

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

INFORME SOBRE LA BIOLOGÍA Y PESQUERÍA DEL RECURSO BONITO (*Sarda chiliensis chiliensis*) R.M. 132-2019-PRODUCE

INTRODUCCIÓN

El bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*), es una especie pelágica transzonal cuya disponibilidad está sujeta a la incidencia de condiciones oceanográficas favorables. Se distribuye en el Pacífico Oriental, desde Máncora (Perú) hasta Talcahuano (Chile) (Collete & Nauen, 1983). El bonito, realiza migraciones diarias con movimientos verticales, aparentemente relacionados con los desplazamientos de la anchoveta. Estacionalmente su disponibilidad es mayor durante la primavera y el verano concentrándose en las aguas superficiales costeras (Samamé, 1993). Esta especie constituye uno de los principales recursos de importancia comercial del Perú, debido a sus altos desembarques (Samamé, 1997, PRODUCE, 2012), destinando su pesca principalmente al consumo humano directo (Gálvez y Castillo, 2015). En los últimos años se observó un incremento en su disponibilidad, asociados a la variabilidad ambiental en el mar peruano.

La normativa vigente, determina para el bonito un tamaño de malla de 76 mm o 3 pulgadas en las redes de cerco o boliche (PRODUCE, 2001); a la fecha el tamaño de malla para la captura de bonito con redes de enmalle o cortina no se encuentra reglamentado. Los estudios sobre selectividad y determinación de las tallas medias de selección (L_{50}), constituyen objetivos cruciales para el manejo de la pesquería, ya que se busca que las capturas estén integradas principalmente por organismos de tallas grandes, maximizando los rendimientos y protegiendo los ejemplares de menor talla (Millar y Holst, 1997).

La R.M. N° 003-2019-PRODUCE, estableció el límite de captura del recurso bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*) para el año 2019, en sesenta y cuatro mil (64 000) toneladas; además autorizó la ejecución de una Pesca exploratoria de bonito para embarcaciones artesanales del 09 de enero al 20 de marzo. Posteriormente, la R.M. N° 132-2019-PRODUCE autorizó una Pesca Exploratoria del 05 abril al 30 junio, con la finalidad de ejecutar una investigación de mayor cobertura espacial, intensificando el muestreo de aspectos biológico-pesqueros del bonito.

En el presente documento se describe el avance de la actividad extractiva de bonito para el periodo enero al 20 de junio 2019, se revisa la información sobre madurez gonadal (L_{50}), talla de primera captura de bonito, a partir de información histórica y presenta los resultados de los estudios orientados a la determinación del tamaño de malla en redes de cerco para la captura de bonito, durante el desarrollo de la pesca exploratoria (R.M. N° 132-2019-PRODUCE).

MATERIALES Y MÉTODOS

La información biológica se obtuvo del seguimiento de la Pesquería Pelágica del IMARPE, colectada según el protocolo (Bouchon et al. 2001). De cada ejemplar muestreado se obtuvieron las siguientes mediciones: longitud a la horquilla (LH), peso eviscerado (P_{evis}), sexo, peso de gónada (P_{gon}) y estadios de madurez gonadal de las hembras, para estos últimos se utilizó la escala



R. GUEVARA



M. NIQUEN



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad"

de Johansen (1924). Se analizó información histórica de 51 años (1967- 2018) del recurso bonito, registrada en la base de datos IMARSIS y el análisis exploratorio, permitió verificar que los datos más consistentes correspondieron al periodo 2004-2017 y abarcando todo el litoral peruano (03°23' – 18°21'S) con un total de 2030 datos.

Los datos biométricos, se obtuvieron de los muestreos de las capturas de la flota artesanal y de cerco realizados por el Programa de Seguimiento de la Pesquería Pelágica del IMARPE en los principales puertos del litoral peruano, durante enero de 2003 a diciembre del 2017; alcanzando un total de 41,846 muestras.

Periodo de Mayor actividad reproductiva:

Para obtener el periodo de mayor actividad reproductiva se utilizó el Índice Gonadosomático (IGS), según Vazzoler (1982):

$$IGS = \frac{P_{gon}}{P_{evis}} * 100$$

Dónde: P_{gon} es el peso de la gónada y P_{evis} es el peso eviscerado en gramos.



Talla de madurez gonadal (L_{50})

Para la estimación de la L_{50} , se utilizó datos de longitud a la horquilla (LH) en centímetros y los estadios de madurez gonadal; considerando según Buitrón et al. (2011) a los estadios I-II como inmaduros y los estadios III - VIII como maduros. Para el análisis, se utilizó los datos del periodo de mayor actividad reproductiva (meses de octubre, noviembre y diciembre) y sólo ejemplares hembras. Se utilizó un modelo lineal generalizado (GLM) con familia binomial y enlace logit.

$$logit = \log\left(\frac{p}{1-p}\right)$$

Dónde: p se definió como la probabilidad de éxito (maduro) y $1-p$ como la probabilidad de fracaso (inmaduro).

Para modelar este tipo de información, las proporciones se ajustan a una curva logística de la forma:

$$p = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 L)}}$$

Dónde:

$\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1$ = los parámetros intercepto y pendiente respectivamente.

Posteriormente el valor de L_{50} , se obtuvo de la ecuación:

$$L_{50} = -\frac{\hat{\beta}_0}{\hat{\beta}_1}$$



"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

Estimación de parámetros de crecimiento a partir de frecuencia de tallas

Las frecuencias de tallas simples se ponderaron a la captura del viaje respectivo y posteriormente se agruparon por mes y por año. Para el agrupamiento anual, se utilizó el año biológico, de acuerdo al patrón reproductivo, de noviembre a octubre del siguiente año. Para estimar los parámetros de crecimiento, se utilizó el modelo de von Bertalanffy (Pauly & Gaschuts 1979)

$$L_t = L_{\infty}(1 - \exp^{-(k(t-t_0) + (Ck/2\pi) \sin 2\pi(t-t_s))})$$

Dónde:

L_t es la talla a la edad, L_{∞} la longitud asintótica, K : constante de crecimiento, t_0 : edad teórica a la cual el pez tendría una talla igual a cero centímetros, Ck : amplitud de la oscilación, T_s : Summer Point o momento del año en que el crecimiento es más rápido. El t_s está relacionado al "Winter Point" a través de $WP = t_s + 0.5$.

