

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

E.A.P. DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**Determinación de la proporción sexual y su relación con
la hora pico de desove de la anchoveta *engraulis ringes*
(*Jenyns, 1842*) durante el periodo 2000-2009 en la región
norte-centro del Perú**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Biólogo con mención en Hidrobiología y
Pesquería

AUTOR

Javier Eduardo Castillo Alva

Lima – Perú

2012

INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	09
ABSTRACT	10
1. INTRODUCCIÓN	11
2. MARCO TEORICO	13
3. ANTECEDENTES	17
4. HIPOTESIS Y OBJETIVO	19
5. MATERIAL Y METODOS	20
5.1 MATERIAL BIÓLOGICO	20
5.2 METODO	21
5.2.1 CONSTRUCCIÓN DE LA BASE DE DATOS	21
5.2.2 PROPORCIÓN SEXUAL GLOBAL POR AÑO, CRUCERO Y SEXO	21
5.2.3 PROPORCIÓN SEXUAL CON RELACIÓN A LA TALLA	22
5.2.4 VARIABILIDAD TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA PROPORCIÓN SEXUAL	23
5.2.5 PROPORCIÓN SEXUAL EN RELACIÓN A SU CONDICIÓN REPRODUCTIVA	24
5.2.6 HORA PICO DE DESOVE	25
6. RESULTADOS	27

6.1	PROPORCIÓN SEXUAL GLOBAL POR AÑO, CRUCERO Y SEXO	27
6.2	PROPORCIÓN SEXUAL CON RELACIÓN A LA TALLA	29
6.3	VARIABILIDAD TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA PROPORCIÓN SEXUAL	40
6.4	PROPORCIÓN SEXUAL EN RELACIÓN A SU CONDICIÓN REPRODUCTIVA	43
6.5	HORA PICO DE DESOVE	46
7. DISCUSIÓN		47
7.1	PROPORCIÓN SEXUAL GLOBAL POR AÑO, CRUCERO Y SEXO	48
7.2	PROPORCIÓN SEXUAL CON RELACIÓN A LA TALLA	49
7.3	VARIABILIDAD TEMPORAL Y ESPACIAL DE LA PROPORCIÓN SEXUAL	51
7.4	PROPORCIÓN SEXUAL EN RELACIÓN A SU CONDICIÓN REPRODUCTIVA	52
7.5	HORA PICO DE DESOVE	53
8. CONCLUSIONES		56

9. RECOMENDACIONES	57
10. BIBLIOGRAFIA	58
11. ANEXO	67

INDICE DE TABLAS

		Pág.
TABLA 1	Relación de cruceros Hidroacústicos de Evaluación de Recursos Pelágicos (estación de verano) y de Biomasa Desovante (estación de invierno) por estaciones y años.	23
TABLA 2	Proporción sexual de “anchoveta” <i>Engraulis ringens</i> por año y sexo de los cruceros de verano	28
TABLA 3	Proporción sexual de “anchoveta” <i>Engraulis ringens</i> por año y sexo de los cruceros de invierno	29
TABLA 4	Resultados de los 10 años de cruceros según estación de “anchoveta” <i>Engraulis ringens</i>	38
TABLA 5	Resultados de la proporción sexual vs grados latitudinales de “anchoveta” <i>Engraulis ringens</i> de los cruceros de verano del 2000 al 2009	41
TABLA 6	Resultados de la proporción sexual vs grados latitudinales de “anchoveta” <i>Engraulis ringens</i> de los invierno del 2000 al 2009	42
TABLA 7	Resultados de las condición reproductiva con su proporción sexual de “anchoveta” <i>Engraulis ringens</i> para los cruceros de verano	42
TABLA 8	Resultados de las condición reproductiva con su proporción sexual de “anchoveta” <i>Engraulis ringens</i> para los cruceros de invierno	45

INDICE DE FIGURAS

Pág.

FIG 1	<i>Engraulis ringens</i> (Anchoveta peruana)	13
FIG 2	Distribución espacial de la “anchoveta” <i>Engraulis ringens</i>	14
FIG 3	Proporción sexual de “anchoveta” <i>Engraulis ringens</i> por año y sexo de los cruceros de verano	27
FIG 4	Proporción sexual de “anchoveta” <i>Engraulis ringens</i> por año y sexo de los cruceros de invierno	28
FIG 5	Longitud (cm) vs la proporción sexual (PS) en relación a las hembras de “anchoveta” <i>Engraulis ringens</i> de los Cruceros Hidroacústicos de Evaluación de Recursos Pelágicos de los años 2000 al 2002	30
FIG 6	Longitud (cm) vs la proporción sexual en relación a las hembras (PS) de “anchoveta” <i>Engraulis ringens</i> de los Cruceros Hidroacústicos de Evaluación de Recursos Pelágicos de los años 2003 al 2005	31
FIG 7	Longitud (cm) vs la proporción sexual en relación a las hembras (PS) de “anchoveta” <i>Engraulis ringens</i> de los Cruceros Hidroacústicos de Evaluación de Recursos Pelágicos de los años 2006 al 2008	32
FIG 8	Longitud (cm) vs la proporción sexual en relación a las hembras (PS) de “anchoveta” <i>Engraulis ringens</i> de los Cruceros Hidroacústicos de Evaluación de Recursos Pelágicos del 2009	33
FIG 9	Longitud (cm) vs la proporción sexual en relación a las hembras (PS) de “anchoveta” <i>Engraulis ringens</i> de los Cruceros de Evaluación de la Biomasa Desovante por el método de producción de huevos (MPH) de los años 2000 al 2002	34

FIG 10	Longitud (cm) vs la proporción sexual en relación a las hembras (PS) de “anchoveta” <i>Engraulis ringens</i> de los Cruceros de Evaluación de la Biomasa Desovante por el método de producción de huevos (MPH) de los años 2003 al 2005	35
FIG 11	Longitud (cm) vs la proporción sexual en relación a las hembras (PS) de “anchoveta” <i>Engraulis ringens</i> de los Cruceros de Evaluación de la Biomasa Desovante por el método de producción de huevos (MPH) de los años 2006 al 2008	36
FIG 12	Longitud (cm) vs la proporción sexual en relación a las hembras (PS) de “anchoveta” <i>Engraulis ringens</i> de los Cruceros de Evaluación de la Biomasa Desovante por el método de producción de huevos (MPH) del 2009	37
FIG 13	Longitud total (cm) por la proporción sexual en relación a las hembras (PS) de “anchoveta” <i>Engraulis ringens</i> de los cruceros de verano (A) e invierno (B) desde el 2000-2009	39
FIG 14	Proporción sexual vs Meses por año de “anchoveta” <i>Engraulis ringens</i> del seguimiento pesquero del 2000 al 2009.	40
FIG 15	Proporción sexual vs grados latitudinales de “anchoveta” <i>Engraulis ringens</i> de los cruceros de verano del 2000 al 2009.	41
FIG 16	Proporción sexual vs grados latitudinales de “anchoveta” <i>Engraulis ringens</i> de los cruceros de invierno del 2000 al 2009.	42
FIG 17	Proporción sexual en relación a la fracción desovante (FD) de “anchoveta” <i>Engraulis ringens</i> de los Cruceros Hidroacústicos de Evaluación de Recursos Pelágicos del 2000-2009	44

FIG 18	Proporción sexual en relación a la fracción desovante (FD)de “anchoveta” <i>Engraulis ringens</i> los Cruceros de Evaluación Biomasa desovante por el método de producción de huevos (MPH) del 2000-2009	45
FIG 19	Hora pico de desove de “anchoveta” <i>Engraulis ringens</i> de los Cruceros Hidroacústicos de Evaluación de Recursos Pelágicos del 2000-2009	46
FIG 20	Hora pico de desove de “anchoveta” <i>Engraulis ringens</i> de los Cruceros de Evaluación de la Biomasa Desovante por el método de producción de huevos (MPH) del 2000-2009	47

