

ARTÍCULO

Patrones locales de alimentación del león marino sudamericano *Otaria byronia*: el caso de Punta Patache, Norte de Chile

Local feeding patterns of the South American sea lion *Otaria byronia*: case of Punta Patache, Northern Chile

Walter Sielfeld^{1*}, Jorge Barraza² y Nelson Amado^{3**}

¹Vicerrectoría de Investigación, Innovación y Postgrado, Universidad Arturo Prat, Casilla 121, Iquique, Chile.*walter.sielfeld.kowald@gmail.com

²Departamento de Ciencias del Mar, Universidad Arturo Prat, Casilla 121, Iquique, Chile

³Departamento Recursos Naturales, Corporación Nacional Forestal II Región, Antofagasta, Chile.**namado@conaf.cl

Abstract.- Food habits of the South American sea lion (*Otaria byronia*) (SASL) in the upwelling zone of Northern Chile were studied by means of scat analyses. The scat samples (n= 183) were collected at Punta Patache, south of Iquique (20°48'63"S) during two El Niño periods (1997/98 and 2009/10). A total of 10 pelagic neritic prey species were identified (including 4 fishes, 2 cephalopods and 3 crustaceans). The most important species in terms of abundance and frequency were anchovy (*Engraulis ringens*) (7.4%), prawn (*Pleuroncodes monodon*) (83.0%) and squid (*Loligo gahi*) (6.9%). In terms of biomass consumption, the most important items were squid (35.7%) and prawn (21.9%). In terms of energy inputs to the diet the most important were prawn (19.9-32.7%) and squid (24.9-40.5%), lipids contribution of anchovy (31.8-36.4%) and squid (20.9-41.0%), and prawn protein (22.5-29.9%). The comparison with results of previous studies under neutral/cold ENSO conditions (1996 and 2015) showed greater anchovy consumption (82.8% and 23.3-48.4%, respectively). On this basis it is concluded that in front of lack of anchovy during ENSO events, the SASL would adjust its diet to other resources, situation that determines a 'nutritional stress' derived from an inadequate nutrition, whose consequences are growth reduction, low birth rates, diseases, malnutrition and in many cases death, as has been reported for the strong ENSO 1982/83 and 1997/98.

Key words: Scat analyses, feeding pattern, *Otaria byronia*, Northern Chile

Resumen.- Mediante análisis de fecas se estudiaron los hábitos alimentarios del león marino sudamericano (*Otaria byronia*) (LMS) en Punta Patache, norte de Chile durante 2 periodos El Niño (1997/98 y 2009/10). Las muestras fecales (n= 183) fueron colectadas en la lobera de Punta Patache, sur de Iquique (20°48'63"S). Se identificaron 10 especies de presas neríticas (incluyendo 4 peces, 2 cefalópodos y 3 crustáceos). Los más importantes para el conjunto de ambos periodos fueron en términos de abundancia la anchoveta (*Engraulis ringens*) (7,4%), el langostino (*Pleuroncodes monodon*) (83,0%) y el calamar (*Loligo gahi*) (6,9%). En términos de biomasa consumida destacaron el calamar (35,7%) y el langostino (21,9%). En términos de aportes energéticos a la dieta, los más importantes fueron el langostino (19,9-32,7%) y el calamar (24,9-40,5%), en lípidos la anchoveta (31,8-36,4%) y en proteína el calamar (20,9-41,0%) y el langostino (22,5-29,9%). La comparación con resultados de estudios anteriores bajo condiciones ENOS neutrales/frías (1996 y 2015) destaca mayor consumo de anchoveta (82,8% y 23,3-48,4%, respectivamente). Sobre esta base se concluye que frente a la falta de anchoveta durante el desarrollo de eventos ENOS, el LMS ajustaría su dieta a otros recursos, situación que determina un 'estrés nutricional' derivado de una nutrición inadecuada, cuyas consecuencias son reducción del crecimiento, bajas en la tasa de natalidad, enfermedades, desnutrición y en muchos casos muerte, tal como se ha reportado para los ENOS fuertes 1982/83 y 1997/98.

Palabras clave: Análisis fecal, patrón de alimentación, *Otaria byronia*, norte de Chile

INTRODUCCIÓN

El león marino sudamericano *Otaria byronia* (de Blainville, 1820) [sin. *O. flavescens* (Shaw, 1800)] (LMS), es el mamífero marino más abundante en el litoral del sector sur de Sudamérica (Cappozzo 2002). Por el Pacífico, se distribuye desde el norte de Perú (Ximénez 1976, Sielfeld *et al.* 1978, Vaz Ferreira 1982, Sielfeld 1983, Tovar & Fuentes 1984, Crespo *et al.* 2012, Oliva *et al.* 2012, Oliveira *et al.* 2012), con registro de ejemplares solitarios tan al norte como Ecuador (Félix *et al.* 1994) y Colombia (Capella *et al.* 2002). Por el Atlántico se distribuye desde el sur de

Argentina y hasta el sur de Brasil (29°20'S) (Sanfelice *et al.* 1999, Pavanato *et al.* 2013) y en forma aislada tan al norte como Río de Janeiro (Vaz-Ferreira 1982, Pinedo 1990, Rosas *et al.* 1993). También es posible registrar esta especie en las Islas Falkland (Crespo *et al.* 2012, Baylis *et al.* 2015).

Gran parte de las investigaciones en torno al LMS han estado centradas en su comportamiento social, biología reproductiva y dinámica poblacional (Aguayo & Maturana 1973, Vaz Ferreira 1975, 1982; Araya *et al.* 1986, Campagna & Le Beouf 1988, Guerra *et al.* 1987, Cappozzo *et al.* 1991, Crespo & Pedraza 1991, Schiavini *et al.* 2004, Bartheld *et*

al. 2008, Túnez *et al.* 2008, Sepúlveda *et al.* 2011, 2012; Contreras *et al.* 2014), comportamiento de buceo (Werner & Campagna 1995) y crecimiento (Rosas *et al.* 1993). Desde el punto de vista genético, Gehara (2009), Túnez *et al.* (2007) y Oliveira *et al.* (2017) concluyen que existiría una diferenciación significativa entre los leones marinos de la costa Atlántica y Pacífica, sugiriendo además un aislamiento prolongado y existencia de unidades evolutivamente significantes (UESs). En ese sentido, queda por analizar el papel de las loberas del extremo austral del continente en el flujo genético entre las unidades Pacífica y Atlántica (Cárdenas-Alayza *et al.* 2016). En la costa chilena en particular, Weinberger (2013) señala la existencia de dos conjuntos genéticos separados en torno a los 41°S, sugiriendo la existencia de dos subpoblaciones y/o unidades de manejo.

En cuanto a su alimentación, la dieta del LMS se compone de peces, calamares, crustáceos y ocasionalmente aves (George-Nascimento *et al.* 1985, Crespo *et al.* 1997, Sielfeld *et al.* 1997, Koen-Alonso *et al.* 2000, Hückstädt & Krautz 2004, Suarez *et al.* 2005, Cappozzo & Perrin 2009, Bustos *et al.* 2012, Muñoz *et al.* 2013, Cursach *et al.* 2014). Su dieta es altamente variable tanto temporal como espacialmente, capaz de adaptarse rápidamente a la abundancia local de presas (Cappozzo & Perrin 2009, Muñoz *et al.* 2013), con características tróficas de tipo generalista y oportunista, y con cambios registrados a distintas latitudes (Muñoz *et al.* 2013). En ese sentido, y salvo el reciente estudio de Sepúlveda *et al.* (2016), se ha generado poca información para entender el rol ecológico de la especie en el sistema de surgencia del norte de Chile, y especialmente su capacidad de adaptación temporal a los cambios de disponibilidad de sus presas, por ejemplo cuando se produce un evento tipo ENOS. Durante estos eventos, los peces epipelágicos como la anchoveta (*Engraulis ringens*), sardina española (*Sardinops sagax*), pejerrey (*Austromenidia regia*) y jurel (*Trachurus murphyi*), así como los peces costeros (sciaénidos) señalados por Sepúlveda *et al.* (2016) emigran y/o se distribuyen a mayores profundidades como respuesta a las altas temperaturas (Villavicencio & Muck 1985, Arntz & Tarazona 1990), por lo que desaparecen de la zona costera (Arntz 1986, Muck & Fuentes 1987). Por otro lado, se incrementan otras especies, como fue el caso del notorio aumento de la presencia de *Pleuroncodes monodon* después de El Niño 1997-98 (Gutiérrez *et al.* 2008).

La estimación de la composición de la dieta de los pinnípedos (otáridos, fócidos y odobénidos) puede ser realizado por observación directa (Bigg *et al.* 1990) y por la identificación de estructuras duras presentes en fecas y/o en contenidos estomacales e intestinales (*e.g.*, mandíbulas de cefalópodos, huesos de peces, exoesqueletos) (Laake *et al.* 2002, Arim & Naya 2003, Vega 2011). Hoy en día existen otros métodos que permiten analizar la composición de la dieta de un individuo, tales como los isótopos estables (Tieszen *et al.* 1983, Kurle & Worthy 2001) y los ácidos

grasos (Iverson *et al.* 1997). Aunque estos dos métodos presentan una serie de ventajas por sobre los denominados métodos tradicionales, tienen la gran desventaja de que no permiten diferenciar las distintas presas si es que estas tienen una firma isotópica o tipos de ácidos grasos muy similares. Es por ello que el análisis de partes duras en fecas y/o contenidos estomacales continúa siendo un método ampliamente utilizado para la identificación de las presas consumidas por un depredador.

