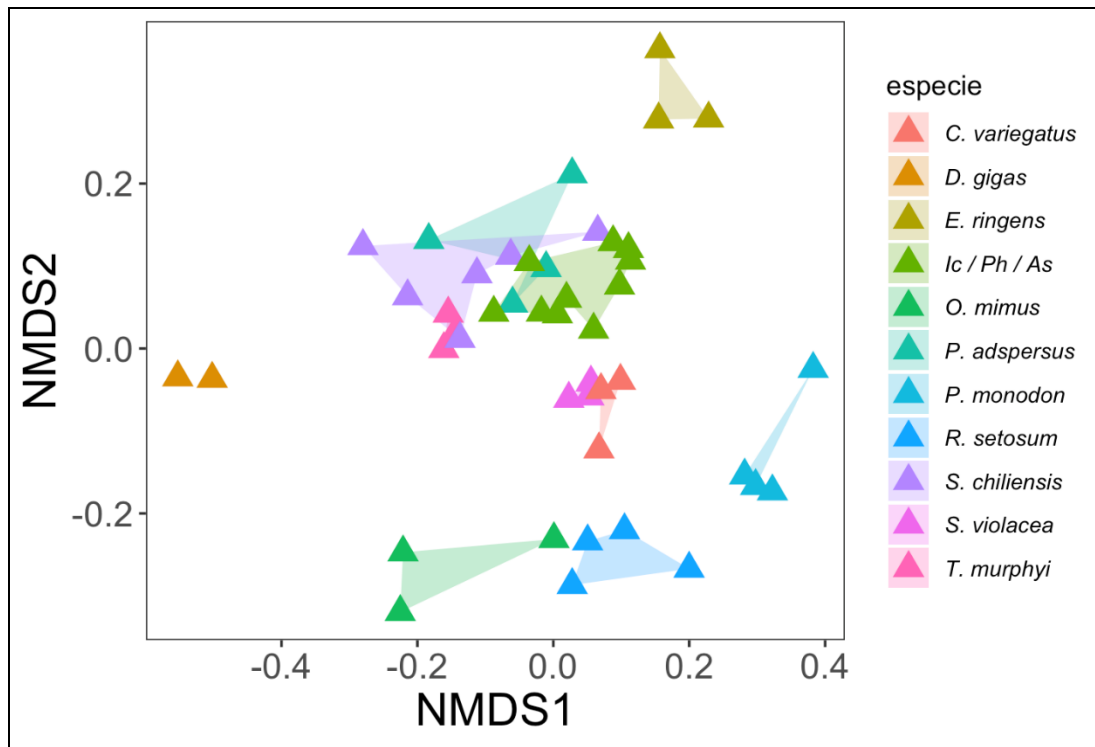


Figura 3. Gráfico de escalamiento no-métrico multidimensional (NMDS) de las firmas de ácidos grasos de especies de presas potenciales del LMC en la localidad de Iquique. Las especies presas que se agruparon corresponden a Ic: *Isacia conceptionis*; Ph: *Palabrax humeralis*; As: *Anisotremus scapularis*.

Las estimaciones de MixSIAR mostraron que los LMC de la localidad de Iquique tienen una contribución en la dieta dominada casi exclusivamente por la anchoveta (*Engraulis ringens*) con una proporción media del 87,8%. En segundo lugar, con una menor representación en la dieta estimada se evidencia al pulpo del norte (*Octopus mimus*) con un 3,7% de contribución (Tabla 3, Figura 4).

Tabla 3. Proporciones de la dieta estimadas para los LMC de Iquique utilizando MixSIAR con datos de firmas de ácidos grasos de la grasa. En paréntesis se muestra el intervalo de credibilidad de 95% para cada presa.

Especies presa	Nombre científico	Proporción media de la dieta
Anchoveta	<i>Engraulis ringens</i>	0,878 (0,840 – 0,910)
Bilagay	<i>Cheilodactylus variegatus</i>	0,016 (0,001 – 0,049)
Bonito	<i>Sarda chiliensis</i>	0,006 (0,000 – 0,021)
Cabinza-Cabrilla-Sargo	<i>I. conceptionis</i> / <i>P. humeralis</i> / <i>A. scapularis</i>	0,010 (0,000 – 0,035)
Cojinoba	<i>Seriolella violacea</i>	0,010 (0,000 – 0,033)
Jaiba peluda	<i>Romaleon setosum</i>	0,015 (0,000 – 0,052)
Jibia	<i>Dosidicus gigas</i>	0,005 (0,000 – 0,017)
Jurel	<i>Trachurus murphyi</i>	0,005 (0,000 – 0,017)
Langostino colorado	<i>Pleuroncodes monodon</i>	0,011 (0,000 – 0,042)
Lenguado	<i>Paralichthys adspersus</i>	0,008 (0,000 – 0,030)
Pulpo del norte	<i>Octopus mimus</i>	0,037 (0,002 – 0,075)

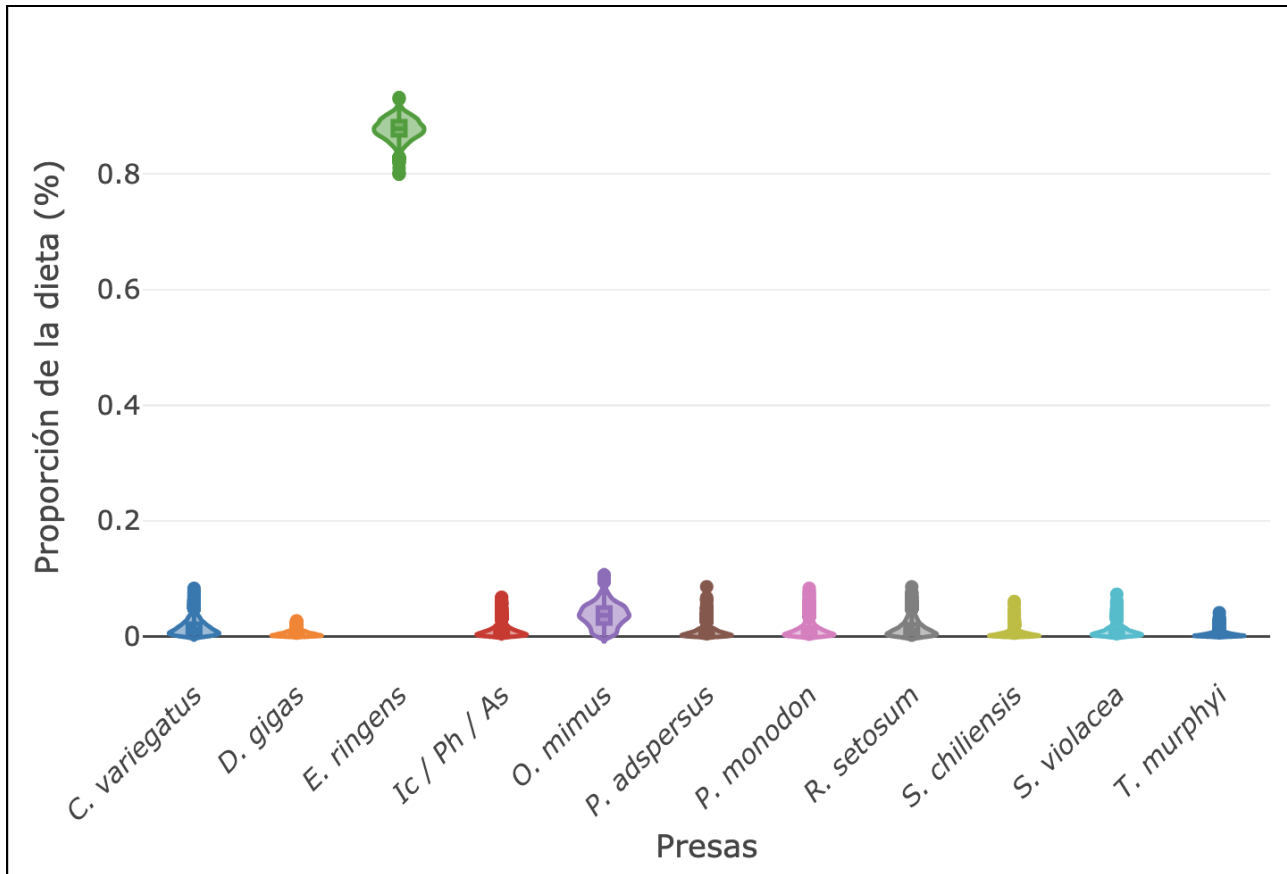


Figura 4. Estimación de la dieta de los LMC ($n = 39$) de Iquique utilizando el modelo de mezcla bayesiano MixSIAR basado en las firmas de ácidos grasos. Las especies presas que se agruparon corresponden a Ic: *Isacia conceptionis*; Ph: *Palabrax humeralis*; As: *Anisotremus scapularis*.

El análisis NMDS de las especies presas para la localidad de Mejillones presentó valores similares de los perfiles de ácidos grasos para las especies *Sarda chiliensis* (bonito) y *Trachurus murphyi* (jurel), por lo que estas dos especies se combinaron en un grupo - “*S.chiliensis/T.murphy*” - quedando nueve fuentes de presas para el modelo (Figura 5).

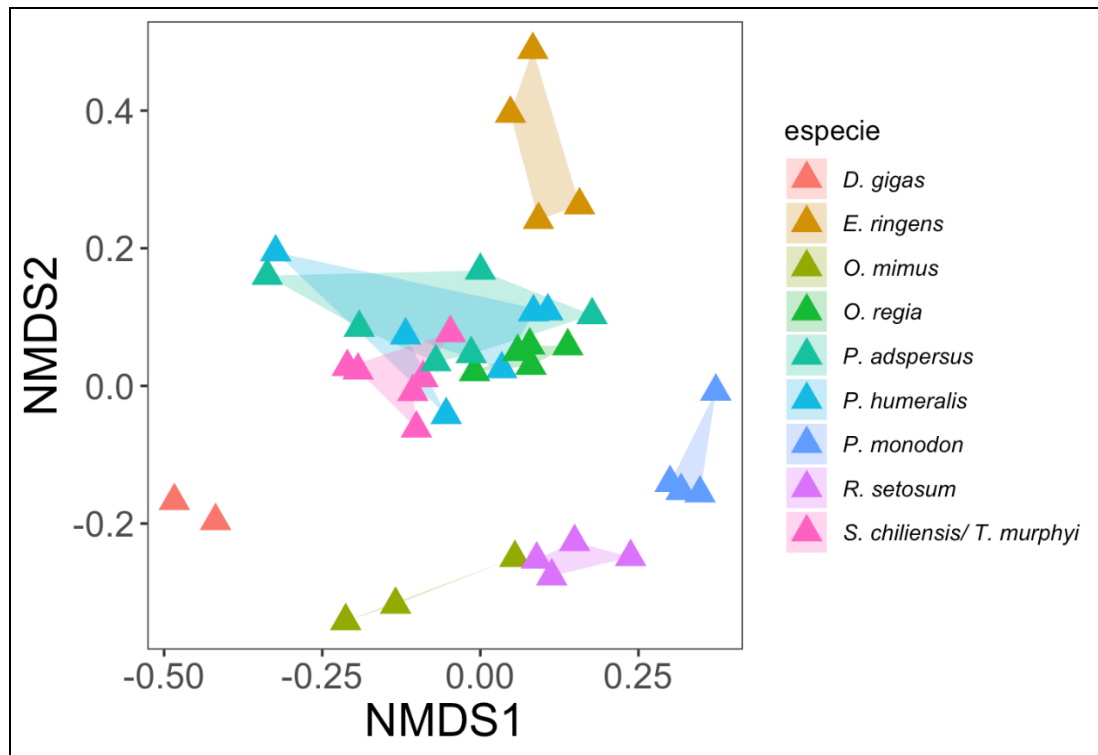


Figura 5. Gráfico de escalamiento no-métrico multidimensional (NMDS) de las firmas de ácidos grasos de especies de presas potenciales del LMC en la localidad de Mejillones.

Los LMC de Mejillones mostraron altas proporciones de langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) con un 57% de contribución en su dieta, seguido por la anchoveta (*Engraulis ringens*) con una proporción media de 34,8%. Las otras especies muestran una contribución menor al 1,5% (Tabla 4, Figura 6).

Tabla 4. Proporciones de la dieta estimadas para los LMC de Mejillones a través de MixSIAR con los datos de ácidos grasos. En paréntesis se muestra el intervalo de credibilidad de 95% para cada presa.

Especies presa	Nombre científico	Proporción media de la dieta
Anchoveta	<i>Engraulis ringens</i>	0,348 (0,216 – 0,489)
Bonito-Jurel	<i>Sarda chiliensis / Trachurus murphyi</i>	0,013 (0,000 – 0,046)
Cabrilla	<i>Paralabrax humeralis</i>	0,013 (0,000 – 0,050)
Jaiba peluda	<i>Romaleon setosum</i>	0,010 (0,000 – 0,035)
Jibia	<i>Dosidicus gigas</i>	0,005 (0,000 – 0,018)
Langostino colorado	<i>Pleuroncodes monodon</i>	0,570 (0,414 – 0,710)
Lenguado	<i>Paralichthys adspersus</i>	0,015 (0,001 – 0,058)
Pejerrey	<i>Odontesthes regia</i>	0,015 (0,000 – 0,056)
Pulpo del norte	<i>Octopus mimus</i>	0,010 (0,000 – 0,034)

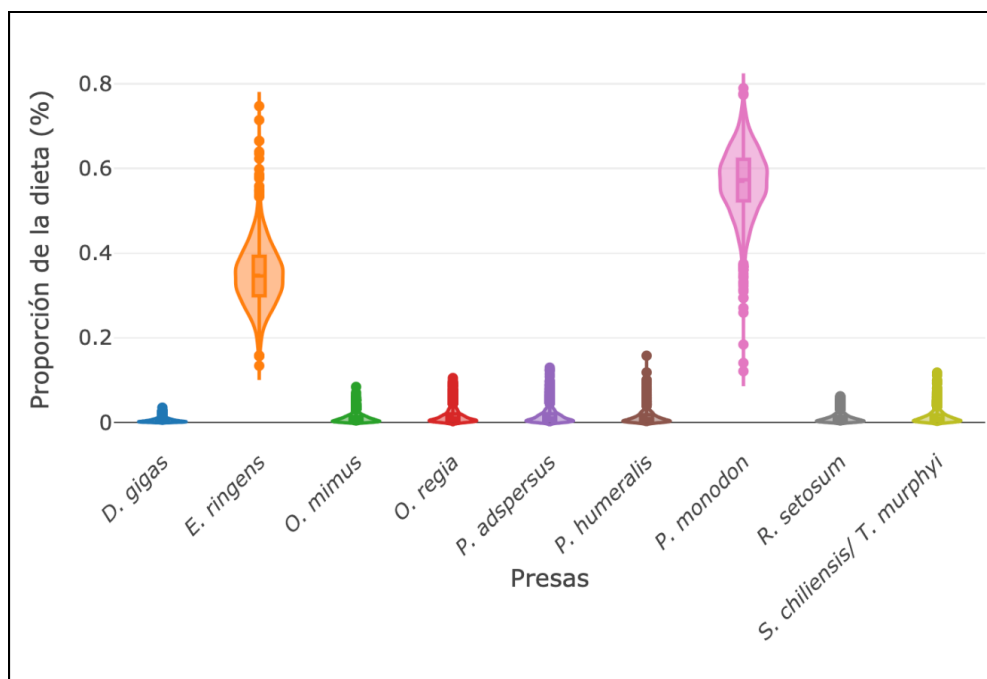


Figura 6. Estimación de la dieta de los LMC ($n = 19$) de Mejillones utilizando el modelo de mezcla bayesiano MixSIAR basado en las firmas de ácidos grasos.

Según el análisis de NMDS, en la localidad de Isla Chañaral los valores de los perfiles de ácidos grasos de las especies *Odontesthes regia* (pejerrey) y *Seriolella violacea* (cojinoba) presentaban similitudes, por lo que se agruparon como “*O.regia/S.violacea*” para realizar el modelo de mezcla con la incorporación de ocho fuentes presas (Figura 7).

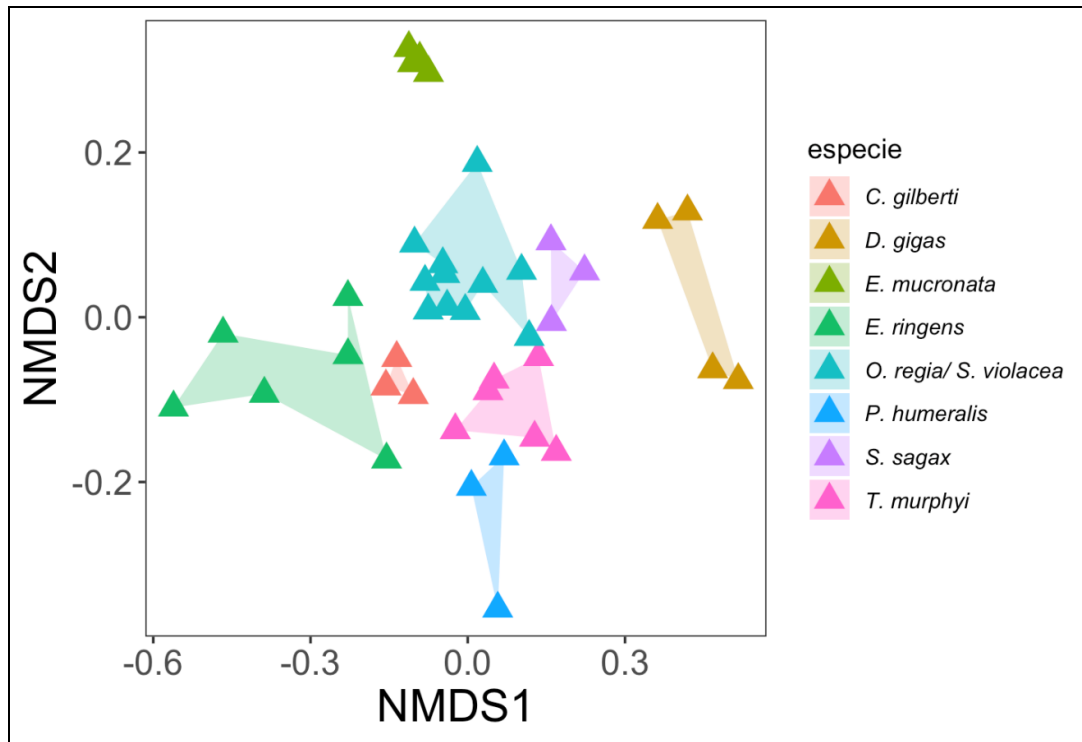


Figura 7. Gráfico de escalamiento no-métrico multidimensional (NMDS) de las firmas de ácidos grasos de especies de presas potenciales del LMC en la localidad de Isla Chañaral.