RESUMEN

La pesquería representa una de las actividades económicas más importantes del país, siendo la anchoveta *Engraulis ringens* (Jenyns, 1842) la especie más explotada, por tal motivo se realizó el estudio de la determinación de la proporción sexual y su relación con la hora pico desove desde el año 2000 al 2009, que contribuirá al conocimiento del comportamiento reproductivo de esta especie. Se utilizó la información de los Cruceros de Evaluación Hidroacústicos de Recursos Pelágicos (estación de verano), Cruceros de Evaluación de la Biomasa Desovante por el método de producción de huevos (estación de invierno) y del seguimiento de la pesquería de anchoveta, realizados por el **IMARPE**. Se analizaron las proporciones sexuales por año, crucero y sexo, donde la proporción de hembras fluctuó de 0.539 a 0.648, en verano y de 0.498 a 0.538 en invierno, presentándose una dominancia de éstas para cada estación. Al analizar la proporción sexual con relación a la talla se pudo apreciar un notorio aumento de la proporción de hembras a partir de 15.5 cm. Se observó una variabilidad temporal en la proporción de hembras, que fluctuó de 0.220 a 0.595, donde presento meses en los que hubo una mayor proporción de machos durante los principales periodos de desove. De manera espacial, se pudo apreciar la inexistencia de patrones de proporción sexual por latitudes. La relación de la proporción sexual con su condición reproductiva mostró una relación inversa entre la Fracción Desovante (FD) y la proporción sexual vinculada a las hembras; se determinó las 22 horas como la hora pico de desove, no habiendo diferencias entre las estaciones de verano e invierno.

Palabras Claves: *Engraulis ringens*, proporción sexual, hora, FD, desove

ABSTRACT

The fishery is one of the most important economic activities in the country, being the anchoveta *Engraulis ringens* (Jenyns, 1842) the most exploited species, as such study was conducted to determine the sex ratio and its relationship with peak spawning time from 2000 to 2009, which will contribute to the knowledge of the reproductive behavior of this species. We used information from cruises hydroacoustic Pelagic Resources Assessment (summer season), Rail Assessment spawning biomass for egg production method (winter season) and monitoring of the anchovy fishery, conducted by the **IMARPE**. Sex ratios were analyzed by year and sex cruise, where the proportion of females ranged from 0.539-0.648, in summer and in winter 0.498-0.538, presenting a dominance of these for each station. In analyzing the sex ratio in relation to the size it was observed a marked increase in the proportion of females from 15.5 cm. Temporal variability was observed in the proportion of females, which ranged from 0.220-0.595, where he presented months in which there was a higher proportion of males during main spawning. Spatially, it was observed that there are no sex ratio patterns by latitudes. The sex ratio relationship with reproductive status showed an inverse relationship between spawning fraction (FD) and the sex ratio associated with females was determined 22 hours as spawning rush hour, no differences between the seasons of summer and winter.

Key words: *Engraulis ringens*, sex ratio, time, FD, spawning

1. INTRODUCCIÓN

Los recursos pesqueros frente a las costas del Pacífico Sur-oriental, y de manera especial los recursos pelágicos, son muy abundantes y su disponibilidad está en relación directa con la intensidad y persistencia de los procesos de afloramiento donde las aguas profundas ricas en nutrientes son transportados a la superficie; estos nutrientes son utilizados por el fitoplancton, los que junto con el CO₂ (dióxido de carbono) disuelto y energía solar, producen compuestos orgánicos a través del proceso de fotosíntesis, que hacen de esta área una de las más productivas del mundo (Agüero y Claveri , 2007).

La pesquería de anchoveta peruana es la más grande del mundo, considerada desde hace varios años como la principal especie con la mayor producción de pesca marina, que alcanzó 7 millones de toneladas durante el 2006 (FAO 2009); con estas capturas se produce alrededor de 25 a 30% de la harina y aceite de pescado del mundo. En la última década, la anchoveta ha tenido una gran demanda en el mercado nacional e internacional, por tal motivo se ha impulsado su consumo humano directo, ya que se ha demostrado que la anchoveta es la especie marina con mayor contenido nutricional.

La anchoveta peruana es una especie con estrategia “r”, es decir que su tasa de crecimiento y fecundidad son altas (Alheit et al., 1984) y es considerada como una especie clave (Pauly, 1987 b; Pauly & Tsukayama, 1987) en el ecosistema marino de Humboldt.

Los primeros estudios sobre la condición reproductiva de la anchoveta en el Perú se centraron en el conocimiento del periodo de desove de la especie, constituyendo ésta una información básica sobre el estado del recurso. La anchoveta es una especie que desova

parcialmente y presenta un máximo periodo de desove desde agosto hasta marzo (Santander y Flores, 1983). La mayor intensidad del desove se produce en setiembre (Einarsson et al. 1966), durante el invierno austral, con un segundo pico máximo durante febrero y marzo (Saetersdal y Valdivia 1964, Csirke *et al.* 1996), correspondiente al verano austral.

En el presente trabajo analiza la relación de la talla de los individuos con la proporción sexual, el comportamiento espacial y temporal de la proporción sexual de la anchoveta, y su relación con la condición reproductiva, y finalmente, determina la hora pico de desove por estaciones (verano e invierno), como indicadores biológicos que contribuirán al conocimiento del comportamiento reproductivo y ordenamiento pesquero de esta especie.

2. MARCO TEORICO

2.1 Taxonomía

Reino	: Animalia
Filo	: Chordata
Clase	: Actinopterygii
Orden	: Clupeiformes
Familia	: Engraulidae
Género	: <i>Engraulis</i>
Especie	: <i>Engraulis ringens</i>

2.2 Características de la especie

La Anchoveta (Fig 1) es un pez de la familia Engraulidae que habita en aguas frías de la Corriente Costera Peruana y se encuentra formando densos cardúmenes a lo largo del litoral. Es un pez de cuerpo largo y cilíndrico, de boca amplia y color plateado.



Fig 1. “Anchoveta peruana” *Engraulis ringens* (JENYNS, 1842)

2.2.1 Distribución

El área de distribución de la anchoveta abarca desde los 03°30'S y 37°00'S y se distinguen tres stock de esta especie, norte-centro del Perú, sur del Perú - norte de Chile (Fig 2) y centro sur de Chile (Alheit & Ñiquen, 2004). Los cardúmenes se desplazan en aguas superficiales hasta 70 metros de profundidad en el día y suben por la noche.

En el Perú, el denominado stock norte-centro (4°–14° S) es la más importante por sus mayores niveles de abundancia, y la franja del sur del Perú-norte de Chile que es menos poblada. Térmicamente, las aguas donde se distribuye la anchoveta fluctúan de 15° a 21° C mientras que halinamente es de 34,5 a 35,1 UPS.

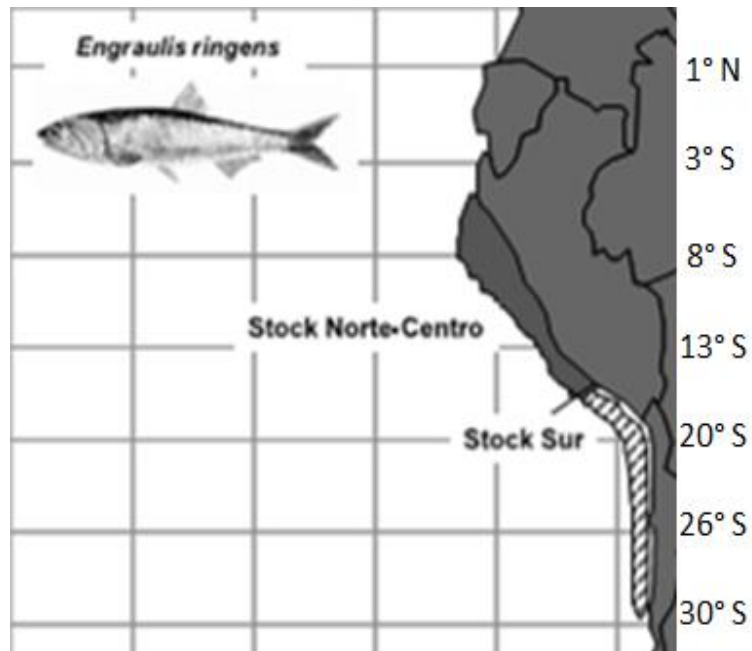


Fig 2. Distribución espacial de la “anchoveta” *Engraulis ringens*

2.2.2 Aspectos biológicos

En el Perú, la longitud promedio de la anchoveta es 12-15cm, pero puede alcanzar un máximo de 20 cm (Ñiquen *et al.* 2000). A los seis meses mide alrededor de 8 cm de largo, al año llega a los 10.5 cm y a los 18 meses alcanza los 12 cm (Gutiérrez *et al.*, 1998).