La longitud asintótica (L_{∞}) se obtuvo mediante el modelo de Powell-Wetheral y se mantuvo constante para estimar los demás parámetros (k , t_s y C); para esto se utilizó el ELEFANT. Para ambos cálculos se utilizó el paquete TropFishR del software R. De esta manera se pudo utilizar las progresiones modales de aquellos periodos en los cuales no se observaron tallas grandes en los muestreos de la flota industrial de cerco, sin el riesgo de sobrestimar la tasa de crecimiento k .



Talla mínima de captura (TMC)

La estimación de la TMC, estuvo en función de la L_{50} estimada y el incremento en tamaño (Δl) que experimenta una hembra por vez primera, en el intervalo de tiempo (Δt), desde el inicio del proceso reproductivo (maduración gonadal) hasta que se produce un desove. Se estimó según la siguiente expresión matemática:

$$TMC = L_{50} + \Delta l$$

Posteriormente, se utilizó la función de crecimiento de von Bertalanffy (FCvB):

$$L_{50} = L(t); \text{ y } TMC = L(t + \Delta t)$$

De donde:

$$\Delta l = L(t + \Delta t) - L(t) = (L_{\infty} - L(t)) * (1 - e^{(-k*\Delta t)})$$

Donde:

Δl es el incremento en tamaño que logrará el pez en el intervalo Δt .

Δt es el tiempo que transcurre entre la madurez y desove.

L_{∞} , k son los parámetros de la ecuación de crecimiento de Von Bertalanffy.

Toma de información para los estudios de determinación de tamaño de malla

- Se capacitó al personal científico de los laboratorios costeros para la toma de información sobre la biometría del pez, y otras mediciones a registrar para la estimación de tamaño de malla y selectividad.



"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"

"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

- Se realizaron salidas al campo a los desembarcaderos artesanales, para la caracterización de las redes de cerco y registro de información sobre la biometría del pez (forma del pez), Chimbote (Ancash), Huacho (Lima), Pisco (Ica), Ilo (Moquegua) y Morro Sama (Tacna).
- Se realizó una salida al mar en una embarcación artesanal de Huacho, para describir la operación de pesca y comportamiento de la red de cerco usada.
- Se realizaron reuniones con la comunidad pesquera involucrada en el tema (armadores, patrones, pescadores, etc.), donde se intercambiaron conocimientos y experiencias sobre las operaciones de pesca, diseño y armado de redes, problemática de la pesca, entre otros temas.

Determinación de la luz de malla para redes de cerco

Las mediciones biométricas de la forma del pez, son esenciales para la determinación de luz de malla estimada para redes de cerco. Prado y Dremiere (1988), describieron una forma práctica para estimar la luz de malla; mencionando que existe una relación entre la dimensión de la luz de malla y perímetro del pez (perímetro opercular y máximo), en base a la fórmula de Fridman, que a continuación se describe:

$$Lm = \frac{2}{3} \times \frac{L}{K}$$

Lm: Luz de malla (dimensión interna de la malla) en mm.

L: Longitud de la especie a capturar en mm.

K: Coeficiente de forma del pez.

El coeficiente K para el bonito se estimó de las mediciones del perímetro opercular a partir de la talla mínima de captura. Además, para la estimación del tamaño de malla, que es la distancia de la malla estirada considerando los nudos (Rosman, 1980), se utilizó el diámetro del hilo del paño y las características de la malla. Asimismo, se consideró la información de los rederos armadores de cerco bonitero, quienes emplean hilo poliamida (PA) multifilamento, de titulación 210/60 denier (conversión a Rtex para estimación de diámetro del hilo en mm), para un tamaño de malla de 76 mm o 3 pulgadas.

La estimación del diámetro del hilo de la malla (ϕ), se realizó mediante la fórmula de Melo, et al. (2001):

$$\phi = 0.042 \times \sqrt{Rtex}$$

ϕ (mm): diámetro del hilo

Posteriormente, para convertir la titulación denier a Rtex se utilizó:

$$210 \times 60 \times 0.111 \times 1.1 = R \text{ 1538 tex}$$

La estimación del tamaño de malla, considera además, que debe tenerse en cuenta el diámetro del hilo, por lo cual, se incrementa 4 mm más sobre la luz de malla obtenida.





"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

RESULTADOS

1. Pesca Exploratoria de Bonito (R.M. N° 132-2019-PRODUCE)

Desembarques de bonito

El desembarque de bonito en el litoral peruano, desde enero al 20 de junio del presente año, alcanzó aproximadamente las 27 661 toneladas. Según meses, los mayores desembarques se presentaron en mayo y abril (Tabla 1). Durante la Pesca Exploratoria del 05 abril al 20 de junio 2019 (R.M. 132-2019-PRODUCE), el desembarque acumulado fue de 15,007 toneladas, que representa el 54 % del total capturado en el año.

Tabla 1. Desembarques (t) por meses durante la Pesca de bonito (01 enero – 20 junio 2019)

Mes/ Flota	Ind	Art	Capt Inc	Total
ENERO	0	2 757	9	2 766
FEBRERO	0	5 544	24	5 568
MARZO	0	4 180	141	4 321
ABRIL	22	6 323	0	6 345
MAYO	0	6 874	9	6 883
JUN*	0	1 779	0	1 779
TOTAL	22	27 456	183	27 661



R. GUEVARA



M. NIQUEN

Los desembarques diarios de bonito durante la Pesca Exploratoria del 05 abril al 20 de junio 2019, fluctuaron entre 10 y 650 toneladas; las mayores capturas por día se realizaron durante la segunda quincena de abril, con una captura promedio de 250 toneladas por día (Fig. 1).