En la localidad de Isla Chañaral, la estimación de la dieta mediante MixSIAR de los LMC fue dominada casi exclusivamente por la anchoveta (*Engraulis ringens*) con un 92,7%. Las demás especies de presas mostraron proporciones medias menores al 1,5% en la contribución de la dieta (Tabla 5, Figura 8).

Tabla 5. Proporciones de la dieta estimadas para los LMC de Isla Chañaral utilizando MixSIAR con datos de firmas de ácidos grasos de la grasa.

Especies presa	Nombre científico	Proporción media de la dieta
Anchoveta	<i>Engraulis ringens</i>	0,927 (0,876 – 0,968)
Cabrilla	<i>Paralabrax humeralis</i>	0,009 (0,000 – 0,032)
Corvina	<i>Cilus gilberti</i>	0,012 (0,000 – 0,044)
Jibia	<i>Dosidicus gigas</i>	0,006 (0,000 – 0,019)
Jurel	<i>Trachurus murphyi</i>	0,011 (0,000 – 0,037)
Krill	<i>Euphausia mucronata</i>	0,015 (0,000 – 0,056)
Pejerrey-Cojinoba	<i>Odontesthes regia /Serirolella violacea</i>	0,012 (0,001 – 0,040)
Sardina española	<i>Sardinops sagax</i>	0,008 (0,001 – 0,031)

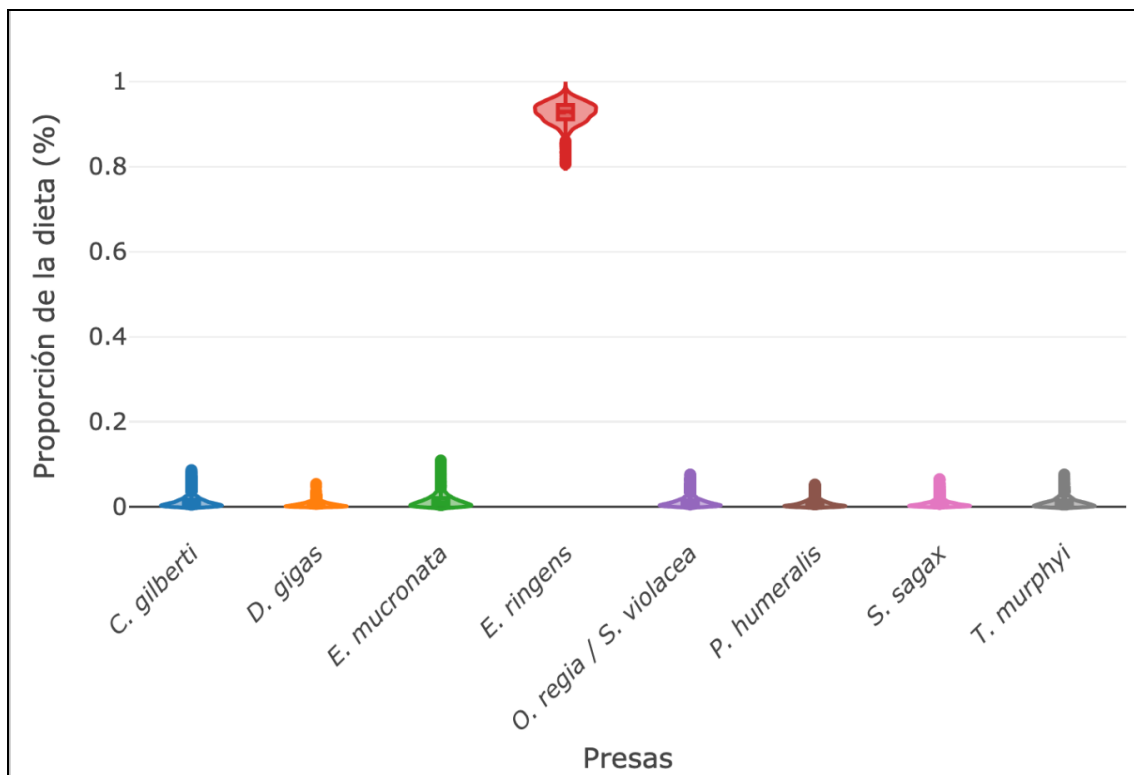


Figura 8. Estimación de la dieta de los LMC ($n = 13$) de Isla Chañaral utilizando el modelo de mezcla Bayesiano MixSIAR basado en las firmas de ácidos grasos.

En la localidad de Curaumilla, según el análisis NMDS las especies presas tenían diferentes valores de los perfiles de ácidos grasos, por lo que se utilizaron todas las fuentes en el modelo de mezcla (Figura 9).

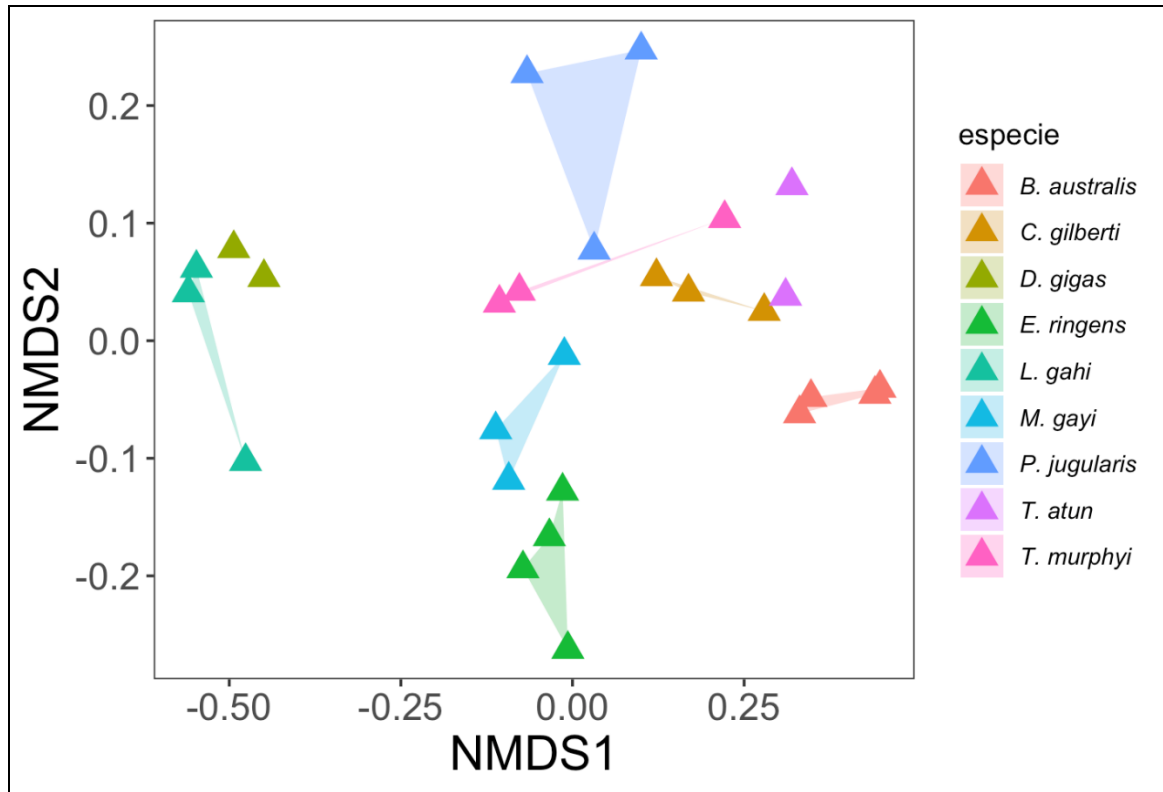


Figura 9. Gráfico de escalamiento no-métrico multidimensional (NMDS) de las firmas de ácidos grasos de especies de presas potenciales del LMC en la localidad de Curaumilla.

Para la localidad de Curaumilla, la estimación basada en el modelo de mezcla bayesiano arroja a la sierra (*Thyrsites atun*) como la especie de presa con mayor proporción media con un 79,3% en la contribución de la dieta. Y con menor magnitud le sigue la reineta (*Brama australis*) y la corvina (*Cilus gilberti*), con proporciones medias de 5,9% y 3,5% respectivamente (Tabla 6, Figura 10).

Tabla 6. Porcentaje de composición promedio de la dieta del LMC de Curaumilla. En paréntesis se muestra el intervalo de confianza de 95% para cada presa.

Especies presa	Nombre científico	Proporción media de la dieta
Anchoveta	<i>Engraulis ringens</i>	0,029 (0,001 – 0,108)
Blanquillo	<i>Prolatilus jugularis</i>	0,032 (0,001 – 0,133)
Calamar	<i>Loligo gahi</i>	0,007 (0,000 – 0,028)
Corvina	<i>Cilus gilberti</i>	0,035 (0,001 – 0,147)
Jibia	<i>Dosidicus gigas</i>	0,007 (0,000 – 0,026)
Jurel	<i>Trachurus murphyi</i>	0,022 (0,000 – 0,112)
Merluza común	<i>Merluccius gayi</i>	0,016 (0,000 – 0,061)
Reineta	<i>Brama australis</i>	0,059 (0,001 – 0,270)
Sierra	<i>Thyrsites atun</i>	0,793 (0,549 – 0,923)

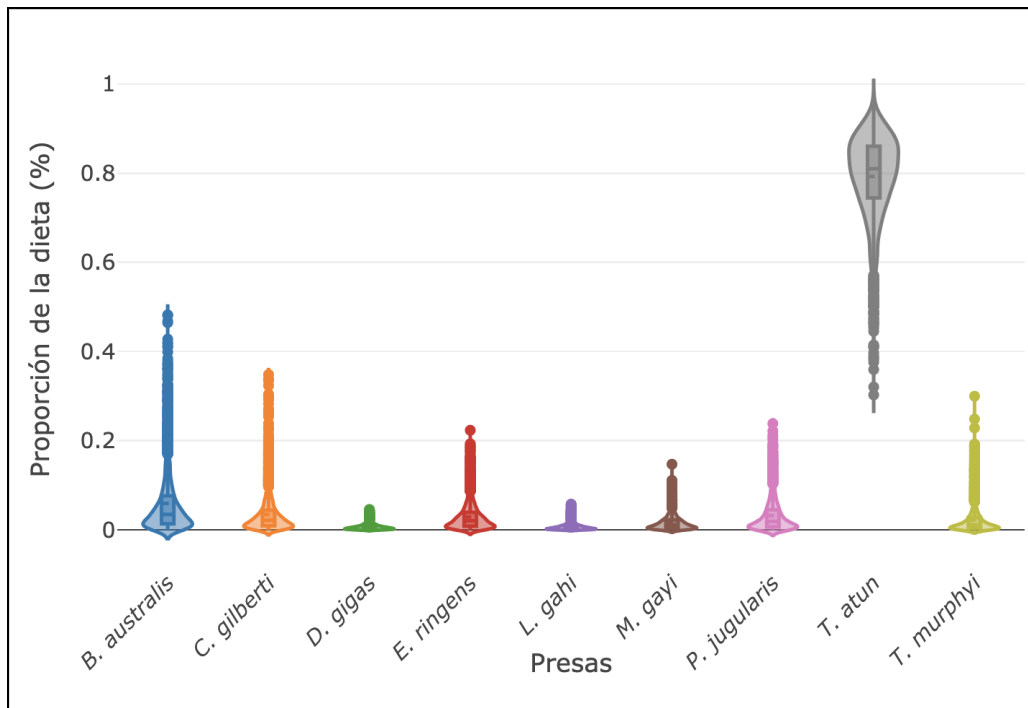


Figura 10. Estimación de la dieta de los LMC ($n = 14$) de Curaumilla utilizando el modelo de mezcla Bayesiano MixSIAR basado en las firmas de ácidos grasos.

El análisis NMDS de las firmas de ácidos grasos de las presas en la localidad Cobquecura, presentó una segregación de todas las especies, por lo que se incluyeron todas las fuentes en el modelo MixSIAR (Figura 11).

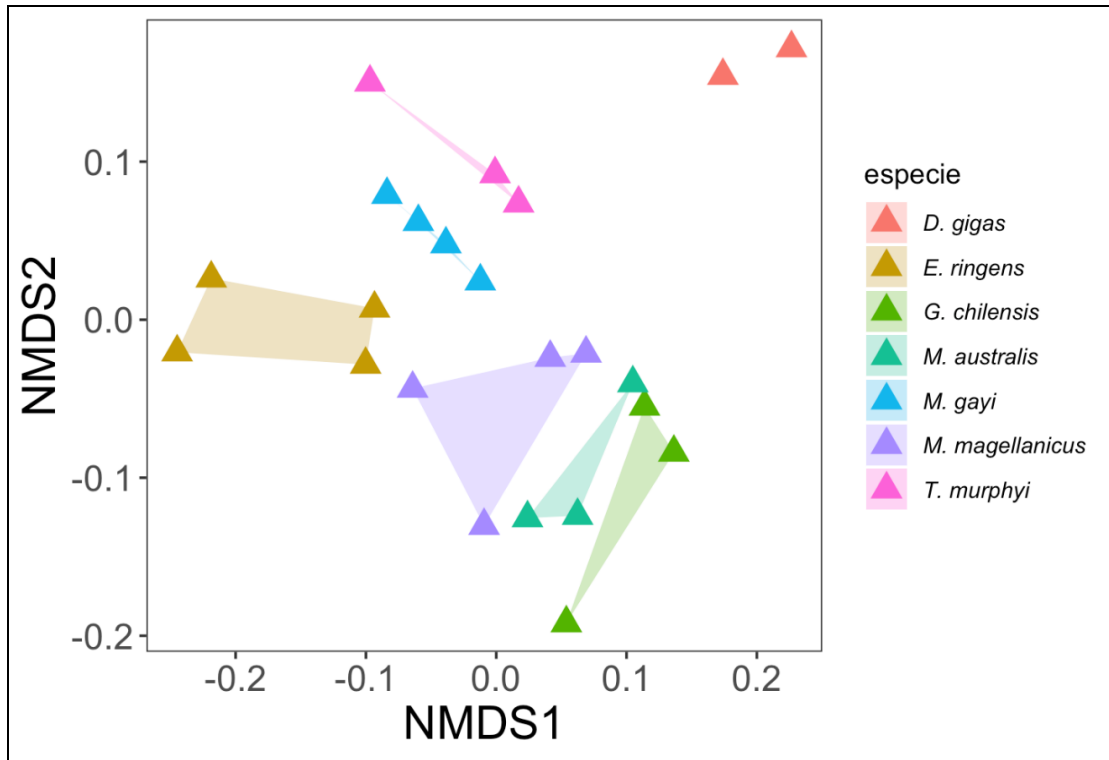


Figura 11. Gráfico de escalamiento no-métrico multidimensional (NMDS) de las firmas de ácidos grasos de especies de presas potenciales del LMC en la localidad de Cobquecura.

Las estimaciones de MixSIAR mostraron que los lobos marinos de la localidad de Cobquecura tienen una contribución dominada por la anchoveta (*Engraulis ringens*) como preferencia de la dieta con una proporción del 92,9%. Se le suma con menor magnitud el jurel (*Trachurus murphyi*) con una proporción media de 2,8% en la contribución. Las demás especies presas mostraron una contribución menor al 1,2% (Tabla 7, Figura 12).

Tabla 7. Proporciones de la dieta estimadas para los LMC de Cobquecura utilizando MixSIAR con datos de firmas de ácidos grasos de la grasa. En paréntesis se muestra el intervalo de credibilidad de 95% para cada presa.

Especies presa	Nombre científico	Proporción media de la dieta
Anchoveta	<i>Engraulis ringens</i>	0,929 (0,873 – 0,970)
Congrio colorado	<i>Genypterus chilensis</i>	0,007 (0,000 – 0,025)
Jibia	<i>Dosidicus gigas</i>	0,011 (0,000 – 0,036)
Jurel	<i>Trachurus murphyi</i>	0,028 (0,001 – 0,081)
Merluza austral	<i>Merluccius australis</i>	0,006 (0,000 – 0,023)
Merluza común	<i>Merluccius gayi</i>	0,012 (0,000 – 0,046)
Merluza de cola	<i>Macruronus magellanicus</i>	0,007 (0,000 – 0,024)

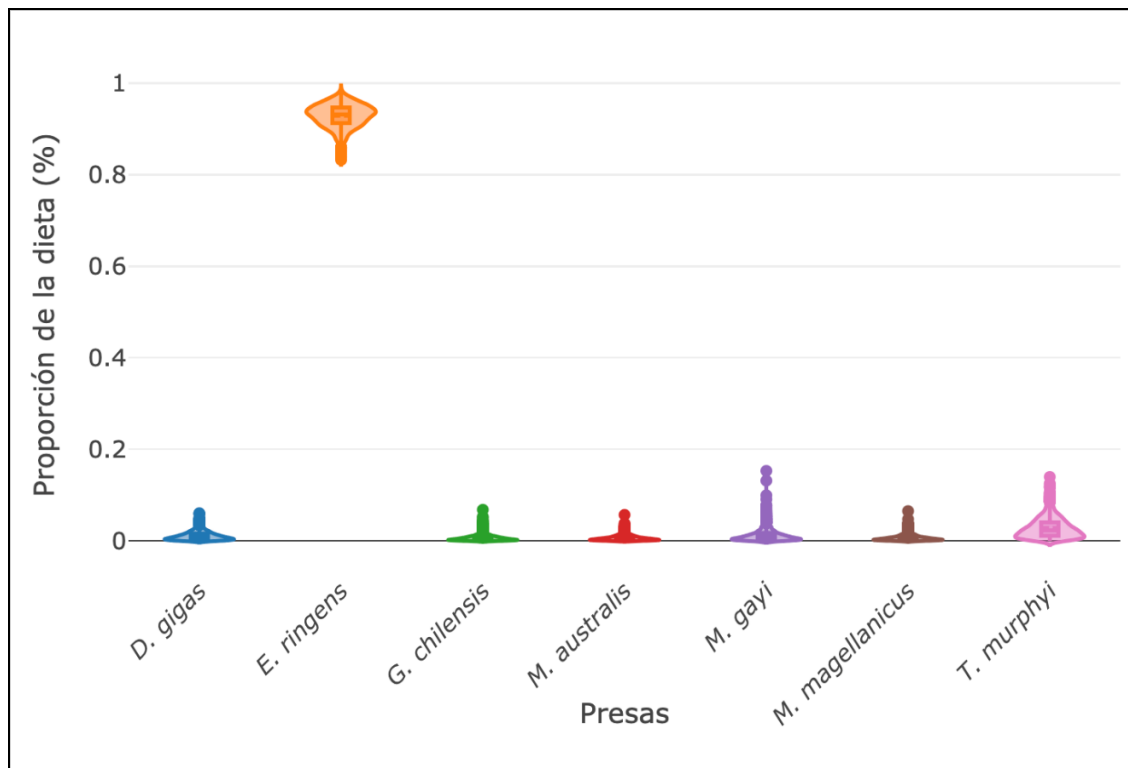


Figura 12. Estimación de la dieta de los LMC ($n = 13$) de Cobquecura utilizando el modelo de mezcla Bayesiano MixSIAR basado en las firmas de ácidos grasos.

