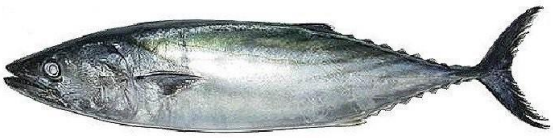
INFORME FINAL

ECOLOGÍA TRÓFICA DEL BONITO (*Sarda chiliensis*) DEL NORTE DE CHILE DURANTE EL SEGUNDO SEMESTRE DE 2022



Marzo - 2023

INFORME FINAL

ECOLOGÍA TRÓFICA DEL BONITO (*Sarda chiliensis*) DEL NORTE DE CHILE DURANTE EL SEGUNDO SEMESTRE DE 2022

Centro de Investigación Aplicada del Mar S.A., CIAM

Director Ejecutivo: Jorge Oliva López

Autora: Marianela Medina Fraser

ÍNDICE

	Páginas
RESUMEN EJECUTIVO	1
1. INTRODUCCIÓN	2
2. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
3. METODOLOGÍA	4
4. RESULTADOS	8
5. DISCUSIÓN	21
6. CONCLUSIONES	25
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
ANEXOS	30

RESUMEN EJECUTIVO

El estudio “Ecología trófica del bonito (*Sarda chiliensis*) del norte de Chile durante el segundo semestre de 2022” se enmarca en el requerimiento solicitado por el Centro de Investigación Aplicada del Mar (CIAM), a través del Contrato de Prestación de Servicios a Honorarios con fecha 21 de julio de 2022.

Debido a la escasa información sobre depredadores de anchoveta (*Engraulis ringens*) y siendo *S. chiliensis* uno de ellos, se ha planteado como objetivo cuantificar el contenido estomacal de *S. chiliensis* durante el segundo semestre de 2022.

La composición de la dieta se cuantificó con descriptores cuantitativos *ad hoc*, mientras que el rol trófico del bonito se analizó a través de la recopilación de información bibliográfica. Los principales resultados indicaron que la composición de la dieta de bonito del norte de Chile durante el segundo semestre de 2022, estuvo constituida por 10 ítems presa, siendo la anchoveta (*E. ringens*) la presa preferentemente consumida, con un aporte en peso de un 87% y alcanzando una importancia relativa de un 59% en la dieta. Como presa secundaria fue el crustáceo langostino enano *Pleuroncodes* sp. El bonito también depredó sobre juvenil de anchoveta durante todo el periodo de estudio, pero por la fragilidad de la estructura corporal y el proceso de digestión, la contribución en peso de juveniles a la dieta estaría subvalorado (aporte relativo en peso de un 0,8%).

Cambios estacionales en la composición de la dieta de bonito no fue evidente entre invierno y primavera, manteniéndose la anchoveta como la presa mayormente consumida. La estructura de tamaño de anchoveta como presa de bonito, fue bimodal, con una fracción adulta (promedio: 11, 5 cm LT; rango: 7,8-15,3) y juvenil (promedio: 4,6 cm LT; rango: 3,6 - 6,2).

El bonito jugaría un rol clave en el ecosistema pelágico del norte de Chile, como consumidor terciario altamente especializado en peces pelágicos pequeños, como la anchoveta.

1. INTRODUCCIÓN

El bonito, *Sarda chiliensis* (Cuvier 1831), pertenece a la Familia *Scombridae* y es una especie epipelágica nerítica cuya distribución en el Océano Pacífico Oriental es desde Puerto Pizarro (Perú) a Talcahuano (Chile), siendo mencionada también para Islas Hawái e Islas Galápagos (Chirichigno & Cornejo, 2001). Estacionalmente su disponibilidad es mayor en primavera y verano, concentrándose en aguas superficiales costeras, realizando migraciones diarias con movimientos verticales, aparentemente asociados con desplazamientos de la anchoveta *Engraulis ringens*.

S. chiliensis presenta comportamiento trófico principalmente carnívoro, alimentándose de peces pequeños como *E. ringens* y, en menor cantidad, de otros peces pelágicos (costeros, oceánicos), crustáceos y cefalópodos (De Buen, 1958; Collette & Nauen, 1983; Blaskovic *et al*., 2011). En Perú, *S. chiliensis* ha sido considerado un depredador altamente especializado sobre *E. ringens* (Pauly *et al*., 1987, Alegre *et al*., 2014).

En Chile, *S. chiliensis* es un recurso pelágico capturado por la pesquería artesanal y que se destina principalmente a consumo humano. El desembarque nacional en la última década ha ido en aumento desde 9 ton, en el año 2011, hasta 350 ton, en el año 2021. La macrozona norte (Regiones desde Arica y Parinacota hasta Antofagasta) aporta con los mayores desembarques de *S. chiliensis* (Sernapesca, 2021). Por otro lado, a *S. chiliensis* se la tiene en perspectiva para la posible diversificación de la acuicultura en el norte de Chile, ya que sería una especie silvestre factible de capturar, así como el acondicionamiento de los reproductores en cautiverio para la producción de larvas en hatchery (Miranda *et al*., 2014, Pepe *et al*., 2021).

Estudios de la ecología trófica de *S. chiliensis* en Chile son muy escasos. En efecto, Ojeda & Jacsik (1979) han señalado que *S. chiliensis* depreda preferentemente sobre *E. ringens* adultos y que sus hábitos alimentarios cambian de acuerdo con la talla, incidiendo en la selección del tipo y tamaño de presas consumidas.

Los estudios de alimentación representan uno de los aspectos más importantes en la determinación de las estrategias alimentarias, las interacciones predador-presa y el rol trófico que juegan las especies en el ecosistema, sobre todo cuando las especies depredadoras son recursos pesqueros y que, a la vez, depredan sobre especies que sostienen importantes pesquerías, información que actualmente es necesario considerar en la evaluación de recursos pesqueros. En este sentido, y de acuerdo con la Ley General de Pesca y Acuicultura (LGPA), en su Artículo 1, se reconoce que, para alcanzar la conservación y sustentabilidad de las pesquerías, es necesario aplicar el enfoque precautorio y el enfoque ecosistémico. Por lo tanto, en el marco del enfoque ecosistémico es necesario considerar las interacciones tróficas de los principales recursos hidrobiológicos dentro de un ecosistema definido. Por otro lado, en el norte de Chile la información cuantitativa de depredadores de anchoveta es casi nula y antigua, por lo que es necesario actualizarla.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General:

Cuantificar el contenido estomacal de *S. chiliensis* durante el segundo semestre de 2022.

2.2. Objetivos Específicos:

1. Cuantificar el contenido estomacal de ejemplares de *S. chiliensis* del norte de Chile, obtenidos desde capturas comerciales durante el segundo semestre de 2022.

2. Analizar el rol trófico de *S. chiliensis* del norte de Chile con énfasis en la anchoveta.

3. METODOLOGÍA

Zona y período de estudio

El área del estudio abarcó la Región de Tarapacá (19°13'S - 21°38'S), principalmente la zona costera dentro de las 3 millas náuticas desde la costa donde opera la flota artesanal (**Fig. 1, Tabla 1**). El período de muestreos comprendió desde agosto hasta diciembre de 2022.

Figura 1. Zonas de capturas artesanales de bonito en el norte de Chile

Colecta de muestras

El tamaño mínimo de muestra fue estimado con información previa del contenido estomacal de bonito de Medina & Araya (en prensa), utilizando la metodología de Pennington *et al.* (1982). El tamaño de muestra se calculó en 540 estómagos por trimestre (incluyendo los que aparecen con y sin contenidos estomacal), considerando que aproximadamente el 50% de los estómagos deberían presentarse sin contenido. Sin embargo, por razones prácticas y de costo, el número de muestras se disminuyó a la mitad por trimestre (n = 270 estómagos), según acuerdo con CIAM.

La obtención de ejemplares de bonito estuvo a cargo del Centro de Investigación Aplicada del Mar (CIAM) y se realizó desde las capturas de embarcaciones artesanales que operaron en la región.