Se alimenta de plancton (Espinoza y Bertrand, 2008), principalmente de fitoplancton, zooplancton e ictioplancton de otras especies marinas. Cambios en la dieta pueden afectar el grado de bienestar de los individuos; cuando el alimento es escaso, como durante los eventos climáticos recurrentes como El Niño, registra menos contenido de grasa (Espino, 1999).

La actividad reproductiva se realiza durante todo el año en la costa peruana, principalmente a fines de invierno e inicios de la primavera (julio-septiembre) y durante el verano (febrero-marzo) donde alcanzan el pico principal y secundario de desove respectivamente (Buitrón y Perea, 2000).

2.3 Justificación de la investigación

La pesquería de anchoveta es la más importante del mundo, por tal motivo el adecuado manejo del recurso es necesario para que ésta se desarrolle sostenidamente, no sólo porque constituye la materia prima para la elaboración de harina y aceite de pescado, sino también porque es la principal fuente alimenticia de otros organismos pertenecientes a niveles tróficos superiores de nuestro litoral; además, su importancia a nivel comercial continúa incrementándose.

La determinación de la proporción sexual es importante porque constituye uno de los insumos necesarios para estimar el potencial reproductivo y equilibrio biológico de la población, pudiendo conocer la existencia o no de una segregación sexual, y posibles cambios de estas proporciones por sexos en el tiempo. Por otro lado, el conocimiento de la hora pico de desove es una herramienta importante que nos ayuda conocer las horas del día en el que se da el evento reproductivo, contribuyendo al conocimiento básico de la biología reproductiva de esta especie, base sobre la cual se podrán proponer normas para su adecuado manejo.

Por estas razones, se ha creído conveniente realizar este estudio sobre el cual se dispone de escasa información, principalmente en los últimos años, y que se considera fundamental para complementar el conocimiento biológico de una especie de relevante importancia económica para el país, como es la anchoveta, y que permitirá recomendar medidas de manejo adecuados para garantizar la sostenibilidad de dicho recurso.

3 ANTECEDENTES

Con respecto a la distribución del desove, Santander & Flores (1983) señalaron que ésta comprende principalmente áreas costeras que corresponden a las Aguas Costeras Frías de salinidades que fluctúan de 34,9 a 35,0‰. La máxima extensión del desove fue observada en 1966–1967, hasta más allá de 120 mn de la costa. Como rasgo común e importante destaca que, todos los núcleos de desove estuvieron ubicados por fuera de los focos de afloramiento. Una de las características observadas a través del tiempo es que las áreas de máximo desove no ocurren en los focos de máximo afloramiento.

A su vez, Gutiérrez *et al.* (1998) señalaron que la distribución de la anchoveta es principalmente costera dentro de las 18 mn, a excepción de Pisco, Callao y Huacho, donde se distribuyó hasta las 45 mn, siendo las mayores concentraciones de cardúmenes registradas en Pisco, Huacho y Salaverry, para el año 1998.

Se han realizado diversos estudios sobre los aspectos reproductivos de la anchoveta, en principio se cita a Einarsson *et al.* (1966) quienes describieron por primera vez la escala de madurez gonadal para anchoveta; a su vez Chirinos y Alegre (1969) compararon los estadios de madurez de la anchoveta en el mar peruano con los obtenidos en el norte de Chile y diferenciaron la maduración por grupos de edades. Por su parte Jordán (1976) sostuvo que las anchovetas comienzan el desarrollo gonadal por primera vez cuando tienen alrededor de 11 cm y alcanzan la plena madurez a los 12 cm; a los 14 cm, cerca del 50% de individuos están en aptitudes de alcanzar la etapa de desove y prácticamente todos los individuos desovan a partir de los 15 cm. A su vez, Buitrón *et al.*, (1997) sostuvieron que la escala de madurez gonadal de la anchoveta es de 5 estadios, Estadio 1: Ovario inmaduro; Estadio 2: Ovario en maduración; Estadio 3: Ovario maduro; Estadio 4: Ovario en desove; Estadio 5: Ovario en recuperación. Buitrón y Perea (2000)

sostuvieron que la mayor intensidad de desove en el stock norte centro se produce entre agosto - setiembre y que posee un reposo entre abril y mayo. La Fracción desovante durante el principal pico de desove tiene como máximo un 46,9 %.

Con respecto a la proporción sexual, los muestreos realizados por Miñano (1958) de 1957 a 1958 señalaron que el porcentaje de hembras (65,3%) fue mayor que el de los machos. Jordán (1959) señaló que para el periodo 1954 - 1958, el número de hembras es mayor a la de machos; a su vez agrupó la proporción de sexos por meses y evidenció una diferencia significativa de hembras en los meses comprendidos entre Diciembre y Junio, que se hace menor entre Agosto y Noviembre. A su vez, Einarsson *et al.* (1966) encontraron una predominancia de hembras con 52,94% frente a 47,06% de machos. En un posterior estudio, Jordán (1976) encontró que la proporción en muestras múltiples tomadas en diferentes meses de 1961 a 1973, mostraron una diferencia a favor de las hembras. Por su parte, Santander *et al.* (1984) sostuvieron que la proporción en el stock norte- centro del Perú en el año 1981 correspondía a un 56,43% de hembras.

Respecto a la hora pico de desove Alheit *et al.* (1984) sostuvieron que anualmente, el periodo principal de la puesta abarca de Agosto a Septiembre y la hidratación de los ovarios se inició, aproximadamente a las 07:00 de la mañana y la puesta se produjo entre las 18:00 y 02:00 horas, alcanzando un máximo a las 22:00 horas aproximadamente. Hembras con ovarios hidratados que estaban dispuestas para la puesta, parecían atraer a los machos y formar cardúmenes “de puesta”, con predominancia de machos los cuales se separan de los cardúmenes “normales” durante la noche.

4. HIPOTESIS Y OBJETIVOS

4.1 Hipótesis

Existe un patrón de la proporción sexual de la anchoveta con relación a la hora pico de desove.

No existen un patrón de la proporción sexual de la anchoveta con relación a la hora pico de desove

4.2 Objetivos

4.2.1 Objetivo general

Conocer la proporción sexual y su relación con la hora pico de desove de la anchoveta en la región norte-centro del Perú.

4.2.2 Objetivos específicos

- Conocer los cambios de la proporción sexual con relación a la talla.
- Determinar la variabilidad temporal y espacial de la proporción sexual de la anchoveta.
- Conocer la proporción sexual en relación a su condición reproductiva.
- Determinar y comparar la hora pico de desove durante verano e invierno.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Material biológico

La información utilizada en el presente estudio fue obtenida de la Unidad de Biología Reproductiva del Instituto del Mar del Perú (IMARPE) y provienen de los muestreos realizados por los Cruceros Hidroacústicos de Evaluación de Recursos Pelágicos, Cruceros de Evaluación de la Biomasa Desovante por el método de producción de huevos (MPH) y del seguimiento de la pesquería pelágica, realizados por el IMARPE desde el año 2000 al 2009. Esta información registra individuos a partir de 12 cm de longitud total, que corresponde a la talla de primera madurez de anchoveta (PRODUCE, 2009), por lo que, los estimados de proporción sexual presentados en este trabajo están referidos a la fracción adulta de la población.

Las muestras ya procesadas histológicamente, fueron obtenidas de los cruceros mencionados y en promedio fueron 6000 individuos por año. En el caso de las muestras provenientes del seguimiento de la pesquería, éstas fueron colectadas en los puertos de Paita, Chicama, Chimbote, Huacho, Callao y Pisco, y están clasificadas por tallas en intervalos de 0,5 cm, con colectas semanales, siendo el promedio de 1370 individuos por mes.