En la localidad de Puerto Montt según el NMDS, mostró diferencias en los valores de las firmas de ácidos grasos de las especies presas, por lo que se utilizaron todas las fuentes en el modelo de mezcla (Figura 13).

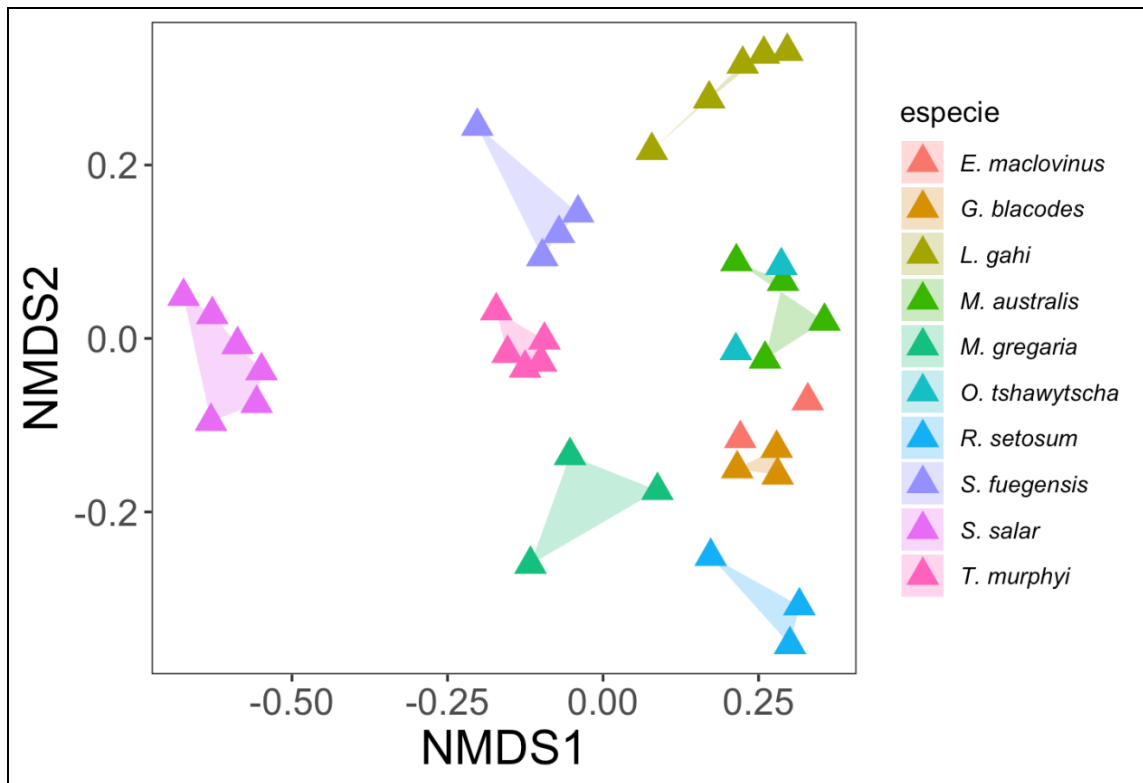


Figura 13. Gráfico de escalamiento no-métrico multidimensional (NMDS) de las firmas de ácidos grasos de especies de presas potenciales del LMC en la localidad de Puerto Montt.

Para la localidad de Puerto Montt debido a que el análisis de estimación de dieta global (del total de LMC muestreados) no arrojó diagnósticos satisfactorios de Gelman-Rubin y Geweke, se procedió a realizar un análisis de clúster para evaluar posibles segregaciones dentro de la población. El análisis identificó dos clústeres, los cuales fueron sometidos a los modelos de mezcla de forma independiente. El modelo de mezcla para el clúster 1 (PMO C1) estima una proporción dominada por el crustáceo múnida (*Munida gregaria*) con un 69,7% de la

contribución de su dieta. Con menor contribución se estimó a la jaiba peluda (*Romaleon setosum*) y la sardina austral (*Sprattus fuegensis*) con proporciones medias de 8,9% y 8,6% respectivamente (Tabla 8, Figura 14). Para el clúster 2 (PMO C2) el modelo de mezcla estimó a la munida (*Munida gregaria*) como la especie presa con la mayor proporción media de 27% de la dieta. A éste le sigue la sardina austral (*Sprattus fuegensis*) y la jaiba peluda (*Romaleon setosum*) con proporciones medias de 25,5%, 21,5% respectivamente (Tabla 8, Figura 15).

Tabla 8. Proporciones de la dieta estimadas para clúster 1 y clúster 2 de los LMC de Puerto Montt a través de MixSIAR con los datos de ácidos grasos. En paréntesis se muestra el intervalo de credibilidad de 95% para cada presa.

Especies presa	Nombre científico	Proporción media de la dieta (PMO C1)	Proporción media de la dieta (PMO C2)
Calamar	<i>Loligo gahi</i>	0,007 (0,000 – 0,028)	0,025 (0,001 – 0,087)
Congrio dorado	<i>Genypterus blacodes</i>	0,012 (0,000 – 0,044)	0,048 (0,001 – 0,185)
Jaiba peluda	<i>Romaleon setosum</i>	0,089 (0,000 – 0,628)	0,215 (0,002 – 0,479)
Merluza austral	<i>Merluccius australis</i>	0,007 (0,000 – 0,025)	0,038 (0,001 – 0,149)
Múnida	<i>Munida gregaria</i>	0,697 (0,002 – 0,881)	0,270 (0,013 – 0,556)
Róbalo	<i>Eleginops maclovinus</i>	0,008 (0,000 – 0,033)	0,033 (0,001 – 0,119)
Salmón Chinook (asilvestrado)	<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>	0,008 (0,000 – 0,029)	0,062 (0,001 – 0,248)
Salmón del Atlántico (de cultivo)	<i>Salmo salar</i>	0,085 (0,041 – 0,144)	0,053 (0,018 – 0,098)
Sardina austral	<i>Sprattus fuegensis</i>	0,086 (0,003 – 0,323)	0,255 (0,129 – 0,378)

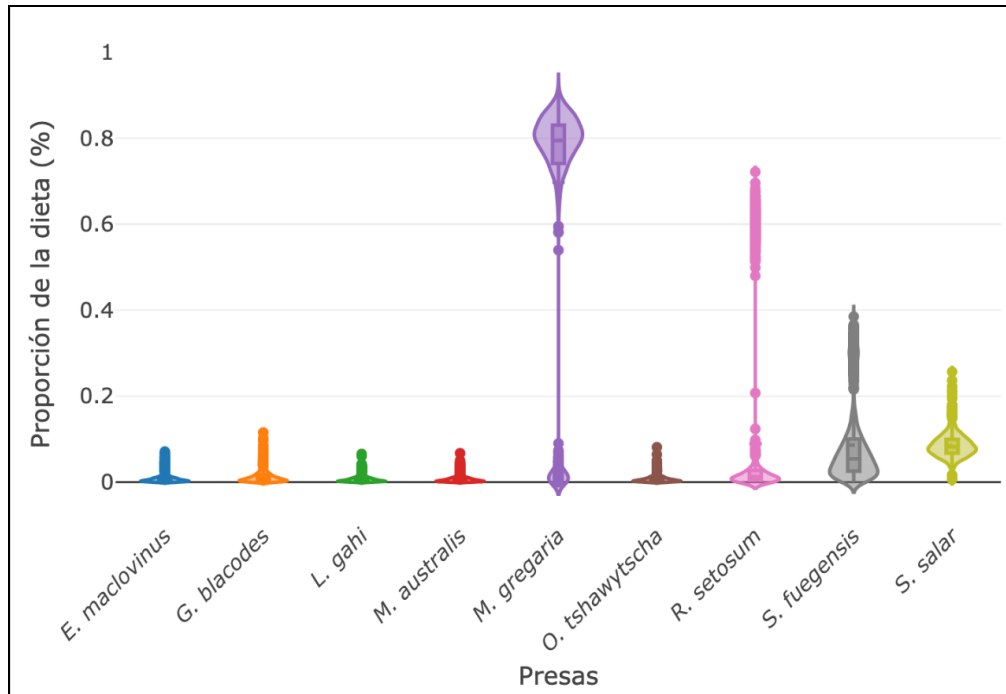


Figura 14. Estimación de la dieta del C1 de los LMC ($n = 28$) de Puerto Montt utilizando el modelo de mezcla bayesiano MixSIAR basado en las firmas de ácidos grasos.

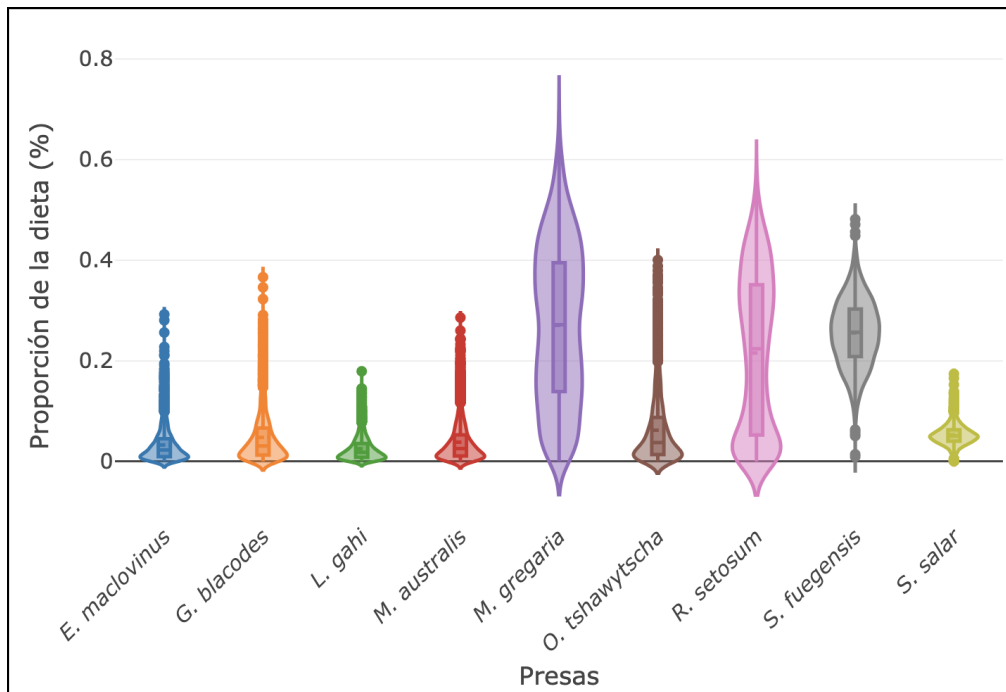


Figura 15. Estimación de la dieta del C2 de los LMC ($n = 10$) de Puerto Montt utilizando el modelo de mezcla bayesiano MixSIAR basado en las firmas de ácidos grasos.

En la localidad de Raúl Marín Balmaceda se agruparon las especies merluza austral y merluza de cola – grupo “*M.australis/M.magellanicus*” - según los perfiles de ácidos grasos del análisis NMDS (Figura 16).

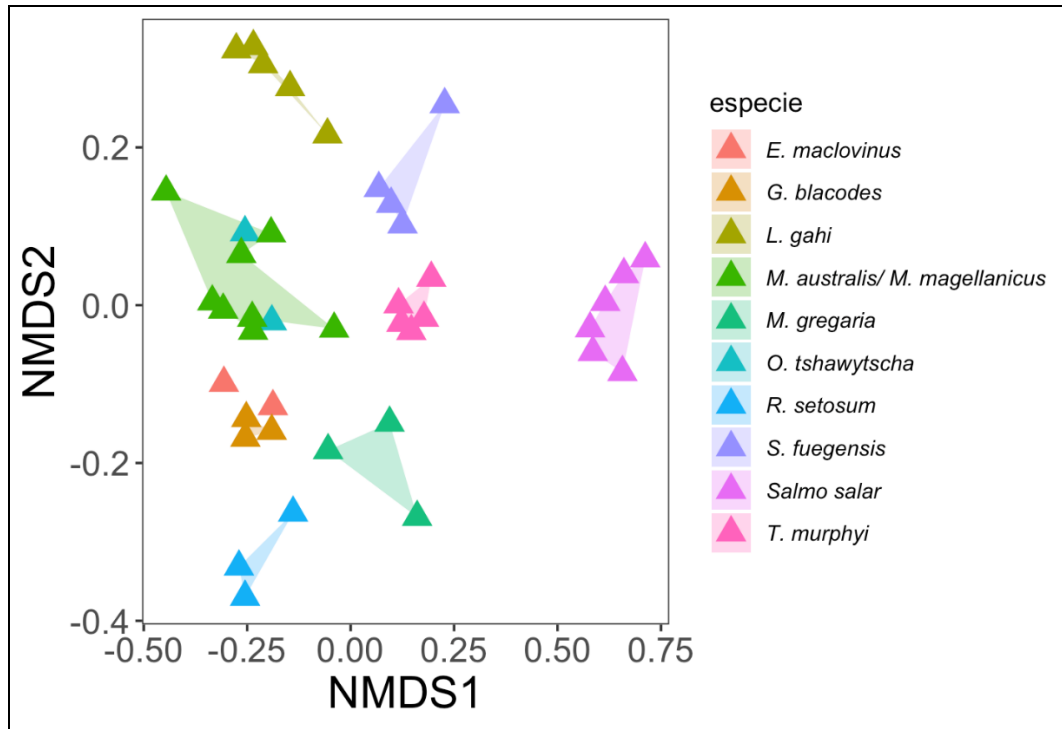


Figura 16. Gráfico de escalamiento no-métrico multidimensional (NMDS) de las firmas de ácidos grasos de especies de presas potenciales del LMC en la localidad de Raúl Marín Balmaceda.

Para la localidad de Raúl Marín Balmaceda debido a que el análisis global no arrojó diagnósticos satisfactorios de Gelman-Rubin y Geweke, se procedió a realizar un análisis de clúster para evaluar si existían grupos separados de LMC de acuerdo a sus perfiles de ácidos grasos. Este análisis identificó dos clústeres, los cuales fueron sometidos a modelos de mezcla de forma independiente. El análisis MixSIAR para el clúster 1 (RMB C1) arrojó que la especie de presa con mayor proporción media fue la múnida (*Munida gregaria*) con un 40,7%, seguido por la sardina austral (*Sprattus fuegensis*) y el salmón del Atlántico (*Salmo salar*) con proporciones

de 33,8% y 11,5% respectivamente en la contribución de la dieta de los LMC de dicha localidad (Tabla 9, Figura 17). Para el clúster 2 (RMB C2) el modelo de mezcla estimó al salmón del Atlántico (*Salmo salar*) de centros de cultivo como la especie presa con la mayor proporción media de 36,4% de la dieta. A éste le sigue el róbalo (*Eleginops maclovinus*) y la sardina austral (*S. fuegensis*) con proporciones medias de 25,7% y 12,6% respectivamente (Tabla 9, Figura 18).

Tabla 9. Proporciones de la dieta estimadas para clúster 1 y clúster 2 de los LMC de Raúl Marín Balmaceda a través de MixSIAR con los datos de ácidos grasos. En paréntesis se muestra el intervalo de credibilidad de 95% para cada presa.

Especies presa	Nombre científico	Proporción media de la dieta (RMB C1)	Proporción media de la dieta (RMB C2)
Calamar	<i>Loligo gahi</i>	0,011 (0,000 – 0,038)	0,027 (0,001 – 0,093)
Congrio dorado	<i>Genypterus blacodes</i>	0,019 (0,000 – 0,073)	0,036 (0,001 – 0,144)
Jaiba peluda	<i>Romaleon setosum</i>	0,033 (0,001 – 0,125)	0,032 (0,001 – 0,126)
Merluza austral- Merluza de cola	<i>Merluccius australis</i> / <i>Macruronus magellanicus</i>	0,015 (0,000 – 0,056)	0,038 (0,001 – 0,148)
Múnida	<i>Munida gregaria</i>	0,407 (0,236 – 0,569)	0,043 (0,001 – 0,154)
Róbalo	<i>Eleginops maclovinus</i>	0,042 (0,001 – 0,180)	0,257 (0,042 – 0,425)
Salmón Chinook (asilvestrado)	<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>	0,020 (0,001 – 0,079)	0,075 (0,002 – 0,292)
Salmón del Atlántico (de cultivo)	<i>Salmo salar</i>	0,115 (0,072 – 0,177)	0,364 (0,254 – 0,477)
Sardina austral	<i>Sprattus fuegensis</i>	0,338 (0,212 – 0,456)	0,126 (0,012 – 0,266)

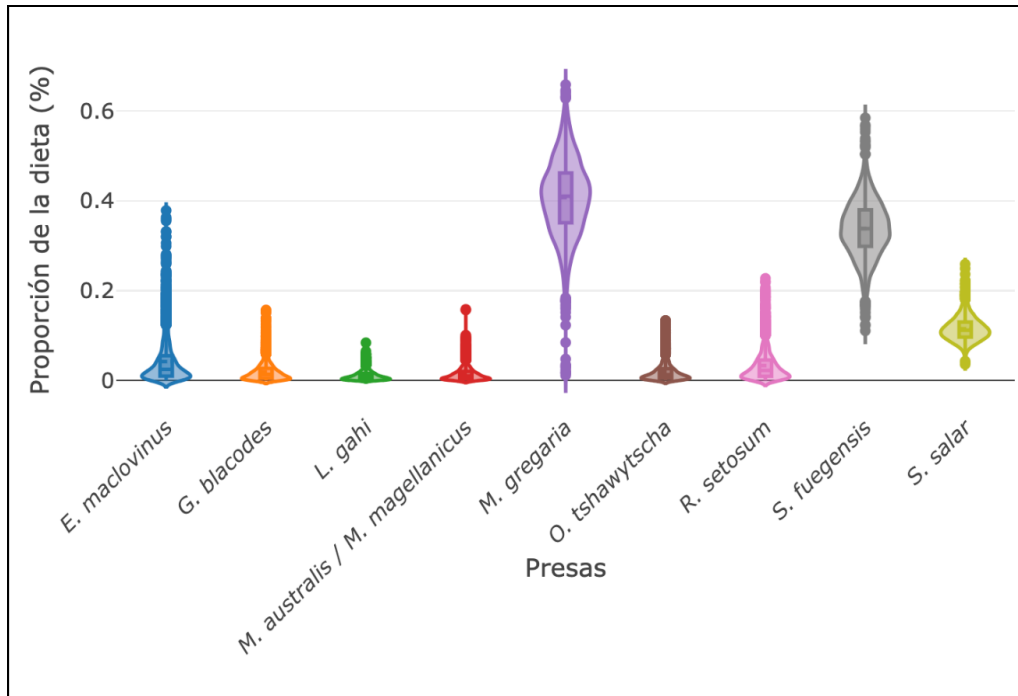


Figura 17. Estimación de la dieta del C1 de los LMC ($n = 8$) de Raúl Marín Balmaceda utilizando el modelo de mezcla bayesiano MixSIAR basado en las firmas de ácidos grasos.