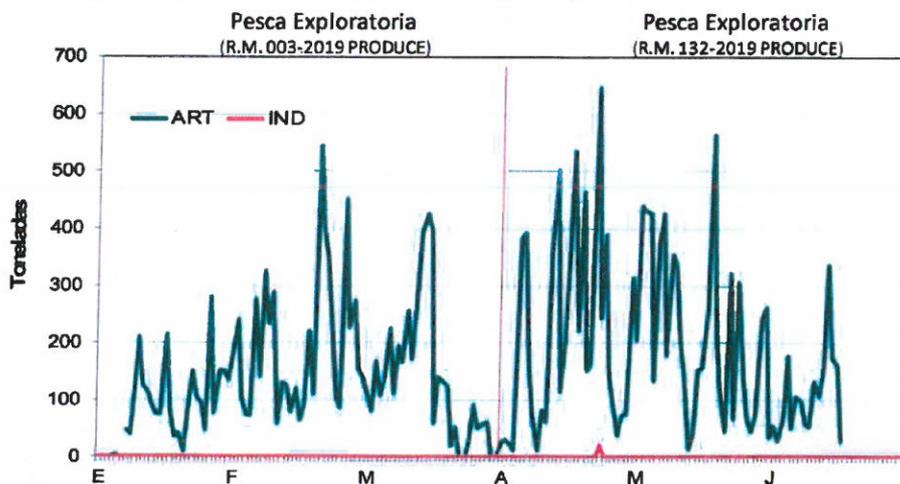


Figura. 1. Captura diaria de bonito durante Enero al 20 de Junio 2019



"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

Las mayores capturas durante el mes de abril, se realizaron en la región sur, principalmente en el grado 16°S, que representó el 34% del total mensual. En general durante la Pesca Exploratoria del 05 abril al 20 de junio 2019, las mayores capturas se realizaron de Callao al extremo sur del litoral entre los 12° - 18°S (Tabla 2).

Tabla 1. Capturas (t) mensuales de Bonito según grado latitudinal durante la Pesca exploratoria de bonito (05 abril – 20 junio 2019)

Grado Lat\Mes	Abril	Mayo	Junio	Total
03°	2	3	35	40
04°	47	189	445	680
05°	94	2020	108	2222
06°	409	1112	21	1542
07°	1315	113	0	1428
08°	190	2	0	192
09°	14	12	0	25
10°	0	0	0	0
11°	97	14	0	110
12°	515	1579	2	2095
13°	653	500	634	1788
14°	6	19	70	95
15°	407	148	0	554
16°	2173	1113	436	3722
17°	424	8	28	459
18°	0	1	0	1
Total	6345	6833	1779	14956



De acuerdo al límite de captura anual fijado para el bonito establecido por la Resolución Ministerial 003-2019-PRODUCE, al 20 de junio se ha capturado aproximadamente el 42.98% de la cuota establecida para este año (Tabla 2).

Tabla 2. Balance del límite de captura de Bonito al 20 de junio 2019 (R.M. 003-2019-PRODUCE)

R.M. 003-2019-PRODUCE	Límite Captura Bonito = 64 mil t	
Límite de Captura de Bonito	Tonelada:	%
Lím. Captura Bonito (01 Ene - 31 Dic 2019)	64 000	
Total Bonito al 20 Junio*	27 661	43.22
Remanente	36 339	56.78

Estructura de tallas

La estructura de tallas de bonito presentó un rango entre 22 y 68 cm de longitud a la horquilla (LT), con diferentes grupos modales al inicio del año (enero – febrero). Durante la Pesca Exploratoria, entre abril y mayo la estructura de tallas fue bimodal con moda principal en 56 -

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
 "Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

57 cm LH y moda secundaria en 43 - 44 cm LH. En junio, se ha observado el ingreso de reclutas con moda en 29 cm LH y otro grupo de adultos con moda en 59 cm LH (Fig. 2)

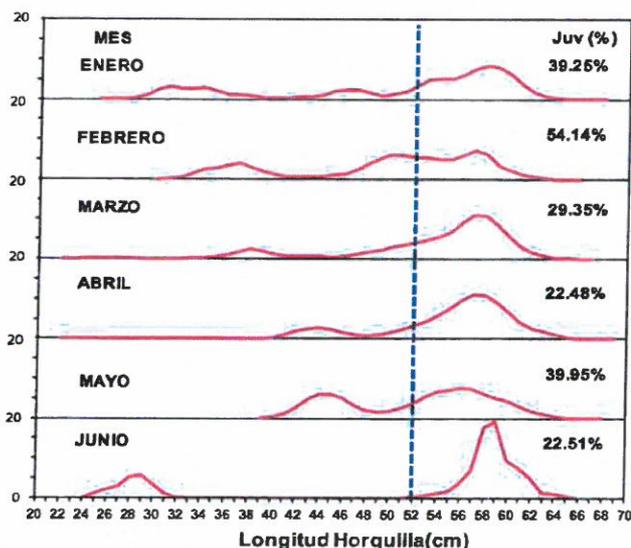


Figura 2. Estructura de tallas e incidencia de juveniles (%) de bonito (enero – junio 2019)

Áreas de Pesca

Durante la Pesca Exploratoria (05 Abril al 20 de junio 2019), el bonito presentó una distribución amplia a lo largo del litoral peruano, con tres áreas de pesca principales de acuerdo a la magnitud de las capturas: la primera en la zona sur del litoral peruano de Atico e Ilo, la segunda en el norte entre Paita y Chicama; y la tercera área en la zona central de Supe a Pucusana, hasta las 60 millas náuticas (Fig. 3).

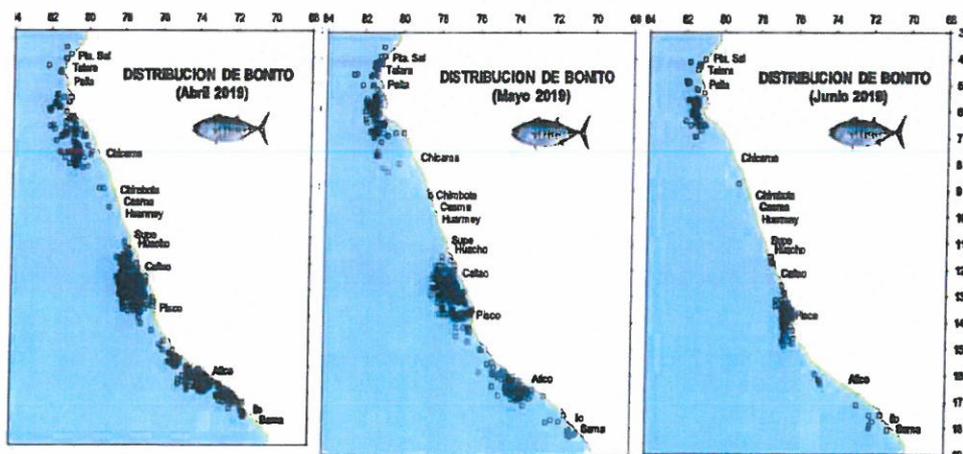


Figura 3. Área de Pesca de bonito y capturas por grado latitudinal durante la Pesca Exploratoria (abril – junio 2019)