El área de muestreo de los cruceros y el programa de seguimiento de la pesquería correspondiente a la región Norte-Centro esta comprendida entre los 76° 57' - 81° 19' W y 3° 30' - 15° S.

5.2 Método

5.2.1 Construcción de la base de datos:

Con la información obtenida de los cruceros se construyeron dos bases de datos utilizando el software Microsoft Excel 2007, una para los Cruceros Hidroacústicos de Evaluación de Recursos Pelágicos (estación de verano) y otra para los Cruceros de Evaluación de la Biomasa Desovante (estación de invierno) desde el año 2000 al 2009, consignando datos de buque, cala o lance de pesca, longitud total (cm), sexo, posición de cada cala o lance, hora de captura y desarrollo ovocitario por individuo obtenido luego del procesamiento y análisis microscópico de ovarios. Con relación a los datos del seguimiento pesquero, sólo se utilizaron los datos de longitud total (cm) y sexo por mes y año (2000 al 2009).

5.2.2 Proporción sexual por año, crucero y sexo:

Se obtuvo la proporción sexual con relación a las hembras (PS), por crucero y sexo para cada año (Tabla 1), de acuerdo a la siguiente ecuación de Perea, *et al.* (2011):

$$PS = \frac{\Sigma H}{\Sigma M + \Sigma H}$$

Donde:

ΣM = Número de machos

ΣH = Número de hembras

Esto se realizó tanto para los cruceros de verano como de invierno, por año.

Para el análisis de la proporción de sexos se ha utilizado como método estadístico el Ji cuadrado (χ^2), verificada independientemente para cada año con un grado de significancia $\alpha = 0.05$.

5.2.3 Proporción sexual con relación a la talla:

Se obtuvo la proporción sexual con relación a las hembras (PS) por talla para cada año, de acuerdo a la siguiente ecuación de Perea, *et al.* (2011):

$$PS = \frac{\Sigma H_t}{\Sigma M_t + \Sigma H_t}$$

Donde:

ΣM_t = Número de machos por talla

ΣH_t = Número de hembras por talla.

Esto se realizó tanto para los cruceros de verano como de invierno, por año.

Con toda la información obtenida se obtuvo la proporción sexual (PS) con relación a las hembras por talla de los 10 años de cruceros, para los cruceros de verano e invierno respectivamente (Tabla 1).

Tabla 1. Relación de cruceros Hidroacústicos de Evaluación de Recursos Pelágicos (estación de verano) y de Biomasa Desovante (estación de invierno) por estaciones y años.

Año	Verano	Invierno
2000	0002-03	0008-09
2001	0102-03	0108-09
2002	0202-03	0208-09
2003	0302-03	0308-09
2004	0402-03	0408-09
2005	0502-03	0508-09
2006	0602-03	0608-09
2007	0702-03	0708-09
2008	0802-03	0808-09
2009	0902-03	0908-09

Para el análisis de la proporción de sexos se ha utilizado la prueba estadística del Ji cuadrado (χ^2), verificada independientemente para cada longitud con un grado de significancia de $\alpha = 0.05$.

5.2.4 Variabilidad temporal y espacial de la proporción sexual:

Para poder conocer la variabilidad temporal de la proporción sexual se determinó la proporción sexual con relación a las hembras por meses, con los valores del seguimiento pesquero desde el año 2000 al 2009.

En relación a la variabilidad espacial de la proporción sexual, se determinó la proporción para hembras y machos cada dos grados de latitud, de los cruceros de verano e invierno respectivamente.

Para el análisis de la variabilidad temporal se utilizó la prueba del Ji cuadrado (χ^2) verificada independientemente por meses con una significancia de $\alpha=0.05$ y para la parte espacial, también se utilizó el χ^2 verificada independientemente cada dos grados de latitud con un grado de significancia de $\alpha=0.05$.

5.2.5 Proporción sexual en relación a su condición reproductiva:

Se determinó la proporción sexual con relación a las hembras por cala y por estaciones: verano e invierno.

Para conocer su condición reproductiva, los ovarios fueron clasificados a partir de la obtención del desarrollo ovocitario (HUNTER & GOLDBERG, 1980) obtenidos luego del análisis microscópico como sigue: individuos desovantes los que contenían folículos post-ovulatorios (FPO) y/o de ovocitos hidratados, éstos permitieron determinar la fracción desovante (**FD**) según Buitrón & Perea (2000), por cala o lance y por cruceros. El **FD** se obtiene de acuerdo a la siguiente expresión:

$$FD = \left(\frac{FPO_{(dia0+1)} + OH}{H_{tot}} \right)$$

Donde:

FPO= Número de hembras con presencia de folículos post ovulatorios de día 0 y 1

OH = Número de hembras con ovarios hidratados, y

H_{tot} = Número total de hembras.

Ya conociendo tanto el **PS** y su condición reproductiva por cala, los individuos según su **PS** fueron clasificados según *Pájaro et al* (1997), en tres categorías: 0.1-0.39; 0.4-0.69 y 0.7-0.99, en donde se obtuvo un **PS** y **FD** promedio por cada intervalo respectivamente.

Para el análisis de la proporción sexual en relación a su condición reproductiva se utilizó la prueba t, con una significancia $\alpha=0.05$.

5.2.6 Hora pico de desove

Los individuos que tuvieron gónadas en condición de hidratadas fueron seleccionados por hora, tanto para los cruceros de verano como los de invierno. Se determinó una fracción de hembras hidratadas (**FHh**) realizando una variación a la ecuación de Buitrón & Perea (2000):

$$FHh = \frac{OH}{H_{tot}}$$

Donde

OH = Número de hembras con ovarios hidratados, y

H_{tot} = Número de hembras total por hora.

Para poder conocer la hora pico de desove se halló un **FD** utilizando la ecuación de Buitrón & Perea (2000) por hora del día según:

$$FD = \left(\frac{FPO_{(dia0)} + OH}{H_{tot}} \right)$$

Donde:

OH =Número de hembras con ovarios hidratados

FPO_(día0) =Número de hembras que presentan ovarios con folículo post-ovulatorio del día ***0***,

H_{tot} = Número total de hembras presentes por hora.

Esto se determinó para los cruceros de verano e invierno respectivamente.

6. RESULTADOS

Los resultados se obtuvieron con muestras de los cruceros Hidroacústicos de Evaluación de Recursos Pelágicos durante los veranos, en donde se produce el pico secundario de desove y los cruceros de Evaluación de la Biomasa Desovante de invierno en donde se produce el pico principal de desove.

6.1 Proporción sexual por año, crucero y sexo

Las proporciones sexuales por año, crucero y sexo para los cruceros Hidroacústicos de Evaluación de Recursos Pelágicos (cruceros de verano) fluctuaron de 0.539 a 0.648 (Fig 3), y a su vez todas las proporciones obtenidas fueron estadísticamente significativas con un rango de Ji-cuadrado de 9.894 a 203.018 (Tabla 2).