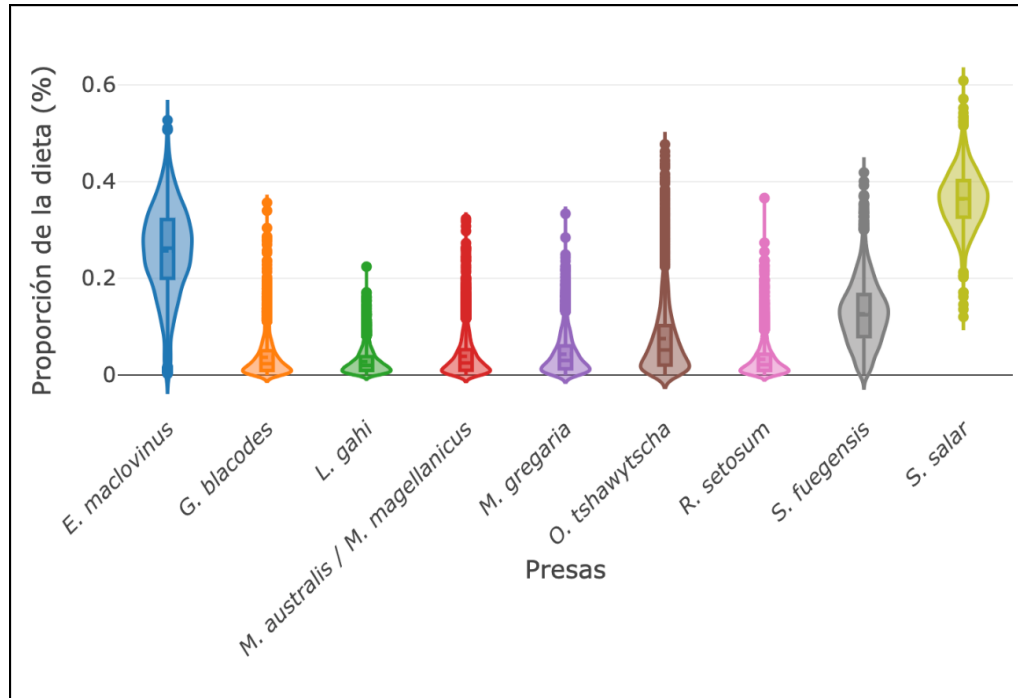


Figura 18. Estimación de la dieta del C2 de los LMC ($n = 5$) de Raúl Marín Balmaceda utilizando el modelo de mezcla bayesiano MixSIAR basado en las firmas de ácidos grasos.

5.2. Amplitud del nicho trófico del LMC

La cuantificación de ambos índices de amplitud de nicho trófico de Levins (B) y Levins estandarizado (B_{est}) indicaron variaciones entre los sitios, cuyos valores fluctuaron entre 1,16 – 5,09 y 0,03 – 0,51 respectivamente (Tabla 10). De acuerdo con los criterios de Krebs (1999) y Labropoulou & Eleftheriou (1997), la amplitud de nicho trófico del LMC en todos los sitios es bajo ($< 0,51$), con en el menor valor encontrado en Isla Chañaral ($B = 1,16$, $B_{est} = 0,02$). Considerando todos los sitios, los índices revelan un grado de amplitud de nicho levemente mayor en la zona sur de Chile, cuyos valores máximos se observaron en Puerto Montt C2 ($B = 5,09$, $B_{est} = 0,51$) (Tabla 10).

Tabla 10. Valores de amplitud de nicho trófico de los lobos marinos en cada localidad y clústers. B : índice de Levins; B_{est} : Levins Estandarizado.

Sitio	n presas	B	B_{est}
IQU	11	1,30	0,03
MEJ	9	2,23	0,15
ICH	8	1,16	0,02
CUR	9	1,57	0,07
COB	7	1,16	0,03
PMO C1	9	1,96	0,12
PMO C2	9	5,09	0,51
RMB C1	9	3,37	0,30
RMB C2	9	4,40	0,42

5.3. Sobreposición de nicho trófico entre LMC y desembarques

Los desembarques durante los periodos de muestreo estuvieron compuestos por un total de 95 especies de objeto comercial, de las cuales las especies como recursos objetivo con mayor biomasa reflejada en los desembarques nacionales fueron la anchoveta (*E. ringens*) y el jurel (*Trachurus murphyi*) en la zona norte; la jibia (*Dosidicus gigas*), merluza común (*Merluccius gayi*), sardina común (*S. bentincki*) y la anchoveta (*E. ringens*) en la zona central; y en la zona sur por las especies salmón del Atlántico (*S. salar*) y salmón plateado o Coho (*O. kisutch*) (SERNAPESCA 2015-2020, Anexo 1).

Las principales especies con mayor desembarque en la región de Tarapacá en el año 2015 fueron la anchoveta (*E. ringens*), el jurel (*T. murphyi*), la caballa (*S. japonicus*), la agujilla (*S. saurus*) y el langostino enano (*Pleuroncodes* sp.) (Tabla 11).

Tabla 11. Principales recursos objetivo de los desembarques (ton) artesanales e industriales de la Región de Tarapacá en el año 2015, en contraste con las principales presas encontradas en el modelo de mezcla de la localidad de IQU.

Especies objetivo	Toneladas	Principales presas en la dieta (IQU)	Contribución media
Anchoveta (<i>E. ringens</i>)	256.480	Anchoveta (<i>E. ringens</i>)	87,8%
Jurel (<i>T. murphyi</i>)	18.461	Pulpo del norte (<i>O. mimus</i>)	3,7%
Caballa (<i>S. japonicus</i>)	5.553	Bilagay (<i>C. variegatus</i>)	1,6%
Agujilla (<i>S. saurus</i>)	2.225	Jaiba peluda (<i>R. setosum</i>)	1,5%
Langostino enano (<i>Pleuroncodes</i> sp.)	523	Langostino colorado (<i>P. monodon</i>)	1,1%

En la región de Antofagasta en el año 2015, las principales especies presas fueron la anchoveta (*E. ringens*), el jurel (*T. murphyi*), la caballa (*S. japonicus*), la agujilla (*S. saurus*) y el pulpo del norte (*O. mimus*) (Tabla 12).

Tabla 12. Principales recursos objetivo de los desembarques (ton) artesanales e industriales de la Región de Antofagasta en el año 2015, en contraste con las principales presas encontradas en el modelo de mezcla de la localidad de Mejillones (MEJ).

Especies objetivo	Toneladas	Principales presas en la dieta (MEJ)	Contribución media
Anchoveta (<i>E. ringens</i>)	73.443	Langostino colorado (<i>P. mondon</i>)	57%
Jurel (<i>T. murphyi</i>)	15.226	Anchoveta (<i>E. ringens</i>)	34,8%
Caballa (<i>S. japonicus</i>)	3.031	Lenguado (<i>P. adspersus</i>)	1,5%
Agujilla (<i>S. saurus</i>)	1.107	Pejerrey (<i>O. regia</i>)	1,5%
Pulpo del norte (<i>O. mimus</i>)	741	Bonito-Jurel (<i>S. chiliensis/T. murphy</i>)	1,3%

En la región de Atacama en el año 2019, las principales especies presas fueron la anchoveta (*E. ringens*), el jurel (*T. murphyi*), la caballa (*S. japonicus*), la albacora (*X. gladius*) y la jibia (*D. gigas*) (Tabla 13).

Tabla 13. Principales recursos objetivo de los desembarques (ton) artesanales e industriales de la Región de Atacama en el año 2019, en contraste con las principales presas encontradas en el modelo de mezcla de la localidad de ICH.

Especies objetivo	Toneladas	Principales presas en la dieta (ICH)	Contribución media
Anchoveta (<i>E. ringens</i>)	37.800	Anchoveta (<i>E. ringens</i>)	92,7%
Jurel (<i>T. murphyi</i>)	5.343	Krill (<i>E. mucronata</i>)	1,5%
Caballa (<i>S. japonicus</i>)	3.468	Corvina (<i>C. gilberti</i>)	1,2%
Albacora o Pez espada (<i>X. gladius</i>)	930	Pejerrey-Cojinoba (<i>O. regia/S. violacea</i>)	1,2%
Jibia o Calamar rojo (<i>D. gigas</i>)	676	Jurel (<i>T. murphyi</i>)	1,1%

En la región de Valparaíso en el año 2020, las principales especies en los desembarques fueron la jibia (*D. gigas*), la merluza común (*M. gayi*), el camarón nailon (*H. reedi*), el langostino colorado (*P. monodon*) y el langostino amarillo (*C. johni*) (Tabla 14).

Tabla 14. Principales recursos objetivo de los desembarques (ton) artesanales e industriales de la Región de Valparaíso en el año 2020, en contraste con las principales presas encontradas en el modelo de mezcla de la localidad de CUR.

Especies objetivo	Toneladas	Principales presas en la dieta (CUR)	Contribución media
Jibia (<i>D. gigas</i>)	7.916	Sierra (<i>T. atun</i>)	79,3%
Merluza común (<i>M. gayi</i>)	6.055	Reineta (<i>B. australis</i>)	5,9%
Camarón nailon (<i>H. reedi</i>)	2.525	Corvina (<i>C. gilberti</i>)	3,5%
Langostino colorado (<i>P. monodon</i>)	1.276	Blanquillo (<i>P. jugularis</i>)	3,2%
Langostino amarillo (<i>C. johni</i>)	1.233	Anchoveta (<i>E. ringens</i>)	2,9%

Para las regiones de Ñuble y Biobío en conjunto, las principales presas presentes en los desembarques fueron *S. bentincki*, *E. ringens*, *B. australis*, *T. murphyi* y *N. crockeri* en el año 2019 (Tabla 15).

Tabla 15. Principales recursos objetivo de los desembarques (ton) artesanales e industriales de la Región de Ñuble y Biobío en el año 2019, en contraste con las principales presas encontradas en el modelo de mezcla de la localidad de COB.

Especies objetivo	Toneladas	Principales presas en la dieta (COB)	Contribución media
Sardina común (<i>S. bentincki</i>)	252.400	Anchoveta (<i>E. ringens</i>)	92,9%
Anchoveta (<i>E. ringens</i>)	147.009	Jurel (<i>T. murphyi</i>)	2,8%
Reineta (<i>B. australis</i>)	33.576	Merluza común (<i>M. gayi gayi</i>)	1,2%
Jurel (<i>T. murphyi</i>)	13.766	Jibia (<i>D. gigas</i>)	1,1%
Bacaladillo o Mote (<i>N. crockeri</i>)	8.518	Congrio colorado (<i>G. chilensis</i>)	0,7%

En la región de los Lagos, las principales especies cosechadas en el 2015 fueron los salmónidos de cultivo (*S. salar*, *O. kysutch* y *O. mykiss*), seguido por la sardina austral (*S. fuegensis*) y la reineta (*B. australis*) (Tabla 16). Mientras que, en la región de Aysén en el 2020, además de los salmónidos de cultivo (*S. salar* y *O. kysutch*), se encontraron la merluza de cola (*M. magellanicus*), merluza austral (*M. australis*) y la reineta (*B. australis*) (Tabla 17).

Tabla 16. Principales recursos objetivo de los desembarques (ton) artesanales e industriales de la Región de Los Lagos en el año 2015, en contraste con las principales presas encontradas en el modelo de mezcla de la localidad de PMO (C1 y C2).

Especies objetivo	Toneladas	Principales presas en la dieta (PMO) de C1 (arriba) y C2 (abajo)	Contribución media
Salmón del Atlántico (<i>S. salar</i>)	242.611	Múnida (<i>M. gregaria</i>)	69,7%
Salmón plateado o coho (<i>O. kisutch</i>)	120.638	Jaiba peluda (<i>R. setosum</i>)	8,9%
Trucha arcoíris (<i>O. mykiss</i>)	48.994	Sardina austral (<i>S. fuegensis</i>)	8,6%
Sardina austral (<i>S. fuegensis</i>)	23.643	Salmón del Atlántico (<i>S. salar</i>)	8,5%
Reineta (<i>B. australis</i>)	10.811	Congrio dorado (<i>G. blacodes</i>)	1,2%
		Múnida (<i>M. gregaria</i>)	27%
		Sardina austral (<i>S. fuegensis</i>)	25,5%
		Jaiba peluda (<i>R. setosum</i>)	21,5%
		Salmón Chinook (<i>O. tshawytscha</i>)	6,2%
		Salmón del Atlántico (<i>S. salar</i>)	5,3%

Tabla 17. Principales recursos objetivo de los desembarques (ton) artesanales e industriales de la Región de Aysén en el año 2020, en contraste con las principales presas encontradas en el modelo de mezcla de la localidad de RMB.

Especies objetivo	Toneladas	Principales presas en la dieta (RMB) de C1 (arriba) y C2 (abajo)	Contribución media
Salmón del Atlántico (<i>S. salar</i>)	376.615	Múnida (<i>M. gregaria</i>)	40,7%
Salmón plateado o coho (<i>O. kisutch</i>)	51.748	Sardina austral (<i>S. fuegensis</i>)	33,8%
Merluza de cola (<i>M. magellanicus</i>)	5.693	Salmón del Atlántico (<i>S. salar</i>)	11,5%
Merluza austral (<i>M. australis</i>)	5.017	Róbalo (<i>E. maclovinus</i>)	4,2%
Reineta (<i>B. australis</i>)	3.712	Jaiba peluda (<i>R. setosum</i>)	3,3%
		Salmón del Atlántico (<i>S. salar</i>)	36,4%
		Róbalo (<i>E. maclovinus</i>)	25,7%
		Sardina austral (<i>S. fuegensis</i>)	12,6%
		Salmón Chinook (<i>O. tshawytscha</i>)	7,5%
		Múnida (<i>M. gregaria</i>)	4,3%

Los valores del índice de solapamiento trófico de Pianka (O_{jk}) mostraron altas variaciones entre los sitios de estudio fluctuando entre 0 y 0,996. Se observa una alta superposición de nicho en las localidades de Iquique, Isla Chañaral y Raúl Marín Balmaceda C2 ($> 0,765$), una superposición media en los sitios Mejillones y Cobquecura (0,500-0,513), y una baja superposición en Raúl Marín Balmaceda C1, Puerto Montt (C1 y C2) y Curaumilla ($< 0,209$), de acuerdo a los criterios de solapamiento propuestos por Langton (1982) (Figura 19).

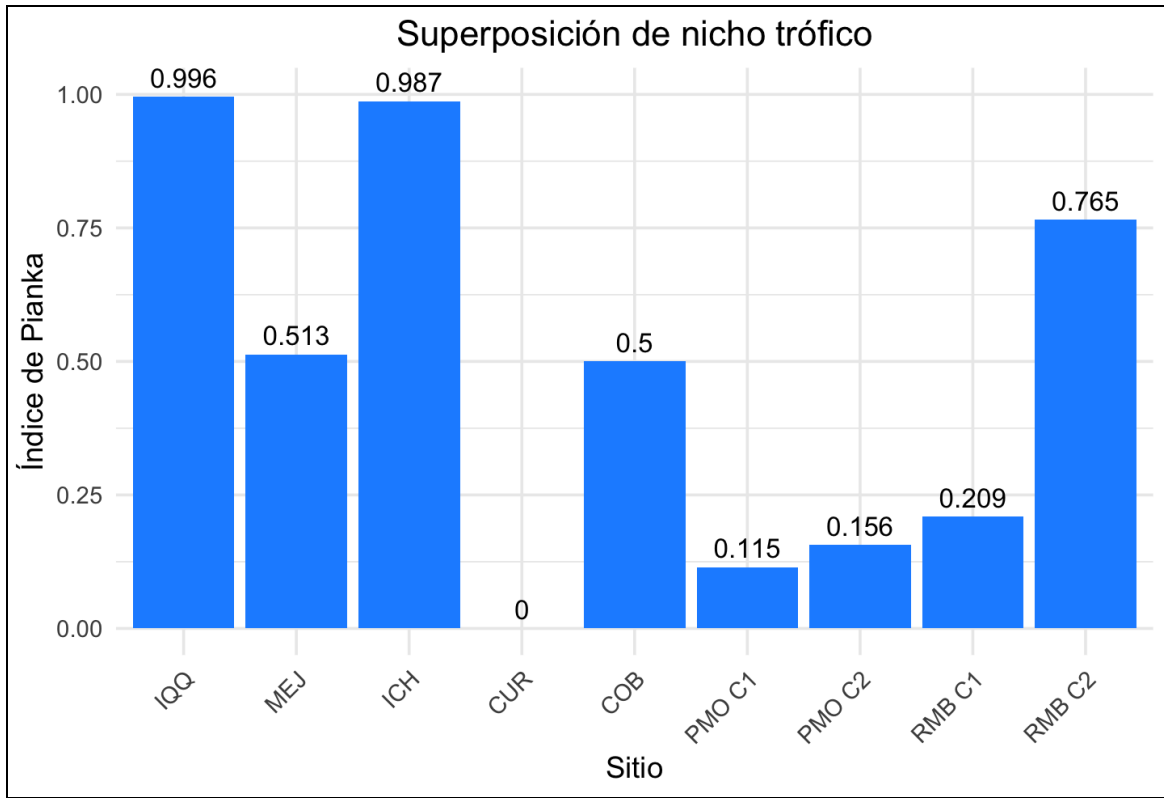


Figura 19. Índice de sobreposición de nicho trófico de Pianka entre la dieta del LMC y las actividades de pesca y salmonicultura.

6. DISCUSIÓN

Este estudio representa el primer esfuerzo en utilizar ácidos grasos de la grasa del LMC como biomarcador trófico para caracterizar su dieta a lo largo de la costa chilena. A través de la aplicación del modelo de mezcla bayesiano MixSIAR, se obtuvo una estimación cuantitativa detallada de la composición dietaria de la especie en múltiples localidades, abarcando un amplio gradiente latitudinal desde Iquique hasta Aysén. Esta aproximación innovadora ha permitido aportar nueva información sobre la ecología trófica de *O. flavescens* en el Pacífico Suroriental.

6.1. Amplitud de nicho trófico del LMC

Si bien diversos estudios han sustentado que el LMC es conocido como un depredador oportunista y generalista (Muñoz *et al.* 2013; Sepúlveda *et al.* 2017), los resultados de este estudio revelan una variabilidad de la amplitud del nicho trófico en distintas localidades indicando diferencias en sus estrategias de alimentación a una gran escala geográfica, cuyos hábitos de forrajeo poseen características más bien especialistas en las zonas norte y centro, donde su dieta se basa en 1 a 2 ítems presas dominantes, con bajos valores de amplitud de nicho ($B_{est} = 0,02-0,15$), lo que sugiere una alta especialización con poca diversificación de presas en la dieta por parte del LMC en la zona norte y centro de Chile. Mientras que en la zona sur exhibe un grado de amplitud de nicho levemente mayor ($B_{est} = 0,12-0,51$) con una mayor diversidad de presas con contribuciones un poco más equitativas en la composición de la dieta. Esto ya ha sido reportado y sugerido por estudios anteriores que en un análisis local presentan una especialización en su dieta, mientras que en un análisis global indican hábitos más generalistas en la dieta de los lobos marinos comunes (Hückstädt & Antezana 2006; Hückstädt *et al.* 2007; Muñoz *et al.* 2013).