El muestreo biológico-específico lo realizó personal técnico de CIAM, el que consistió en registrar la longitud horquilla (LH, cm), peso corporal (PT, g), peso del estómago (g) y sexo, extrayendo los estómagos y guardándolos en bolsas plásticas debidamente etiquetadas para su identificación, siendo congelados para posterior análisis (ver **Anexo 1**. Protocolo de muestreo).

Los estómagos de cada ejemplar de bonito fueron disectados para análisis del contenido estomacal, el que consistió en la identificación de las presas hasta el nivel taxonómico más bajo posible, utilizando literatura especializada. Cuando algunas presas presentaron alto grado de digestión, se cuantificó como restos. Las presas fueron contadas y pesadas (± 0,001 g) después de remover el exceso de agua. En el caso de presas de importancia comercial tal como anchoveta, se midió su longitud total (LT, cm). En aquellos ejemplares de anchoveta sin aleta caudal, se registró la longitud estándar (LE, cm), obteniendo posteriormente la relación LE = 0,14 + 1,17LT (r^2 = 0,99; n = 263) con ejemplares enteros, estandarizando finalmente la talla a LT.

En algunos casos de restos de anchoveta fue posible extraer uno o el par de otolitos *sagittae*, los que fueron medidos en su longitud total (LO, mm) para obtener la LT de la anchoveta a través de la relación LO = 0,17 + 0,23 LT (Araya *et al.* 2008). El peso de las anchovetas fue corregido por retrocálculo con la relación $PT = 0{,}0032LT^{3{,}2637}$ (r^2= 0,96; n = 175) obtenida con ejemplares frescos en este estudio. En juveniles de anchoveta en los que no se registró el peso, por avanzado estado de digestión, el peso se obtuvo de la relación $PT = 3{,}78x10^{-07}LT^{3{,}8}$ (Moreno 2002).

Se registró el número de estómagos vacíos para obtener la intensidad de alimentación por fecha de muestreo. Se utilizó el Índice de alimentación de Hureau (1970 en Bozzano *et al*. 1997), definido como:

$$IA = a_s / (a_s + v_s)$$

donde: a_s es el número de estómagos con alimento; v_s es el número de estómagos vacíos.

El estado de digestión del contenido estomacal fue registrado utilizando una escala de tres puntos: completo, semidigerido, y digerido (Pearcy *et al*., 1979; Medina & Arancibia, 1998), a saber:

Digerido	El contenido se compone de restos de presas digeridas, sin posibilidad de identificar y contar bien la presa.
Semidigerido	Se puede identificar la presa ya que no se ha desarmado y mantiene su forma. En el caso de peces pueden conservar algunos restos de piel.
Completo	El contenido muestra rasgos de digestión, pero la presa está entera. En el caso de peces la piel ha perdido su tonalidad, las aletas muestran estado de digestión (perdida de tejido).

Análisis de la información

El estudio del contenido estomacal se realizó agrupando la información estacionalmente, ya que esta base de tiempo ha revelado ser la más adecuada para especies como jurel (*Trachurus murphyi*) (Medina & Arancibia, 2002), merluza común *(Merluccius gayi*) (Cubillos *et al*., 1998), y bacalao *Gadus morhua* (Pennington *et al*., 1982).

En la composición de la dieta se utilizó los descriptores cuantitativos propuestos por Hyslop (1980) siendo estos: índice numérico (%N), que es un indicador del nivel de depredación y una aproximación de la estrategia de alimentación; índice gravimétrico (%P), que entrega un estimado razonable del alimento consumido y, además, refleja el aporte energético de la presa; y, frecuencia de ocurrencia (%FO), todos expresados en porcentajes.

Para valorar integralmente la importancia de cada ítem presa en la dieta del depredador, se calculó el Índice de importancia relativa (IIR) de cada ítem presa (Pinkas *et al.,* 1971), incorporando los tres índices previos en la siguiente expresión:

$$IIR_i = (N_i\% + P_i\%) * F_i\%$$

IIR fue transformado a porcentaje (%IIR) para facilitar una mejor comparación con otros estudios dietarios (Cortés, 1997), estimándose como:

$$\%IIR = 100 IIR_i / \sum_i^n IIR_i$$

Para evaluar diferencias significativas en la composición de la dieta en la componente estacional (invierno-primavera), se utilizó el estadígrafo Chi-cuadrado (Zar 1984), comparando la frecuencia de ocurrencia de los grupos taxonómicos presentes en la dieta (Šantić *et al*., 2005; Chong *et al*., 2005), sin considerar los restos (Genç *et al*., 2019).

En el análisis del rol trófico de bonito para visualizar *a priori* la importancia de esta especie dentro del ecosistema pelágico del norte de Chile, se recopiló antecedentes bibliográficos por medio de Google Académico y Fishbase, relacionados con *S. chiliensis* y la investigación asociada a nivel nacional e internacional, seleccionando específicamente publicaciones referidas a su alimentación y ecología trófica, así como especies afines taxonómica y filogenéticamente.

4. RESULTADOS

Se analizaron 500 ejemplares de bonito, cuyas tallas fluctuaron entre 42 y 63 cm LH, con talla promedio de 53 cm LH (**Fig. 2**) y peso corporal promedio de 2.206 g (rango: 1.388-5.845 g); el 53% correspondió a hembras y el 47% a machos.

Del total de estómagos analizados, el 65% presentó algún tipo de contenido gástrico y el 35% se presentó vacío. El índice de intensidad de alimentación (IA) por fechas de muestreo fue alto, en general sobre 0,5, con el valor más bajo en invierno en la zona de Punta Patache (IA = 0,27) y el más alto en primavera en la zona de Punta Piedra (IA = 0,98) (**Tabla 1**). Según el estado del contenido estomacal, del total de estómagos analizados el 25% se presentó digerido y el 75% semidigerido, permitiendo identificar y cuantificar las presas (**Tabla 2**).

Tabla 1. Número de estómagos de bonito muestreados y analizados por fecha y zona de captura. IA es el índice de Intensidad alimentaria.

Estación	Fecha	Zona de captura	N	C/contenido	Vacío	IA
Invierno	02-08-2022	19°53-70°09'	30	21	9	0,70
	02-08-2022	20°09'-70°09'	26	13	13	0,50
	05-08-2022	1 mn Pta.Patache	30	8	22	0,27
	30-08-2022	20°07'-70°08'	40	33	7	0,83
	06-09-2022	20°24'-70°12'	49	34	15	0,69
	26-09-2022	2 mn Oeste Cavancha	60	41	19	0,68
Primavera	04-10-2022	2 mn Pta. Piedra	40	39	1	0,98
	07-10-2022	2 mn Huayquique	25	17	8	0,68
	26-10-2022	2 mn Pta.Patache	39	22	17	0,56
	03-11-2022	2 mn Pta. Piedra	41	21	20	0,51
	11-11-2022	2 mn Pta. Gruesa	40	19	21	0,48
	28-11-2022	3 mn Cavancha	40	29	11	0,73
	26-12-2022	2 mn Pta. Piedra	40	30	10	0,75
Total muestras			500	327	173	

Tabla 2. Resumen del estado de condición de los estómagos de bonitos analizados.