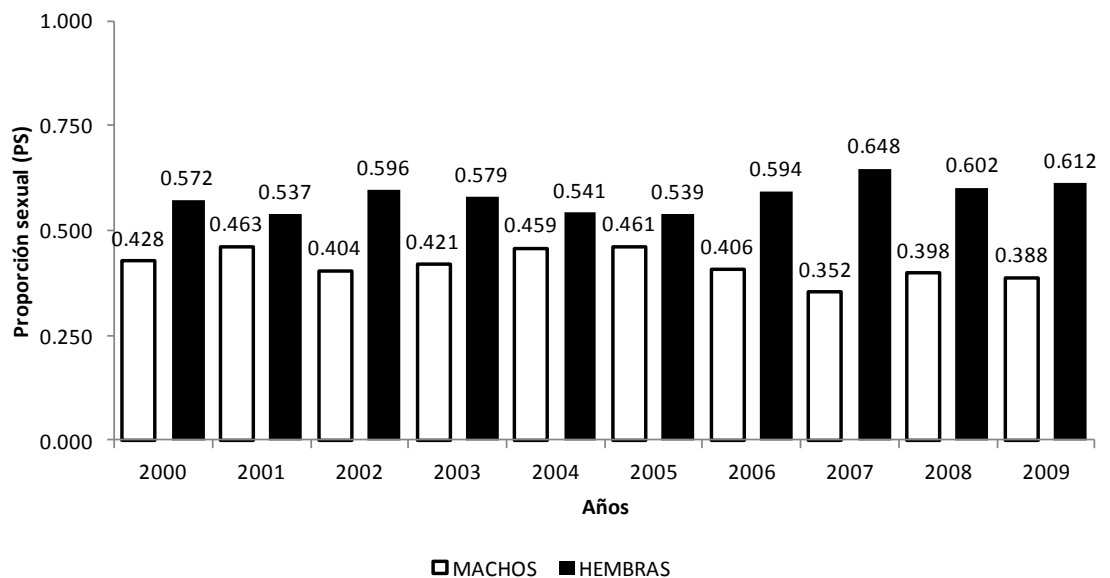


Fig 3. Proporción sexual de “anchoveta” *Engraulis ringens* por año y sexo durante los cruceros de verano

Tabla 2. Proporción sexual de “anchoveta” *Engraulis ringens* por año y sexo de los cruceros de verano. (n=número de individuos; H=Hembras; M=Machos; χ^2 =Ji-Cuadrado)

Años	N	H	M	χ^2
2000	3351	0.572	0.428	70.195
2001	2588	0.537	0.463	14.543
2002	1800	0.596	0.404	65.742
2003	1177	0.579	0.421	29.710
2004	2385	0.541	0.459	16.272
2005	1656	0.539	0.461	9.894
2006	2311	0.594	0.406	81.129
2007	2318	0.648	0.352	203.018
2008	1270	0.602	0.398	52.413
2009	4020	0.612	0.388	201.493
Total	22876	0.583	0.417	635.222

Para los cruceros de Evaluación de la Biomasa Desovante (cruceros de invierno), las proporciones sexuales globales fluctuaron de 0.498 a 0.538 (Fig 4); estadísticamente, solo los años 2001,2002 ,2007 y 2009 fueron significativos para las hembras con un rango de Ji-cuadrado de 7.084 a 10.945 (Tabla 3).

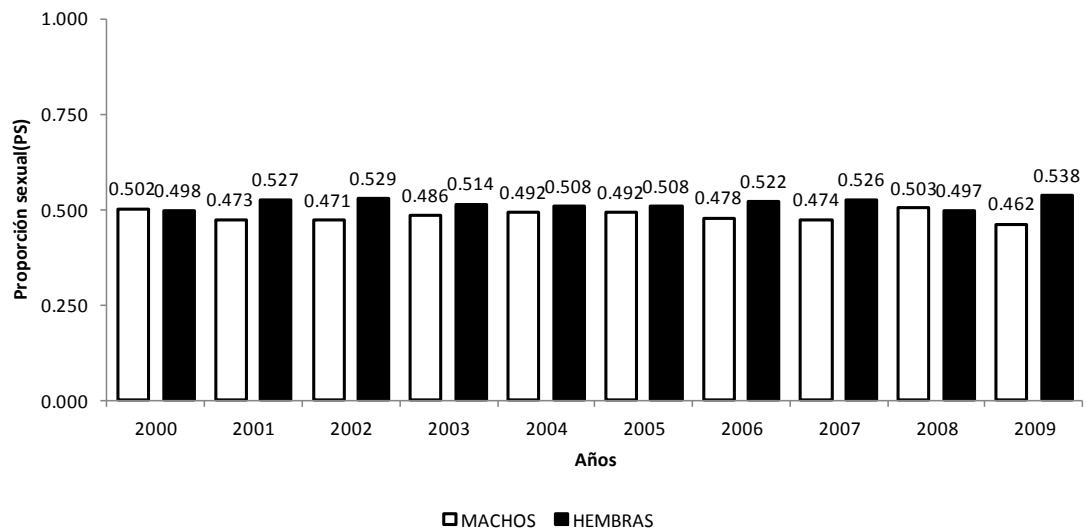


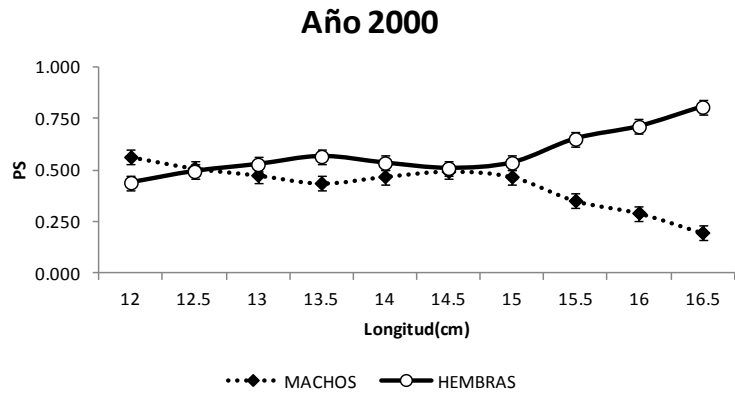
Fig 4. Proporción sexual de “anchoveta” *Engraulis ringens* por año y sexo de los cruceros de invierno

Tabla 3. Proporción sexual de “anchoveta” *Engraulis ringens* por año y sexo de los cruceros de invierno (n=número de individuos; H=Hembras; M=Machos; χ^2 =Ji-Cuadrado)

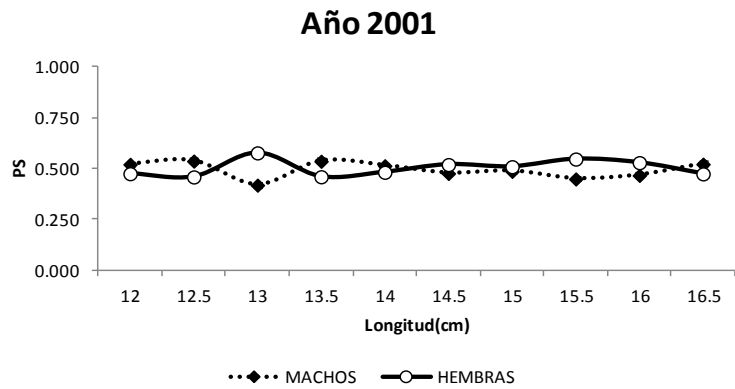
Años	n	H	M	χ^2
2000	2708	0.498	0.502	0.053
2001	2497	0.527	0.473	7.084
2002	3617	0.529	0.471	12.309
2003	1971	0.514	0.486	1.648
2004	2185	0.508	0.492	0.561
2005	2383	0.508	0.492	0.638
2006	1802	0.522	0.478	3.376
2007	3026	0.526	0.474	8.460
2008	1327	0.497	0.503	0.061
2009	1921	0.538	0.462	10.945
Total	23437	0.518	0.482	29.892

6.2 Proporción sexual con relación a la talla

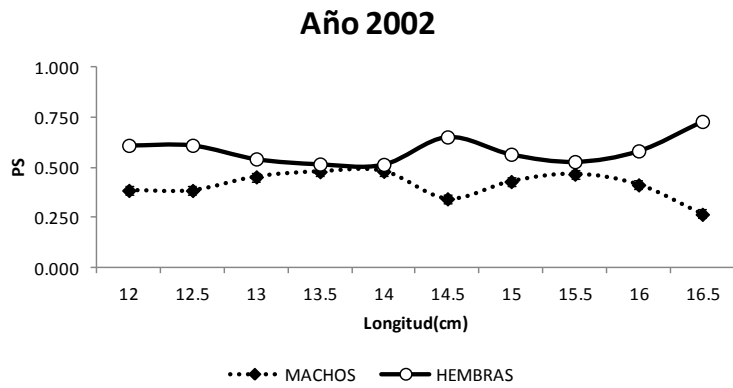
La proporción sexual con relación a la talla calculada con muestras de los Cruceros Hidroacústicos de Evaluación de Recursos Pelágicos son mostrados gráficamente (Fig 5, 6, 7 y 8) por año desde el 2000 al 2009. La proporción de hembras se incrementa notoriamente a partir de la talla de 15.5 cm, siendo significativo para los años 2000, 2003, 2004, 2007, 2008 y 2009 donde el Ji cuadrado fluctuó de 15.211 a 33.668 (Anexo 1).