Las variaciones en la ecología de forrajeo a nivel intraespecífico pueden ser resultado de diversos factores como fluctuaciones espacio-temporales de la disponibilidad y/o abundancia de las presas, por competencias inter e intra-específicas, como también por factores ontogénicos (edad/sexo) (Schoener 1974; Stephens & Krebs 1986; Kernaléguen *et al.* 2015; Baylis *et al.* 2016; Sepúlveda *et al.* 2017). Una dieta altamente especializada por parte de *O. flavescens*, dominada por un ítem presa principal en la dieta, indicaría una gran disponibilidad de la especie presa en el ambiente, donde los lobos marinos tienden a alimentarse de las presas más abundantes del ecosistema (Muñoz *et al.* 2013). Estudios anteriores han indicado que en general el LMC posee una baja amplitud de nicho trófico con una mayor especialización en su dieta en el norte de Chile (Hückstädt & Antezana 2006, Hückstädt *et al.* 2007; Sarmiento *et al.* 2020), la cual está principalmente dominada por la anchoveta (*E. ringens*). Este es el recurso comercial más importante de las pesquerías nacionales y su alta biomasa se ve reflejada en los desembarques nacionales (SERNAPESCA 2015, 2019, 2020). Sumado a esto, peces epipelágicos como *E. ringens*, al agruparse en grandes cardúmenes, favorecen la fácil captura de éstos lo que es energéticamente rentable para la alimentación de los lobos marinos (Stephens & Krebs 1986; Sepúlveda *et al.* 2016). La presencia de estos peces pelágicos altamente abundantes y energéticamente rentables, explicarían la dieta especializada como estrategia óptima del LMC observadas en las zonas norte y centro de la costa chilena.

Por otro lado, el aumento de la amplitud de nicho trófico observado en las localidades de PMO y RMB, en el sur de Chile, sumado a la separación de clústeres tróficos en ambas localidades y a una mayor diversidad de presas con contribuciones más equitativas en los modelos de mezcla, indicarían mayor segregación de la dieta y la existencia de diferentes estrategias de forrajeo en los lobos marinos comunes del área. Esta mayor variación de nicho

puede ser consecuencia de una mayor competencia intraespecífica por la obtención de recursos (Kernaléguen *et al.* 2015), ya que un aumento de la densidad de individuos de una población tiende a incrementar la competencia y, por ende, a favorecer una mayor especialización individual (Bolnick *et al.* 2003; Araújo *et al.* 2011). Esta hipótesis se ve reforzada por la alta variación en las distribuciones posteriores estimadas para cada presa (Figuras 14, 15, 17 y 18), lo que podría reflejar marcadas diferencias individuales en las preferencias alimenticias de los LMC.

Esta segregación en estrategias de alimentación, potencialmente especialización individual, puede ser causada por una alta competencia intraespecífica, considerando que la mayor parte de la población de lobos marinos comunes se encuentran en la zona sur de Chile, con más de 65.000 individuos, siendo en la región de Los Lagos donde se encuentra la mayor población de lobos marinos en Chile (Vilata *et al.* 2010; Oliva *et al.* 2020). Además, las poblaciones del lobo fino austral (*Arctocephalus australis*), otro potencial competidor, también son mayores en el área (> 29.000 ejemplares) y han aumentado considerablemente en años recientes (Oliva *et al.* 2020).

Estudios previos han evidenciado una gran variación interindividual en la composición de la dieta de *O. flavescens* de una misma población, donde la dieta de algunos individuos se basó en un gran consumo de salmónidos de cultivo (> 50%) mientras que en otros el consumo fue mínimo (Muñoz *et al.* 2013; Sepúlveda *et al.* 2015). De forma similar, Guerrero *et al.* (2020) y Guerrero *et al.* (2025) mostraron altas variaciones interindividuales en los perfiles de ácidos grasos del LMC, en especial en ácidos grasos asociados al potencial consumo de salmónidos de cultivo. Por lo tanto, es posible inferir que la abundante población del LMC, sumado a la coexistencia de otros pinnípedos en el área (Baylis *et al.* 2016; Cárdenas-Alayza *et al.* 2022a, b;

Fernández 2023), producen un mayor grado de competencia intraespecífica e interespecífica, lo que conduce a una repartición de los recursos y por ende una dieta más heterogénea del LMC en el sur de Chile.

6.2. Variación espacial de la dieta

Estudios previos han contribuido en definir patrones geográficos de los hábitos de forrajeo del LMC a lo largo de la costa chilena, en donde las poblaciones de lobos marinos muestran un patrón de la dieta preferentemente dominado por especies pelágicas en el norte, y por especies bento-demersales en el centro y sur de Chile (Aguayo & Maturana 1973; George-Nascimento *et al.* 1985; Sielfeld *et al.* 1997; Hückstädt & Antezana 2006; Muñoz *et al.* 2013; Sepúlveda *et al.* 2016, 2017; Guerrero *et al.* 2020; Fernández 2023; Heredia-Azuaje *et al.* 2024). Aunque otros estudios sugieren que en la zona central existe un consumo preferente por especies pelágicas (Hückstädt *et al.* 2007) o incluso una estrategia mixta entre la zona norte y sur del país (Neira *et al.* 2021). Este patrón puede estar relacionado con la biogeografía marina de la costa del Pacífico sur-oriental cuya extensión norte se encuentra influenciada por la corriente de Humboldt y donde su plataforma continental es muy estrecha, o casi nula, con un pronunciado borde de 200 m a 10-20 km de ancho (Camus 2001; Acha *et al.* 2004), lo cual podría limitar el establecimiento de comunidades bentónicas, brindando mayores oportunidades de hábitos pelágicos en la dieta. Mientras que al sur de los 42° S la plataforma continental posee varios cientos de kilómetros de ancho dentro del sistema de fiordos, canales, e islas (Acha *et al.* 2004), por lo que el mar interior permite el establecimiento de comunidades bentónicas en el fondo marino y, por ende, una mayor oportunidad de alimentarse de especies bento-demersales.

Los resultados de este estudio coinciden parcialmente con lo reportado en literatura, donde la dieta estimada para el LMC indicó un consumo predominante de especies pelágicas por

toda la costa chilena, incluso en el sur de Chile, donde previamente se ha reportado el consumo de especie bento-demersales. Este cambio de dieta podría ser una respuesta a variaciones en la disponibilidad de presas en la zona sur, dado que el LMC es un consumidor generalista y oportunista, capaz de modificar rápidamente su dieta de acuerdo a la variación temporal en la abundancia de presas (Muñoz *et al.* 2013; Sepúlveda *et al.* 2015, 2016). Estos cambios en la oportunidad ecológica de presas pueden inferirse a partir de la biomasa registrada en desembarques y el estado de stocks pesqueros, los cuales sirven como proxies de la oferta ambiental de presas potenciales para el LMC. Por ejemplo, especies demersales como *Genypterus chilensis* (congrío colorado) y *Macruronus magellanicus* (merluza de cola) han tenido un fuerte declive con más de un 70% de reducción de ambas especies en las capturas entre 2012 y 2020 (SERNAPESCA 2020); además, el estado del stock de *M. magellanicus* pasó de estar sobreexplotado el 2015 a un estado de agotamiento el 2020 (SUBPESCA 2016, 2021). Otras especies demersales, como la merluza austral (*Merluccius gayi*) y congrío dorado (*Genypterus blacodes*), también presentan un estado de sobreexplotación (SUBPESCA 2016, 2021).

Por otro lado, pequeños pelágicos como la sardina austral (*Sprattus fuegensis*) han mostrado una tendencia al alza a partir del 2010, cuando se implementaron medidas para reducir la mortalidad por pesca debido a su condición previa de sobrepesca y sobreexplotación. Dada la recuperación del stock, hoy se encuentra en plena explotación en las regiones de Los Lagos y Aysén (SUBPESCA 2016, 2021). Este contexto de cambio en la oferta ambiental indicaría que frente a disminuciones de presas demersales, el LMC sería un depredador que recurre a alimentarse de presas pelágicas de la zona sur, lo cual coincide con lo documentado en estudios

previos que demuestran un consumo considerable de presas pelágicas en este sector (Muñoz *et al.* 2013; Sepúlveda *et al.* 2017; Peña 2019).

6.3. Composición de la dieta del LMC y su superposición con la pesca y acuicultura

En relación a la composición de la dieta, los resultados indicaron que el LMC en la zona norte del país posee una dieta dominada por la anchoveta (*E. ringens*) en Iquique e Isla Chañaral con contribuciones del 87,8% y 92,7% respectivamente, mientras que en Mejillones tuvo un rol secundario (34,8%) después del langostino colorado (*P. monodon*) como presa dominante (57%). Esto es consistente con los estudios previos en los que indican una dieta dominada por pequeños pelágicos, en la cual indican a *E. ringens* como una especie presa más dominante en la contribución a través de diversas metodologías (análisis de heces: Sarmiento *et al.* 2020; Sepúlveda *et al.* 2016; contenido estomacal: Sielfeld *et al.* 1997; isótopos estables: Sepúlveda *et al.* 2016). La dominancia de la anchoveta en la dieta del LMC puede reflejar una gran disponibilidad de la especie presa en esta zona norte de las costas de Chile, donde la alta biomasa se ve representada en los desembarques regionales en los periodos de estudio (SERNAPESCA 2015, 2019, Figuras 11, 12, 13, Anexo 1). Como consecuencia de lo anterior, producto de la alta especialización por *E. ringens* en el norte del país, se observa un alto grado de solapamiento entre la dieta del LMC y las pesquerías, con más de un 98% en Iquique e Isla Chañaral, y una superposición media (51%) en Mejillones (Figura 19). Estudios previos también han coincidido con un alto grado de superposición entre el LMC y la pesca en la zona norte de Chile, reportando altos índices que van de 83% a 98% (Hückstädt & Antezana 2006; Sepúlveda *et al.* 2016). Estos resultados confirman una interacción significativa entre las pesquerías y el LMC, particularmente en áreas asociadas a la extracción de recursos pelágicos como la anchoveta, con las cuales se ha

documentado una fuerte coincidencia espacial (Hevia-Álvarez 2013; González *et al.* 2015; Sepúlveda *et al.* 2018).

En contraste, en Mejillones predominó *P. monodon* por sobre la *E. ringens* en la dieta de los lobos marinos comunes, coincidiendo con otros estudios de dieta del LMC en el norte de Chile que destacan el consumo dominante de *P. monodon* como presa principal (Sielfeld *et al.* 2018; Sarmiento *et al.* 2020) y como ítem presa importante en la dieta (Sepúlveda *et al.* 2016). Sielfeld *et al.* (2018) registraron al langostino como presa principal para los LMC, seguida por la anchoveta, mediante análisis de heces en Punta Patache, ~ 250 km al norte de Mejillones, durante dos eventos de El Niño (ENOS 1997/98 y 2009/10). Sarmiento *et al.* (2020) también identificaron a *P. monodon* como la principal presa seguido por la anchoveta, en las localidades de Arica e Iquique. Este mismo estudio evidencia un patrón inverso, con una dominancia de la anchoveta sobre el langostino, en Mejillones. Esta variación de los estudios puede explicarse por los cambios espacio-temporales en la distribución y abundancia del langostino y la anchoveta, y por ende influye en la disponibilidad de presas en la dieta de los LMC (Sarmiento *et al.* 2020). Por ejemplo, durante los periodos de ENOS, los `peaks` de periodos cálidos del océano promueven la migración y cambios de la distribución por parte de peces epipelágicos como la anchoveta, sardina, pejerrey y jurel hacia mayores profundidades, reduciendo su stock y oferta en la zona costera (Arntz & Tarazona 1990; Villavicencio & Muck 1985; Arntz 1986). Por el contrario, la abundancia del langostino se incrementaría (Gutiérrez *et al.* 2008). En este estudio, la colecta de muestras coincide con el periodo inicial de El Niño/ENSO en el 2015 (NOAA 2015), lo que podría explicar la mayor disponibilidad de langostino. Además, la distribución de la anchoveta varía estacionalmente, en que se presentan en aguas oceánicas abiertas en invierno y se desplazan a aguas costeras en verano (Ganoza *et al.* 2000), lo que aumentaría el consumo de

ésta en verano (Sarmiento *et al.* 2020). Por otro lado, la disponibilidad del langostino aumentaría en invierno en las costas del norte de Chile, evidenciado en estudios como Sepúlveda *et al.* (2016) quienes a través de análisis de fecas identificaron al langostino como un ítem presa importante en la dieta de los LMC, particularmente en invierno. También Sarmiento *et al.* (2020) reportó que el consumo del langostino fue más importante en invierno que en verano. En este estudio las muestras de grasa fueron obtenidas en mayo de 2015, y representarían los meses tardíos del verano (marzo-mayo 2015) reflejando la transición estacional de ambas especies presas. Además, el aumento del consumo del langostino puede deberse también a que su abundancia ha aumentado desde mediados de la década de 1990 (Gutiérrez *et al.* 2008), encontrándose sin riesgo de una sobreexplotación, a diferencia de la anchoveta, que se encontraba en estado de sobreexplotación para el año de muestreo del LMC de este estudio (SUBPESCA 2016).

Las demás contribuciones de los modelos de mezcla fueron ínfimas (< 1,6%) en las localidades del norte de Chile, excepto del pulpo del norte (*Octopus mimus*) con una leve representatividad de un 3,7% en Iquique. El consumo menor de *O. mimus* también coincide con estudios que indican baja representatividad de su consumo en el norte del país (Sielfeld *et al.* 2018; Sielfeld *et al.* 1997). Asimismo, durante el muestreo en terreno de este estudio, los pescadores artesanales indicaban que observaron en algunas ocasiones el consumo de pulpo por parte de los lobos marinos. Del mismo modo, en otros estudios destacan el consumo del calamar (*Loligo gahi*) como un ítem importante en el norte de Chile (Sarmiento *et al.* 2020; Sepúlveda *et al.* 2016; Sielfeld *et al.* 1997). Sumado a esto, los perfiles de ácidos grasos de los LMC indican que en esta localidad poseen los mayores niveles de DHA (C22.6 ω 3) y EPA (C20.5 ω 3) (Tabla 2), estos ácidos grasos poliinsaturados se caracterizan porque no pueden ser sintetizados o

modificados por mamíferos, cuyo origen proviene exclusivamente de la dieta (Iverson 1993; Sakamoto & Murata 2002). En general, las especies pelágicas exhiben altos niveles de EPA y DHA comparado con especies demersales (Gladyshev *et al.* 2018). Los cefalópodos en particular se caracterizan por presentar una de las mayores proporciones de DHA en el medio marino (Colombo *et al.* 2016; Guerrero *et al.* 2020), por lo que los valores relativamente altos de estos ácidos grasos en los LMC en el norte de Chile refuerzan la idea de que existe un patrón de consumo, aunque no dominante, pero frecuente, de cefalópodos (Sarmiento *et al.* 2020; Sielfeld *et al.* 2018).

En la zona central, los lobos marinos de Curaumilla mostraron la mayor contribución de la sierra (*Thyrsites atun*) (79,3%) en su dieta, consistente con Neira *et al.* (2021) quienes a través del análisis de isótopos estables estimaron a la sierra (66,3%) como la principal presa consumida por los lobos marinos en el año 2019 e ítem secundario en el mismo sitio el 2020. También mediante la misma técnica de isótopos estables de la piel de los LMC, el estudio de Muñoz *et al.* (2013) evidenciaron que la sierra es el principal componente de la dieta de los lobos marinos en Cobquecura, cuya lobería se ubica a ~ 350 km más al sur. La sierra no corresponde a una de las principales especies de interés comercial y no es un recurso objetivo de la pesca industrial, siendo cosechada principalmente por la pesca artesanal en la región de Valparaíso. Por esto, es posible que su abundancia en el ambiente no se vea reflejada en los desembarques de la zona. Los principales recursos que se extraen en las caletas de la región corresponden a la jibia (*Dosidicus gigas*) y merluza común (*Merluccius gayi*) como las más importantes, seguidos por sardina común (*Strangomera bentincki*), congrio (*Genypterus spp.*) y la sierra *T. atun* (SERNAPESCA 2024). Cabe mencionar que, en la zona de muestreo en particular, los pescadores artesanales de Curaumilla (Laguna Verde) indican que en el sector se captura

principalmente sierra (Fernández 2023). Por lo que este recurso estaría altamente disponible como presa para los lobos marinos, a pesar de que su abundancia no se ve reflejada en los desembarques, lo que se ve reflejado la nula sobreposición con la pesca comercial en Curaumilla.

En Cobquecura, la dieta de los LMC consistió predominantemente de *E. ringens* (anchoveta), representando el 92,9% de su dieta, seguida por *T. murphyi* (jurel) con una menor magnitud en su contribución (2,8%). Ambos ítems presa coinciden con los reportados por Hückstädt *et al.* (2007) quienes, a través de isótopos estables en loberías de Cobquecura y Talcahuano, identificaron a *T. murphyi* como principal presa seguido por *E. ringens* con contribuciones del 20-66% y 0-58% respectivamente. Esto, sumado a los resultados de este estudio, reafirma que la dieta del LMC en la zona central se basa principalmente en especies pelágicas. La dominancia en la dieta de *E. ringens* puede deberse a su gran abundancia y disponibilidad en el sector. La anchoveta posee una amplia distribución a lo largo de la costa oeste de Sudamérica (4°-42° S) donde se conocen dos áreas principales de desove en las costas de Chile, una entre el sur de Perú hasta los 25° S y el área de Talcahuano entre los 35°-38° S (Acha *et al.* 2004; Cahuin *et al.* 2015). Aunque las evaluaciones de stocks pesqueros indican a *E. ringens* como un recurso sobreexplotado en la zona central, se ha observado una tendencia al alza de sus reclutamientos en la última década (SUBPESCA 2020), al igual que su biomasa reflejada en los desembarques de la región del Biobío, siendo los mayores en la zona centro-sur (SERNAPESCA 2019). En relación a lo anterior, el solapamiento trófico en la zona de Cobquecura fue medio a bajo, donde un 50% de las presas consumidas por el LMC también son capturadas por la pesquería, principalmente *E. ringens* y *T. murphyi*. El solapamiento bajo a medio también fue reportado por Neira *et al.* (2021) para la zona central (32-34%), siendo éste levemente mayor con la flota de cerco enfocado en las pesquerías pelágicas.