Estado del estómago	Número	%
C/contenido	327	65
Vacío	173	35
Total	500	100
Estado del contenido		
Digerido	83	25
Semidigerido	244	75
Total	327	100

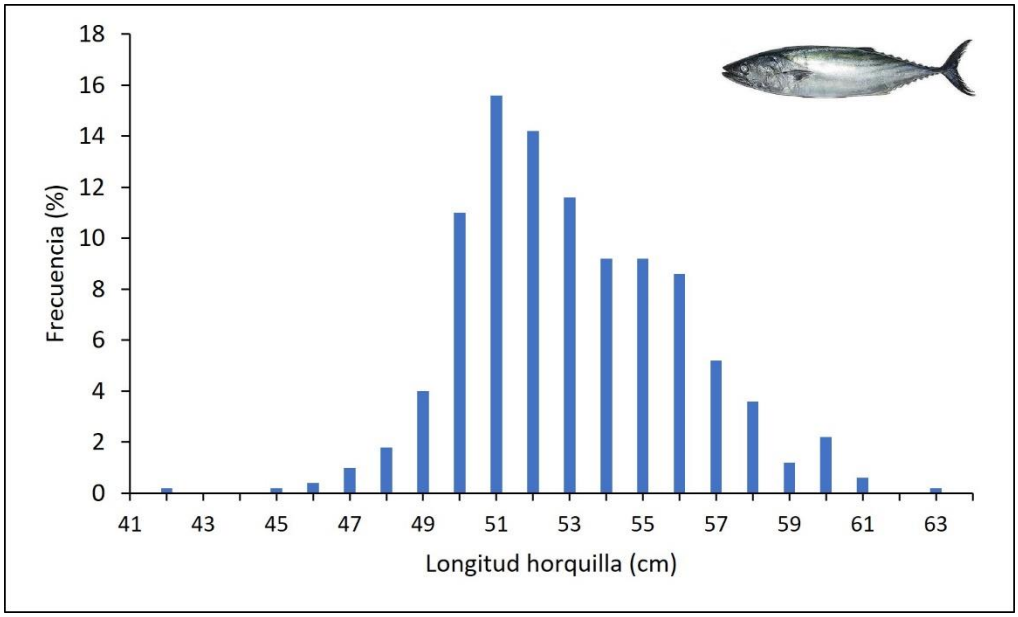


Figura 2. Distribución de frecuencia de tamaños de bonito muestreados de capturas de pesca artesanal durante el periodo de estudio.

Composición de los ítems presas alimentarios de *S. chiliensis.*

Se determinó un total de 10 ítems presas (sin considerar los restos), pertenecientes a crustáceos y peces. En los crustáceos, langostino enano (*Pleuroncodes* sp.) se encontró en 11% de los estómagos analizados, con una contribución en número del 24,2%, alcanzando la mayor importancia relativa en la dieta (%IIR = 6,8). Como presa secundaria en los crustáceos, el grupo eufáusidos sólo estuvo presente en 7% de los estómagos con importancia relativa inferior a 1%.

En el grupo de peces, la anchoveta presentó frecuencia de ocurrencia de 24,6%, aportando a la dieta en número y peso con 17,5% y 86,8%, respectivamente, llegando a ser la presa dominante en la dieta con %IIR = 59,5. El número promedio de ejemplares de anchoveta consumidas por bonito fue de 8 (rango: 1 a 30 ejemplares).

Se destaca la presencia de juveniles de *E. ringens* en el 8% de los estómagos analizados e importancia relativa cercana al 1%. Los restos de juveniles de *E. ringens* estuvieron presentes en 32,4% de los estómagos, contribuyendo en número con 34,8%. Sin embargo, el aporte en peso está subvalorado por no poder corregir los pesos individuales como consecuencia de lo delicado de su estructura corporal y del proceso de digestión al que estuvieron sometidos en los estómagos de bonito (**Tabla 3**, ver **Anexo 2**).

Tabla 3. Composición trófica de *S. chiliensis* durante el periodo de estudio, expresada en porcentaje de frecuencia de ocurrencia (%FO), numérico (%N), peso (%P) e importancia relativa (%IIR).

Presas	%FO	%N	%P	%IIR
Crustacea				
Amphipoda	0,31	0,03	0,00	0,00
Isopoda	0,31	0,03	0,00	0,00
Stomatopoda	1,22	0,14	0,03	0,00
Euphausiidae	7,65	5,42	0,10	0,98
Pleuroncodes sp.	11,01	24,25	2,47	6,85
Pleuroncodes sp. (restos)	3,36	7,15	0,51	0,60
Larva Zoea	1,83	0,19	0,00	0,01
Larva megalopa	0,92	0,11	0,00	0,00
Pisces				
Engraulis ringens	24,46	17,51	86,89	59,48
Juvenil *Engraulis ringens*	8,26	3,72	0,76	0,86
Teleósteo n/i	0,61	0,05	0,04	0,00
Engraulis ringens (restos)	10,70	4,73	6,00	2,67
Juvenil *Engraulis ringens* (restos)	32,42	34,81	2,44	28,14
Teleósteo n/i (restos)	6,73	1,76	0,75	0,39

En el análisis de la composición trófica estacional (**Tabla 4**), en invierno langostino enano tuvo una baja importancia en la dieta (%IIR = 2,5), aumentando su participación en primavera (%IIR = 11). La anchoveta alcanzó valores de importancia relativa prácticamente similares en invierno y primavera (%IIR = 56% y 59%, respectivamente), por lo tanto, fue la presa preferentemente consumida durante ambas estaciones. Los juveniles de anchoveta también presentaron igual frecuencia de ocurrencia e importancia relativa en la dieta.

La comparación de la dieta, utilizando los valores de frecuencia de ocurrencia de los ítems presas entre estaciones, reveló que no existen diferencias significativas entre los ítems presas de bonito entre invierno y primavera (χ^2 = 8,315; g.l. 9; P > 0,05).

Tabla 4. Composición trófica por estación, expresada en porcentaje de frecuencia de ocurrencia (%FO), numérico (%N), peso (%P), importancia relativa (%IIR).

Estación	INVIERNO 2022				PRIMAVERA 2022			
Presas	%FO	%N	%P	%IIR	%FO	%N	%P	%IIR
Crustacea								
Amphipoda					0,56	0,04	0,00	0,00
Isopoda	0,67	0,08	0,01	0,00				
Stomatopoda					2,26	0,22	0,06	0,01
Euphausiidae	4,67	0,61	0,02	0,06	10,17	8,13	0,18	2,06
Pleuroncodes sp.	8,00	14,79	1,09	2,58	13,56	29,59	3,74	11,02
Pleuroncodes sp. (restos)					6,21	11,18	0,98	1,84
Larva Zoea	2,00	0,30	0,00	0,01	1,69	0,13	0,00	0,01
Larva megalopa					1,69	0,17	0,00	0,01
Pisces								
Engraulis ringens	26,00	21,65	84,41	56,02	23,16	15,18	89,19	58,87
Juvenil *Engraulis ringens*	8,00	4,73	0,69	0,88	8,47	3,31	0,83	0,82
Teleósteo n/i	0,67	0,08	0,01	0,00	0,56	0,04	0,07	0,00
Engraulis ringens (restos)	18,67	11,81	10,89	8,61	3,95	0,73	1,48	0,21
Juvenil *Engraulis ringens* (restos)	34,00	43,14	2,11	31,26	31,07	30,11	2,75	24,90
Teleósteo n/i (restos)	8,00	2,82	0,78	0,59	5,65	1,16	0,73	0,26

Distribución de frecuencias de tamaño de anchoveta y juveniles de anchoveta como presas de bonito.

Se analizó la distribución de frecuencias de tallas de anchovetas (presas de bonito) con aquellos ejemplares que pudieron ser medidos. La estructura de tamaño presentó una distribución bimodal conformada por una fracción de ejemplares juveniles con una moda en 5,0 cm LT. De acuerdo con la presencia en los contenidos estomacal se consideró como fracción juvenil a aquellos ejemplares cuya longitud total fluctuó entre 3,6 cm y 6,2 cm LT. La segunda moda correspondería a ejemplares de anchoveta adulta con una moda en 12 cm LT. El rango de tamaños presente en los estómagos de bonito fluctuó entre 7,8 y 15,3 cm LT (**Tabla 5**).

Tabla 5. Longitud total promedio (LT, cm), rango de tamaño, peso promedio y rango de peso de anchovetas "adultas" y "juveniles" presentes en estómagos de bonito.