Con el objetivo de contribuir al conocimiento del comportamiento trófico local del LMC y sus probables adaptaciones a cambios de oferta de presa durante periodos ENOS, se reportan los resultados de un estudio del contenido fecal del LMS de la colonia de Punta Patache, Norte de Chile (20°48'63"S), durante los eventos ENOS 97/98 y 09/10.

MATERIALES Y MÉTODOS

OBTENCIÓN Y TRATAMIENTO DE LAS MUESTRAS

Se colectaron 183 muestras fecales en la colonia de Punta Patache (20°48'63"S) (Fig. 1) entre noviembre 1997 y marzo 1998 (periodo ENOS 97/98), y entre agosto 2009 y enero 2010 (periodo ENOS 2009/10): Noviembre 1997 (n= 26), enero 1998 (n= 26), marzo 1998 (n= 26), agosto 2009 (n= 21), septiembre 2009 (n= 12), octubre 2009 (n= 18), noviembre 2009 (n= 21), diciembre 2009 (n= 19) y enero 2010 (n= 14).

Cada muestra fue almacenada individualmente en bolsa de papel, etiquetada y guardada a temperatura ambiente por 24 h, para su posterior limpieza y análisis (Muñoz-García 2017). Las estructuras duras fueron separadas mediante tamices (aberturas de malla 5 y 1 mm), bajo agua corriente y envases de decantación, clasificadas bajo microscopio estereoscópico y almacenadas en frascos con alcohol etílico al 75%. Finalmente, se separaron todas las estructuras duras encontradas de modo de obtener la mejor representación de cada unidad presa (García-Tello 1965, Pineda *et al.* 1996).

IDENTIFICACIÓN DE PRESAS

La metodología de identificación y las partes duras empleadas varió dependiendo del grupo taxonómico encontrado en cada feca. Es así que en los cefalópodos se utilizaron las mandíbulas para la identificación de especies, individuos y estimación de biomasa. La identificación se realizó por contraste con material de referencia y claves de Wolf (1982) (estructura de las mandíbulas) y Nesis (1987) (taxonomía en general). Para el caso de los crustáceos se consideraron cefalotórax, rostro, pinzas, patas ambulacrales y caparazón, utilizando las claves de Retamal (1981) y Guzmán (1999) para la identificación de especies. Finalmente, en el caso de los peces se contabilizaron vértebras y estructuras pares tales como cristalinos y/o otolitos. Para la identificación de especies se utilizaron las claves de Miranda-Brandt (1968), Leible & Miranda (1989)

y Garland & Araya (1990), que aportan claves para *sagittae* de peces chilenos. Los restos de huesos, incluyendo el esqueleto axial (vertebras) se identificaron por comparación con esqueletos de referencia de peces capturados en el área de estudio y mediante las claves osteológicas de Leible & Miranda (1989) y Falabella *et al.* (1995). Respecto de cristalinos, estos siempre estuvieron asociados a vertebras y/u otolitos de anchoveta, por lo que se les asignó a esa especie. Sin perjuicio de esto, se realizaron comparaciones con material de referencia capturado en el lugar para corroborar lo anterior. Las especies presa encontradas y su clasificación taxonómica se presentan en Tabla 1.

ESTIMACIÓN DEL NÚMERO, TALLA Y PESO DE LAS PRESAS

Para estimar el número de peces consumido por el animal se consideró el número mayor de estructuras pares del mismo tamaño (mayor número de otolitos *sagitta* de un lado (izq.

o der.), 50% de los cristalinos y/o individuos estimados a partir del número de vertebras), más elementos aislados de los mismos y claramente individualizables por tamaño y/o forma. En el caso particular de las vértebras de anchoveta (*isospondili*), se consideraron 58 piezas por individuo, según la relación de De Buen (1962) que señala entre 50 y 58 unidades por espécimen. Sobre ese valor se consideró más de un individuo consumido. En el caso de los cefalópodos se consideró el número de aparatos mandibulares (mandíbula superior y/o inferior) como registro individual, mientras que en crustáceos se consideró el número registrado de rostros, ojos y/o caparazón parcial o completo.

En cuanto a la talla de las presas, se tomó como medida de referencia la longitud total (L_t) en los peces, la longitud del rostro de la mandíbula superior de los calamares (L_M) y la longitud de cefalotórax en crustáceos (L_c). Para el caso particular de la anchoveta se utilizó la regresión $L_o/L_t = 2,515 - 0,0057 L_t$ ($r^2 = 0,37$) de Araya *et al.* (2008), sobre

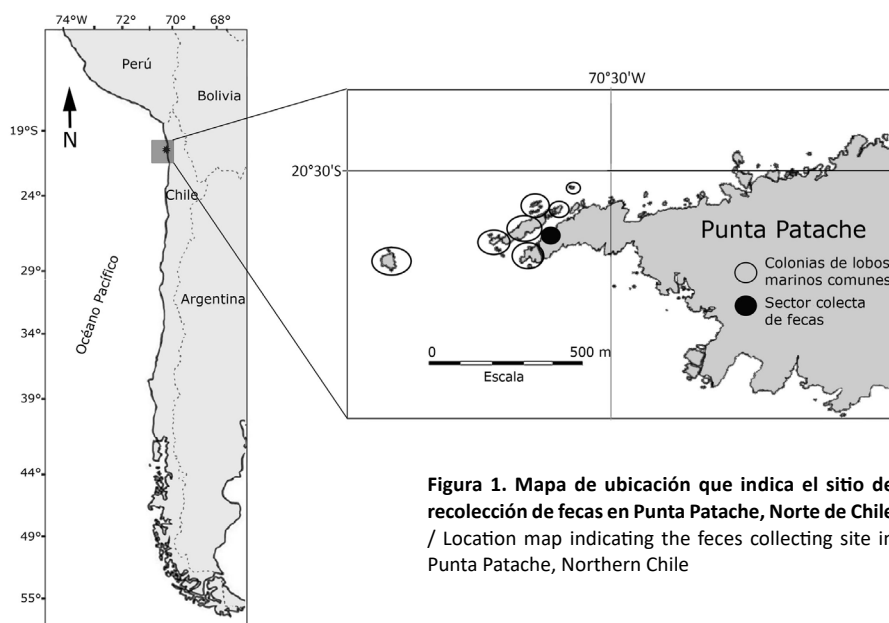


Figura 1. Mapa de ubicación que indica el sitio de recolección de fecas en Punta Patache, Norte de Chile / Location map indicating the feces collecting site in Punta Patache, Northern Chile

Tabla 1. Especies, ordenación taxonómica y estructuras anatómicas encontradas en las fecas del león marino sudamericano / Species, taxonomical arrangement and anatomical structures found in the feces of the South American sea lion

Orden	Familia	Especie	Estructuras anatómicas encontradas
Crustacea	Galatheididae	<i>Pleuroncodes monodon</i> (Milne Edwards, 1837)	rostros, tenazas y patas
	Porcellanidae	<i>Petrolisthes desmaresti</i> (Guerin, 1835)	patas, corona
	Alpheidae	<i>Alpheus</i> sp.	patas, cefalotórax
	Portunidae	<i>Ovalipes trimaculatus</i> (De Haan, 1833)	patas, corona
Cephalopoda	Teuthidae	<i>Loligo gahi</i> Orbigny, 1835	mandíbulas
	Octopodidae	<i>Octopus mimus</i> Gould, 1852	mandíbulas
Pisces	Engraulidae	<i>Engraulis ringens</i> Jenyns, 1842	vértebras, otolitos, cristalinos
	Carangidae	<i>Trachurus murphyi</i> Nichols, 1920	vértebras, otolitos
	Paralichthyidae	<i>Paralichthys adpersus</i> (Steindachner, 1867)	vértebras, otolitos, huesos
	Fam. indet.	sp indet.	otolitos y cristalinos degradados; vértebras

cuya base se calculó la L_r de presa a partir de la longitud de los otolitos (L_o) encontrados en el material fecal. Se utilizaron únicamente otolitos con grados incipientes de desgaste y que permitían apreciar al menos parcialmente su *antirostrum*, *parerostrum*, *excisura major*, *excisura minor* (n= 31). En tanto, para la estimación de peso total (Pt) de esta especie se aplicó la regresión $Pt = 0,0078 L_r^{2,9328}$ de Araya *et al.* (2008) a las longitudes totales estimadas para las presas mediante la longitud de los otolitos. Se estimó un peso promedio de anchoveta de 17,52 g (ds= 3,341).