A

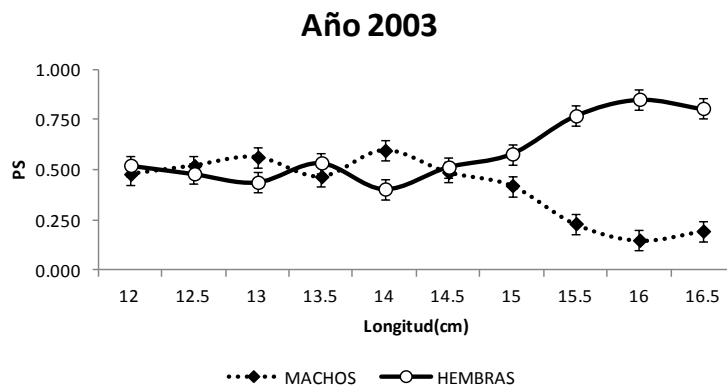


B

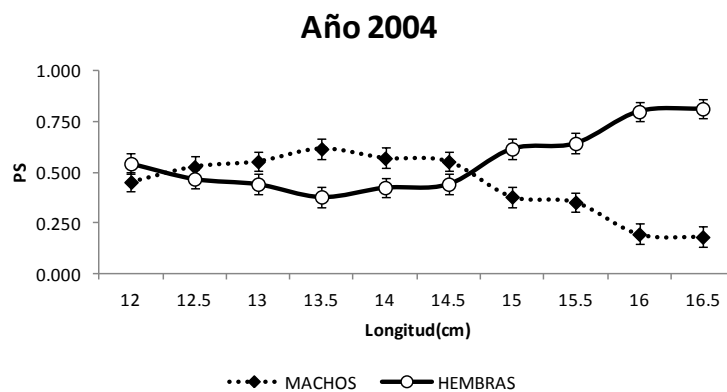


C

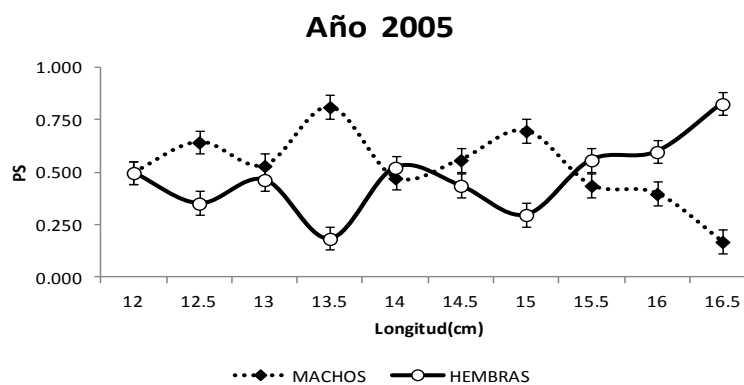
Fig 5(A-B-C). Longitud (cm) vs la proporción sexual (PS) en relación a las hembras de “anchoveta” *Engraulis ringens* de los **Cruceros Hidroacústicos de Evaluación de Recursos Pelágicos** de los años 2000 al 2002



A

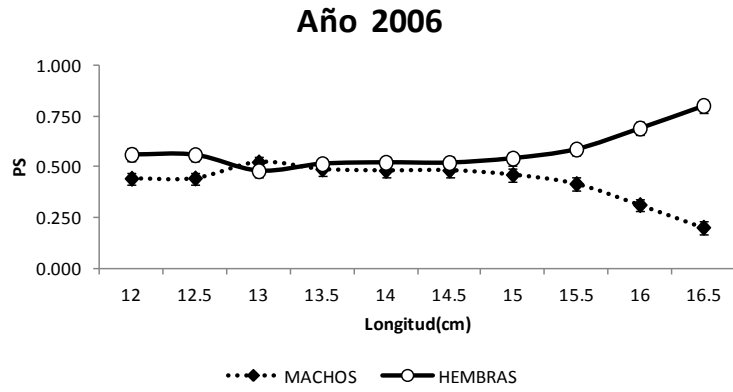


B

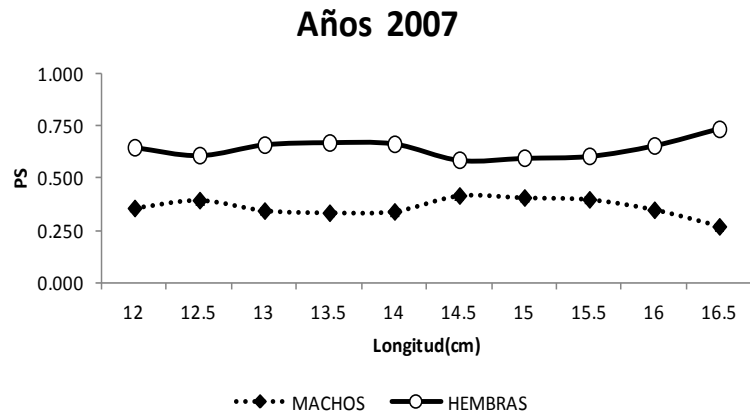


C

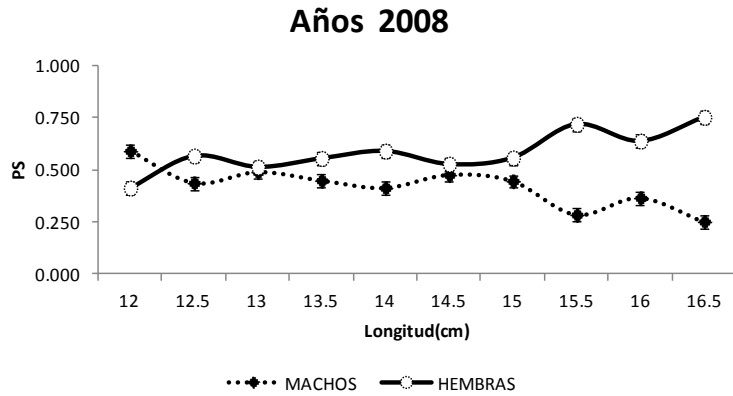
Fig 6(A-B-C). Longitud (cm) vs la proporción sexual (PS) en relación a las hembras de “anchoveta” *Engraulis ringens* de los **Cruceros Hidroacústicos de Evaluación de Recursos Pelágicos** de los años 2003 al 2005



A



B



C

Fig 7(A-B-C). Proporción sexual (PS) en relación a la talla de hembras de “anchoveta” *Engraulis ringens* obtenida de los Cruceros Hidroacústicos de Evaluación de Recursos Pelágicos de los años 2006 al 2008