"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
 "Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

2. Revisión de la talla de madurez gonadal y talla mínima de captura del recurso bonito (*Sarda chiliensis chiliensis*)

La talla de madurez, es aquella a la cual el 50 % de los individuos se encuentran maduros (Roa et al. 1999 y Torrejón-Magallanes et al. 2017). En el ordenamiento pesquero de especies de interés comercial se deben tener ciertas consideraciones biológico-pesqueras que permitan mantener la sostenibilidad de estos recursos, de manera que la pesca no afecte el desarrollo de sus poblaciones. Desde el punto de vista biológico existen tres herramientas para la ordenación de una pesquería: la talla mínima de captura, las vedas y las cuotas de pesca; de ellos la estimación de la talla mínima de captura es uno de los parámetros más importantes, a partir del cual, se considera que la explotación no afectará la parte inmadura (que no ha desovado) de un stock. En este sentido, el conocimiento de la talla de madurez, se utiliza como indicador para establecer la talla mínima de captura (Corgos & Freire 2006) para evitar la sobrepesca de individuos juveniles que no se han reproducido al menos una vez. En este sentido, en el año 2001 se estableció como talla mínima de captura del bonito los 52 cm de longitud a la horquilla (LH) y una tolerancia máxima de ejemplares juveniles del 10% (R.M. 209-2001-PE).



Para el mar peruano, el primer estudio sobre talla de primer desove para el bonito fue realizado por Vildoso en 1966, quien estimó un L_{50} entre 47 cm – 53 cm de LH; este trabajo fue mencionado por Yoshida (1980) en una sinopsis de todo el género. Por otro lado, Samamé (1997) en su estudio sobre la edad y crecimiento del Bonito en la zona de Lambayeque menciona que la talla de 50 cm LH marca la adultez del bonito, de acuerdo a su composición por tallas y considerando que fueron capturados con el mismo arte y tamaño de malla. Cabe mencionar, que no indica cómo se realizó dicha estimación, por lo que no es considerado como una talla de referencia.



Periodo de mayor actividad reproductiva de Bonito

Para el periodo 2004-2017, se observó un periodo bien definido de madurez gonadal mediante el IGS. Los mayores valores indicaron que el periodo de mayor actividad reproductiva, se encontró entre los meses de octubre a diciembre (Figura 1).

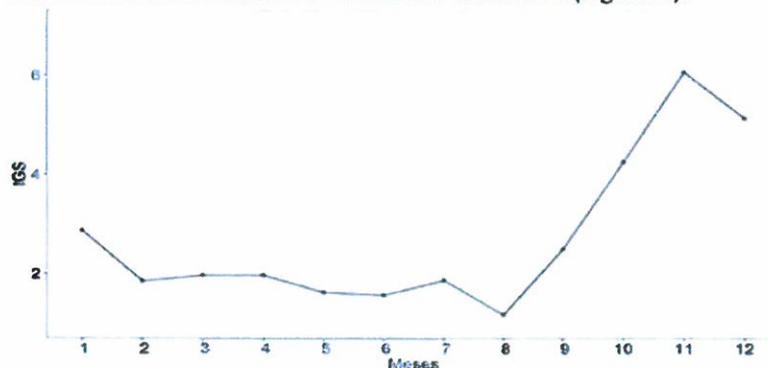


Figura 1. Índice Gonadosomático del bonito para el periodo 2004 – 2017.

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
 "Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

Talla de primera madurez de Bonito (L_{50})

El ajuste del GLM estimó una talla de primera madurez de Bonito en 43 cm (42.6 cm – 43.4 cm) de LH (Figura 2).

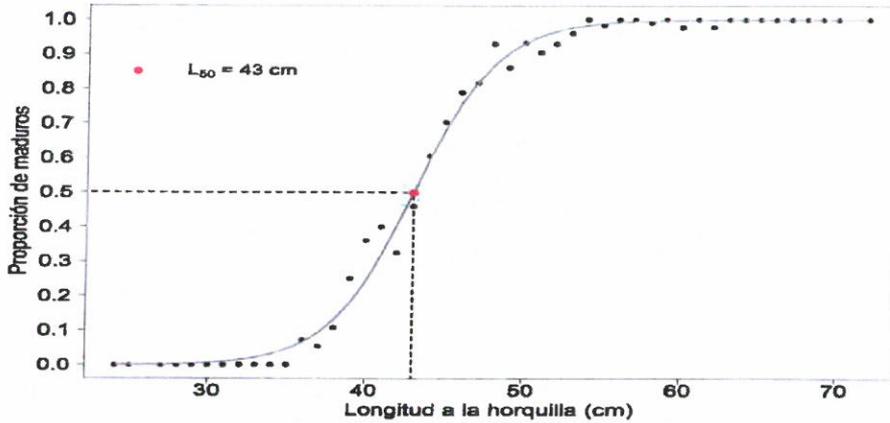


Figura 2. Proporción de hembras maduras de Bonito *Sarda chiliensis chiliensis* para el periodo 2004 – 2017

Talla mínima de captura (TMC)

Con las frecuencias de tallas ponderadas de bonito, se ajustó una curva de crecimiento a la progresión modal (Fig. 3). La longitud máxima observada a lo largo de todo el periodo de estudio fue de 76 cm LH, en el año 2014, estimándose la L_{∞} en 75.46 cm LH, con un límite inferior de 60.45 cm LH y uno superior de 90.47 cm LH. El valor de k se estimó en 0.39, y el t_s en 0.45, por lo que el WP fue de 0.95.