En el caso de peces de talla mayor y tal como ya ha sido señalado anteriormente por Pitcher (1980), Riemer & Brown (1997) y Browne *et al.* (2002) para otras especies de otáridos y fócidos, es muy probable que el LMS ingiera solo parcialmente estas presas, lo que explicaría la ausencia de otolitos. La presencia de *Paralichthys adspersus* (n= 2) y *Trachurus murphyi* (n= 5) fue inferida a partir de vertebras. El ítem ‘otros peces’ correspondió a estructuras muy fragmentadas y no identificables a nivel de especie y talla (partes de costillas, vertebras, cristalinos, fragmentos de otolitos, etc.). En este caso se utilizó para su aplicación en el método gravimétrico (%G), un estimado general de 200 g/presa, que engloba las tallas más frecuentes de las especies que se registran en el sector (*Acanthisthius pictus*, *Hemilutjanus macrophthalmus*, *Paralabrax humeralis*, *Graus nigra*, *Girella laevisfrons*, *Sebastes capensis*, *Cheilodactylus variegatus*, *Labriosomus philippi*, *Auchenionchus microcirrhis*) (Berrios & Vargas 2000, Cisternas & Sielfeld 2008).

Para el caso del langostino, la estimación de la longitud cefalotorácica (estructura por lo general deteriorada por la digestión) se realizó a partir de la longitud de los rostros encontrados en el contenido fecal. Para este efecto se estudió una muestra de referencia (n= 80) de langostinos capturados en el área de estudio, con un peso promedio de 4,66 g (ds= 1,265) por individuos, sobre cuya base se obtuvo la regresión lineal $L_c = 0,315 L_r - 1,633$ ($r^2 = 0,549$) ($L_r = 1$ rostro; $L_c = 1$ cefalotórax) y a partir de la cual se estimó la L_c a partir de los rostros no deteriorados (n= 54) obtenidos de las fecas.

En el caso de los cefalópodos, se midió el largo del rostro de la mandíbula superior de cada pico no deteriorado de la muestra (n= 25), medido desde el ángulo rostral al extremo rostral según García-Tello (1965). Estas medidas se utilizaron para establecer luego el peso de los individuos contenidos en las fecas. Todas las mediciones se realizaron con pie de metro de 0,1 mm de precisión. En calamares en particular, el peso se estimó a partir de la regresión $Pt = 11,744 \times LR_s^{2,918}$ de Pineda *et al.* (1996), donde: Pt= peso total (g); LRs= Largo rostral mandíbula superior (mm). Se estimó un peso promedio de 91,59 g (ds= 58,335). En tanto, para la población chileno-peruana de *Octopus mimus* no existen datos morfométricos que relacionen el aparato mandibular con el peso, por lo que para los ocho individuos registrados en el estudio se consideró un peso promedio de 550 g, valor que correspondió a la talla de extracción comercial más frecuente en torno al sector de estudio según Cortez *et al.* (1998).

En los casos puntuales de *Petrolisthes desmaresti* (n= 1), *Ovalipes trimaculatus* (n= 2), *Alpheus* sp. (n= 1) el peso fue asignado por comparación directa con individuos adultos de las mismas especies y tamaño similar con 2 g, 60 g y 2 g, respectivamente.

CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DE LAS PRESAS

Se evaluó la contribución de nutrientes (energía, lípidos, proteínas) por parte de los ítems presa más relevantes en términos de biomasa sobre la base de las características nutricionales de especies hidrobiológicas del Perú que han señalado IMARPE & ITP (1996), FUNIBER (2016), y la composición de alimentos chilenos informados por Schmidt-Hebbel *et al.* (1992). En el caso particular del ítem “peces perciformes litorales” no determinables, se utilizaron como valores de referencia aquellos indicados por Schmidt-Hebbel *et al.* (*op. cit.*) para sciaénidos (corvinas y corvinillas). La composición energética (Kcal) y química (g) de 100 g de biomasa de los ítems presa principales se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2. Composición energética y química (x 100 g de biomasa) de las principales especies presa consumidas por el león marino sudamericano en Punta Patache / Chemical and energy composition (x 100 g biomass) of the main prey species consumed by the South American sea lion at Punta Patache

Ítem	Calamar	Pulpo	Langostino	Anchoveta	Jurel	Lenguado	Roncador
Calorías (kcal)	80,4	89,8	110	185	128	90	93
Lípidos (g)	1,40	1,4	0,80	8,20	3,8	0,4	0,5
Proteínas (g)	16,25	17,9	24,30	19,0	21,9	18,9	18,2

kcal= kilocalorías; g= gramos

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los datos sobre abundancia de presas (n), biomasa estimada (g) y los porcentajes correspondientes, fueron ordenados por mes para ambos periodos de estudio: 1997/98 (Nov 97, Ene 98 y Mar 98) y 2009/10 (Ago, Sep, Oct, Nov, Dic 09 y Ene 10).

Para evaluar la existencia de diferencias estadísticamente significativa en las composiciones porcentuales de los ítems principales (*P.m.*, *L.g.* y *E.r.*) se utilizó el test no paramétrico de Mann-Whitney (Zar 1996), con un valor de significancia de $P < 0,05$. Los análisis fueron realizados usando el programa Past 3 (Hammer *et al.* 2001).

Para evaluar la importancia de los ítems alimenticios en la dieta del LMS se utilizaron los siguientes criterios de análisis aplicados al estudio de pinnípedos (ver Majluf 1984):

a) Composición numérica (%N): es la representación porcentual de una presa (especie) dentro del total de presas (todas las especies), expresado de acuerdo a la ecuación: $N = (ni / Nt) \times 100$, en donde *ni* = número individuos del *i*-ésimo taxón, y *Nt*= total de individuos de los taxa en las fecas analizadas.

b) Frecuencia de ocurrencia (%FO): es la representación porcentual de las ocasiones de aparición de una presa determinada dentro del total de muestras analizadas y se expresa con la ecuación $FO = (n/Nf) \times 100$, en donde *n*= número de fecas que presenta el *i*-ésimo taxón, *Nf*= número de fecas analizadas.

c) Composición gravimétrica (%G): consiste en el peso de cada ítem presa por muestra, expresado porcentualmente respecto del total.

Para la determinación de la importancia de cada ítem presa se utilizó:

a) Índice de Importancia relativa (IR) de cada ítem presa que es el producto $IR = \%N \times \%FO$, que permite estimar el

alimento preferencial (Holden & Raitt 1974, Balbontín *et al.* 1997, Vargas *et al.* 1999b), donde: %N corresponde a abundancia numérica.

Para los efectos de comparación los valores obtenidos se expresan como $IR_j \% = IR_j / \sum IR \times 100$ para cada categoría de alimento. Las presas se clasificaron en orden decreciente de acuerdo a su contribución al IR% acumulado.

b) Índice de Alimento Principal (MFI) que permite estimar el alimento principal ($MFI = (\sqrt{(N\% + F\%) \times (G\% / 2)})$). Los valores MFI obtenidos se expresan como $MFI_j \% = MFI_j / \sum MFI \times 100$ para cada categoría de alimento. Las presas se clasificaron en orden decreciente de acuerdo a su contribución al MFI% acumulado, que considera cuatro categorías: ítem esencial (MFI > 75%); principal (> 51% MFI < 75%); secundario (> 26% MFI < 50%) y accesorio (MFI < 26%) (Zander 1982).

RESULTADOS

COMPOSICIÓN DE LA DIETA DEL LOBO MARINO COMÚN

Se identificaron 4 especies de crustáceos (2 Anomura, 1 Brachyura y 1 Macrura), 2 especies de cefalópodos (1 calamar y 1 pulpo), 3 especies de peces (anchoveta, jurel y lenguado) y otros peces determinados como Perciformes (Fam. y sp. no identificables) (Tabla 1). La ingesta indicó depredación sobre individuos de *E. ringens* de $17,5 \pm 3,3$ g (12,2 - 23,2 g), *L. gahi* de $91,6 \pm 58,3$ g (11,7 - 213,1 g) y *P. monodon* de $4,7 \pm 1,3$ g (1,2 - 7,8 g) (Tabla 3). De las 183 muestras fecales estudiadas, los peces estuvieron representados por el 9,82% de las presas totales, los crustáceos el 83,11% y los cefalópodos el 7,08% (Tabla 4).

Para ambos periodos de estudio (1997/98 y 2009/10) los ítems más numerosos fueron el langostino (*P. monodon*) (N= 83,00%; F= 60,11%), el calamar (*L. gahi*) (N= 6,86%, F= 33,33%) y la anchoveta (*E. ringens*) (N= 7,35%; F= 38,8%) (Tabla 4).