Presas	Número de ejemplares	Longitud media (cm)	Rango	Peso medio (g)	Rango
Anchoveta adulta	637	11,6	7,8 - 15,3	10,03	2,6 - 23,5
Anchoveta juvenil	135	4,6	3,6 - 6,2	0,49	0,22 - 1,25

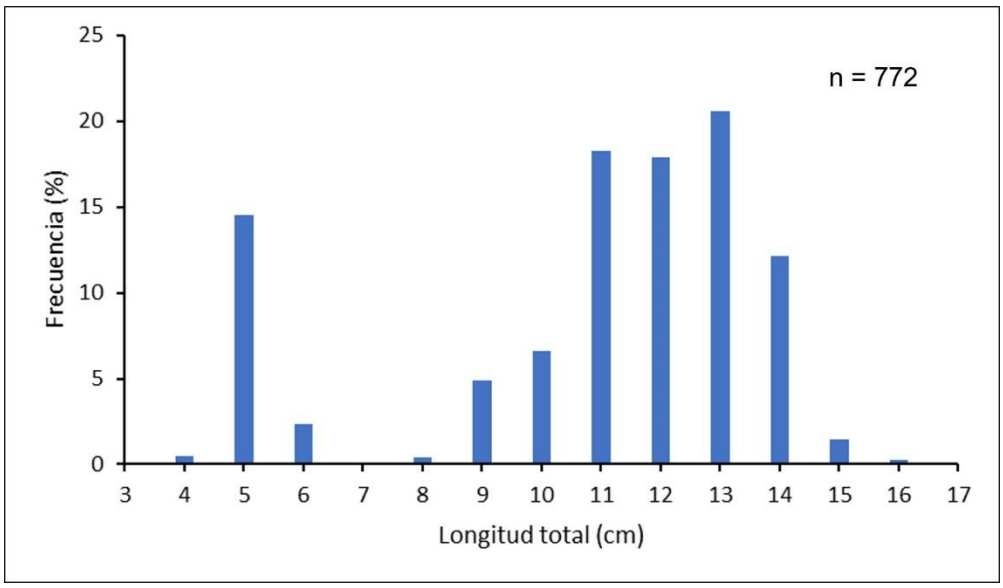


Figura 3. Distribución de frecuencia de tamaños de anchovetas presentes en estómagos de bonito.

Revisión bibliográfica histórica y actual de la alimentación y ecología trófica de *Sarda chiliensis*.

Las referencias bibliográficas recopiladas corresponden a tres especies del Género Sarda: *Sarda chiliensis chiliensis* o *Sarda chiliensis* (Cuvier, 1832) en el Océano Pacífico Norte y Sur; *Sarda sarda* (Bloch, 1973) en el Océano Atlántico, Mediterráneo y Mar Negro; y, *Sarda orientalis* (Temminck & Schlegel, 1844) en el Océano Indo-Pacífico.

En la **tabla 6** se presentan 18 referencias recopiladas con información de la composición de la dieta del género *Sarda*, relacionadas con periodos estacionales, anuales, interanuales, latitudinal, condiciones oceanográficas, sexo, grupos de talla y relación tamaño depredador-presa. Del total de referencias, 8 corresponden a estudios realizados en el bonito de las costas de Perú a partir de 1945 y 4 al bonito del norte de Chile, siendo el del año 1958 el más antiguo. En ellos se señala que, en general, la dieta del bonito está compuesta de peces, crustáceos, cefalópodos.

En 10 estudios llevados a cabo en el bonito de las costas de Perú y norte de Chile, se indica que la anchoveta *Engraulis ringens* ha sido la presa dominante, con la excepción de 2 estudios en que dan cuenta que langostino colorado *Pleuroncodes monodon* habría sido la presa de mayor importancia relativa en la dieta seguido de anchoveta. Se destaca el estudio de Pauly *et al.* (1987), en el que se estiman raciones diarias de alimento para estimar el consumo poblacional anual de bonito de Perú (4° a 14°S) sobre anchoveta desde 1953 a 1982.

Los otros estudios realizados en las especies del género *Sarda* de otras latitudes también dan cuenta que la dieta se compone principalmente de peces, crustáceos y cefalópodos, siendo peces pelágicos pequeños como los *engráulidos y clupeidos* preferentemente consumidos por el bonito (**Tabla 6**).

Tabla 6. Tabla resumen de la información recopilada sobre la alimentación de algunas especies del Género *Sarda*.

Especie	Región	Detalles sobre la alimentación	Autor
Sarda chiliensis chiliensis	Perú	La anchoveta ocurre en el 60,6% de los estómagos analizados. Información obtenida de datos colectados entre noviembre 1944 a enero de 1945.	Ancieta (1945, 1964 en Pauly *et al*., 1987)
Sarda chiliensis chiliensis	Perú	Principales ítems presa; anchoveta, *Munida cokeri*, ítems n/i. Generalmente entre 5 – 6 anchovetas (60-80 g, máx. de 330 g).	Vildoso (1955 en Pauly *et al*., 1987)
Sarda chiliensis chiliensis	Perú	Principal ítem presa es anchoveta, con tallas entre 12-14 cm, con un máximo de 28 cm. El peso máximo del contenido estomacal es 404 g.	Canal (1974 en Pauly *et al*., 1987)
Sarda chiliensis chiliensis	Perú	Entre 1979 - 1981, años con temperatura promedio normales, *E. ringens* es la presa más importante en la dieta del bonito, alcanzando en la zona de Callao un 66,9% en peso del contenido estomacal, constituyéndose a partir de los 16°S como el alimento casi exclusivo del bonito. Durante EN 1982-83, la anchoveta se hace menos accesible a la depredación siendo reemplazada por sardina juvenil, alcanzando en latitudes inferiores a los 13°S un 99,8% en la dieta. Hacia el sur, la anchoveta ingerida por el bonito es 91,9% en peso, presentándose, además, crustáceos y moluscos.	Sanchez de Benites *et al*. (1985)
Sarda chiliensis	Perú	Se deriva un modelo de consumo de alimento en *S. chiliensis* y otros escómbridos. Se estiman raciones diarias en % del peso corporal en un rango de 2,23 (a 14 °C) a 7,04 (a 24 °C), siendo usados, junto con los datos de composición de la dieta, para estimar el consumo mensual de anchoveta por parte del bonito	Pauly *et al*. (1987)

		frente a las costas de Perú entre 4°S - 14°S, de 1953 a 1982. Estas estimaciones oscilaron entre un máximo de 86.000 t en mayo de 1953 y 400 t, alcanzadas por primera vez en junio de 1975. Se concluyó que el bonito parece tener un impacto modesto en la población de anchoveta.	
Sarda chiliensis chiliensis	Perú	Se analizó la dieta del bonito y otros peces pelágicos de diferentes áreas del litoral peruano entre 20 y 40 mn de la costa, durante "La Niña" 2010. Las presas fueron peces, crustáceos y cefalópodos. *E. ringens* fue presa importante por estaciones del año (%IRI>78,6). El aporte de *P. monodon* en la dieta a tallas mayores y por zonas estaría condicionado al registro de aguas costeras frías en el área en ese periodo. Cambios espacio-temporales con la ontogenia. Tallas analizadas entre 31 y 70 cm LT.	Blaskovic *et al*. (2011)
Sarda chiliensis chiliensis	Perú	La anchoveta fue el alimento dominante en peso (54,4%) en la dieta durante el año 2013. En invierno los Euphausiidae fueron la presa dominante (66,9%P). Otras presas fueron calamar gigante (*Dosidicus gigas*), caballa (*Scomber japonicus*), jurel (*Trachurus murphyi*), *Viciguerria lucetia*. Las tallas analizadas oscilaron entre 34 - 70 cm LT.	Alegre *et al*. (2014)
Sarda chiliensis chiliensis	Perú	Se recupera la información de 10.956 estómagos de bonito, de tallas entre 19 y 73 cm LH y cubriendo el periodo 1998 - 2015. La dieta en términos de peso estuvo compuesta de teleósteos (91,4%), crustáceos (5,3%) y cefalópodos (3,3%). La anchoveta fue la presa dominante (76,3%) dentro de los peces. Las presas siguientes fueron *P. monodon* (3,95), calmar gigante	Espinoza (2016)