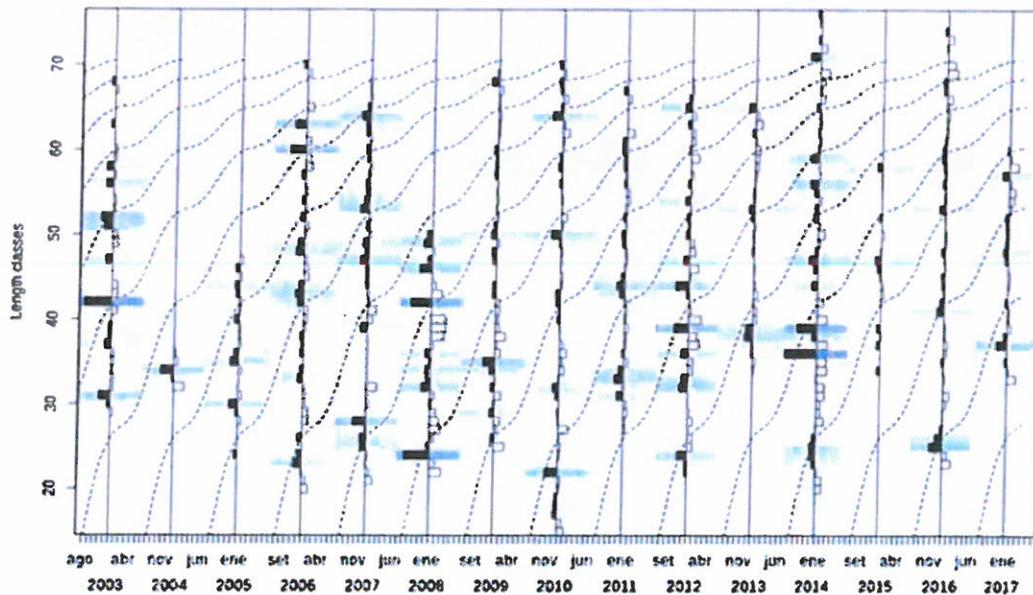


Figura 3. Ajuste de una curva de crecimiento de Bonito *Sarda chiliensis chiliensis* a la progresión modal seguida desde el 2003

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

La estimación de la talla mínima de captura (TMC), requiere estimar el tiempo que tardaría una hembra madura en participar, al menos en un evento reproductivo antes de ser capturada. En este sentido, como se ha observado un solo periodo de máxima actividad reproductiva de bonito durante el año, hace suponer la existencia de un solo periodo de desove al año entre los meses de octubre y diciembre. De este modo, el tiempo máximo que invierte una hembra de bonito desde su maduración hasta la liberación de huevos sería de 2 meses (Δt). Se utilizó un L_{∞} de 75.46 cm LH y una constante de crecimiento k de 0.38 [0.24 – 0.51], para estimar el Δt en cm, obteniendo una TMC de 46.0 cm (Tabla 1).

Tabla 1. Resultados de la talla mínima de captura de bonito

	L_{50} (cm)	Δt (cm)	TMC (cm)
Estimados IMARPE	43 cm	3	46.0

3. Estudios para la Determinación del tamaño de malla de las redes de cerco dirigido a la Captura de Bonito

Para la determinación del tamaño de malla, se muestreó un total de 1 174 ejemplares de bonito en Chimbote, Huacho, Pucusana, Pisco e Ilo (Tabla 2). Según lugar, el mayor rango de tallas se registró en Chimbote (275–634 mm), seguido de Huacho (401–632 mm). Cabe señalar, que la muestra de Pisco correspondió a la pesca incidental de una red de cerco anchovetero artesanal y los ejemplares eran muy pequeños. El mayor porcentaje de ejemplares de machos, se registró en Pisco (78.2%), mientras que en Pucusana predominaron las hembras (80.8%). En Huacho, Chimbote e Ilo, la muestra estuvo casi homogénea, con similar proporción de hembras y machos.



R. GUEVARA



M. NIQUEN

Tabla 2.- Estadísticos sobre la biometría de bonito

Lugar	N° Ejemplares	Rango de tallas (mm)	Rango de LH	Hembras (n° Ejemplares)	% H	Machos (n° Ejemplares)	% M
Chimbote	366	275 - 634		163	44.5	203	55.5
Huacho	203	401 - 632		120	59.1	83	40.9
Pucusana	125	505 - 639		101	80.8	160	19.2
Pisco*	261	186 - 258		57	21.8	68	78.2
Ilo	219	381 - 484		94	42.9	125	57.1

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

• *Chauchilla Procedente de redes de cerco anchovetero*

De las siete (7) redes de cerco medidas, se obtuvo información técnica, que se presenta en Tabla 3. En general, la mayoría de los pescadores artesanales usan redes de cerco con tamaño de malla de 38 mm (1 ½ pulgada). Sin embargo, en las mediciones realizadas en el campo se evidenció tamaños de malla ligeramente más grandes (hasta 46 mm), pero mucho menor a 76 mm (3 pulgadas); por lo que las dimensiones de la red armada varían en función al tamaño de la embarcación y el área de operación (cerca o alejada a la costa). En ninguno de los lugares visitados se evidenció redes con 76 mm (3 pulgadas) de tamaño de malla.

Tabla 3. Información técnica de las redes de cerco artesanal

Red de cerco	red 1	red 2	red 3	red 4	red 5	red 6	red 7
Lugar	Chimbote	Huacho	Huacho	Pisco	Ilo	Morro Sama	Morro Sama
Longitud de la Relinga Superior LRS (m)	494.1	494.1	640.5	366	402.6	329.4	366
Altura de la Red Armada (m)	73.2	73.2	64.05	32.94	64.05	45.75	54.9
Tamaño de malla (mm)	46 (1 3/4")	40 mm	38 (1 1/2")	38 (1 1/2")	46 (1 3/4")	43 mm	42 mm
Titulación del hilo (denier)	210/72; 210/48; 210/36 210/24	210/60; 210/48; 210/36 210/24	210/60; 210/48; 210/36 210/24	210/48; 210/24 210/18	210/48; 210/36; 21/24	210/48; 210/24 240/18	210/48 210/24 210/21
Tipo paño	Trenzado bride negro	Torcido con nudo negro	Torcido con nudo negro	Torcido con nudo	Torcido con nudo verde	Torcido con nudo verde	Torcido con nudo verde



R. GUEVARA



M. NIQUEN

Determinación de la luz de malla para redes de cerco

De las mediciones biométricas del pez desarrolladas en Huacho y Chimbote, se logró estimar el coeficiente de forma del pez para bonito, que está relacionada con la talla mínima de captura. Se utilizó como información primaria los perímetros máximos "Gm" y opercular "Go", con énfasis a este último parámetro (Tabla 4). A partir de las mediciones de perímetro opercular del bonito se estimó un $k= 4.7$; valor muy cercano a lo indicado por Fridman ($K=5$), corroborando las estimaciones para peces fusiformes, luego se obtuvieron los tamaños de malla mostradas en la Tabla 5.