Tabla 3. Tamaño y peso de presa estimado a partir de los restos encontrados en las fecas del león marino sudamericano / Estimated prey size and weight from remains found in the feces of the South American sea lion

Especie	Tipo de medida	Rango	Media	Desviación Estándar
Anchoveta n= 31	Longitud (mm)	83,30 - 158,30	119,58	22,752
	Peso (g)	12,20 - 23,20	17,52	3,341
Langostino n=50	Cefalotórax (mm)	12,20 - 23,30	19,22	1,994
	Peso (g)	1,20 - 7,80	4,66	1,265
Calamar n= 25	Longitud rostral mandíbula (mm)	1,00 - 2,70	1,91	0,492
	Peso (g)	11,70 - 213,10	91,59	58,340

Tabla 4. Abundancia (N), frecuencia de ocurrencia (FO) y peso (G) de las especies presa en las muestras fecales /
Abundance (N), occurrence frequency (F) and weight (G) of prey species in the scat samples

Especies presa	Periodo I: 1997/98 (n= 78)						Periodo II: 2009/10 (n= 105)						TOTAL I + II (n= 183)					
	N	%	F	%	G	%	N	%	F	%	G	%	N	%	F	%	G	%
Crustacea																		
<i>Pleuroncodes monodon</i>	2038	85,31	29	37,18	9497,10	25,65	1024	78,77	81	77,14	4771,92	17,11	3062	83,00	110,00	60,11	14269,02	21,98
<i>Petrolisthes desmaresti</i>							1	0,08	1	0,93	2,00	0,01	1	0,03	1,00	0,55	2,00	0,01
<i>Ovalipes trimaculatus</i>							2	0,15	3	2,78	120,00	0,43	2	0,05	3,00	0,61	120,00	0,18
<i>Alpheus</i> sp.							1	0,08	1	0,93	2,00	0,01	1	0,03	1,00	0,55	2,00	0,01
Cephalopoda																		
<i>Loligo gahi</i>	108	4,52	18	23,08	9891,72	26,71	145	11,15	43	40,95	13280,55	47,63	253	6,86	61,00	33,33	23172,27	35,70
<i>Octopus mimus</i>	8	0,33	4	5,13	4400,00	11,88							8	0,22	4,00	2,19	4400,00	6,78
Osteichthyes																		
<i>Engraulis ringens</i>	185	7,74	20	25,64	3241,20	8,75	86	6,62	51	48,57	1506,72	5,40	271	7,35	71,00	38,80	4747,92	7,31
<i>Paralichthys adspersus</i>	2	0,08	2	2,56	400,00	1,08							2	0,05	2,00	1,09	400,00	0,62
<i>Trachurus murphyi</i>	5	0,21	1	1,28	1000,00	2,71							5	0,14	1,00	0,55	1000,00	1,54
Pisces sp.	43	1,80	2	2,56	8600,00	23,22	41	3,15	5	4,76	8200,00	29,41	84	2,28	7,00	3,83	16800,00	25,88
Total	2389	100	78	100	37030,02	100	1300	100	105	100	27883,19	100	3689	100	183,00	10	64913,21	100

Respecto de la contribución en biomasa por ítem presa en el conjunto de los dos periodos de estudio, estimado a partir del peso promedio de presa (Tabla 3) y del número de individuos por presa (Tabla 4), destacó calamar (35,70%), langostino (21,98%) y anchoveta (7,31%). Los ‘peces perciformes no identificables’ (en ausencia de estructuras medibles se consideró un peso medio de 200 g/presa) corresponden al 25,88% de la biomasa total estimada y peces en general 35,35%.

La comparación por periodos (1997/98 y 2009/10) indica que el calamar se mantiene como ítem más importante en biomasa en ambos (26,71% y 47,63%, respectivamente), seguido del langostino (25,65 y 17,11%, respectivamente), mientras que numéricamente destacaron los langostinos (85,31 y 78,77%, respectivamente). Los valores entre periodos no son significativamente diferentes (prueba de Mann-Whitney, $P > 0,05$).

Respecto del consumo de cefalópodos en general (calamar y pulpo) el periodo 1997/98 se caracterizó por un consumo estimado de biomasa de 38,59% (incluyendo 26,71% de calamar y 11,88% de pulpo). En el periodo 2009/10, en cambio, solo hubo consumo de calamares correspondiente al 47,63% de la biomasa estimada.

El consumo de peces del periodo 1997/98 se caracterizó por un consumo en biomasa de 35,75% del consumo total, de los cuales 8,75% corresponden a anchoveta y 23,22% a perciformes no identificados (Tabla 4). En el periodo 2009/10 el consumo en biomasa de peces alcanzó 34,81%, con 5,40% de anchoveta y 29,41% de perciformes no identificados.

Los promedios mensuales del porcentaje de consumo de anchoveta y peces totales durante los periodos 1997/98

y 2009/10 alcanzó 5,28% (rango: 1,42-12,62%) y 14,49% (rango: 2,73-56,55%) para anchoveta, y 31,41% (rango 5,21-76,38%) y 14,49 (rango 2,73-56,55%) para peces totales, respectivamente. Estos valores no fueron significativamente diferentes entre periodos (prueba de Mann -Whitney, $P > 0,05$). El consumo de peces del periodo 2009/10 solo incluyó anchoveta.

El IR señala al langostino como ítem más importante para ambos periodos estudiados (1997/98 y 2009/10), con un máximo (91,11%) en el periodo 1997/98 (Tabla 5) y anchoveta y cefalópodos (5,17 y 4,15% para periodos 1997/98 y 2009/10). Otros ítems presentaron valores inferiores al 1%.

El MFI destaca al langostino como ‘ítem secundario’ (38,42-45,92%). Anchoveta mostró ser solo ‘ítem accesorio’ en ambos periodos (12,62-13,99%) y el calamar ‘ítem accesorio’ en el periodo 1997/98 (22,24%) e ‘ítem secundario’ en el periodo 2009/10 (36,68%). Otros ítems son accesorios y de baja importancia.

CARACTERÍSTICAS NUTRICIONALES DE LAS PRESAS

La composición calórica de la ingesta total estimada por periodo (1997/98 y 2009/10) y en el total para ambos periodos (1997/98 + 2009/10) (Tabla 6), muestra que los aportes calóricos (Kcal) más importantes corresponden a langostino y calamar, destacando el primero en el periodo 1997/98 (32,66% del aporte total) y el segundo en el periodo 2009/10 (40,54% del aporte total). El ítem peces no identificables representó el 25-29% del aporte energético total. El aporte energético del consumo de anchoveta solo alcanzó como máximo 14,13% (1997/98). Otros ítems presentaron valores inferiores al 4%.

Tabla 5. Índices de Importancia Relativa (IR) y Alimento Principal (MFI) para los periodos de estudio (I: 1997/98; II: 2009/10) / Index of Relative Importance (IR) and Main Food Index (MFI) for the periods of study (I: 1997/98; II: 2009/10)

Especies presa	Alimento Principal (MFI)			Importancia Relativa (IR)		
	MFI% I	MFI% II	MFI% I + II	IR% I	IR% II	IR% I + II
Crustacea						
<i>Pleuroncodes monodon</i>	45,92	38,42	42,15	91,11	88,72	90,51
<i>Petrolisthes desmaresti</i>		0,07	0,05		< 0,01	< 0,01
<i>Ovalipes trimaculatus</i>		0,83	0,26		< 0,01	< 0,01
<i>Alpheus</i> sp.		0,07	0,05		< 0,01	< 0,01
Cephalopoda						
<i>Loligo gahi</i>	22,24	36,68	28,46	2,97	6,67	4,15
<i>Octopus mimus</i>	6,59		3,04	0,05		< 0,01
Osteichthyes						
<i>Engraulis ringens</i>	13,99	12,62	13,81	5,70	4,38	5,17
<i>Paralichthys adspersus</i>	1,38		1,96	< 0,01		< 0,01
<i>Trachurus murphyi</i>	1,64		0,78	< 0,01		< 0,01
Pisces sp.	8,24	11,31	9,45	0,13	0,22	0,16
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

En el total de ambos periodos, el aporte de proteínas proviene sustancialmente de *P. monodon* y *L. gahi* (59,70%) y los lípidos de *L. gahi* y *E. ringens* (68,41%). Sin embargo, atendiendo al alto contenido de lípidos de *E. ringens* (8,20 g / 100 g biomasa) frente a *L. gahi* (1,40 g / 100 g biomasa), este ítem destaca como mayor aportador de lípidos en la nutrición del león marino.

DISCUSIÓN

Los datos obtenidos muestran que durante el desarrollo de los eventos cálidos tipo ENOS 1997/98 y 2009/10, el LMS de la colonia reproductiva de Punta Patache depreda sobre especies epipelágicas (*E. ringens*, *T. murphyi*), holopelágicas (*P. monodon*), nectobentónicas (*L. gahi*) y litorales (*O. mimus*, *P. adspersus*), lo que corrobora el carácter de depredador de amplio espectro ya indicado por estudios anteriores para otros lugares (Vaz Ferreira 1982, George-Nascimento *et al.* 1985, Crespo *et al.* 1997, Koen-Alonso *et al.* 2000).

La presencia de *O. mimus*, *P. adspersus* y Perciformes no identificados en el periodo 1997/98, que en conjunto representan el 36,18% de la ingesta total estimada para ese periodo, indica que el LMS en el área de estudio es una especie eminentemente pelágica (Hückstädt *et al.* 2007), y además un depredador tope en la comunidad litoral. Esto se corrobora también con la presencia de *Petrolisthes desmaresti* y *Alpheus* sp., probablemente derivados del contenido estomacal de los peces depredados, ya que forman parte importante de la dieta de los peces perciformes del sector (*Acanthisthius pictus*, *Paralabrax humeralis*, *Pinguipes chilensis*, *Semicossyphus darwini*, *Graus nigra*) (Vargas *et al.* 1999a, Medina *et al.* 2004).