La mínima contribución a la dieta del LMC de la merluza común (*Merluccius gayi*) encontrada en este estudio es sorprendente. Estudios previos han reportado este recurso como uno de los principales ítems de la dieta de este depredador. Neira *et al.* (2021), documentaron que la merluza común es la presa principal según el análisis de heces de los lobos marinos en las loberías de Cobquecura y Chome. Otros estudios coinciden en que la merluza común es la presa dominante en la dieta del LMC en la zona central (Aguayo & Maturana 1973; George-Nascimento *et al.* 1985; Neira *et al.* 2021; Fernández 2023). Sin embargo, la biomasa de *M. gayi* como recurso de interés pesquero ha disminuido severamente producto de la sobrepesca en los últimos 20 años, disminuyendo su disponibilidad, según lo reflejado en los desembarques nacionales, de 121 mil toneladas en 2001 a 45 mil toneladas en 2011 y 25 mil toneladas en 2019 (SERNAPESCA 2001, 2011, 2019). Algo similar se observó en el congrio dorado (*Genypterus blacodes*) y la merluza de cola (*Macruronus magellanicus*) - encontradas también como presas importantes en la dieta en estudios anteriores (George-Nascimento *et al.* 1985) - cuyos desembarques nacionales han disminuido considerablemente (SERNAPESCA 2001, 2020). Por lo tanto, se podría inferir que frente a la disminución de la oferta ambiental de especies bentodemersales, y debido al carácter oportunista de la especie, el LMC ha modificado su alimentación hacia presas pelágicas.

Muñoz *et al.* (2013) a través de análisis de isótopos estables de muestras de piel y pelo de los LMC de Cobquecura, encontraron que la sierra (*T. atun*) fue la principal presa consumida sumado a la sardina (*Strangomera bentincki*), que es otro recurso importante en esta zona. Si bien en dicho estudio no se incorporó a la anchoveta y jurel como fuentes en los modelos de mezcla para evaluar su contribución de la dieta, el consumo de la sierra y sardina en esta zona fortalecería la idea de una preferencia por especies pelágicas en la dieta de los lobos marinos de

la zona central (Hückstädt *et al.* 2007). Considerando que estos antecedentes dan cuenta de que la dieta del LMC presenta grandes variaciones en la zona central de Chile frente a la abundancia y disponibilidad de recursos, cabe destacar que estudios recientes han evidenciado el consumo de asteroideos por parte de los LMC en la zona central de Chile, incluyendo esta localidad (Neira *et al.* 2021; Fernández 2023). Por lo que se sugiere incorporar a asteroideos como fuentes en los modelos de mezcla para evaluar la magnitud de consumo de estos equinodermos.

En la zona sur de Chile, los resultados del modelo de mezcla indican que la múnida (*Munida gregaria*) constituyó la principal presa en la dieta del LMC en las localidades de PMO, representando el 69,7% para el clúster 1 y el 27% para clúster 2. Además, la múnida también fue el ítem principal para el clúster 1 de RMB, con un 40,7%. Estos resultados coinciden con estudios anteriores en el cual *M. gregaria* está presente en la dieta del LMC, sin embargo, sus contribuciones en la dieta son limitadas (< 10%) (Heredia-Azuaje *et al.* 2024; Sepúlveda *et al.* 2016, 2017). Sepúlveda *et al.* (2016), usando modelos de isótopos estables alimentados con información de contenido fecal, encontraron que el consumo de crustáceos pelágicos (*Munida* spp.) es de baja magnitud en su contribución (< 6%) comparado con el mayor subsidio de peces demersales y bentopelágicos. Sin embargo, también evidenciaron que el consumo de múnida aumentaba en verano ($21,5 \pm 0,7$ %), lo que coincide con los resultados de este estudio, dado que las muestras de grasa obtenidas reflejan la ventana dietética de la estación de verano tanto en RMB como en PMO. De acuerdo al ciclo biológico de *M. gregaria*, ésta presenta una mayor agregación durante el verano en los fiordos y aguas interiores del sur de Sudamérica (Mujica *et al.* 2013; Tapella *et al.* 2002; León *et al.* 2008), lo que explica su mayor disponibilidad durante la temporada. Cabe destacar que, según las estadísticas de desembarques regionales, en el periodo de toma de muestras de este estudio (2015) en PMO se tuvo la mayor cosecha del langostino

enano (*Pleuroncodes* sp.) desde hace más de 20 años en la Región de los Lagos (123 t de desembarque, SERNAPESCA 2015), lo que podría indicar que en esa temporada hubo una mayor abundancia de crustáceos pelágicos y posiblemente también *M. gregaria*. La alta proporción de *M. gregaria* encontrada en la dieta de los LMC confirma su abundancia y amplia distribución en aguas oceánicas y estuarinas del sistema de fiordos y canales patagónicos del sur de Chile (Mujica *et al.* 2013; León *et al.* 2008). Lo anterior destaca el rol ecológico de *M. gregaria* en la estructura de las redes tróficas del ecosistema (Haro *et al.* 2025).

El segundo ítem de importancia en los modelos de mezcla en el sur de Chile correspondió al salmón del Atlántico (*S. salar*) por el clúster 2 de RMB, con una contribución media de 36,4%. La alta proporción media de los salmónidos de cultivo en la dieta representa una de las mayores contribuciones reportadas en el sur de Chile. Los resultados coinciden con estudios anteriores en el sur del país que indican el consumo considerable de salmónidos de cultivo por parte de los lobos marinos con contribuciones medias de 20,7% (Muñoz *et al.* 2013) y 19,7% (Sepúlveda *et al.* 2015), sumado a los salmones escapados (16-26%, Heredia-Azuaje *et al.* 2024), lo que revalida el conocimiento ya existente acerca de una fuerte interacción entre los lobos marinos y la industria de producción salmonera (Sepúlveda y Oliva 2005; Heredia-Azuaje *et al.* 2021; Sepúlveda *et al.* 2023). Esta interacción puede ser explicada por diversos factores: en la zona de estudio existe una alta densidad con más de 300 centros de cultivo de salmón (Sepúlveda *et al.* 2015), sumado a la mayor abundancia del LMC en el sur de Chile (> 60.000) (Oliva 2020), y su carácter oportunista y generalista (Muñoz *et al.* 2013; Sepúlveda *et al.* 2015). Además, los resultados del alto consumo de salmónidos de cultivo se alinean con los perfiles de ácidos grasos de la especie en RMB. Guerrero *et al.* (2020) y Guerrero *et al.* (2025) mostraron que los lobos marinos de PMO y RMB poseen altos niveles de ácido linoleico (C18:2 ω 6), cuyo ácido graso es

de origen vegetal de ambientes terrestres y está cada vez más presente como ingrediente importante para la alimentación en los salmónidos de centros de cultivo alimentados con fuentes proteicas vegetales terrestres (Sprague *et al.* 2016).

La sardina austral (*Sprattus fuegensis*) correspondió al tercer ítem de importancia en la dieta de los LMC en RMB para clúster 1 (33,8%) y PMO para el clúster 2 (25,5%). La alimentación de pequeños pelágicos por parte de los LMC ya ha sido reportada anteriormente en la zona sur de Chile (Peña 2019; Sepúlveda *et al.* 2015). Si bien diversos estudios en la zona han demostrado, a través de trazadores químicos y de análisis de heces, que la dieta de los lobos marinos se basa principalmente en peces bento-demersales (Heredia-Azuaje *et al.* 2024; Sepúlveda *et al.* 2016, 2017), las presas pelágicas no dejan de ser relevantes en el sector (Muñoz *et al.* 2013; Sepúlveda *et al.* 2015; Peña 2019). Al igual a lo que sucede con *M. gregaria*, *S. fuegensis* puede ser una presa relevante en la dieta durante el verano (Sepúlveda *et al.* 2016), temporada en la que ocurre el reclutamiento de esta especie (IFOP 2010), por lo que el LMC puede modificar rápidamente su comportamiento de forrajeo en respuesta a una mayor disponibilidad de este grupo de presas (Sepúlveda *et al.* 2015). Se ha evidenciado que los LMC de la región de Los Lagos realizan largos recorridos de alimentación con distancias máximas que oscilan entre 74,6 a 121,1 km (Sepúlveda *et al.* 2015), por lo que una dieta de tipo pelágico es altamente probable. Heredia-Azuaje *et al.* (2024) indicaron que los LMC en aguas interiores de Los Lagos y Aysén se alimentan principalmente de peces demersales como *Merluccius australis*, lo que contrasta con los resultados de este estudio con contribuciones que no superan el 4%. Probablemente la baja contribución de especies demersales como *M. australis* y *M. magellanicus* se debe a que estas especies constituyen uno de los principales recursos pesqueros de interés

comercial en los fiordos patagónicos y han sido sobreexplotadas, reduciendo considerablemente sus poblaciones y no hay indicios de una recuperación continua (Lillo *et al.* 2004, 2015).

En cuanto a la superposición con la pesca y acuicultura en la zona sur de Chile, el grado de solapamiento fue bajo excepto para el clúster 2 de RMB, con una alta sobreposición de nicho, donde el 77% de las especies presas que son parte de la dieta del LMC (Figura 19) son también objetivo de la pesca y acuicultura, principalmente *S. salar* y *S. fuegensis*. Sepúlveda *et al.* (2016) también reportó un 53% de solapamiento. En conjunto, esto fortalece el conocimiento actual acerca de la fuerte interacción que tiene el LMC con la acuicultura (Sepúlveda y Oliva 2005; Vilata *et al.* 2010) y la pesquería comercial (Muñoz *et al.* 2013). Por lo tanto, la alta variabilidad de la composición de la dieta de los lobos marinos en el sur de Chile (PMO y RMB) puede deberse a un conjunto de factores como los cambios temporales de la distribución de las comunidades de presas, sumado a las presiones antrópicas como la pesca que reducen y/o modifican la abundancia de presas de interés comercial, y la acuicultura que otorga subsidios oportunistas de salmónidos desde los centros de cultivo que se solapan con la distribución de los lobos marinos comunes. Como depredador marino generalista, el LMC presenta una gran flexibilidad trófica, que, de acuerdo con los resultados de este estudio, la segregación por clústeres, una mayor amplitud trófica, y alta variabilidad en las distribuciones posteriores de cada presa, indicarían grandes diferencias individuales en la zona sur. Debido a que estos análisis presentados abordan la dieta de la población, se recomienda que estudios a futuro se enfoquen a entender de mejor manera la variabilidad interindividual de los LMC y cómo éstos pueden ser afectados por factores como la oferta ecológica, competencias inter e intraespecíficas, entre otros.

En consecuencia, las estimaciones de dieta a través de los ácidos grasos concuerdan mayormente con la literatura actual, mostrando en general hábitos pelágicos a lo largo de la costa oriental del Pacífico sur. La evaluación de la dieta a través de los modelos de mezcla permitió comprender de mejor manera la ecología trófica de los lobos marinos, evidenciando la plasticidad trófica a lo largo del país. El LMC muestra una alta especialización trófica en el norte y centro, y una mayor variabilidad del nicho trófico en la zona sur del país. Las actividades antrópicas muestran una gran superposición con los LMC a través de la pesca en la zona norte y la salmonicultura en sur del país, evidenciando una fuerte interacción. Se hace necesario realizar mayores investigaciones sobre la ecología trófica que permitan entender de mejor manera las variaciones individuales dentro de la población generalista de *O. flavescens*, y entender cómo los factores biológicos como la disponibilidad de las presas y competencias inter e intraespecíficas pueden modificar en mayor magnitud su variabilidad.

6.4. Limitaciones de este estudio

Si bien, a través de este estudio se ha podido aproximar a una mejor comprensión de las estrategias tróficas del LMC a lo largo de la costa chilena del Pacífico a través de la composición de sus ácidos grasos, se debe tener en consideración ciertas limitaciones metodológicas tales como la posible falta de inclusión de presas potenciales en los modelos de mezcla (e.g. asteroídeos en la zona central), lo que puede conducir a sesgos en la estimación de las contribuciones medias de las presas presentes en los modelos (Phillips *et al.* 2014). El número limitado de presas se debió a la complejidad de conseguir muestras de todas las presas potenciales en cada localidad debido al limitado acceso de los recursos disponibles en las caletas de pescadores.

Otra de las limitaciones fue el uso de los modelos de mezcla para la estimación de dieta, es el uso de coeficientes de calibración derivados de otras especies de pinnípedos, dado que no existen datos específicamente para *O. flavescens*. Esto podría tener un efecto en las estimaciones de dieta ya que los coeficientes de calibración pueden ser altamente especie-específico o incluso presa-específico (Rosen & Tollit 2012); sin embargo, frente a la imposibilidad de desarrollar experimentos de alimentación para poder calcularlos, el uso de especies alternativas es una práctica común, tanto en modelos basados en ácidos grasos como en isótopos estables.

Como otra limitante, en relación a los desembarques para la evaluación de la oportunidad ecológica de la disponibilidad y abundancia de las presas, cabe mencionar que los desembarques nacionales de la pesca y acuicultura son sólo un proxy de la oferta ambiental, lo que está sujeta a otros efectos como el tipo de pesca utilizado, el interés comercial hacia cierto grupo de presas dependiendo de la demanda del mercado, medidas de administración pesquera de acuerdo a las evaluaciones de stocks, entre otros.

7. CONCLUSIONES

- La baja amplitud de nicho trófico del LMC indica una alta especialización de su dieta en el norte y centro de la costa chilena, cuya dieta es dominada principalmente por *E. ringens*, lo que indicaría una gran abundancia y disponibilidad de este ítem presa, lo que también se refleja en los desembarques nacionales.
- En el sur del país el LMC presentó un mayor grado de amplitud de nicho, con una mayor variedad de presas dominantes en la composición de su dieta, lo que, sumado a la segregación de individuos en distintos clústeres según sus ácidos grasos, indicaría mayor variabilidad individual dentro de las poblaciones.
- La dieta del LMC a lo largo de la costa de Chile se caracterizó por tener una dieta principalmente dominada por peces pelágicos, sumado al consumo de crustáceos pelágicos en el norte y en el sur del país.
- La composición de la dieta del LMC en la zona norte se compuso principalmente por *E. ringens* y *P. monodon* como ítem presas principales en las localidades de IQU, MEJ e ICH.
- En la zona central considerando los sitios CUR y COB, la composición de la dieta de los lobos marinos se basa principalmente por *T. atun* y *E. ringens* como presas dominantes, respectivamente.
- En los sitios PMO y RMB de la zona sur de Chile, la dieta del LMC estuvo dominada principalmente por crustáceos pelágicos (*M. gregaria*) y salmónidos de cultivo (*S. salar*), seguido por *S. fuegensis*, *E. maclovinus* y *R. setosum* como especies presas de

importancia secundaria en la composición de la dieta.

- El grado de superposición con la pesca y acuicultura fue alta en el norte y sur de Chile, donde la anchoveta (*E. ringens*) y el salmón del Atlántico de cultivo (*S. salar*), que son parte de la dieta del LMC, son compartidos con la pesca comercial y los centros de cultivo salmonero respectivamente, sugiriendo una fuerte interacción entre el LMC y la pesca/salmonicultura.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Acha, E., Mianzan, H., Guerrero, R., Favero, M. & Bava, J. (2004).** Marine fronts at the continental shelves of austral South America physical and ecological processes. *Journal of Marine Systems*, 44(1-2): 83-105. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2003.09.005>
- Aguayo, A. & Maturana, R. (1973).** Presencia del lobo marino común (*Otaria flavescens*) en el litoral chileno, Arica a Punta Maiquillahue. *Biología Pesquera*, 6: 45-75.
- Araújo, M., Bolnick, D. & Layman, C. (2011).** The ecological causes of individual specialisation. *Ecology Letters*, 14(9): 948-958. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2011.01662.x>
- Arim, M. & Naya, D. (2003).** Pinniped diets inferred from scats: analysis of biases in prey occurrence. *Canadian Journal of Zoology*, 81(1): 67-73.
- Bath, G., Price, C., Riley, K. & Morris, J. (2023).** A global review of protected species interactions with marine aquaculture. *Reviews in Aquaculture*, 15(4): 1686-1719.
- Baylis, A., Orben, R., Costa, D., Arnould, J. & Staniland, I. (2016).** Sexual segregation in habitat use is smaller than expected in a highly dimorphic marine predator, the southern sea lion. *Marine Ecology Progress Series*, 554: 201–11. <https://doi.org/10.3354/meps11759>
- Bearzi, G., Agazzi, S., Gonzalvo, J., Bonnizzoni, S., Costa, M. & Petroselli, A. (2010).** Biomass removal by dolphins and fisheries in a Mediterranean Sea coastal area: do dolphins have an ecological impact on fisheries?. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 20(5): 549-559.

- Bolnick, D., Svanbäck, R., Fordyce, J., Yang, L., Davis, J., Hulsey, C. & Forister, M. (2003).** The ecology of individuals: incidence and implications of individual specialization. *The American Naturalist*, 161(1), 1-28. DOI:10.1086/343878.
- Bowen, W. (1997).** Role of marine mammals in aquatic ecosystems. *Marine Ecology Progress Series*, 158: 267-274. <https://doi.org/10.3354/meps158267>
- Budge, S., Iverson, S. & Koopman, H. (2006).** Studying trophic ecology in marine ecosystems using fatty acids: a primer on analysis and interpretation. *Marine mammal science*. 22(4): 759-801. <https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.2006.00079.x>
- Burton, R. & Koch, P. (1999).** Isotopic tracking of foraging and long-distance migration in northeastern pacific pinnipeds. *Oecologia*, 119(4): 578-585. DOI: 10.1007/s004420050822
- Cahuin, S., Cubillos, L. & Escribano, R. (2015).** Synchronous patterns of fluctuations in two stocks of anchovy *Engraulis ringens* Jenys, 1842 in the Humboldt current system. *Journal of Applied Ichthyology*, 31(1), 45-50. <https://doi.org/10.1111/jai.12646>.
- Camus, P. (2001).** Marine biogeography of continental Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 74(3): 587-617. <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2001000300008>
- Cappozzo, H. & Perrin, W. (2009).** South American sea lion: *Otaria flavescens*. In Perrin, W., Würsig, B. & J. Thewissen (Eds.), *Encyclopedia of marine mammals* (pp. 1076-1079). Academic Press.
- Cárdenas-Alayza, S., Torres, D., Gutiérrez, D. & Tremblay, Y. (2022a).** Resource partitioning as a mechanism for trophic segregation in sympatric otariids from the productive upwelling Peruvian Humboldt Current System. *Austral Ecology*, 47: 1-16.