		Dosidicus gigas (2,2%), anchoveta blanca *Anchoa nasu* (2%) y *Viciguerria lucetia* (1,6%).	
Sarda chiliensis	Norte de Chile	Se menciona que el total de ejemplares observados contenían en sus estómagos "chicoria" (*E. ringens*) o fragmentos de ésta.	De Buen (1958)
Sarda sarda chiliensis	Caleta Vítor Norte de Chile	El análisis del contenido estomacal dio como resultado una frecuencia de ocurrencia de 81,3% de anchovetas adultas, 18,7% de resto de teleósteos indeterminados y 12,5% de restos de crustáceos. Las tallas analizadas estuvieron entre 45 y 59 cm LT.	Ojeda & Jacsik (1979)
Sarda chiliensis chiliensis	Norte de Chile y sur de Perú	Entre diciembre de 2013 y junio de 2014 se capturaron ejemplares en tres zonas entre Ilo (Perú), y Chanavayita (Iquique, Chile). Se identificaron siete presas: restos de peces, restos de mandíbulas de calamar, restos de pluma de calamar, restos de aleta caudal, *E. rigens, P. monodon* e indeterminados. La presa de mayor importancia (%IIR) fue *P. monodon* seguido de *E. ringens*.	Pepe-Victoriano *et al*. (2022)
Sarda chiliensis	Iquique-Pisagua Norte de Chile	La presa más frecuente y de mayor abundancia fue *P. monodon* con el valor más alto de importancia relativa en la dieta (%IIR = 45,8) seguido de *E. ringens* (%IIR = 13,5), pero superando el aporte en peso a la dieta (40%). Tallas analizadas 33,8 - 65 cm LH.	Medina & Araya (en prensa)
Sarda chiliensis	Sistema de Corriente de California	La anchoveta del norte (*Engraulis mordax*) fue el alimento principal (%FO = 56) del bonito. Secundariamente el calamar (*Loligo opalescens*) (%FO = 25,1), principalmente de enero a junio, la que se corresponde con su comportamiento de formación de bancos durante el desove. Las tallas analizadas fluctuaron entre 29 - 78 cm LH.	Pinkas *et al*. (1971)

Sarda chiliensis	Sur de California	Se analiza la dieta asociada a efectos "El Niño" en el periodo de agosto de 1983. El bonito consumió con mayor frecuencia peces (%FO = 71,4), los crustáceos con un mayor aporte en número (%N = 26,2%) y dentro de estos, el eufáusido *Nyctiphanes simplex* fue la presa dominante. La comparación con datos históricos similares durante condiciones ambientales semejantes y diferentes sugiere que los escómbridos son predadores oportunistas, y que la disponibilidad de presas fue, parcialmente, el resultado de las condiciones oceanográficas.	Bernard *et al*. (1985)
Sarda sarda	Mar Tirreno	El bonito del Mar Tirreno se alimentó intensamente de *Sardinella aurita* (%FO = 42, %P = 62), *Sardina pilchardus* (%FO = 31, %P = 24) y *Engraulis encrasicolus* (%FO = 30, %P = 9). Se presentó una correlación significativa y positiva entre la longitud del depredador y la presa. Las tallas analizadas estuvieron entre 32 y 60,6 cm LH.	Campo *et al.* (2006)
Sarda sarda	Mar Egeo	La composición general de la dieta en %N fue de 71 % de peces, 28 % de crustáceos y 1 % de cefalópodos. De los peces, *Engraulis encrasicolus* fue el taxón de presa dominante (%IIR = 36,2) seguido por Centracanthidae (*Spicara* spp.) (%IIR = 14,5) y *Sardina pilchardus* (%IIR = 4,5), en que la elección de las presas depende de la abundancia y de la localidad. Las longitudes de los peces muestreados oscilaron entre 26,6 y 65,5 cm LH.	Fletcher *et al.* (2013)
Sarda sarda	Mar Negro (costas de Turquía)	Los estómagos contenían principalmente *Engraulis encrasicolus*, *Trachurus mediterraneus*, Sprattus sprattus, *Mullus barbatus, Gobius niger, Merlangius merlangus, Pomatomus saltatrix, Alosa immaculata, Parablennius tentacularis* y pequeñas presas no	Genç *et al.* (2019)

		identificadas (partículas de tejido, otros). La presa más dominante fue *E. encrasicolus* (%IIR = 94%), seguido de *Trachurus mediterraneus* y *Sprattus sprattus*. Diferencias significativas según año, sexo y talla fueron encontradas. Las tallas analizadas oscilaron 13,2 y 62,5 cm LH.	
Sarda orientalis	Isla Jeju (Korea)	El bonito oriental es un piscívoro pelágico que consume principalmente peces, especialmente *Engraulis japonicus* (%IIR = 21) y *Scomber japonicus* (%IIR = 3,2). Su dieta también incluye pequeñas cantidades de eufáusidos, anfípodos y cefalópodos. Cambios ontogenéticos en los hábitos alimentarios fueron observados. *E. japonicus* fue consumido por todos los grupos de talla y estación entre un 40% y 50% de %IIR Tallas analizadas <30 y >80 cm LH.	Kim & Mook (2020)

En la búsqueda de bibliografía sobre la alimentación y ecología trófica del bonito se recopiló, además, estimaciones sobre el nivel trófico (NT) del bonito de Perú y norte de Chile, con la finalidad de tener una perspectiva de cuál es el rol trófico del bonito en el ecosistema pelágico del norte de Chile (**Tabla 7**).

De 5 valores estimados, 4 se obtuvieron a través de la modelación ecotrófica con el software Ecopath con Ecosim (EwE) (Christensen *et al*., 2000), considerado como una herramienta complementaria para el manejo de los recursos pesqueros con un enfoque ecosistémico.

Para el ecosistema de la Corriente de Humboldt Norte de Perú, 3 valores de NT han sido estimado con modelos ecotróficos construidos para periodos con condiciones oceanográficas normales y con eventos "El Niño" y "La Niña", cuyos valores están sobre 3. No obstante, el modelo de Tam *et al*. (2008), estima un NT para el grupo trófico "Otros grandes pelágicos", que incluye al bonito (*Sarda chiliensis*), la palometa (*Coryphaena hippurus*) y el atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*).

Para el ecosistema pelágico norte de Chile, 2 valores de NT se estimaron con EwE, pero en diferentes periodos anuales y bajo una condición oceanográfica normal (NT = 3,8) y con El Niño (NT = 4,1) y el valor de NT = 4,3 estimado a través de una ecuación que requiere de información de la fracción en peso de cada ítem presa en la dieta, así como del nivel trófico de ellas.

Tabla 7. Estimaciones del nivel trófico del bonito en Perú y norte de Chile

Área de estudio	Periodo	Método	Nivel trófico	Autores
Ecosistema de la costa de Perú entre 4°S - 14°S, hasta 40 mn de la costa en promedio.	1953-1984	Software Ecopath con Ecosim	3,47	Guénette *et al*. (2008)
Ecosistema de la Corriente de Humboldt del Norte entre 4°S - 16°S, hasta 60 mn de la costa.	Comparación periodos La Niña en 1995–96 con los años "El Niño" en 1997–98	Software Ecopath con Ecosim	La Niña = 3,60 El Niño = 3,99	Tam *et al*. (2008)
Ecosistema pelágico del norte de Chile, entre	1989		3,8	

18°20’S -24°00’S hasta 60 mn de la costa.		Software Ecopath con Ecosim		Medina *et al*. (2007)
Ecosistema de surgencia del norte de Chile, entre 18°20’S – 24°S hasta 60 mn de la costa.	1997 Presencia “El Niño”	Software Ecopath con Ecosim	4,1	Barros *et al*. (2014)
Norte de Chile (Pisagua - Iquique).	2017-2018	Ecuación de Christensen & Pauly (1992)	4,3	Medina & Araya (en prensa)

5. DISCUSIÓN

La composición de la dieta de bonito *Sarda chiliensis* durante el periodo analizado (segundo semestre de 2022) estuvo constituida por 10 ítems presa, pertenecientes a peces y crustáceos.