El IR señala al langostino como ítem más importante durante ambos periodos de estudio, por su abundancia (N) y frecuencia (F). Sin embargo, la consideración de la biomasa estimada (G) invierte esta situación, que definiría al calamar como especie más importante (35,7%; Tabla 4). Junto al langostino aportarían el 59,7% de las proteínas, 54,22% de las calorías y 46,31% de los lípidos de la ingesta total (Tabla 6). Respecto de los lípidos, la anchoveta, aunque es numéricamente poco relevante en la dieta del LMS (7,35%; Tabla 4), contribuye con el 31,79% de los lípidos, gracias a su alto contenido lipídico (Tabla 2).

Por su parte, la inexistencia de alimentos esenciales y principales del 'índice de alimento principal' (MFI), el que solo define alimentos secundarios (langostino), secundarios/accesorios (calamar) y accesorios (anchoveta), da cuenta del carácter generalista ya indicado por Muñoz *et al.* (2013) para la especie.

La comparación entre los dos periodos estudiados (1997/98 y 2009/10), señala diferencias respecto de las especies depredadas, donde en el periodo 1997/98 junto a los ítems principales (langostino, calamar y anchoveta) se reconocieron *O. mimus*, *P. adspersus* y *T. murphyi*, del tipo especies accesorias (MFI= 6,6, 1,4 y 1,6%, respectivamente; Tabla 5). Sin embargo, las variaciones mensuales estadísticamente no distintas de los ítems principales (langostino, calamar y anchoveta) durante ambos periodos de estudio (Tabla 5), indica un comportamiento trófico similar para ambos casos, con langostino dominante numéricamente, calamares dominantes en biomasa y en menor cantidad anchoveta. Esta última, junto a peces no identificados, alcanza 34,8-35,8% de la biomasa total estimada, que supera el consumo de langostino y calamar, y

Tabla 6. Aportes porcentuales (%) de los ítems presa en Kcal, lípidos y proteínas por periodo (I y II) y total (I+II) / Percentage contributions (%) of the prey items in Kcal, lipids and proteins per period (I and II) and total (I+II)

Ítems	Kcal (%)			Lípidos (%)			Proteínas (%)		
	I	II	I + II	I	II	I + II	I	II	I + II
<i>Pleuroncodes monodon</i>	32,66	19,93	24,58	13,80	9,82	12,05	29,92	22,47	28,57
<i>Loligo gahi</i>	24,86	40,54	29,64	25,16	47,84	34,23	20,91	41,95	31,13
<i>Octopus mimus</i>			6,29	11,19		6,50	10,21		6,49
<i>Engraulis ringens</i>	14,13	10,58	11,63	36,41	31,79	34,18	6,02	5,55	6,19
<i>Paralichthys adspersus</i>	1,13		0,57	0,29		0,17	9,80		0,62
<i>Trachurus murphyi</i>	4,00		2,04	6,90		4,01	2,84		1,80
Pisces sp.	25,00	28,95	24,86	6,25	10,55	8,86	20,29	30,03	25,20
Totales	100	100	100	100	100	100	100	100	100

señala para el LMS de Punta Patache un régimen alimenticio fundamentalmente ictiófago.

Los presentes datos difieren del análisis fecal reportado por Sepúlveda *et al.* (2016) para el mismo sector, al dar cuenta de un consumo sustancialmente mayor de anchoveta (48,40 y 23,30% de las presas para verano e invierno, respectivamente), muy contrastante con el 7,35% del presente estudio. Sepúlveda *et al.* (2016) destacan además un menor consumo de calamar (2,00-6,00%) y langostino (23,30-48,40%). El espectro más diverso de ítems presa reportados por estos autores es resultado del área de estudio más extensa (Arica a Antofagasta: 18°34'S-23°04'S), donde el tratamiento global de datos excluye situaciones locales y que posiblemente contribuye a la presencia de mayor variedad de presas.

Las diferencias entre las contribuciones porcentuales de calamar, langostino y anchoveta entre ambos estudios se puede explicar además porque el presente estudio correspondió a las etapas 'peak' de los eventos cálidos tipo ENOS 1997/98 y 2009/10 (NOAA 2016), con una menor oferta de anchoveta por reducción del stock a causa de muerte, emigración, disminución en la tasa reproductiva, entre otros aspectos (Arcos *et al.* 2004, Espino 1999, Rojas *et al.* 2011). En contraste, los datos de Sepúlveda *et al.* (2016) fueron obtenidos bajo condiciones neutrales/frías de 2015 (Oceanic Niño Index ONI ERSSTv.4), previas al ENOS débil 2016/17 (NOAA 2016) con recuperación del stock de anchoveta. En consecuencia, debe suponerse que durante periodos ENOS neutrales y/o La Niña, la ingesta de anchoveta será significativamente mayor al presente estudio y posiblemente similar a lo reportado por Sepúlveda *et al.* (2016). Luego, la situación 97/98 y 09/10 representarían ajustes de la dieta frente a la falta de anchoveta, de acuerdo al modelo ecológico de Murdoch *et al.* (1975), que sugiere un 'switch' en el comportamiento trófico hacia presas alternativas cuando el recurso tradicional se hace escaso (Muck & Fuentes 1987).

Siendo la anchoveta de alto contenido calórico y de lípidos, el ajuste dietario a ítems de menor valor nutricional, determinarían un 'estrés nutricional' derivado de una 'nutrición inadecuada'. Esto ha sido señalado por Rosen & Trites (2000) para el león marino de Steller (*Eumetopias jubatus*), quienes sugieren que una nutrición empobrecida, causada por reducción en la cantidad, calidad y acceso a las presas puede frenar el crecimiento, reducir la tasa de natalidad, e incrementar la mortalidad por enfermedades, depredación y/o inanición. Para el LMS por tanto, el estrés nutricional sería la principal causa de la mortalidad durante el desarrollo de eventos ENOS muy fuertes (*e.g.*, 1982/83, 1997/98) en las costas peruanas y del norte de Chile (Arntz 1986, Majluf 1991).

En ese sentido, si un menor valor nutricional exige un aumento en la tasa de ingesta, esta condición sería especialmente crítica para individuos juveniles y con necesidades de energía superiores a aquella de los adultos (Kleiber 1975), por lo que los animales más jóvenes serían menos capaces de alterar su nivel de consumo de energía sin afectar severamente su presupuesto energético total (Rosen & Trites 2000). Por otro lado, los estómagos relativamente más pequeños en individuos juveniles (Calder 1984) reducen sus capacidades físicas para incrementar la ingesta y los hace más vulnerables. Esto explica que el 80,6% de los cadáveres de LMSs estudiados durante la mortalidad masiva de Punta Patache durante el ENOS 1997/98 por Sielfeld & Guzman (2002) correspondieron a categorías etarias ≤ 3 años, datos que son también consistentes con la mortalidad del LMS de Punta San Juan (Perú) reportada por Tovar *et al.* (1985) para el ENOS 1982/83.

A un nivel más general, la importancia de los lípidos y grasas radica en su contenido energético (calorías) y capacidad de generación de agua metabólica, la cual, junto al 70-80% de contenido hídrico de los peces, constituyen las principales vías de obtención de agua de los mamíferos marinos (Rosen & Trites 2000). El catabolismo de 1 g de

grasa puede generar hasta 1,07 g de agua y 1 g de proteína solo 0,4 g de agua (Williams & Worthy 2002). Esto quiere decir que a mayor contenido lipídico de los peces, más agua y energía estarán disponibles, y en abstinencia alimenticia el mamífero marino obtiene energía y agua de su propia reserva de grasa (Worthy 1990). Bajo esta perspectiva y considerando el alto contenido en lípidos de la anchoveta, su presencia en la dieta del LMS es fundamental para la mantención del panículo adiposo, su reserva en energía y agua metabólica para periodos de abstinencia como aquellos generados por la falta de alimento durante el desarrollo de periodos tipo ENOS.

El alto consumo de anchoveta alcanza carácter de 'alimento esencial' (Índice de Alimento Principal: MFI = 97,8%) y el calamar solo 'alimento accesorio' (MFI=0,23%) (Sielfeld *et al.* 1997). Bajo estas condiciones la oferta de anchoveta para el LMS estaría controlada principalmente por cambios en su biomasa y por competencia con las pesquerías (Muck & Fuentes 1987), lo que en el presente estudio se confirma con la depredación de anchovetas con tallas ($L_t = 8,3-15,8$ cm; media $11,96 \pm 2,2$) superiores a la primera madurez sexual ($L_t = 11,5-12,5$ cm) y de reclutamiento ($L_t = 8,0$ cm) señalada por Cubillos *et al.* (1999) y Araya *et al.* (2008) y consecuente con una sobreposición 0,83 (Índice de Pianka) entre pesquería y LMS estimada (Sepúlveda *et al.* 2016).

Finalmente, la capacidad del LMS de alimentarse de una amplia gama de presas, con cambios de disponibilidad derivados de una serie de factores tales como sobrexplotación de recursos, competencias interespecíficas y cambios climáticos y oceanográficos (Moyle & Cech 1982, MacCall 1983) han permitido definir al LMS como especie generalista (Muñoz *et al.* 2013) y/u oportunista no especializado bajo los conceptos de Bonner (1982) y Pérez & Biggs (1981). Se requieren de nuevos estudios que permitan comprender con mayor profundidad la dependencia del LMS del consumo de anchoveta, recurso que por su alto contenido energético (185 kcal / 100 g) y lipídico (8,2 g / 100 g) destaca como alimento de tipo esencial del LMS, en su papel de depredador tope del ecosistema pelágico nerítico de la Zona Norte de Chile y sur del Perú.