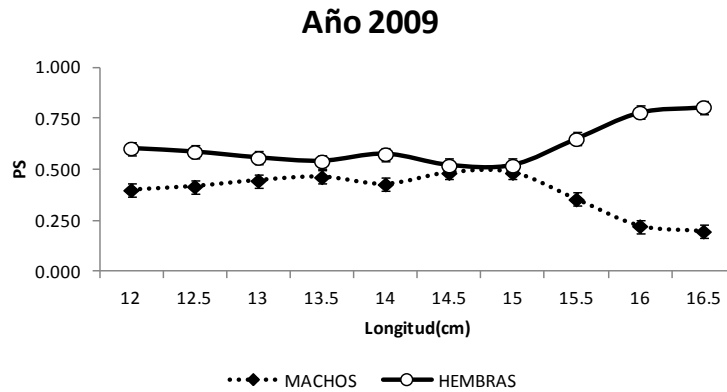
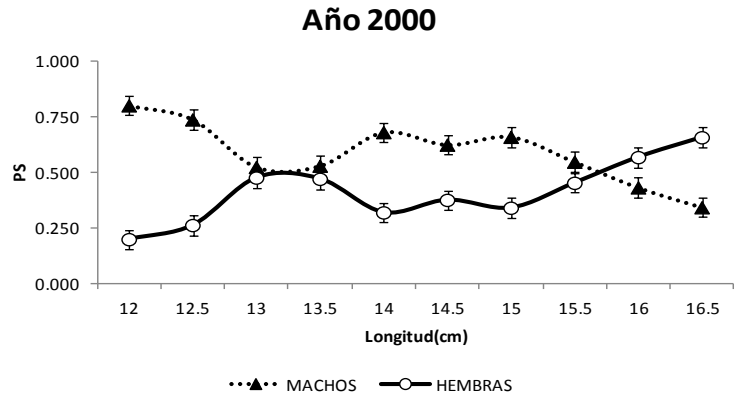
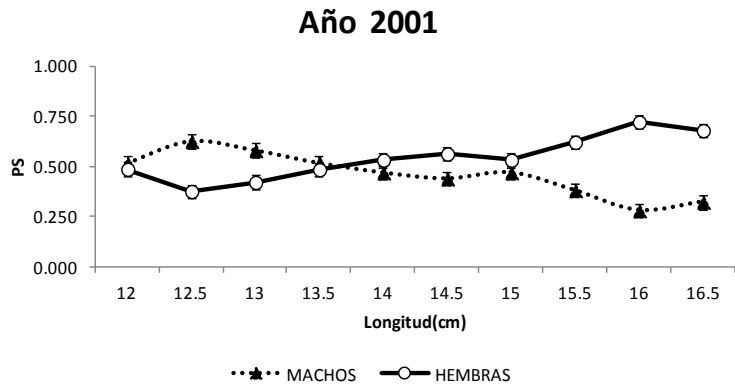


Fig 8. Longitud (cm) vs la proporción sexual en relación a las hembras (PS) de “anchoveta” *Engraulis ringens* de los **Cruceros Hidroacústicos de Evaluación de Recursos Pelágicos** del 2009

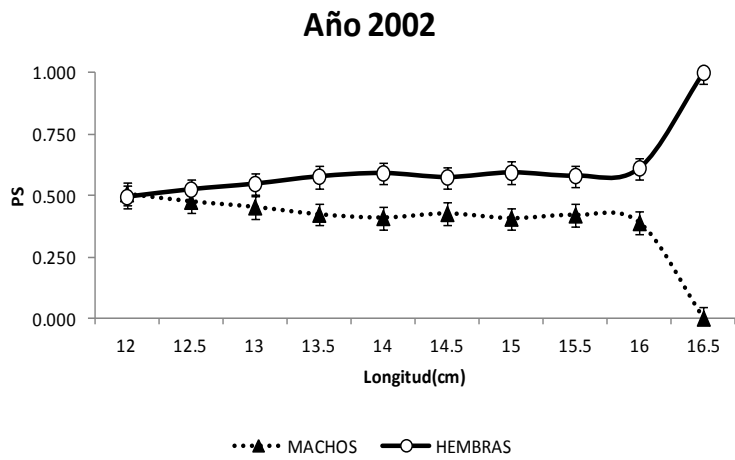
La proporción sexual con relación a la talla de los Cruceros de Evaluación de la Biomasa Desovante muestra gráficamente (Fig 9, 10, 11 y 12) que la proporción de hembras aumenta a partir de 15.5 cm durante el periodo de estudio, y presenta niveles significativos en los años 2000, 2001, 2004, 2006, 2007 y 2009, donde el Ji-cuadrado fluctúa de 4.0 a 18.075 (Anexo 2).



A

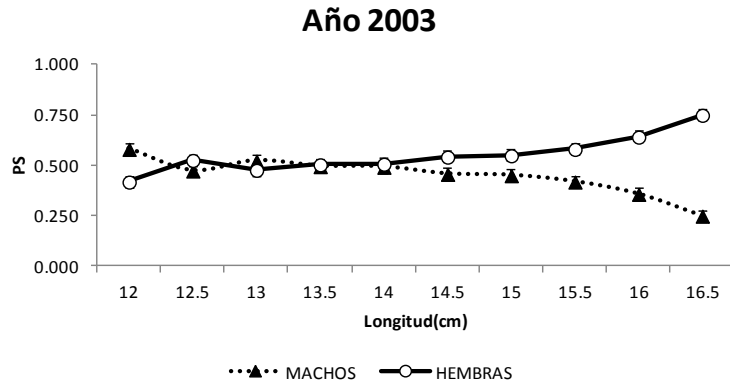


B

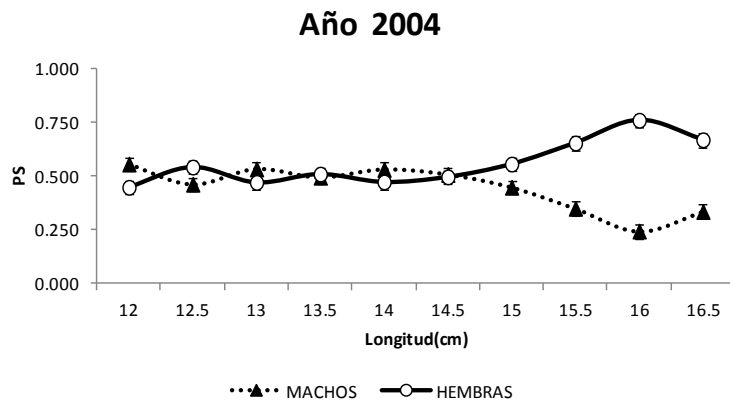


C

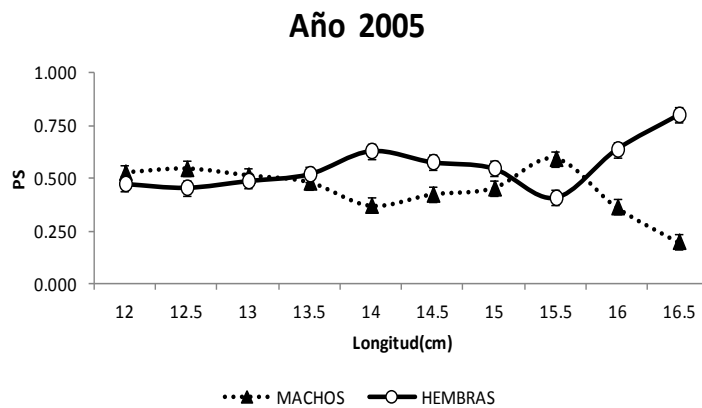
Fig 9 (A-B-C). Longitud (cm) vs la proporción sexual en relación a las hembras (PS) de “anchoveta” *Engraulis ringens* de los **Cruceros de Evaluación de la Biomasa Desovante por el método de producción de huevos (MPH)** de los años 2000 al 2002