En el grupo de los crustáceos se determinaron 7 ítems presa, donde la presa más frecuente y abundante fue langostino enano (*Pleuroncodes* sp.). En los peces, la anchoveta (*Engraulis ringens*) se presentó en estado juvenil y adulto, siendo la fracción adulta mayormente consumida con alta contribución en peso (87%), alcanzando la mayor importancia relativa en la dieta del bonito.

Diferencias en la frecuencia de ocurrencia de anchoveta en los estómagos no fue evidente entre invierno y primavera. Estos resultados coinciden con Ojeda & Jaksic (1979) sobre la alimentación del bonito del norte de Chile, quienes informaron que la presa principal fue la anchoveta junto con restos de crustáceos. Sin embargo, estos resultados difieren con lo comunicado recientemente por Pepe-Victoriano *et al*. (2022) y Medina & Araya (en prensa), donde el bonito del norte de Chile consumió preferentemente langostino colorado (*Pleuroncodes monodon*) y secundariamente anchoveta. Estas diferencias podrían estar asociadas a variaciones en la abundancia y distribución espacio-temporal de las presas, influenciadas por fluctuaciones oceanográficas del medio ambiente, haciéndolas más o menos vulnerables a la depredación por parte del bonito.

En estudios realizados en el bonito de las costas de Perú, igualmente se ha informado que la anchoveta es la especie dominante en la dieta (Ancieta, 1964; Vildoso, 1955; Canal, 1974 en Pauly *et al.,* 1987; Sánchez de Benites *et al*., 1985; Blaskovic *et al*., 2011; Alegre *et al*., 2014; Espinoza, 2016).

Cambios espacio-temporales en la alimentación y en el tamaño de las presas al incrementarse la talla del depredador también han sido registrados (Blaskovic *et al*., 2011; Alegría

et al., 2014). Estos últimos autores mencionan, además, que la presencia de langostino colorado en la dieta estaría asociada al registro de condiciones frías durante los periodos de estudio, pues esta especie ha sido considerada indicador de aguas costeras frías, lo que también pudo verse reflejado en el presente, ya que las temperaturas superficiales del mar se mantuvieron más frías de lo normal, característico de "La Niña", según los boletines mensuales de CIAM (2022).

Por otro lado, Alegre *et al*. (2014), confirman la alta plasticidad en el comportamiento alimentario que tiene el bonito, junto a otras especies pelágicas transzonales como *Trachurus murphyi* (jurel), *Scomber japonicus* (caballa) y *Coryphaena hippurus* (palometa) del ecosistema del Mar Peruano, al adaptar su régimen de alimentación a los cambios espacio-temporales que afectan la disponibilidad y composición de presas.

En estudios recopilados para el bonito del Océano Atlántico Norte, *Sarda sarda* (Bloch, 1793) ha sido descrito como depredador piscívoro que se enfoca principalmente en peces clupeiformes tales como *Engraulis encrasicolus*, *Sardinella aurita*, *Sardina pilchardus* (Campo *et al*., 2006; Fletcher *et al*., 2013; Genç *et al*., 2019).

En el bonito del Atlántico, de igual forma se ha encontrado cambios en las preferencias alimentarias por tamaño, sexo y años. Estos autores señalan que *S. sarda*, como especialista trófico, probablemente afecta a la población de estos pequeños pelágicos de importancia comercial o que el bonito se vea afectado por las fluctuaciones en la abundancia de estas especies pelágicas.

Genç *et al*. (2019) plantean que como *E. encrasicolus* es la principal fuente nutricional de *S. sarda* en el Océano Atlántico Norte, esta especie de presa no alcanzaría la edad reproductiva, por lo que la presión depredadora debe considerarse cuidadosamente al determinar las estrategias en la gestión de la pesca.

La estructura de tamaños de anchovetas presentes en la dieta del bonito, en este estudio, está dentro de los tamaños que capturó la flota artesanal cerquera, cuya distribución de tamaños fue unimodal (moda: 13 cm LT; rango: 6,5 a 17 cm), con la excepción en diciembre que estuvo en 12,5 cm LT (CIAM, 2022). La presencia de juveniles de anchoveta en los estómagos de bonito habría coincidido con el inicio del periodo de reclutamiento de la anchoveta (CIAM, 2022).

Para el presente estudio, las muestras de bonito fueron obtenidas desde capturas ocurridas en zonas muy costeras, dentro de las 2 primeras millas náuticas de la costa, donde habría ocurrido una fuerte interacción depredador-presa entre individuos de bonito e individuos de anchoveta adulta y juveniles. Al respecto, cabe señalar que la anchoveta se ha presentado muy concentrada en el borde costero de la macrozona norte, lo que ha provocado un gran espectáculo de actividad alimentaria entre una variedad de especies depredadoras, no sólo por parte del bonito, sino que también por lobos marinos (*Otaria flavescens*), aves marinas como piqueros (*Sula variegata*), pelicanos (*Pelecanus thagus*) y otros (observación personal, pescadores artesanales, registros fotográficos y videos publicados en redes sociales).

Con relación a lo anterior, Guénette *et al*. (2008) plantean que es posible encontrar relaciones tróficas no directas llamadas “mediación”, que resultan de una tercera especie que modifica la relación trófica entre otras dos especies. En el caso del bonito, durante su actividad alimentaria, esta especie tendería a empujar a los peces pelágicos pequeños hacia la superficie y zona costera, como la anchoveta, haciéndolas más vulnerables a la depredación de aves marinas.

De acuerdo con los resultados del estudio, se observa que la interacción entre el bonito y la anchoveta ya sea en estado adulto o juvenil de la presa, juega un rol importante en la trama alimentaria del ecosistema pelágico del norte de Chile, probablemente como regulador de la población de este pequeño pelágico.

Los niveles tróficos (NT) sobre 3, que han sido estimados para el bonito, corresponden a consumidores terciarios o meso-depredadores, es decir, carnívoros altamente voraces dentro de una trama trófica.

Los valores de NT sobre 4 indicarían que es un depredador de posición trófica alto con un valor que es característico de depredadores tope, como tiburones pelágicos, grandes peces pelágicos (*Coryphaena hippururs*, túnidos), ejemplares grandes de especies de *Merluccius*, cefalópodos, cetáceos, lobos y aves marinas, presentes en el gran ecosistema marino de la Corriente de Humboldt (Tam *et al*., 2008; Espinoza *et al*., 2017).

Para comprender mejor el rol del bonito en la trama trófica del norte de Chile, así como de otros depredadores de anchoveta en el ecosistema, es necesario avanzar con nuevos estudios sobre la dinámica trófica del bonito, como por ejemplo estimar raciones diarias de alimento, tasas de evacuación gástrica, composición de la dieta anual (a través de contenido estomacal e isótopos estables), biomasa de la población de bonito, insumos que son necesarios para estimar el consumo poblacional de bonito sobre anchoveta de la macrozona norte de Chile.

6. CONCLUSIONES

- La composición trófica de bonito del norte de Chile durante el segundo semestre de 2022 (agosto a diciembre de 2022) estuvo constituida por 10 ítems presa, siendo la anchoveta (*E. ringens*) la presa preferentemente consumida, alcanzando una importancia relativa de un 59% en la dieta, seguido del crustáceo langostino enano (*Pleuroncodes* sp.*)*. En peso, el aporte relativo de anchoveta fue de un 87%.

- El bonito también depreda a la fracción juvenil de anchoveta durante todo el periodo de estudio. Por la fragilidad de la estructura corporal y el proceso de digestión, la contribución en peso de juveniles a la dieta estaría subvalorado (aporte relativo en peso de un 0,8%).

- Cambios estacionales en la composición de la dieta de bonito no fue evidente entre invierno y primavera, manteniéndose la anchoveta como la presa de mayor importancia relativa en la dieta del bonito (contribución relativa en peso en invierno de 84% y en primavera de un 89%).

- En términos de tamaño de anchoveta como presa de bonito, se presenta una fracción adulta (promedio: 11, 5 cm LT; rango: 7,8-15,3 cm) y juvenil (promedio: 4,6 cm LT; rango: 3,6 - 6,2 cm).