Así mismo, se hace necesario disponer de mayores antecedentes para entender el efecto de los cambios ictiofaunísticos asociados a eventos ENOS (Sielfeld *et al.* 2010) sobre la oferta alimenticia del LMS, la importancia de los focos de surgencia de la zona norte de Chile (Castilla *et al.* 2002, Escribano *et al.* 2002, Lagos *et al.* 2002) y su relación con las áreas de alimentación de este depredador.

LITERATURA CITADA

Aguayo A & R Maturana. 1973. Presencia del lobo marino común (*Otaria flavescens*) en el litoral chileno, Arica a Punta Maiquillahue. *Biología Pesquera*, Chile 6: 45-75.

Araya H, M Arroyo, F Campos & F Contreras. 1986. Conducta reproductiva del lobo marino común (*Otaria flavescens*) en Punta Negra, Iquique - Chile 1984 - 1985. Memoria de Profesor de Estado en Biología y Ciencias, Universidad Arturo Prat, Iquique, 165 pp.

Araya M, L Cubillos, J Peñailillo, G Claramunt, J Arce & G Aedo. 2008. Validación de la edad de la anchoveta en las costas de Chile. Informe Final, Proyecto FIP N° 2004-38: 1-138. <http://www.subpesca.cl/fipa/613/articles-89071_informe_final.pdf>

Arcos D, L Cubillos & S Núñez. 2004. Efectos de El Niño 1997-1998 sobre las principales pesquerías pelágicas de la zona centro-sur de Chile. In: Avaria S, J Carrasco, J Rutlland & E Yáñez (eds). 2004. El Niño-La Niña 1997-2000. Sus efectos en Chile, pp. 153-177. CONA, Valparaíso.

Arim M & DE Naya. 2003. Pinniped diets inferred from scats: analysis of biases in prey occurrence. *Canadian Journal of Zoology* 81:67-73.

Arntz W. 1986. The two faces of El Niño 1982-83. *Meeresforschung. Reports on Marine Research* 31(1): 1-96.

Arntz W & J Tarazona. 1990. Effects of El Niño 1982-83 on benthos, fish and fisheries of the South American Pacific coast. In: Glyn PW (ed). *Global ecological consequences of the 1982-83 El Niño-Southern Oscillation*. Elsevier Oceanography Series 52: 323-369.

Balbotín F, A Llanos & V Valenzuela. 1997. Sobreposición trófica e incidencia alimentaria en larvas de peces de Chile central. *Revista Chilena de Historia Natural* 70: 381-390.

Bartheld JL, H Pavés, F Contreras, C Vera, C Manque, D Miranda, D Sepúlveda, P Artacho & L Ossman. 2008. Cuantificación poblacional de lobos marinos en el litoral de la I a IV Región. Informe Final Proyecto FIP 2006-50: 1-124. <http://www.subpesca.cl/fipa/613/articles-89167_informe_final.pdf>

Baylis MM, RA Orben, JPY Arnould, F Christiansen, GC Hays & IJ Staniland. 2015. Decline of Sea Lions. *The Bulletin of the Ecological Society of America* 96(4): 635-638.

Berrios VL & M Vargas. 2000. Estructura del ensamble de peces intermareales de la costa rocosa del norte de Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 35: 73-81.

Bigg MA, GM Ellis, P Cottrell & L Milette. 1990. Predation by Harbour Seals and Sea Lions on adult salmon in Comox Harbour and Cowichan Bay British Columbia Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences 1769: 1-37.

Bonner WN. 1982. Seals and man: a study of interactions, 170 pp. Washington Sea Grant Publication, University Washington Press, Seattle.

Browne P, JL Laake & RL DeLong. 2002. Improving pinniped diet analyses through identification of multiple skeletal structures in fecal samples. *Fishery Bulletin* 100: 423-433.

Bustos RL, GA Daneri, AV Volpedo, A Harrington & EA Varela. 2012. The diet of the South American sea lion (*Otaria flavescens*) at Río Negro, Patagonia, Argentina, during the winter-spring period Iheringia, *Série Zoologia* 102(4): 394-400.

Calder WA. 1984. Size, function and life history, 431 pp. Harvard University Press, Cambridge.

- Campagna C & BJ Le Boeuf. 1988.** Reproductive behaviour of Southern sea lions. *Behaviour* 104: 233-261.
- Capella JJ, L Flórez-González, P Falk-Fernández & DM Palacios. 2002.** Regular appearance of otariid pinnipeds along the Colombian Pacific coast. *Aquatic Mammals* 28(1): 67-72.
- Cappozzo HL. 2002.** South American sea lion *Otaria flavescens*. In: Perrin WF, B Wursig & JGM Thewissen (eds). *Encyclopedia of marine mammals*, pp. 1143-1146. Academic Press, London.
- Cappozzo HL & W Perrin. 2009.** South American sea lion *Otaria flavescens*. In: Perrin W, B Würsig & J Thewissen (eds). *Encyclopedia of marine mammals*, pp. 1076-1079. Academic Press/Elsevier, Amsterdam.
- Cappozzo HL, C Campagno & J Monserrat. 1991.** Sexual dimorphism in newborn Southern sea lions. *Marine Mammal Science* 7(4): 285-394.
- Cárdenas-Alayza S, E Crespo & L Oliveira. 2016.** *Otaria byronia*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T41665A61948292. <<http://www.iucnredlist.org/details/biblio/41665/0>>
- Castilla JC, N Lagos, R Guíñez & JL Largier. 2002.** Embayments and nearshore retention of plankton: The Antofagasta Bay and other examples. In: Castilla JC & JL Largier (eds). *The oceanography and ecology of the nearshore and bays in Chile*, pp.179-203. Proceedings of the International Symposium on Linkages and Dynamics of Coastal Systems: Open Coasts and Embayments, Santiago, Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile.
- Cisternas F & W Sielfeld. 2008.** Habitat overlap of *Paralabrax humeralis* (Cuvier & Valenciennes, 1828), *Hemilutjanus macrophthalmos* (Tschudi, 1945) and *Acanthistius pictus* (Tschudi, 1845) (Pisces: Serranidae) in the rocky subtidal south of Iquique, Chile. *Latin American Journal of Aquatic Research* 36(2): 153-158.
- Contreras F, J Bartheld, M Montecinos, F Moreno & J Torres. 2014.** Cuantificación poblacional de lobo marino común (*Otaria flavescens*) en el litoral de la XV, I y II Regiones. Licitación N° 4728-14-LP12, Informe Final. Proyecto 2012-6-FAP-1: 1-86.
- Cortez T, A Guerra & J Vergara. 1998.** Características del ciclo reproductivo del recurso pulpo (*Octopus mimus*) en las Regiones I a III. Informe final Proyecto FIP IT/96-47: 1-100. <http://www.subpesca.cl/fipa/613/articles-89581_informe_final.pdf>
- Crespo EA & SN Pedraza. 1991.** Estado actual y tendencia de la población de lobos marinos de un pelo (*Otaria flavescens*) en el litoral norpatagónico. *Ecología Austral* 1: 87-95.
- Crespo EA, SN Pedraza, SL Dans, M Koen-Alonso, LM Reyes, NA Garcia, M Coscarella & ACM Schiavini. 1997.** Direct and indirect effects on the high seas fisheries on the marine mammal populations in the northern and central Patagonian coast. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science* 22: 189-207.
- Crespo EA, D Oliva, S Dans & M Sepúlveda. 2012.** Estado de situación del lobo marino común en su área de distribución, 142 pp. Editorial Universidad de Valparaíso, Valparaíso.
- Cubillos L, M Canales, D Bucarey, A Rojas & R Alarcón. 1999.** Época reproductiva y talla media de primera madurez sexual de *Strangomera bentincki* y *Engraulis ringens* en el período 1993-1997, en la zona centro-sur de Chile. *Investigaciones Marinas* 27: 73-85.
- Cursach JA, CG Suazo & JR Rau. 2014.** Predation of South American sea lion *Otaria flavescens* on Southern Rockhopper penguin *Eudyptes c. chrysocome* in Gonzalo Island, Diego Ramirez, southernmost Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 49(2): 373-377.
- De Buen F. 1962.** Peces de la superfamilia Clupeoidea. *Revista de Biología Marina* 8(1-3): 83-110.
- Escribano R, VH Marín, P Hidalgo & G Olivares. 2002.** Physical-biological Interactions in the pelagic ecosystem of the nearshore zone of the Northern Humboldt Current System. In: Castilla JC & JL Largier (eds). *The oceanography and ecology of the nearshore and bays in Chile*, pp. 145-175. Proceedings of the International Symposium on Linkages and Dynamics of Coastal Systems: Open Coasts and Embayments, Santiago, Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile.
- Espino M. 1999.** El Niño 1997-98: Su efecto sobre el ambiente y los recursos pesqueros en el Perú. *Revista Peruana de Biología*, Vol. Extraordinario: 97-109.
- Falabella F, R Meléndez & ML Vargas. 1995.** Claves osteológicas para peces de Chile central, un enfoque arqueológico, 208 pp. Editorial Artegrama, Santiago.
- Félix F, BIM Hasse, J Samaniego & J Gechle. 1994.** New evidence of the presence of South American sea lion *Otaria flavescens* (Carnivora, Pinnipedia) in ecuadorean waters. *Estudios Oceanológicos* 13: 85-88.
- FUNIBER. 2016.** Composición nutricional. Base de Datos Internacional de Composición de Alimentos. Iberoamerican University Foundation. <<http://univ.funiber.us>>
- García-Tello P. 1965.** Utilización de la mandíbula inferior de la jibia *Dosidicus gigas* (D'Orb.) en el cálculo de su peso total (Mollusca, Cephalopoda, Ommastrephidae). *Revista de Biología Marina* 12(1-3): 185-198.
- Garland DE & MA Araya. 1990.** Variaciones morfológicas en otolitos sagitales del Baunco *Doydixodon laevifrons* (Kyphosidae) y de la Pintacha (*Cheilodactylus variegatus*) (Cheilodactylidae). *Revista de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Serie Ciencias del Mar* 1: 3-10.
- Gehara MCM. 2009.** Filogeografía do leão-marinho-do-sul, *Otaria flavescens* Shaw 1800. Dissertação (Mestrado em Zoologia) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 51 pp. <<http://tede2.pucrs.br/tede2/handle/tede/176>>
- George-Nascimento MG, R Bustamante & C Oyarzún. 1985.** Feeding ecology of the South American Sea Lion *Otaria flavescens* Shaw, 1800: food contents and food selectivity. *Marine Ecology Progress Series* 21: 135-143.
- Guerra C, G Portflitt & J Gómez. 1987.** Criterios científicos y técnicos para el manejo del lobo marino común *Otaria flavescens* (Shaw) en el norte de Chile. En: Arana P (ed). *Manejo y desarrollo pesquero*, pp. 215-232. Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso.
- Guzmán G. 1999.** Clave para los crustáceos decápodos anomuros marinos de Chile, 53 pp. Ediciones Campus, Universidad Arturo Prat, Iquique.