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
 "Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

Tabla 4. Resumen de las mediciones de biometría del bonito

N° Ejemplares		921	
	LH (mm)	Gm (mm)	Go (mm)
Max	639	391	282
Min	390	215	150
Media	512	296	215
Moda	450	310	225

Tabla 5.- Estimación del Tamaño de malla de la red de cerco para bonito

Estimaciones	RM 209-2001-PE	Actualizada
Talla mínima captura (cm)	52	46*
Tamaño de malla (mm)	76	70
Luz de malla (mm)		66
K		4.7

* Talla mínima de captura (Información Imarpe)



R. GUEVARA



M. NIQUEN

Por otro lado, respecto al tamaño de malla, los pescadores indican que no usan el paño de 3 pulgadas debido a que se produciría el enmallamiento del bonito, teniendo como antecedente el efecto de las redes de enmalle o cortineras de 3, 3 ½, o 4 pulgadas de tamaño de malla durante su captura. Debido a ello, temen que, durante las operaciones de pesca con la red de 3 pulgadas, ésta se sature de ejemplares enmallados y gane un peso mucho mayor al que puedan levantar, corriendo el riesgo de que la embarcación pueda voltearse y perder la red, y peor aun poniendo en riesgo la seguridad de la tripulación. Así mismo, manifestaron que el hecho de adecuarse a la norma vigente, les implicaría la compra de una nueva red, necesitando una inversión que fluctúa entre 70 y 100 mil soles, dependiendo del lugar de armado y de la procedencia del armador redero, gasto que no podrían efectuar por ser muy elevado. Otra razón de no usarla fue que, cuando los pescadores de redes de cerco con tamaño de malla de 1 ½ salen a pescar, se pueden encontrar con cardúmenes de cualquier otra especie pelágica como jurel y caballa, y tienen la posibilidad de poder capturarlos aprovechando en el momento.

Estimación teórica del efecto del uso diferentes redes sobre el rendimiento potencial del bonito

Para estimar, desde el punto de vista teórico, cuál sería el efecto del uso de diferentes redes (cada una con un tamaño de malla particular) sobre el rendimiento potencial del bonito, se implementó un Modelo de Rendimiento por Recluta de Beverton & Holt (Modelo Y/R). Los Modelos Y/R permiten estimar el rendimiento futuro (en peso) de un stock como resultado de

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
 "Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

la acción simultánea de dos diferentes variables, las mismas que pueden ser reguladas a través del manejo pesquero, como son: 1) la edad de primera captura (que es, a su vez, una función de las características de la red, como por ejemplo el tamaño de malla), y 2) la magnitud de la explotación (que en términos relativos puede ser expresada a través de la tasa instantánea de mortalidad por pesca y en términos absoluto a través de las cuotas de captura) (Sparre y Venema 1998).

Para el caso del bonito se decidió probar, siempre desde el punto de vista teórico, el efecto del uso de seis diferentes redes con los siguientes tamaños de malla: 38, 50, 67, 78, 87 y 93 mm. Se eligieron estos tamaños de malla debido a que, de acuerdo al modelo que establece la relación entre el tamaño de malla de una red y el tamaño de los peces que se desea capturar con dicha red (Modelo de Fridman, Fridman 1973, 1986) y al modelo que establece la relación entre la talla y la edad de los peces (Modelo de crecimiento de von Bertalanffy, en Sparre y Venema 1998), cada una de estas redes permitiría capturar respectivamente individuos desde los 0.4, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 y 5.0 años de edad (edades de primera captura) (Tabla 6). Se trata de una selectividad teórica porque, en la práctica, la selectividad de una red es el resultado de la probabilidad de que un pez de un determinado tamaño ingrese al área de operaciones de la flota (disponibilidad) multiplicada por la probabilidad de que, estando presente el pez, este sea efectivamente retenidos (vulnerabilidad) por la red (características de la red).



Tabla 6. Redes cuyo efecto teórico se probó para el bonito usando el Modelo de Y/R

N	Tamaño de malla (mm) (3)	Talla a la edad de primera captura en cm (2)	Edad de primera captura en años (1)
1	38	24.0	0.4
2	50	32.7	1.0
3	67	44.1	2.0
4	78	52.3	3.0
5	87	58.2	4.0
6	93	62.5	5.0



- (1) Edades de primera captura (tc) propuestas
- (2) Estimada usando el Modelo de crecimiento de von Bertalanffy (Ecuación 1) y los parámetros de la Tabla 2
- (3) Estimado usando el Modelo de Fridman (Ecuación 2)

$$L_t = L_\infty * (1 - e^{-K*(t-t_0)}) \dots Ec. 1$$

Dónde:

L_t es la talla a la edad t

L_∞ es la talla asintótica

K es la constante de crecimiento

t0 es la edad a la talla 0

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
 "Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

$$TMalla = \frac{2}{3} * \frac{L}{K} \dots Ec. 2$$

Donde:

TMalla es el tamaño de malla de la red en cuestión

L es la talla media de los peces que se desean capturar

K es la constante asociada a la forma del pez, que para el caso del bonito (Familia Scombridae) se asumió igual a 4.7

Los Modelos Y/R también hacen uso de parámetros de la historia de vida del recurso en cuestión como son los parámetros de crecimiento, de la mortalidad natural y de la relación longitud-peso. Los parámetros utilizados para el bonito se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7. Parámetros de la historia de vida del bonito

N	Parámetro	Valor
1	Crecimiento	$L_{\infty}=73.3$ cm $K=0.33$ /año $t_0=-0.79$ años
2	Mortalidad Natural	$M=1.5K=0.495$ /año
3	Longitud-Peso	$a=0.00501$ $b=3.29219$