- El bonito jugaría un rol clave en el ecosistema pelágico del norte de Chile, como consumidor terciario altamente especializado en peces pelágicos pequeños, como la anchoveta.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Alegre A, I Navarro & P Espinoza. 2014. Trofodinámica de los principales recursos transzonales en el Ecosistema de la Corriente Peruana. Instituto del Mar del Perú. 25 p. DOI: 10.13140/RG.2.1.2297.2401

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 Nº 2004-38: 1-138.http://www.subpesca.cl/fipa/613/articles-89071_informe_final.pdf

Barros M, H Arancibia & S Neira. 2014.Trophic interactions in northern Chile upwelling ecosystem, year 1997. Latin American Journal of Aquatic Research 42(5): 1109-1125.

Bernard H, J Hedgepeth & S. Reilly. 1985. Stomach contents of albacore, skipjack, and bonito caught off Southern California during summer 1983. CalCOFI Rep., Vol. XXVI, 175-182.

Blaskovic V, C Fernández, A Alegre & I Navarro. 2011. Estructura trófica de los principales peces pelágicos del litoral peruano frente al evento La Niña 2010. IMARPE. Dirección de Investigaciones en peces demersales y litorales. Unidad de Investigaciones en Biodiversidad. Laboratorio de Ecología Trófica. 30 p. DOI: 10.13140/RG.2.1.4525.4647

Bozzano, A. L. Recasens & P. Sartor. 1997. Diet of the European hake *M. merluccius* (Pisces: Merluciidae) in the Western Mediterranean (Gulf of Lions) SCI.MAR., 61(1): 1-8.

Campo D, L Mostarda, MP Castriota, MP Scarabello & F Andaloro. 2006. Feeding habits of the Atlantic bonito, *Sarda sarda* (Bloch, 1793) in the southern Tyrrhenian Sea. Fisheries Research 81: 169-175.

CIAM 2022. Condición biológico-pesquera y ambiental de las regiones de Arica y Parinacota, Tarapaca y Antofagasta. Boletínes mensual N°86 al 90. https://www.ciamchile.cl/documentos/

Collette B & C Nauen. 1983. Scombrids of the world. An annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos and related species known to date. FAO Fisheries Synopsis 125 (2), 137 p.

Cortés E. 1997. A critical review of methods of studying fish feeding based on analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 54: 726- 738.

Cubillos, L., A. Hernández, L. Vilugrón, L. Miranda, R. Alarcón, Claudio Pino y G. Vásquez. 1998. Estudio Biológico – Pesquero de merluza de cola en el área de distribución de la pesquería pelágica centro–sur. Informe Final Proyecto FIP N°96-19, 158 p.

Chirichigno N & RM Cornejo. 2001.Catálogo comentado de los peces marinos del Perú. Callao, Perú: Instituto del Mar del Perú. 314 p.

Chong J., C. Oyarzún, R. Galleguillos, E. Tarifeño, R. Sepúlveda & Ch. Ibáñez. 2005. Parámetros biológico-pesqueros de la jibia, D*osidicus gigas* (Orbigny, 1835) (Cephalopoda: Ommastrephidae), frente a la costa de Chile central (29ºs-40ºs) durante 1993-1994. Gayana 69(2): 319-328.

Christensen V, CJ Walters & D Pauly. 2000. Ecopath with Ecosim: A user's guide. October 2000 Edition. Fisheries Centre, University of British Columbia Vancouver, Canada and ICLARM, Penang, Malaysia, 131 p.

De Buen F. 1958. Peces del Suborden Scombroidei en aguas de Chile. Revista de Biología Marina, Valparaíso 6(1, 2 y 3), 38 p.

Espinoza P. 2016. Avances en estudios tróficos de algunos depredadores, caso especial del bonito y el bacalao de profundidad. En: Henríquez N & N. Golsman (eds) Libro Resumen Tercer Taller Binacional: Estudios biológicos pesquero en depredadores topes y altamente migratorios en el Océano Pacífico Sur Oriental, pp 51-52. IFOP.

Espinoza P, A Lorrain, F Ménard, Y Cherel, L Tremblay-Boyer, J Argüelles, R Tafur, S Bertrand, Y Tremblay, P Ayón, JM Munaron, P Richard & A Bertrand. 2017. Trophic structure in the northern Humboldt Current system: new perspectives from stable isotope analysis. Marine Biology 164:86.

Fletcher N, IE Batjakas & GJ Pierce. 2013. Diet of the Atlantic bonito *Sarda sarda* (Bloch, 1793) in the Northeast Aegean Sea. Journal of Applied Ichthyology 29(5): 1030-1035.

Genç Y, NS Başçınar & M Dağtekin. 2019. Feeding habits during migration of the Atlantic bonito *Sarda sarda* (Bloch, 1793) to the Black Sea. Marine Biology Research 15: 125-136.

Guénette S, V Christensen & D Pauly. 2008. Trophic modelling of the Peruvian upwelling ecosystem: towards reconciliation of múltiple datasets. Progress in Oceanography 79, 352–365.

Hyeon J & J Mook. 2020 Diet Composition of Oriental Bonito (*Sarda orientalis*) in Coatal Waters of Jeju Island, Korea. Korean Journal of Ichthyology, Vol. 32, No. 1, 8-13. DOI: https://doi.org/10.35399/ISK.32.1.2

Hyslop EJ. 1980. Stomach contents analysis, a review of methods and their application. Journal of Fish Biology 17: 711-429.

Medina M & H Arancibia. 1998. Selectividad por el tamaño de las presas en el jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*) y la caballa (*Scomber japonicus*) del norte de Chile. Rev. Invest. Cient. y Tec., Serie: Ciencias del Mar, 4: 35-41.

Medina M. y H. Arancibia. 2002. Dinámica trófica del jurel (*Trachurus symmetricus murphyi*) en el norte de Chile. Invest. Mar., Valparaíso, 30(1): 45-55.

Medina M, H Arancibia & S Neira. 2007. Un modelo trófico preliminar del ecosistema pelágico del norte de Chile (18°20'S-24°00'S). Investigaciones Marinas 35: 25-38.

Medina M & M Araya. 2022. (en prensa). Alimentación del bonito *Sarda chiliensis* (Pisces: Scombridae) en el norte de Chile. Revista de Biología Marina y Oceanografía.

Miranda L, A Vilaxa, R Ávila & M Rodríguez. 2014. Caracterización del Ciclo de Desarrollo Embrionario y Larval de *Sarda chiliensis chiliensis* (Alva, 1987) en un Sistema Acuícola de Recirculación (SAR). International Journal of Morphology 32(4):1492-1501.

Moreno P. 2002. Cambios morfométricos en la metamorfosis de larvas de *Engraulis ringens* (Jennys) en laboratorio. Tesis para optar al Título de Biólogo Marino. Depto. Ciencias del Mar, Universidad Arturo Prat, 46 pp.

Ojeda FP. & F Jaksic. 1979. Utilización diferencial de recursos alimenticios por dos poblaciones simpátricas de *Scomber japonicus peruanus* y *Sarda sarda chiliensis* en el Norte de Chile. Medio Ambiente, 4 (1): 19-23.

Pauly D, Ch de Vildoso A, Mejía J, Samamé M & M Palomares. 1987. Population dynamics and estimated anchoveta consumption of bonito *(Sarda chiliensis)* off Peru, 1953 to 1982. *In:* D. Pauly, D., Tsukayama, I. (Eds.). The peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem: three decades of change. Inst. Mar Perú (IMARPE), Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenartbeit (GTZ), International Center for living Aquatic Resources Management (ICLARM), 248-267.

Pearcy WG, HV Lorz & W Peterson. 1979. Comparison of feeding habits of migratory and non-migratory *Stenobrachius leucopsarus* (Mictophyidae). Marine Biology, 51:1-8.

Pennington M, R Bowman & R Langton. 1982. Variability of the weight of stomach contents of fish and its implications for food studies. In: Gutshop 81. Fish food habits studies proceedings of the Third Pacific Workshop. Gregor M. Cacilliet and Charles A. Simenstad (Eds.). A. Washington Sea Grant Publication. University of Washington: 2-7.