- Hammer Ø, DAT Harper & PD Ryan. 2001.** Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Paleontología Electrónica* 4(1), art. 4: 9 pp. <http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm>
- Holden MJ & DFS Raitt. 1974.** Manual of fisheries science. Part 2. Methods of resource investigation and their application. FAO Fishery Technical Paper 115, Rev. I: 1-214.
- Hückstädt LA & M Krautz. 2004.** Interaction between southern sea lions *Otaria byronia* and jack mackerel *Trachurus symmetricus* commercial fishery off Central Chile: A geostatistical approach. *Marine Ecology Progress Series* 282: 285-294.
- Hückstädt LA, CP Rojas & T Antezana. 2007.** Stable isotope analysis reveals pelagic foraging by the Southern sea lion in central Chile. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 347: 123-133.
- IMARPE & ITP. 1996.** Compendio biológico tecnológico de las principales especies hidrobiológicas comerciales del Perú, 146 pp. Instituto del Mar del Perú/Instituto Tecnológico Pesquero del Perú, Publicaciones Instituto del Mar del Perú, Callao.
- Iverson SJ, JP Arnould & L Boyd. 1997.** Milk fatty acid signatures indicate both major and minor shifts in the diet of lactating Antarctic fur seals. *Canadian Journal of Zoology* 75: 188-197.
- Koen-Alonso K, EA Crespo, SN Pedraza, NA García & MA Coscarella. 2000.** Food habits of the South American sea lion, *Otaria flavescens*, off Patagonia, Argentina. *Fishery Bulletin* 98(2): 250-263.
- Kurle CM & GAJ Worthy. 2001.** Stable isotope assessment of temporal and geographic differences in feeding ecology of northern fur seals (*Callorhinus ursinus*) and their prey. *Oecologia* 126: 254-265.
- Laake JL, P Browne, RL DeLong & HR Huber. 2002.** Pinniped diet composition: a comparison of estimation models. *Fishery Bulletin* 100: 434-447.
- Lagos N, I Barría & P Paolini. 2002.** Upwelling ecosystem of Northern Chile: Integrating benthic ecology and coastal oceanography through remote sensing. In: Castilla JC & JL Largier (eds). *The oceanography and ecology of the nearshore and bays in Chile*, pp. 117-141. Proceedings of the International Symposium on Linkages and Dynamics of Coastal Systems: Open Coasts and Embayments, Santiago, Chile. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile, 243 pp.
- Leible M & P Miranda. 1989.** El otolito *sagitta* en el reconocimiento de diferentes especies de teleósteos de la costa central de Chile. *Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción* 60: 149-160.
- MacCall AD. 1983.** Variability of pelagic fish stocks off California. In: Sharp GD & J Csirke (eds). Proceedings of the expert consultation to examine changes in abundance and species composition of neritic fish stocks, San José, Costa Rica, 18-29 April 1983. FAO Fisheries Report 291(2): 101-106.
- Majluf P. 1984.** Ecology and breeding biology of the South American fur seal (*Arctocephalus australis*) at Punta San Juan, Perú. Preliminary Report to the ARC-New York Zoological Society, December 1984, 10 pp.
- Majluf P. 1991.** El Niño effects on Pinnipeds in Peru. In: Trillmich F & KA Ono (eds). *Pinnipeds and El Niño. Ecological Studies (Analysis and Synthesis)* 88: 55-65. Springer, Berlin / Heidelberg.
- Medina M, C Vega & M Araya. 2004.** Alimentación y relaciones tróficas de peces costeros de la zona norte de Chile. *Investigaciones Marinas* 32: 33-47.
- Miranda-Brandt O. 1968.** Calendario ictiológico de San Antonio. 11. Catálogo de otolitos de peces de hábitat rocoso. *Biología Pesquera* 3: 21-34.
- Moyle PB & JJ Cech. 1982.** Fishes: an introduction to ichthyology, 593 pp. Prentice Hall, Englewood Cliffs.
- Muck P & H Fuentes. 1987.** Sea lion and fur seal predation on the peruvian anchoveta, 1953 to 1982. In: Pauly D & I Tsukayama (eds). *The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem: Three decades of change. ICLARM Studies and Reviews* 15: 276-293.
- Muñoz L, G Pavez, R Quiñones, D Oliva, M Santos & M Sepúlveda. 2013.** Latitudinal variation in the diet of the South American sea lion revealed by stable isotopes. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 48(3): 613-622.
- Muñoz-García C. 2017.** Hábitos alimentarios. In: Muñoz C, E Rendon, O López, R Ruiz, N Arechiga, C Villanueva, A Rodas, C Valle, C Trillanes & O Arellano (eds). *Colecta y conservación de fauna silvestre en condiciones de campo. Cuaderno 63: 121-129.* Universidad Autónoma Metropolitana, Ciudad de México.
- Nesis KN. 1987.** Cephalopods of the world, 351 pp. T.F.H. Publications, Neptune.
- NOAA. 2016.** ENSO: NCEP/Climate Prediction Center. Recent Evolution, Current Status and Predictions, 32 pp. National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA), College Park.
- Oliva D, M Sepúlveda, R Durán, R Moraga, L Muñoz & G Pavés. 2012.** Cuantificación poblacional de lobos marinos en las Regiones X y XI y propuestas de escenarios de manejo. Informe Final Proyecto FAP ID 4728-46-LP11, 140 pp. <<http://www.oceandocs.org/handle/1834/6957>>
- Oliveira LR, LD Fraga & P Majluf. 2012.** Effective population size for South American sea lions along the Peruvian coast: the survivors of the strongest El Niño event in history. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 92: 1835-1841.
- Oliveira LR, MCM Gehara, LD Fraga, F Lopes, JI Túnez & MH Cassini. 2017.** Ancient female philopatry, asymmetric male gene flow, and synchronous population expansion support the influence of climatic oscillations on the evolution of South American sea lion (*Otaria flavescens*). *PLoS ONE* 12(6): e0179442. <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179442>>
- Pavanato HA, KG Silva, SC Estima, DS Monteiro & PG Kinas. 2013.** Occupancy dynamics of South American Sea-Lions in Brazilian haul-outs. *Journal of Biology* 74(4): 855-862.
- Pérez MA & MA Biggs. 1981.** An assessment of the feeding habits of the northern fur seal in the Eastern North Pacific Ocean and Eastern Bering Sea, 146 pp. United States National Marine Fisheries Service, Northwest and Alaska Fisheries Science Center, National Marine Mammal Laboratory, Seattle.