El modelo predice el Y/R del stock de la siguiente forma (Ecuación 3):

$$Y/R = F * W_{\infty} * A \left[\frac{1}{Z} - B + C - D \right] \dots Ec. 3$$

$$A = e^{(-M*(tc-tr))}$$

$$B = \frac{3 * e^{(-K*(tc-tr))}}{Z + K}$$

$$C = \frac{3 * e^{(-2*K*(tc-tr))}}{Z + 2K}$$

$$D = \frac{e^{(-3*(K*(tc-tr)))}}{Z + 3K}$$

Dónde:

F es la tasa instantánea de mortalidad por pesca a aplicar (magnitud de explotación)

M es la tasa instantánea de mortalidad natural



"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

Z es la tasa instantánea de mortalidad total ($F + M$)

K es el parámetro de crecimiento de acuerdo al modelo de von Bertalanffy

W_{∞} es el peso asintótico, estimado a partir de L_{∞} y los parámetros de la relación longitud-peso

t_c es la edad de primera captura

t_r es la edad de reclutamiento

De acuerdo a los resultados del modelo (Figura 4), la red que teóricamente permite lograr el máximo rendimiento (en peso) por individuo (recluta) es la red de 67 mm de tamaño de malla, es decir aquella que permitiría capturar individuos a partir de los 2 años de edad y con una talla media de 44.1 cm, talla que además es muy cercana a la actual estimación de la talla mínima de captura para el bonito (46 cm). Las redes de menor tamaño (38 y 50 mm) producen un menor Y/R debido a que permitirían la captura de individuos desde los 0.4 y 1 año de edad respectivamente, es decir de individuos con tallas medias de 24.0 y 32.7 cm, tallas que, convertidas a peso, distan mucho del máximo peso que podrían alcanzar los individuos.

Finalmente, las redes con mayor tamaño de malla (78, 87 y 93 mm) también producen un menor Y/R porque permitirían la captura de individuos con edades muy próximas a la máxima edad (3, 4 y 5 años respectivamente, siendo 5 años la máxima edad analizada en este estudio).

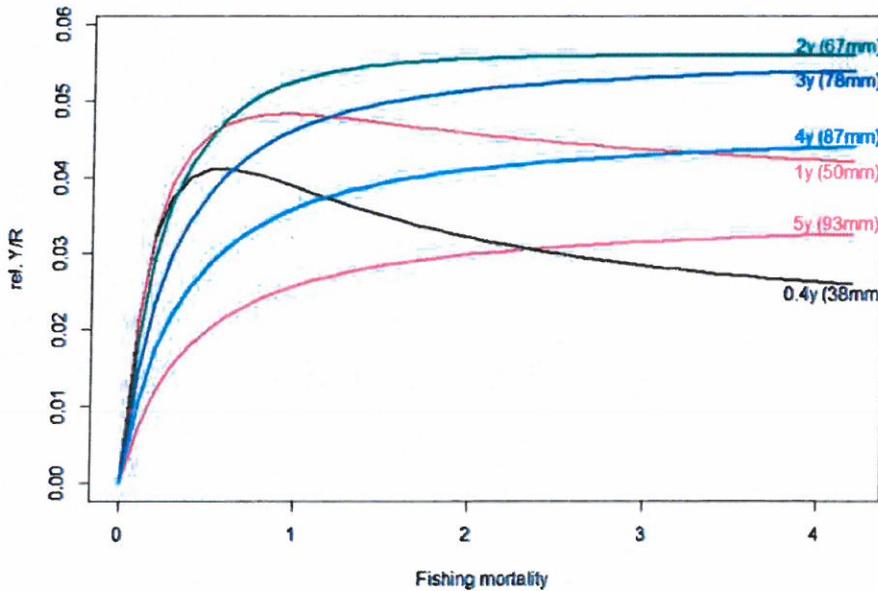


Fig. 4. Rendimiento por recluta relativo en la pesquería de bonito, considerando diferentes mortalidades de pesca según tamaños de malla.



"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

DISCUSIÓN

Respecto a la actividad pesquera se puede mencionar que al 20 de junio del presente año, el desembarque acumulado de bonito ascendió a aproximadamente 28 mil t, que los meses con los desembarques más altos fueron abril y mayo, que las principales áreas de pesca se localizaron en la zona norte (Paita a Chicama), centro (Callao a Pisco) y sur (Atico a Ilo) del mar peruano y que los individuos capturados por la flota presentaron un rango de tallas entre 22 y 68 cm de LH, con una moda principal en 56-57 cm LH y una secundaria en 43-44 cm LH. Esto manifiesta que la población y la disponibilidad del bonito se encuentra en buena situación.

En relación a la biología reproductiva del bonito, se evidenció que esta especie se reproduce principalmente durante la primavera, que sus individuos alcanzan la talla de primera madurez a los 43 cm de LH y que, de acuerdo a toda esta información, la talla mínima de captura podría establecerse en 46 cm de LH. Respecto de estudios previos, este trabajo ha contado con una larga y más completa serie de datos, que permite contrastar mejor el proceso de maduración sexual dentro de la población.

En lo que respecta al tamaño de malla que deberían tener las redes para la explotación sostenible del bonito, se puede mencionar que se hicieron dos tipos de análisis para responder a dicha pregunta (uno experimental, que consistió en la recolección de información morfométrica del bonito y en el uso de dicha información para establecer la relación entre el tamaño de malla de una red y la talla de los peces que se desea capturar; y otro teórico, que consistió en usar un Modelo de Rendimiento por Recluta para estimar el tamaño de malla que optimizaría el rendimiento del stock) y lo interesante es que ambos presentaron resultados bastante coherentes entre sí (70 mm para el primero y 67 mm para el segundo).



R. GUEVARA

En caso considerar el reglamentar un nuevo tamaño de mallas, de acuerdo a esto, el mejor tamaño de malla para la explotación sostenible del bonito es de 70 mm. Hay que tener en consideración que este tamaño de malla es óptimo para el bonito, pero no para otras especies objetivos de esta flota de cerco.