- Cárdenas-Alayza, S., Adkesson, M., Edwards, M., Hirons, A., Gutiérrez, D., Tremblay, Y. & Franco-Trecu, V. (2022b).** Sympatric otariids increase trophic segregation in response to warming ocean conditions in Peruvian Humboldt Current System. *PLoS ONE*, 17(8): e0272348. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0272348>
- Colombo, S., Wacker, A., Parrish, C., Kainz, M. & Arts, M. (2016).** A fundamental dichotomy in long-chain polyunsaturated fatty acid abundance between and within marine and terrestrial ecosystems. *Environmental Reviews*, 25(2): 163-174. <https://doi.org/10.1139/er-2016-0062>
- Contreras, D., Sielfeld, W., Salinas, P., Berríos, R., Ribera, T., Astudillo, M., & Pizarro, K. (2024).** Predation of sea turtles by South American sea lion (*Otaria byronia*) and its relationship with overfishing in northern Chile. *Anales del Instituto de la Patagonia*, 52: 1-18. <https://doi.org/10.22352/AIP202452014>
- Couture, F., Christensen, V., Walters, C. (2024).** The combined effects of predation, fishing, and ocean productivity on salmon species targeted by marine mammals in the northeast Pacific. *PLoS ONE*, 19(3): e0296358. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0296358>
- Crespo, E., Oliva, D., Dans, S. & Sepúlveda, M. (2012).** *Current status of the South American sea lion along the distribution range* (pp. 144). Editorial Universidad de Valparaíso, Valparaíso, Chile.
- Crespo, E., de Oliveira, L. & Sepúlveda, M. (2021).** South American sea lion (*Otaria flavescens*, Shaw 1800). In Heckel, G. & Schramm, Y. (Eds.), *Ecology and conservation of pinnipeds in Latin America* (1 Ed., pp. 93-118). Springer Nature Switzerland AG.
- Cursach, J., Suazo, C. & Rau, J. (2014).** Depredación del lobo marino común *Otaria flavescens* sobre el pingüino de penacho amarillo *Eudyptes c. chrysocome* en isla

Gonzalo, Diego Ramírez, sur de Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 49(2): 373-377.

Diana, J. (2009). Aquaculture production and biodiversity conservation. *Bioscience*, 59(1): 27-38. <https://doi.org/10.1525/bio.2009.59.1.7>

Estes, J., Heithaus, M., McCauley, D., Rasher, D., & Worm, B. (2016). Megafaunal impacts on structure and function of ocean ecosystems. *Annual Review of Environment and Resources*, 41(1): 83-116.

Fernández, P. (2023). Coexistencia entre especies recientemente simpátricas: el caso del lobo marino común (*Otaria byronia*) y el lobo fino austral (*Arctocephalus australis*) en Chile central. [Tesis para optar al grado de Magíster en Ciencias Biológicas mención Biodiversidad y Conservación, Facultad de Ciencias, Universidad de Valparaíso].

Franco-Trecu, V., Auriolles-Gamboa, D., Arim, M. & Lima, M. (2012). Prepartum and postpartum trophic segregation between sympatrically breeding female *Arctocephalus australis* and *Otaria flavescens*. *Journal of Mammalogy*, 93(2): 514-521. <https://doi.org/10.1644/11-MAMM-A-174.1>

Ganoza, F., Castillo, P. & Marín, D. (2000). Variaciones estacionales en la distribución y biomasa de anchoveta entre 1983 y 2000. *Boletín Instituto del Mar del Perú*, 19(1-2): 157-177.

Gelman, A. & Rubin, D. (1992). Inference from iterative simulation using multiple sequences. *Statistical Science*, 7(4): 457-472. <https://doi.org/10.1214/ss/1177011136>

George-Nascimento, M., Bustamante, R. & Oyarzún, C. (1985). Feeding ecology of the South American sea lion: food contents and food selectivity. *Marine Ecology Progress Series*, 21(1-2): 135-143. <http://www.jstor.org/stable/24816924>

- Geweke, J. (1992).** Evaluating the accuracy of sampling-based approaches to the calculation of posterior moments. In Bernardo, J., Berger, J., Dawid, A. & Smith, F. (Eds.), *Bayesian Statistics* (pp. 169-193). Oxford University Press.
- Gladyshev, M., Sushchik, N., Tolomeev, A. & Dgebuadze, Y. (2018).** Meta-analysis of factors associated with omega-3 fatty acid contents of wild fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 28(2): 277-299. <https://doi.org/10.1007/s11160-017-9511-0>
- Goldburg, R., & Triplett, T. (1997).** *Murky waters: environmental effects of aquaculture in the United States*. Environmental Defense Fund. New York.
- González, A., Vega, R. & Yáñez, E. (2015).** Operational interactions between the South American sea lion *Otaria flavescens* and purse seine fishing activities in northern Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 50(3): 479-489. DOI: 10.4067/S0718-19572015000400007
- Guerrero, A. & Rogers, T. (2017).** Blubber fatty acid composition and stratification in the crabeater seal, *Lobodon carcinophaga*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 491: 51-57. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jembe.2017.03.004>
- Guerrero, A., Pavez, G., Santos-Carvallo, M., Rogers, T. & Sepúlveda, M. (2020).** Foraging behaviour of the South American sea lion (*Otaria byronia*) in two disparate ecosystems assessed through blubber fatty acids analysis. *Scientific Reports*, 10(1): 5725. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-62178-6>
- Guerrero, A., Pinnok, A., Negrete, J. & Rogers, T. (2021).** Complementary use of stable isotopes and fatty acids for quantitative diet estimation of sympatric predators, the Antarctic pack-ice seals. *Oecologia*, 197(3): 729-742.

- Guerrero, A., Rogers, T., Barrios-Guzmán, C., Heredia-Azuaje, H., Tala, F., Araya, M. & Sepúlveda, M. (2025).** Latitudinal changes in blubber fatty acids of the South American sea lion along the Southeast Pacific Coast. *Marine Environmental Research*, 204: 106890.
<https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2024.106890>
- Hammill, M., Lesage, V. & Carter, P. (2005).** What do harp seals eat? Comparing diet composition from different compartments of the digestive tract with diets estimated from stable-isotope ratios. *Canadian Journal of Zoology*, 83(10): 1365-1372.
<https://doi.org/10.1139/z05-123>
- Hammond, P. & Prime, J. (1990).** The diet of British grey seals (*Halichoerus grypus*). *Canadian Bulletin of Fisheries and Aquatic Sciences*, 222: 243-254.
- Harcourt, R. (1993).** Individual variation in predation on fur seals by southern sea lions (*Otaria byronia*) in Peru. *Canadian Journal of Zoology*, 71(9): 1908-1911.
<https://doi.org/10.1139/z93-273>
- Haro, D., Labra, F., Neira, S., Hernández-Padilla, J., & Arreguín-Sánchez, F. (2025).** Ecological role of marine mammals in the Magellan Strait: insights from trophic modeling. *Ecological Modelling*, 501(1): 110944.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2024.110944>
- Hazen, E., Abrahms, B., Brodie, S., Carroll, G., Jacox, M., Sacova, M., Scales, K., Sydeman, W. & Bograd, S. (2019).** Marine top predators as climate and ecosystem sentinels. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 17(10): 565-574.
DOI:10.1002/fee.2125

- Heredia-Azuaje, H., Niklitschek, E. & Sepúlveda, M. (2021).** Pinnipeds and salmon farming: threats, conflicts and challenges to co-existence after 50 years of industrial growth and expansion. *Reviews in Aquaculture*, 14(2): 528-546. <https://doi.org/10.1111/raq.12611>.
- Heredia-Azuaje, H., Niklitschek, E., Sepúlveda, M., Harrod, C., Guerrero, A., Peña, G., Pacheco, B., Gómez-Uchida, D., Canales-Aguirre, C. & Toledo, P. (2024).** Salmon farming, overfishing and southern sea lion: not so opportunistic responses of a top predator to human perturbations in the Patagonian fjords. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 299: 108669. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2024.108669>
- Hevia-Álvarez, K. (2013).** Áreas de alimentación del lobo marino común *Otaria flavescens* en la zona norte de Chile. [Tesis para optar al título de Ingeniero Ambiental, Universidad de Valparaíso].
- Hückstädt, L. & Antezana, T. (2006).** The diet of *Otaria flavescens* in Chile: what do we know?. In Trites, A., Atkinson, S., DeMaster, D., Fritz, L., Gelatt, T., Rea, L. & Wyne, K (Eds.), *Sea lions of the world* (pp. 664). Alaska Sea Grant College Program, University of Alaska Fairbanks.
- Hückstädt, L., Rojas, C. & Antezana, T. (2007).** Stable isotope analysis reveals pelagic foraging by the Southern sea lion in central Chile. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 347(1-2), 123–133. DOI: 10.1016/j.jembe.2007.03.014
- Iverson, S. (1993).** Milk secretion in marine mammals in relation to foraging: can milk fatty acids predict diet?. In Boyd, I. (Ed.), *Marine mammals: advances in behavioural and population biology* (pp. 263-291). The Zoological Society of London, Clarendon Press, Oxford. <https://doi.org/10.1093/oso/9780198540694.003.0015>

- Iverson, S., Field, C., Bowen, W. & Blanchard, W. (2004).** Quantitative fatty acid signature analysis: a new method of estimating predator diets. *Ecological monographs*, 74(2): 211–235.
- Iverson, S. (2009).** Tracing aquatic food webs using fatty acids: from qualitative indicators to quantitative determination. In Kainz, M., Bett, M. & Arts, M. (Eds.) *Lipids in aquatic ecosystems* (pp. 281-307). Springer, New York. https://doi.org/10.1007/978-0-387-89366-2_12
- Jog, K., Sutaria, D., Diedrich, A., Grech, A., & Marsh, H. (2022).** Marine mammal interactions with fisheries: review of research and management trends across commercial and small-scale fisheries. *Frontiers in Marine Science*, 9: 758013. DOI: 10.3389/fmars.2022.758013
- Katona, S. & Whitehead, H. (1988).** Are cetacea ecologically important?. *Oceanography and Marine Biology, An Annual Review*, 26: 553-568.
- Kernaléguen, L., Arnould, J., Guinet, C. & Cherel, Y. (2015).** Determinants of individual foraging specialization in large marine vertebrates, the Antarctic and subantarctic fur seals. *Journal of Animal Ecology*, 84(4): 1081-1091. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12347>
- King, J. (1983).** *Seals of the world*. Cambridge University Press.
- Krebs, C. (1999).** *Ecological methodology*. Menlo Park: Benjamin Cummings.
- Learmonth, J., Macleod, C, Santos, M., Pierce, G., Crick, H. & Robinson, R. (2006).** Potential effects of climate change on marine mammals. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 44: 431-464.

- León, R., Castro, L. & Cáceres, M. (2008).** Dispersal of *Munida gregaria* (Decapoda: Galatheidae) larvae in Patagonian channels of southern Chile. *ICES Journal of Marine Science*, 65(7): 1131-1143. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsn093>
- Levins, R. (1968).** *Evolution in changing environments: some theoretical explorations*. Princeton University Press.
- Lillo, S., Céspedes, R., Balbontín, F., Ojeda, V. & Saavedra, A. (2004).** Evaluación del stock desovante de merluza del sur y merluza de cola en la zona sur-austral, año 2003. *Instituto de Fomento Pesquero (IFOP)*, Valparaíso, Chile. Informe Final Proyecto FIP 2003-09.
- Lillo, S., Molina, E., Ojeda, V., Céspedes, R., Muñoz, L., Hidalgo, H., Hunt, K. (2015).** Evaluación directa de merluza del sur, merluza de cola y merluza de tres aletas. *Instituto de Fomento Pesquero (IFOP)*, Valparaíso, Chile. Informe Final Proyecto FIP 2013-13.
- Montalva, F., Pavés, H., Pérez-Venegas, D., Barrientos, E., Valencia, C., Miranda-Urbina, D. & Seguel, M. (2022).** Lower marine productivity increases agonistic interactions between sea lions and fur seals in Northern Pacific Patagonia. *Current Zoology*, 68(6): 657-666.
- Moore, S. (2008).** Marine mammals as ecosystem sentinels. *Journal of Mammalogy*, 89(3): 534-540. <https://doi.org/10.1644/07-MAMM-S-312R1.1>
- Mujica, A., Nava, M., Saavedra, M., Pereira, J. & Vargas, A. (2013).** Distribución y abundancia de larvas de *Munida gregaria* (Fabricius, 1973), *Sergestes articus* (Kröyer, 1855) y *Neotrypaea uncinata* (H. Milne-Edwards, 1837) entre Puerto Montt (41°30'S) y Laguna San Rafael (46°30'S), sur de Chile. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 41(5): 828-838. DOI: 103856/vol41-issue5-fulltext-3

- Muñoz, L., Pavez, G., Quiñones, R., Oliva, D., Santos, M. & Sepúlveda, M. (2013).** Diet plasticity of the South American sea lion in Chile: stable isotope evidence. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 48(3): 613-622. DOI:10.4067/S0718-19572013000300017
- Nash, C., Iwamoto, R. & Mahnken, C. (2000).** Aquaculture risk management and marine mammal interactions in the Pacific northwest. *Aquaculture*, 183(3-4): 307-323.
- Naylor, R., Hardy, R., Buschmann, A., Bush, S., Cao, L., Klinger, D., Little, D., Lubchenco, J., Shumway, S. & Troell, M. (2021).** A 20-year retrospective review of global aquaculture. *Nature*, 591: 551-563.
- Neira, S., Alarcón, R., Arancibia, H., Arriagada, A., Barros, M., Oliva, D., Pavés, H. & Sepúlveda, M. (2021).** Evaluación de la influencia del lobo marino común en la mortalidad natural de las especies objetivo de las pesquerías chilenas. *Informe Final Proyecto FIPA 2018-55*. Universidad de Concepción, 266 p.
- NOAA. (2015).** ENSO: NCEP/Climate prediction center. Recent evolution, current status and predictions. *National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA)*, 32 pp, College Park.
- Oliva, D., Durán, R., Sepúlveda, M., Cárcamo, D., Pizarro, M., Anguita, C., Santos, M., Canto, A., Herrera, P., Muñoz, L., Orellana, M. & Vásquez, P. (2020).** Estimación poblacional de lobos marinos e impacto de la captura incidental. *Informe Final Proyecto FIP 2018-54*, 184 pp.
- Peña, G. (2019).** Relevancia de salmónidos en la dieta del lobo marino común (*Otaria flavescens*) en el sur de Chile: un análisis conjunto de fecas e isótopos estables. [Tesis título profesional de Biólogo Marino, Universidad de Valparaíso].

- Phillips, D., Inger, R., Bearhop, S., Jackson, A., Moore, J., Parnell, A., Semmens, B. & Ward, E. (2014).** Best practices for use of stable isotope mixing models in food-web studies. *Canadian Journal of Zoology*, 92(10), 823-835.
- Pethybridge, H., Choy, C., Polovina, J. & Fulton, E. (2018).** Improving marine ecosystem models with biochemical tracers. *Annual Review of Marine Science*, 10: 199-228. <https://doi.org/10.1146/annurev-marine-121916-063256>
- Remili, A., Dietz, R., Sonne, C., Samarra, F., Rikardsen, A., Kettmer, L., Ferguson, S., Watt, C., Matthews, C., Kiszka, J., Jourdain, E., Borgå, K., Ruus, A., Granquist, S., Rosing-Asvid, A. & McKinney, M. (2023).** Quantitative fatty acid signature analysis reveals a high level of dietary specialization in killer whales across the North Atlantic. *Journal of Animal Ecology*, 92(6): 1216-1229. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.13920>
- Sanguinetti, M., Cid-Aguayo, B., Guerrero, A., Durán, M., Gomez-Uchida, D., & Sepúlveda, M. (2021).** Fishers' perception of the interaction between the South American sea lions and the Chinook salmon fishery in southern Chile. *Scientific reports*, 11: 14463.
- Sakamoto, T. & Murata, N. (2002).** Regulation of the desaturation of fatty acids and its role in tolerance to cold and salt stress. *Current Opinion in Microbiology*, 5(2): 208-210. [https://doi.org/10.1016/S1369-5274\(02\)00306-5](https://doi.org/10.1016/S1369-5274(02)00306-5)
- Sarmiento, R., Sepúlveda, M., Pavez, G., Valdés, J., Canto, A., Orellana, M. & Oliva, D. (2020).** Diet composition of an opportunistic predator from an upwelling area in the Southeastern Pacific. *Austral Ecology*, 45(8): 1145-1155.
- Schoener, T. (1974).** Resource partitioning in ecological communities: research on how similar species divide resources helps reveal the natural regulation of species diversity. *Science*, 185(4145): 27-39. DOI:10.1126/science.185.4145.27

- Sepúlveda, M. & Oliva, D. (2005).** Interactions between South American sea lions *Otaria flavescens* (Shaw) and salmon farms in southern Chile. *Aquaculture Research*, 36(11): 1062-1068. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2005.01320.x>
- Sepúlveda, M., Oliva, D., Urra, A., Pérez-Álvarez, M., Moraga, R., Schrader, D., Inostroza, P., Melo, A., Díaz, H. & Sielfeld, W. (2011).** Distribution and abundance of the South American sea lion *Otaria flavescens* (Carnivora: Otariidae) along the central coast off Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 84(1): 97-106. <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2011000100007>
- Sepúlveda, M., Newsome, S., Pavez, G., Oliva, D., Costa, D. & Hückstädt, L. (2015).** Using satellite tracking and isotopic information to characterize the impact of South American sea lions on salmonid aquaculture in southern Chile. *PloS One*, 10(8): e0134926. DOI: 10.1371/journal.pone.0134926
- Sepúlveda, M., Neira, S., Oliva, D., Pavés, H., Pavez, G., Santos, M. & Sarmiento, R. (2016).** Rol ecológico del lobo marino común en el territorio y aguas jurisdiccionales chilenas. *PROYECTO F.I.P. No 2014 – 28*.
- Sepúlveda, M., Martínez, T., Oliva, D., Couve, P., Pavez, G., Navarro, C., Stehlik, M., Durán, R. & Luna-Jorquera, G. (2018).** Factors affecting the operational interaction between the South American sea lions and the artisan gillnet fishery in Chile. *Fisheries Research*, 201: 147-152. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2018.01.014>
- Sepúlveda, M., Szteren, D., Alfaro-Shigueto, J., Crespo, E., Durán, L., Guerrero, A., Mangel, J., Oliva, D., & Oliveira, L. (2023).** Sea lion and fur seal interactions with fisheries and aquaculture in South American waters: threats and management perspectives. *Mammal Review*, 53(2): 116–131. <https://doi.org/10.1111/mam.12311>

SERNAPESCA. (2001). Anuario estadístico de pesca 2001. *Servicio Nacional de Pesca*, 140 pp.

SERNAPESCA. (2002). Anuario estadístico de pesca 2002. *Servicio Nacional de Pesca*, 149 pp.

SERNAPESCA. (2011). Anuario estadístico de pesca y acuicultura 2011. *Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura*, 240 pp.