- Pineda SE, A Aubone & NE Brunetti. 1996.** Identificación y morfometría comparada de las mandíbulas de *Loligo gahi* y *Loligo sanpaulensis* (Cephalopoda, Loliginidae) del Atlántico sudoccidental. *Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero* 10: 85-99.
- Pinedo MC. 1990.** Ocorrência de Pinípedes na costa brasileira. *Garcia de Orla, Série Zoológica* 15(2): 37-48.
- Pitcher KW. 1980.** Stomach contents and feces as indicators of harbour seal foods in the Gulf of Alaska. *Fishery Bulletin* 78: 544-549.
- Retamal MA. 1981.** Catálogo ilustrado de los crustáceos decápodos de Chile. *Gayana Zoológica* 44: 7-110.
- Riemer SD & RF Brown. 1997.** Prey of pinniped at selected sites in Oregon identified by scat (fecal) analysis, 1983-1986. *Wildlife Diversity Program Technical Report* 97-6-02: 1-34.
- Rojas PM, MF Landaeta & R Ulloa. 2011.** Huevos y larvas de la anchoveta *Engraulis ringens* en el norte de Chile durante el evento El Niño 1997-1998. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 46(3): 405-419.
- Rosas FCW, M Haimovici & MC Pinedo. 1993.** Age and growth of the South American sea lion *Otaria flavescens* (Shaw, 1800), in southern Brazil. *Journal of Mammalogy* 74(1): 141-147.
- Rosen DAS & AW Trites. 2000.** Pollock and the decline of Steller sea lions: testing the junk-food hypothesis. *Canadian Journal of Zoology* 78: 1243-1250.
- Sanfelice D, VC Vasques & EA Crespo. 1999.** Ocupação sazonal por Otariidae (Mammalia-Pinnipedia) da Reserva Ecológica da Ilha dos Lobos, Torres, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Serie Zoológica* 87: 101-110.
- Schiavini ACM, EA Crespo & V Szapkievich. 2004.** Status of the population of South American sea lion (*Otaria flavescens* Shaw, 1800) in southern Argentina. *Mammalian Biology, Zeitschrift für Säugetierkunde* 69(2): 108-118.
- Schmidt-Hebbel H, I Pennacchiotti, L Masson, MA Mella, A Cagalj, J Vinagre, MT Zucarelli, H Oliver & W Jaña. 1992.** Tabla de composición química de alimentos chilenos. Biblioteca Digital de la Universidad de Chile (SISIB), Universidad de Chile, Santiago. <<http://www.libros.uchile.cl/files/presses/1/monographs/426/submission/proof/files/assets/common/downloads/publication.pdf>>
- Sepúlveda M, D Oliva, A Urra, MJ Pérez, R Moraga, D Schrader, P Inostroza, A Melo, H Díaz & W Sielfeld. 2011.** Abundance and status of South American sea lions (*Otaria flavescens*) off Central Chilean coast. *Revista Chilena de Historia Natural* 84(1): 97-106.
- Sepúlveda M, RA Quiñones, P Carrasco & MJ Pérez-Álvarez. 2012.** Daily and seasonal variation in the haul-out behavior of the South American sea lion. *Mammalian Biology* 77(4): 288-292.
- Sepúlveda M, S Neira, D Oliva, H Pavés, G Pavez, M Santos & R Sarmiento. 2016.** Rol ecológico del lobo marino común en el territorio y aguas jurisdiccionales chilenas. Informe Final, Proyecto FIP 2014-28: 1-160. <http://www.subpesca.cl/fipa/613/articles-89386_informe_final.pdf>
- Sielfeld W. 1983.** Mamíferos marinos de Chile, 199 pp. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago de Chile.
- Sielfeld W & A Guzmán. 2002.** Effect of El Niño 1997/98 on the population of the southern Sea Lion (*Otaria flavescens* Shaw) from Punta Patache/Punta Negra (Iquique, Chile). *Investigaciones Marinas* 30(1): 159-160.
- Sielfeld W, C Venegas, A Atalah & J Torres. 1978.** Prospección de otáridos en las costas de Magallanes. *Anales del Instituto de la Patagonia* 9: 157-169.
- Sielfeld W, C Guerra, R Duran, E Acuña, A Aguayo, M Sepúlveda, F Palma, A Malinarich, G Cerda, A Bolvarán, R Grau, X Veloso, Y Guerra, M Vargas, N Amado, R Peredo & J Galaz. 1997.** Monitoreo de la pesquería y censo del lobo marino común en el litoral de la I-IV Regiones. Informe Final, Fondo de Investigación Pesquera, Proyecto FIP 95-28: 1-105. <http://www.subpesca.cl/fipa/613/articles-89535_informe_final.pdf>
- Sielfeld W, J Laudien, M Vargas & M Villegas. 2010.** El Niño induced changes of the coastal fish fauna off northern Chile and implications for ichthyogeography. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 45 S1: 705-722
- Suarez AA, D Sanfelice, MH Cassini & HL Cappozzo. 2005.** Composition and seasonal variation in the diet of the South American sea lion (*Otaria flavescens*) from Quequén, Argentina. *Latin American Journal of Aquatic Mammals* 4: 163-174.
- Tieszen LL, TW Boutton, KG Tesdahl & NA Slade. 1983.** Fractionation and turnover of stable carbon isotopes in animal tissues: implications for $\delta^{13}\text{C}$ analysis of diet. *Oecologia* 57: 32-37.
- Tovar H & H Fuentes. 1984.** Magnitud poblacional de lobos marinos en el litoral peruano en marzo 1984. *Instituto del Mar del Perú* 88: 1-32.
- Tovar H, D Cabrera & M Farfan del Pino. 1985.** Impacto del Fenómeno 'El Niño' en la población de lobos marinos en Punta San Juan. In: Arntz W, A Landa & J Tarazona (eds). 'El Niño' su impacto en la Fauna Marina. *Boletín IMARPE, Volumen Extraordinario*: 195-200.
- Túnez JI, D Centron, HL Cappozzo & MH Cassini. 2007.** Geographic distribution and diversity of mitochondrial DNA haplotypes in South American sea lions (*Otaria flavescens*) and fur seals (*Arctocephalus australis*). *Mammalian Biology* 72: 193-203.
- Túnez JI, HL Cappozzo & MH Cassini. 2008.** Regional factors associated with the distribution of South American fur seals along the Atlantic coast of South America. *ICES Journal of Marine Science* 65: 1733-1738.
- Vargas M, R Soto & G Guzmán. 1999a.** Cambios estacionales en la alimentación de peces submareales del norte de Chile entre los 20°11' y 20°20'S. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 34(2): 197-210.
- Vargas M, P Fuentes, P Hernández, A Olivares & P Rojas. 1999b.** Relaciones tróficas de cinco peces costeros comunes en el área submareal del norte de Chile (20°11'/20°20'S). *Revista de Biología Tropical* 47(3): 601-404.
- Vaz Ferreira R. 1975.** Behaviour of the Southern sea lion *Otaria flavescens* (Shaw) in the Uruguayan Islands. *Rapports et Procès-Verbaux des Réunions / Conseil permanent International pour l'Exploration de la Mer* 169: 219-227.
- Vaz Ferreira R. 1982.** *Otaria flavescens* (Shaw), South American sea lion. In: *Mammals of the seas: small cetaceans, seals, sirenians and otters*. *FAO Fisheries Series* 4(5): 477-495.
- Vega MA. 2011.** Uso de la morfometría de las mandíbulas de cefalópodos en estudios de contenido estomacal. *Latin American Journal of Aquatic Research* 39(3): 600-606.

- Villavicencio Z & P Muck. 1985.** La importancia del cambio de la temperatura y de la biomasa planctónica para la producción y mortalidad de anchoveta (*Engraulis ringens*) y sardina (*Sardinops sagax*). In: Arntz W, A Landa & J Tarazona (eds). El Niño, su impacto en la fauna marina. Boletín Instituto del Mar del Perú, Volumen Extraordinario: 119-128.
- Weinberger CS. 2013.** El lobo marino común, *Otaria flavescens*, en Chile: distribución espacial, historia demográfica y estructuración genética. Tesis Doctoral, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, 215 pp.
- Werner R & C Campagna. 1995.** Diving behaviour of lactating southern sea lions (*Otaria flavescens*) in Patagonia. Canadian Journal of Zoology 73: 1975-1982.
- Williams TM & GA Worthy. 2002.** Anatomy and physiology: the challenge of aquatic living. In: Hoelzel AR (ed). Marine mammal biology. An evolutionary approach, pp. 73-97. Blackwell Publishing, London.
- Wolff G. 1982.** A beak key for eight eastern tropical Pacific cephalopod species with relationships between their beak dimensions and size. Fishery Bulletin 26(2): 357-370.
- Worthy GAJ. 1990.** Nutritional energetics for marine mammals. In: Dierauf LA (ed). CRC Handbook of marine mammal medicine: Health, disease and rehabilitation, pp. 489-520. CRC Press, Boca Ratón.
- Ximénez I. 1976.** Dinámica de la población de *Otaria flavescens* (Shaw) en el área de Península Valdés y zonas adyacentes. Comisión Nacional de Estudios Geo-heliofísicos. Centro Nacional Patagónico, CENPAT Serie Contribución 10: 1-52.
- Zander CD. 1982.** Feeding ecology of littoral gobiid and blennoid fishes of Banyuls área (Mediterranean sea). I. Main food and trophic dimension of niche and ecotope. Vie et Milieu 32: 1-10.
- Zar JH. 1996.** Biostatistical analysis, 660 pp. Prentice Hall, Upper Saddle River.

Recibido el 18 de mayo de 2017 y aceptado el 7 de septiembre de 2018

Editor Asociado: Maritza Sepúlveda M.