Pepe R, L Miranda, A. Ortega & G. Merino. 2021. Descriptive morphology and allometric growth of the larval development of *Sarda chiliensis chiliensis* (Cuvier, 1832) in a hatchery in northern Chile. Aquaculture Reports 19(2021) 100576. https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2020.100576

Pepe-Victoriano R, H Aravena-Ambrosetti, Jordan I H, F Méndez-Abarca, K Godoy & N Álvarez. 2022. Feeding habits of *Sarda chiliensis chiliensis* (Cuvier, 1832) in Northern Chile and Southern Perú. Animals 12, 930. <https:// doi.org/10.3390/ani12070930>

Pinkas L, M Oliphant & Y Iverson. 1971. Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. California Fishery Bulletin, 152: 1-105.

Samamé M. 1993. Algunos aspectos de la biología y pesquería del bonito (*Sarda chiliensis chiliensis* C.) de la costa norte del Perú. En: Castillo de Maruenda E. (ed). Memoria X CONABIOL, 02-07 agosto 1992, Lima-Perú: 261-772.

Sánchez de Benites G, A Alamo & H Fuentes. 1985. Alteraciones en la dieta alimentaria de algunos peces comerciales por efecto del Fenómeno "El Niño". *En:* W. Arntz, A. Landa y J. Tarazona (Eds.). *"El Niño" Su Impacto en la Fauna Marina*. Bol. Inst. Mar Perú. Volumen Extraordinario, 135-142.

Šantić M, I Jardas & A Pallaoro. 2005. Feeding habits of horse mackerel, *Trachurus trachurus* (Linneaus, 1758), from the central Adriatic Sea. J. Appl. Ichthyol. 21, 125–130.

Tam J, M Taylor, V Blaskovic, P Espinoza, R Ballón, E Díaz, C Wosnitza-Mendo, J Argüelles, S Purca, P Ayón, L Quipuzcoa, D Gutiérrez, E Goya, N Ochoa & M Wolff. 2008. Trophic flows in the Northern Humboldt Current Ecosystem, Part 1: Comparing 1995–96 and 1997–98. Progress in Oceanography.

SERNAPESCA. 2021. Anuario Estadístico de Pesca y Acuicultura. Servicio Nacional de Pesca. http://www.sernapesca.cl

Zar JH. 1984. Biostatistical analysis. Second edition. Prentice may Inc. New Yersey. 622 pp.

ANEXOS

I. PROTOCOLO DE MUESTREO

PROTOCOLO DE MUESTREO DE BONITO (*Sarda chiliensis*) PARA ANÁLISIS DE CONTENIDO ESTOMACAL, ZONA NORTE, JULIO-DICIEMBRE 2022

1.- Periodo de muestreo desde julio a diciembre del 2022.

2.- Toma de muestras de bonito desde embarcaciones artesanales que operan en la zona norte, por personal de CIAM.

3.- 250 ejemplares de bonito (trimestral) tomados al azar, en lo posible abarcando todas las tallas.

4.- Registrar de cada ejemplar de bonito su longitud horquilla (LH, cm), peso total (g) y sexo (macho, hembra, indeterminado).

5.- Los datos biológicos de cada bonito se registran en planillas con fecha y lugar de procedencia de la muestra, las que serán entregadas junto con las muestras.

6.- A cada ejemplar hacer una disección en la parte abdominal desde el ano hasta las aletas pélvicas para extraer el estómago cortando con tijera a partir del esófago. Tener cuidado de no romper el estómago cuando esté lleno. De romperse, guardar todo el contenido en la bolsa.

Figura 1. Estómago semi-vacío

Figura 2. Estómago lleno

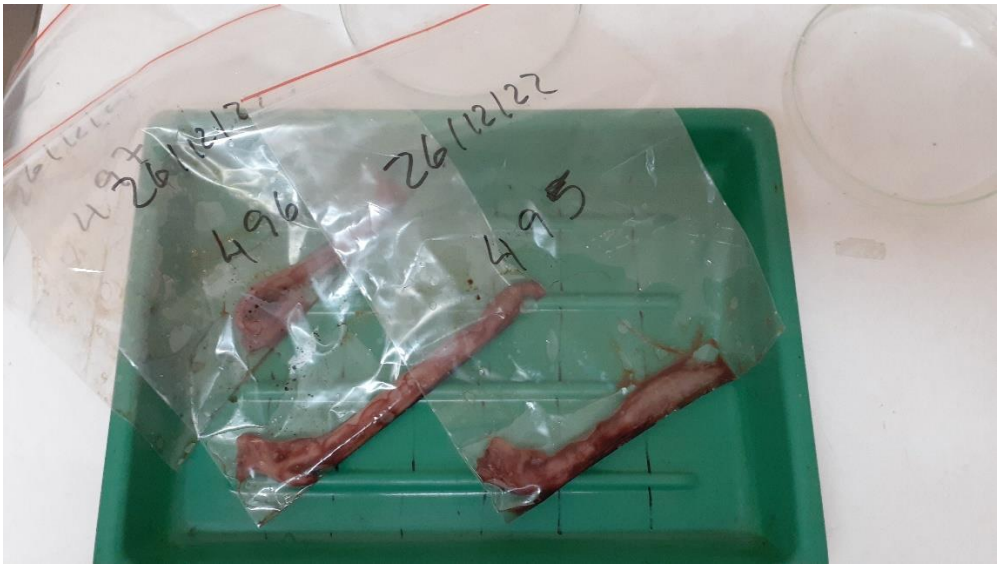


Figura 3. Estómagos de bonito guardados en bolsas de polietileno etiquetadas

7.- Registrar el peso del estómago (g).

8.- Guardar el estómago en bolsas de polietileno debidamente etiquetadas con lápiz resistente a la humedad al momento de descongelar.

9.- Cada bolsa deberá tener el número del ejemplar, fecha, procedencia.

10.- Congelar debidamente las bolsas con los estómagos para evitar descomposición antes de ser analizados.

II. REGISTROS DE ANCHOVETAS ADULTAS Y JUVENIL PRESENTES EN ESTÓMAGOS DE BONITO

Figura 1. Anchovetas adultas semidigeridas

Figura 2. Anchovetas en avanzado estado de digestión

Figura 3. Juveniles de anchoveta en avanzado estado de digestión

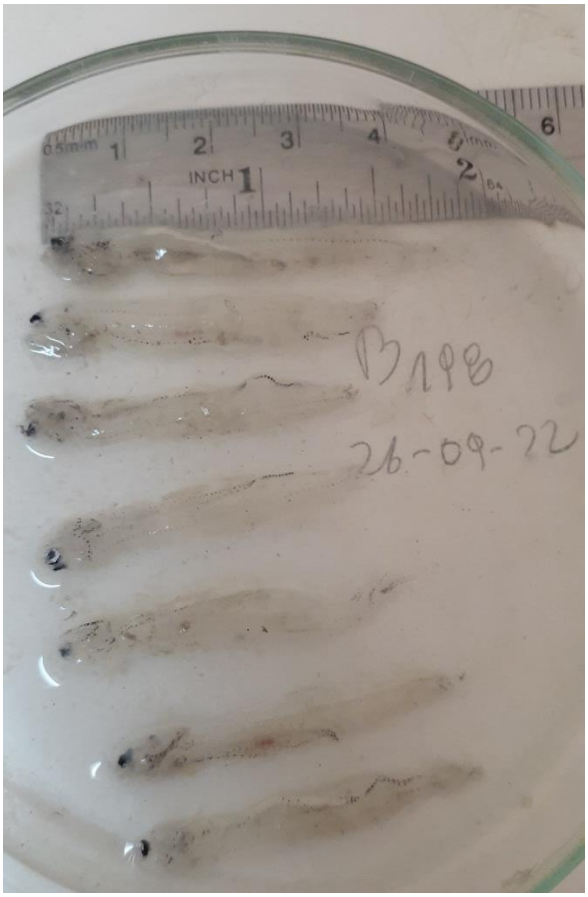


Figura 4. Juveniles de anchoveta semidigeridas