SERNAPESCA. (2015). Anuario Estadístico de Pesca y Acuicultura. Chile, desembarque total por región, 2015. [Archivo EXCEL].
https://www.sernapesca.cl/app/uploads/2023/11/2015_desembarque_total_region_1.xls

SERNAPESCA. (2019). Anuario Estadístico de Pesca y Acuicultura. Chile, desembarque total por especie y región, 2019. [Archivo EXCEL].
https://www.sernapesca.cl/app/uploads/2023/09/2019_0302_desembarque_total_por_region.xlsx

SERNAPESCA. (2020). Anuario Estadístico de Pesca y Acuicultura. Chile, desembarque total por especie y región, 2020. [Archivo EXCEL].
https://www.sernapesca.cl/app/uploads/2023/09/2020_0302_desembarque_total_por_region.xlsx

SERNAPESCA. (2024). Caleta en línea. [en línea].
<https://caletaenlinea.sernapesca.cl/#/region/6/Valpara%C3%ADso>

Sielfeld, W., Guerra, C., Duran, R., Acuña, E., Aguayo, A., Sepúlveda, M., Palma, F., Malinarich, A., Cerda, G., Bolvarán, A., Grau, R., Veloso, X., Guerra, Y., Vargas, M., Amado, N., Peredo, R. & Galaz, J. (1997). Monitoreo de la pesquería y censo del

lobo marino común en el litoral de la I-IV Regiones. *Fondo de Investigación Pesquera, Proyecto FIP 95-28*: 1-105.

Sielfeld, W. (1999). Estado del conocimiento sobre conservación y preservación de *Otaria flavescens* (Shaw, 1800) y *Arctocephalus australis* (Zimmermann, 1783) en las costas de Chile. *Estudios Oceanológicos*, 18: 81-96.

Sielfeld, W., Barraza, J. & Amado, N. (2018). Patrones locales de alimentación del león marino sudamericano *Otaria byronia*: el caso de Punta Patache, Norte de Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 53(3): 307-319.
<https://dx.doi.org/10.22370/rbmo.2018.53.3.1356>

Sprague, M., Dick, J. & Tocher, D. (2016). Impact of sustainable feed on omega-3 long-chain fatty acid levels in farmed Atlantic salmon, 2006-2015. *Scientific Reports*, 6(1):21892.
<https://doi.org/10.1038/srep21892>

Stephens, D. & Krebs, J. (1986). *Foraging Theory*. Princeton University Press.

SUBPESCA. (2016). Estado de las principales pesquerías chilenas, año 2015. Subsecretaría de pesca y acuicultura, Gobierno de Chile, 93 pp. [en línea].
https://www.subpesca.cl/portal/618/articles-92703_recurso_1.pdf

SUBPESCA. (2020). Estado de las principales pesquerías chilenas, año 2019. Subsecretaría de pesca y acuicultura, Gobierno de Chile, 113 pp. [en línea].
https://www.subpesca.cl/portal/618/articles-107314_recurso_1.pdf

SUBPESCA. (2021). Estado de las principales pesquerías chilenas, año 2020. Subsecretaría de pesca y acuicultura, Gobierno de Chile, 116 pp. [en línea].
https://www.subpesca.cl/portal/618/articles-110503_recurso_1.pdf

- Swan, G., Silva-Rodríguez, E., Osman, L. & Jaramillo, E. (2020).** Pinniped predation of birds: a cause for conservation concern?. *The Condor: Ornithological Applications*, 122(2): 1-7. <https://doi.org/10.1093/condor/duz068>
- Tapella, F., Lovrich, G., Romero, M. & Thatje, S. (2002).** Reproductive biology of the crab *Munida subrugosa* (Decapoda: Anomura: Galatheidae) in the Beagle Channel, Argentina. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 82(4): 589–595. <https://doi.org/10.1017/S0025315402005921>
- Trites, A. (2003).** Food webs in the ocean: who eats whom and how much?. In Sinclair, M. & Valdimarsson G. (Eds.), *Responsible Fisheries in the Marine Ecosystem* (pp. 125-143). FAO, Rome.
- Wickens, P. (1995).** *A review of operational interactions between pinnipeds and fisheries*. FAO Fisheries Technical Paper (No. 346), FAO, Rome.

9. ANEXOS

Anexo 1. Detalle de los desembarques (ton) artesanales e industriales regionales de los sitios de estudio durante los años de colección de muestras (2015-2020).

Tabla 10. Detalle de los desembarques (ton) artesanales e industriales en las regiones de Tarapacá (I), Antofagasta (II) y Los Lagos (X) en el año 2015.

Nombre Científico	Nombre común	I	II	X
<i>Leptonotus blainvillianus</i>	Agujilla	2225	1107	-
<i>Xiphias gladius</i>	Albacora o Pez Espada	336	713	-
<i>Engraulis ringens</i>	Anchoveta	256480	73443	643
<i>Hemilutjanus macrophthalmos</i>	Apañado	-	10	-
<i>Thunnus albacares</i>	Atún Aleta Amarilla	1	2	-
<i>Prionace glauca</i>	Azulejo	100	11	-
<i>Normanichthys crockeri</i>	Bacaladillo o Mote	1	-	29
<i>Dissostichus eleginoides</i>	Bacalao de Profundidad	52	13	638
<i>Prolatilus jugularis</i>	Blanquillo	-	2	-
<i>Sarda chiliensis</i>	Bonito	8	30	-
<i>Cheilodactylus variegatus</i>	Breca o Bilagay	1	3	-
<i>Scomber japonicus</i>	Caballa	5553	3031	-
<i>Isacia conceptionis</i>	Cabinza	3	10	-
<i>Paralabrax humeralis</i>	Cabrilla Común	3	55	-
<i>Sebastes capensis</i>	Cabrilla Española	-	1	-
<i>Seriolella caerulea</i>	Cojinoba del Sur o Azul	-	-	3
<i>Seriolella violacea</i>	Cojinoba del Norte	12	65	-
<i>Genypterus chilensis</i>	Congrio Colorado	-	80	26
<i>Genypterus blacodes</i>	Congrio Dorado	-	-	382
<i>Genypterus maculatus</i>	Congrio Negro	3	6	-
<i>Cilus gilberti</i>	Corvina	-	7	40
<i>Trachurus murphyi</i>	Jurel	18461	15226	27
<i>Mujil cephalus</i>	Lisa	-	1	-
<i>Tetrapturus angustirostris</i>	Marlin	34	12	-

<i>Kajikia audax</i>	Marlin Rayado	3	-	-
<i>Macruronus magellanicus</i>	Merluza de cola	-	-	37
<i>Merluccius australis</i>	Merluza del Sur o Austral	-	-	6292
<i>Stromateus stellatus</i>	Pampanito	-	-	18
<i>Callorhynchus callorhynchus</i>	Pejegallo	-	-	157
<i>Semicossyphus darwini</i>	Pejeperro	2	2	-
<i>Odontesthes regia</i>	Pejerrey de Mar	2	17	263
<i>Alopias vulpinus</i>	Pejezorro	4	1	-
<i>Lampris guttatus</i>	Pez Sol	-	1	-
<i>Brama australis</i>	Reineta	-	-	10811
<i>Eleginops maclovinus</i>	Róballo	-	-	25
<i>Pinguipes chilensis</i>	Rollizo	1	4	3
<i>Salmo salar</i>	Salmón del Atlántico	-	-	242611
<i>Oncorhynchus kisutch</i>	Salmón Plateado o Coho	-	-	120638
<i>Sprattus fuegensis</i>	Sardina Austral	-	-	23643
<i>Strangomera bentincki</i>	Sardina Común	-	2	1184
<i>Sardinops sagax</i>	Sardina Española	-	340	-
<i>Anisotremus scapularis</i>	Sargo	2	1	-
<i>Thyrsites atun</i>	Sierra	-	-	111
<i>Isurus oxyrinchus</i>	Tiburón o Marrajo Dentado	86	40	-
<i>Lamna nasus</i>	Tiburón Sardinero	-	1	-
<i>Mustelus mento</i>	Tollo	-	4	1
<i>Squalus acanthias</i>	Tollo de Cachos	-	-	1
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Trucha Arcoíris	-	-	48994
<i>Scophthalmus maximus</i>	Turbot	-	-	4
<i>Seriola lalandi</i>	Vidriola, Palometa, Dorado o Toremo	136	99	-
<i>Loligo gahi</i>	Calamar	-	-	1
<i>Dosiducus gigas</i>	Jibia o Calamar Rojo	49	48	-
<i>Octopus mimus</i>	Pulpo del Norte	371	741	-
<i>Enteroctopus megalocyathus</i>	Pulpo del Sur	-	-	700
<i>Lithodes santolla</i>	Centolla	-	-	1360
<i>Lithodes spp.</i>	Centolla del Norte	-	-	2

<i>Paralomis granulosa</i>	Centollón	-	1	-
<i>Cancer porteri</i>	Jaiba Limón	-	-	3
<i>Cancer edwardsi</i>	Jaiba Marmola	-	-	2788
<i>Homalaspis plana</i>	Jaiba Mora	-	-	5
<i>Taliepus dentatus</i>	Jaiba Panchote o Cangrejo	5	-	4
<i>Taliepus marginatus</i>	Jaiba Patuda	-	1	-
<i>Romaleon setosum</i>	Jaiba Peluda o Pachona	57	78	100
<i>Projasus bahamondei</i>	Langosta enana	-	1	-
<i>Pleuroncodes</i> sp.	Langostino enano	523	66	123
TOTAL (ton):		284514	95276	461667

Tabla 12. Detalle de los desembarques (ton) artesanales e industriales en las regiones de Atacama (III), Ñuble (XVI) y Bio-bío (VIII) en el año 2019.

Nombre Científico	Nombre común	III	XVI	VIII
<i>Xiphias gladius</i>	Albacora o Pez Espada	930	-	2541
<i>Engraulis ringens</i>	Anchoqueta	37800	-	147009
<i>Hemilutjanus macrophthalmos</i>	Apañado	2	-	-
<i>Thunnus albacares</i>	Atún Aleta Amarilla	1	-	2
<i>Thunnus alalunga</i>	Atún Aleta Larga	-	-	6
<i>Gaterochisma melampus</i>	Atún Chauchera	-	-	16
<i>Normanichthys crockery</i>	Bacaladillo o Mote	-	-	8518
<i>Dissostichus eginoides</i>	Bacalao de Profundidad	63	-	248
<i>Ameiurus melas</i>	Bagre	-	-	1
<i>Prolatilus jugularis</i>	Blanquillo	-	-	9
<i>Sarda chiliensis</i>	Bonito	1	-	-
<i>Scomber japonicus</i>	Caballa	3468	-	763
<i>Paralabrax humeralis</i>	Cabrilla Común	-	-	5
<i>Paralabrax humeralis</i>	Cabrilla Española	2	-	-
<i>Serirolella violacea</i>	Cojinoba del Norte	3	-	2
<i>Serirolella caerulea</i>	Cojinoba del Sur	-	-	6

<i>Genypterus chilensis</i>	Congrio Colorado	55	-	61
<i>Genypterus blacodes</i>	Congrio Dorado	-	-	72
<i>Genypterus maculatus</i>	Congrio Negro	-	-	10
<i>Bassanago albescens</i>	Congrio Plateado	-	-	1
<i>Cilus gilberti</i>	Corvina	6	3	230
<i>Cubiceps</i> spp.	Cubiceps	-	-	1
<i>Coryphaena hippurus</i>	Dorado de Altura	11	-	-
<i>Aplodactylus punctatus</i>	Jerguilla	-	-	1
<i>Trachurus murphyi</i>	Jurel	5343	-	13766
<i>Paralichthys</i> spp.	Lenguado	-	-	1
<i>Mujil cephalus</i>	Lisa	-	-	3
<i>Ethmidium maculatum</i>	Machuelo o Tritre	40	-	3748
<i>Tetrapturus angustirostris</i>	Marlin	3	-	-
<i>Kajikia audax</i>	Marlin Rayado	1	-	-
<i>Merluccius gayi gayi</i>	Merluza común	-	44	1899
<i>Stromateus stellatus</i>	Pampanito	-	-	2978
<i>Odontesthes regia</i>	Pejerrey de Mar	-	-	160
<i>Alopias vulpinus</i>	Pejezorro	20	-	1
<i>Lampris guttatus</i>	Pez Sol	15	-	10
<i>Zearaja chilensis</i>	Raya Volantín	-	-	5
<i>Brama australis</i>	Reineta	-	12	33564
<i>Eleginops maclovinus</i>	Róbalo	-	-	4
<i>Pinguipes chilensis</i>	Rollizo	2	-	-
<i>Strangomera bentincki</i>	Sardina Común	-	-	252400
<i>Sardinops sagax</i>	Sardina Española	549	-	-
<i>Thyrsites atun</i>	Sierra	-	83	695
<i>Hexanchus griseus</i>	Tiburón Fume, Gris o Gata de Mar	-	-	4
<i>Isurus oxyrinchus</i>	Tiburón o Marrajo Dentado	16	-	69
<i>Lamna nasus</i>	Tiburón Sardinero	1	-	96
<i>Seriola lalandi</i>	Vidriola, Palometa, Dorado o Toremo	96	-	-
<i>Graus nigra</i>	Vieja o Mulata	2	-	-

<i>Dosiducus gigas</i>	Jibia o Calamar Rojo	676	9	3503
<i>Octopus mimus</i>	Pulpo del Norte	675	-	-
<i>Rhynchocinetes typus</i>	Camarón de Roca	-	-	1
<i>Cancer porteri</i>	Jaiba Limón	-	63	1069
<i>Cancer edwardsi</i>	Jaiba Marmola	1	1	48
<i>Homalaspis plana</i>	Jaiba Mora	1	-	41
<i>Mursia gaudichaudi</i>	Jaiba Paco	-	-	1
<i>Taliepus dentatus</i>	Jaiba Panchote o Cangrejo	-	-	3
<i>Taliepus marginatus</i>	Jaiba Patuda	-	-	53
<i>Romaleon setosum</i>	Jaiba Peluda o Panchona	29	-	92
<i>Cancer coronatus</i>	Jaiba Reina	-	-	84
<i>Ovalipes trimaculatus</i>	Jaiba Remadora	-	69	14
<i>Cervimunida johni</i>	Langostino Amarillo	-	-	102
<i>Pleuroncodes monodon</i>	Langostino Colorado	-	-	638
TOTAL (ton):		49812	284	474554

Tabla 13. Detalle de los desembarques (ton) artesanales e industriales en las regiones de Valparaíso (V) y Aysén (XI) en el año 2020.

Nombre Científico	Nombre Común	V	XI
<i>Xiphias gladius</i>	Albacora o Pez Espada	138	-
<i>Engraulis ringens</i>	Anchoveta	277	-
<i>Eptatretus polytrema</i>	Anguila Babosa	83	-
<i>Thunnus albacares</i>	Atún Aleta Amarilla	17	-
<i>Allothunnus fallai</i>	Atún Lanzon	-	1
<i>Dissostichus eleginoides</i>	Bacalao de Profundidad	27	-
<i>Prolatilus jugularis</i>	Blanquillo	7	-
<i>Cheilodactylus variegatus</i>	Breca o Bilagay	2	-
<i>Scomber japonicus</i>	Caballa	93	-
<i>Isacia conceptionis</i>	Cabinza	1	-
<i>Paralabrax humeralis</i>	Cabrilla Común	24	-

<i>Sebastes capensis</i>	Cabrilla Española	12	-
<i>Helicolenus lengerichi</i>	Chancharro	-	4
<i>Seriolella violacea</i>	Cojinoba del Norte	7	-
<i>Seriolella caerulea</i>	Cojinoba del Sur o Azul	-	29
<i>Seriolella punctata</i>	Cojinoba Moteada	-	628
<i>Genypterus blacodes</i>	Congrio Dorado	-	314
<i>Genypterus chilensis</i>	Congrio Colorado	44	-
<i>Genypterus maculatus</i>	Congrio Negro	75	-
<i>Cilus gilberti</i>	Corvina	14	-
<i>Aplodactylus punctatus</i>	Jerguilla	2	-
<i>Trachurus murphyi</i>	Jurel	556	1
<i>Paralichthys</i> spp.	Lenguado	2	-
<i>Paralichthys microps</i>	Lenguado de Ojos Chicos	1	-
<i>Hippoglossina macrops</i>	Lenguado de Ojos Grandes	12	-
<i>Mujil cephalus</i>	Lisa	12	-
<i>Ethmidium maculatum</i>	Machuelo o Tritre	144	-
<i>Merluccius gayi gayi</i>	Merluza Común	6055	-
<i>Macruronus magellanicus</i>	Merluza de Cola	-	5693
<i>Micromesistius australis</i>	Merluza de Tres Aletas	-	181
<i>Merluccius australis</i>	Merluza del Sur o Austral	-	5017
<i>Callorhynchus callorhynchus</i>	Pejegallo	58	-
<i>Odontesthes regia</i>	Pejerrey de Mar	-	5
<i>Menticirrhus ophicephalus</i>	Pichibueno	9	-
<i>Dipturus trachyderma</i>	Raya Espinosa	5	3
<i>Zearaja chilensis</i>	Raya Volantín	17	34
<i>Brama australis</i>	Reineta	9	3712
<i>Eleginops maclovinus</i>	Róbalo	-	21
<i>Pinguipes chilensis</i>	Rollizo	1	-
<i>Salmo salar</i>	Salmón del Atlántico	-	376615
<i>Oncorhynchus kisutch</i>	Salmón Plateado o Coho	-	51748
<i>Sprattus fuegensis</i>	Sardina Austral	-	2675
<i>Strangomera bentincki</i>	Sardina Común	421	-

<i>Thyrsites atun</i>	Sierra	115	1
<i>Isurus oxyrinchus</i>	Tiburón o Marrajo Dentado	10	-
<i>Lamna nasus</i>	Tiburón Sardinero	2	-
<i>Mustelus mento</i>	Tollo	2	-
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Trucha Arcoiris	-	256
<i>Seriola lalandi</i>	Vidriola, Palometa, Dorado o Toremó	148	-
<i>Graus nigra</i>	Vieja o Mulata	2	-
<i>Dosiducus gigas</i>	Jibia o Calamar Rojo	7916	39
<i>Enteroctopus megalocyathus</i>	Pulpo del Sur	-	1
<i>Heterocarpus reedi</i>	Camarón Nailon	2525	-
<i>Lithodes santolla</i>	Centolla	-	104
<i>Paralomis granulosa</i>	Centollón	-	8
<i>Haliporoides diomedea</i>	Gamba	6	-
<i>Cancer porteri</i>	Jaiba Limón	242	-
<i>Cancer edwardsi</i>	Jaiba Marmola	-	806
<i>Homalaspis plana</i>	Jaiba Mora	26	-
<i>Mursia gaudichaudi</i>	Jaiba Paco	3	-
<i>Taliepus marginatus</i>	Jaiba Patuda	1	-
<i>Romaleon setosum</i>	Jaiba Peluda o Pachona	6	-
<i>Cervimunida johi</i>	Langostino Amarillo	1233	-
<i>Pleuroncodes monodon</i>	Langostino Colorado	1276	-
TOTAL (ton):		21938	447896