M. NIQUEN

En tanto, se mantenga el status-quo, deben necesariamente implementarse medidas complementarias que promuevan la sostenibilidad, destacándose:

- Reforzar los sistemas de control sobre los desembarques y suspender las actividades extractivas de bonito en aquellas zonas, donde eventualmente se presente una alta disponibilidad de juveniles (< 46 cm LH).
- Implementar un Programa de observadores con la participación activa de los pescadores (previamente capacitados) y personal del Programa Bitácoras de pesca, que permita fortalecer el monitoreo de la pesquería de bonito.
- Implementar una veda por desove en el período de primavera.



"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

CONCLUSIONES

- Los desembarques de bonito desde enero al 20 de junio 2019, alcanzaron aproximadamente las 27 661 toneladas. Durante la Pesca Exploratoria del 05 de abril al 20 junio 2019, el desembarque acumulado alcanzó las 15 007 toneladas, que representa el 54 % del total capturado en el presente año.
- La estructura por tallas del bonito en el verano estuvo conformada por varios grupos modales al inicio del año y entre abril – mayo presentó una estructura bimodal con moda principal en 56 - 57 cm LH y moda secundaria en 43 - 44 cm LH. En junio, se observó el ingreso de un grupo de reclutas con moda en 29 cm LH y otro grupo de adultos con moda en 59 cm LH.
- El bonito presentó una distribución amplia a lo largo de todo el litoral, entre abril y mayo, con tres zonas principales: Atico - Ilo, Paíta – Chicama; y Supe - Pucusana, hasta las 60 millas náuticas.
- El periodo de máxima actividad reproductiva de bonito, ocurre ente los meses de octubre a diciembre.
- La talla de madurez gonadal (L_{50}) de bonito, se estimó en 43 cm de LH con rango entre 42.6 cm a 43.4 cm LH y la talla mínima de captura (TMC) estimada para bonito fue de 46.0 cm de LH.
- El análisis experimental determinó un tamaño de malla de las redes de cerco dirigido a la captura de bonito en 70 mm (2¾ pulgadas), mientras que, el análisis poblacional determinó un tamaño de malla de las redes de cerco dirigido a la captura de bonito muy parecido, en 67 mm. En resumen, el tamaño de malla óptimo para el bonito debe ser de 70 mm.



R. GUEVÁRA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bouchon M., M. Ñiquen, J. Mori, A. Echevarri, S. Cahuín. 2001. Manual de muestreo de la pesquería pelágica. Informe Progresivo. Instituto del Mar del Perú – Callao. 157: 38 pp.
- Buitrón B., A. Perea J. Mori J. Sánchez, C. Roque. 2011. Protocolo para estudios sobre procesos reproductivos de peces pelágicos y demersales. Informe, Instituto del Mar del Perú 38(4): 373 – 384. <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe:8080/handle/123456789/2172>
- Collette, B. B., & Nauen, C. E. 1983. FAO Species Catalogue Vol . 2 Scombrids of the world an annotated and illustrated catalogue of Tunas, Mackerels, Bonitos and related species know to date. FAO Fisheries Synopsis (Vol. 2). [https://doi.org/FAO Fish. Synop. 125\(2\)](https://doi.org/FAO Fish. Synop. 125(2))
- Corgos A., J. Freire. 2006. Morphometric and gonad maturity in the spider crab *Maja brachydactyla*: a comparison of methods for estimating size at maturity in species with determinate growth. *ICES Journal of Marine Science*, 63(5), 851–859. <https://doi.org/10.1016/j.icesjms.2006.03.003>
- Fridman, A.L. 1973. Theory and Design of Commercial Fishing Gear. Ministry of Higher and Secondary Education of the RSFSR. Moscow, 489 pp.
- Fridman, A.L. 1986. Calculations for Fishing Gear Designs. Fishing News Books Ltd., London. 241 pp.





"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"
"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

Galvez M. A., J. Castillo. 2015. Escala de madurez gonadal de bonito *Sarda chiliensis chiliensis* (Cuvier, 1832). Boletín del Instituto del Mar del Perú. Vol. 30 (1-2): 29-39

[Johansen A. C. 1924. On the summer and autumn spawning herring of the North sea. Meddelelser fra Kommissionen for Havundersogelser. Serie Fiskeri, Bind VII, Nr. 5 19p. 15 figs. Kobenhavn.](#)

Melo, T., Hurtado, F., Queirolo, D. 2001. Curso de teoría de Paños. Universidad Católica de Valparaíso, 103 pp.

Roa R., B. Ernst, F. Tapia, F. 1999. Estimation of size at sexual maturity: An evaluation of analytical and resampling procedures. *Fishery Bulletin*, 97(3), 570–580. <https://doi.org/10.1088/1752-7155/4/1/017001>

Rosman, I. 1980. La pesca con redes de enmalle caladas en el fondo. Colección FAO: Capacitación

Pauly D., G. Gaschuts. 1979. A simple method for fitting oscillating length growth data, with a program for pocket calculators. ICES CM.1979/G, 24: 1-26.

Prado, J. y Dremiere, P. 1988. Guía de bolsillo del pescador. Publicado por acuerdo con la FAO, 182 pp.

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 CONABIO, 02-07 agosto 1992, Lima-Perú:261-772 pp.

Samame M. 1997. Edad y Crecimiento del Bonito *Sarda chiliensis chiliensis* (Cuvier). Boletín Del Instituto Del Mar Del Perú.

Tadanobu Machii y Yukio Nose. 1998. Método Preliminar de Determinación del Tamaño de la Malla para Cerco y su Aplicación al Jurel Peruano. University of Fisheries Tokyo, 5 pp.

Torrejón-Magallanes J., J. Sánchez, J. Mori, M. Bouchon, M. Ñiquen. 2017. Estimación y variabilidad temporal de talla de madurez gonadal de la caballa (*Scomber japonicus peruanus*) en el litoral peruano. *Revista Peruana de Biología*, 24(4), 391–400.

<https://doi.org/10.15381/rpb.v24i4.13741>

Vazzoler A. 1982. Manual y métodos para estudios biológicos de poblaciones de peixes. I Reproducción y crecimiento CNP/PN2:108 p.

Yoshida H. O. 1980. Synopsis of biological data on bonitos of the genus *Sarda* /. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.63120>.

01.07.19