A

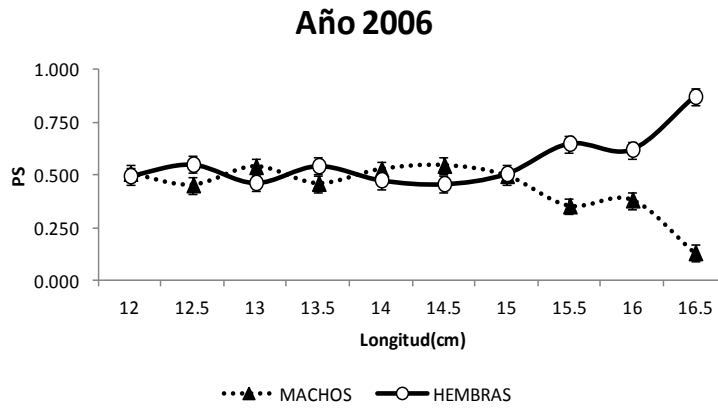


B

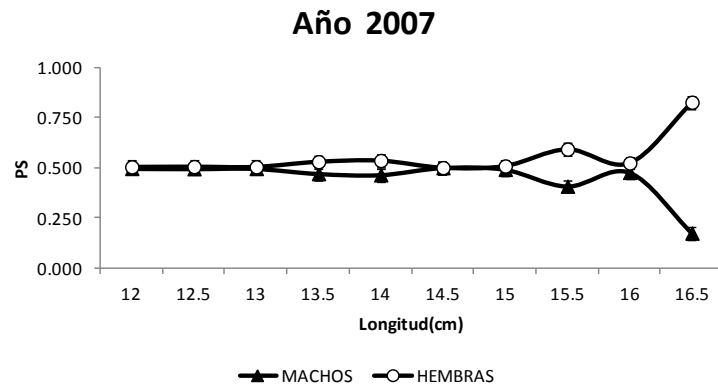


C

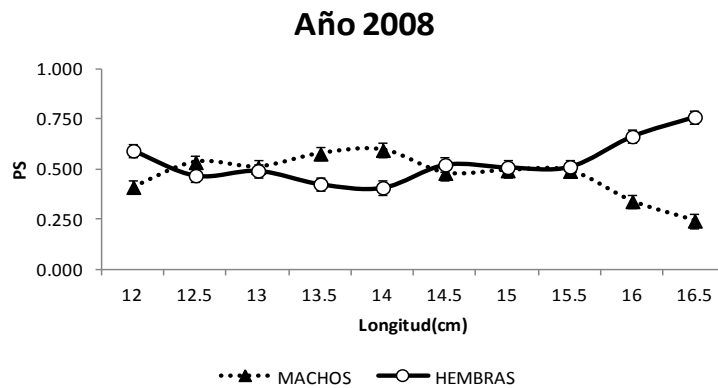
Fig 10 (A-B-C). Longitud (cm) vs la proporción sexual en relación a las hembras (PS) de “anchoveta” *Engraulis ringens* de los Cruceros de Evaluación de la Biomasa Desovante por el método de producción de huevos (MPH) de los años 2003 al 2005



A



B



C

Fig 11 (A-B-C). Longitud (cm) vs la proporción sexual en relación a las hembras (PS) de “anchoveta” *Engraulis ringens* de los **Cruceros de Evaluación de la Biomasa Desovante por el método de producción de huevos (MPH)** de los años 2006 al 2008

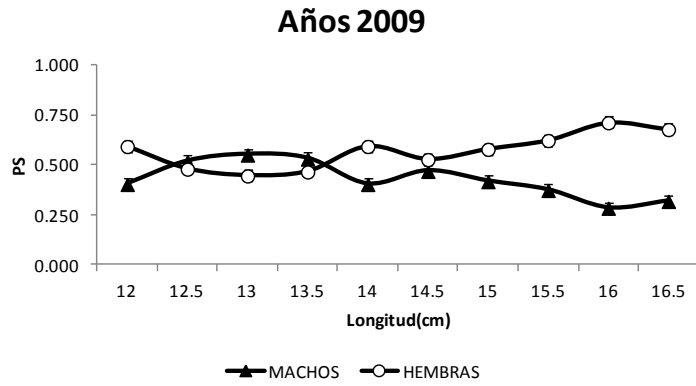


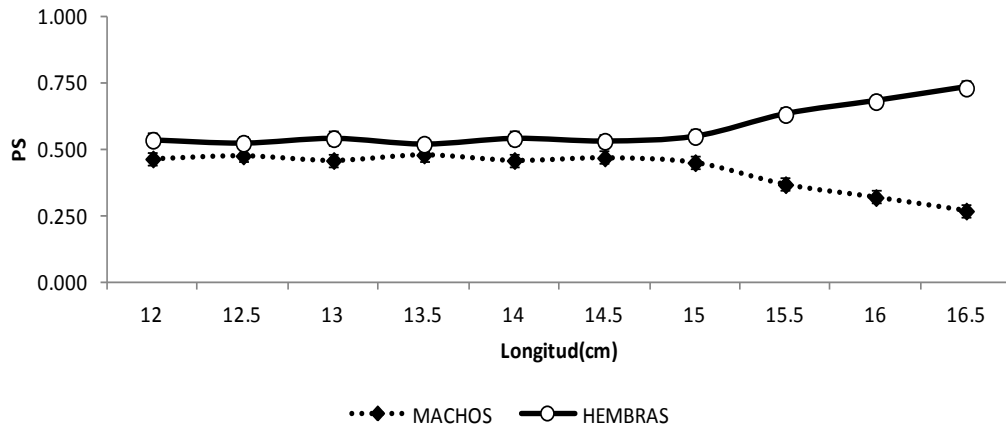
Fig 12. Longitud (cm) vs la proporción sexual en relación a las hembras (PS) de “anchoveta” *Engraulis ringens* de los **Cruceros de Evaluación de la Biomasa Desovante por el método de producción de huevos (MPH)** del 2009

Con toda la información obtenida de los 10 años, en los Cruceros Hidroacústicos de Evaluación de Recursos Pelágicos (verano), la proporción fue favorable para las hembras y fluctuó de 0.520 a 0.731, con un rango de Ji- cuadrado de 2.912 a 206.344 (Fig 13-A). En los Cruceros de Evaluación de la Biomasa Desovante (invierno), la proporción igualmente fue favorable para las hembras y fluctuó de 0.496 a 0.695, con un rango de Ji- cuadrado de 0.009 a 83.246 (Fig 13-B).

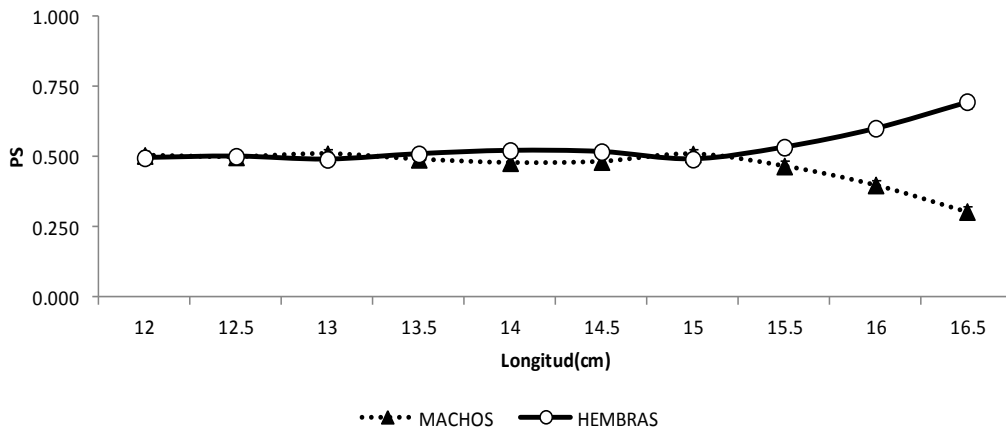
En la tabla 4 se pueden observar los valores por talla, crucero y por sexo para cada estación.

Tabla 4. Resultados de los 10 años de cruceros según estación de “anchoveta” *Engraulis ringens* (H=Hembra; M=Machos X^2 = Ji-cuadrado)

Tallas (cm)	VERANO			INVIERNO		
	H	M	X^2	H	M	X^2
12.0	0.535	0.465	6.919	0.496	0.504	0.164
12.5	0.524	0.476	3.524	0.501	0.499	0.009
13.0	0.541	0.459	11.439	0.490	0.510	1.191
13.5	0.520	0.480	2.912	0.509	0.491	1.139
14.0	0.541	0.459	12.002	0.522	0.478	5.271
14.5	0.531	0.469	6.774	0.518	0.482	2.877
15.0	0.549	0.451	17.054	0.491	0.509	0.634
15.5	0.632	0.368	115.389	0.533	0.467	8.569
16.0	0.681	0.319	178.720	0.601	0.399	51.885
16.5	0.731	0.269	206.344	0.695	0.305	83.246



A



B

Fig 13. Longitud total (cm) por la proporción sexual en relación a las hembras (PS) de “anchoveta” *Engraulis ringens* de los cruceros de verano **(A)** e invierno **(B)** desde el 2000-2009

6.3 Variabilidad temporal y espacial de la proporción sexual

El análisis mensual de la proporción de hembras en el periodo 2000 al 2009 mostro valores entre 0.220 a 0.595 (Fig 14), con valores de Ji-cuadrado de 0.005 a 324.710 (Anexo 3).

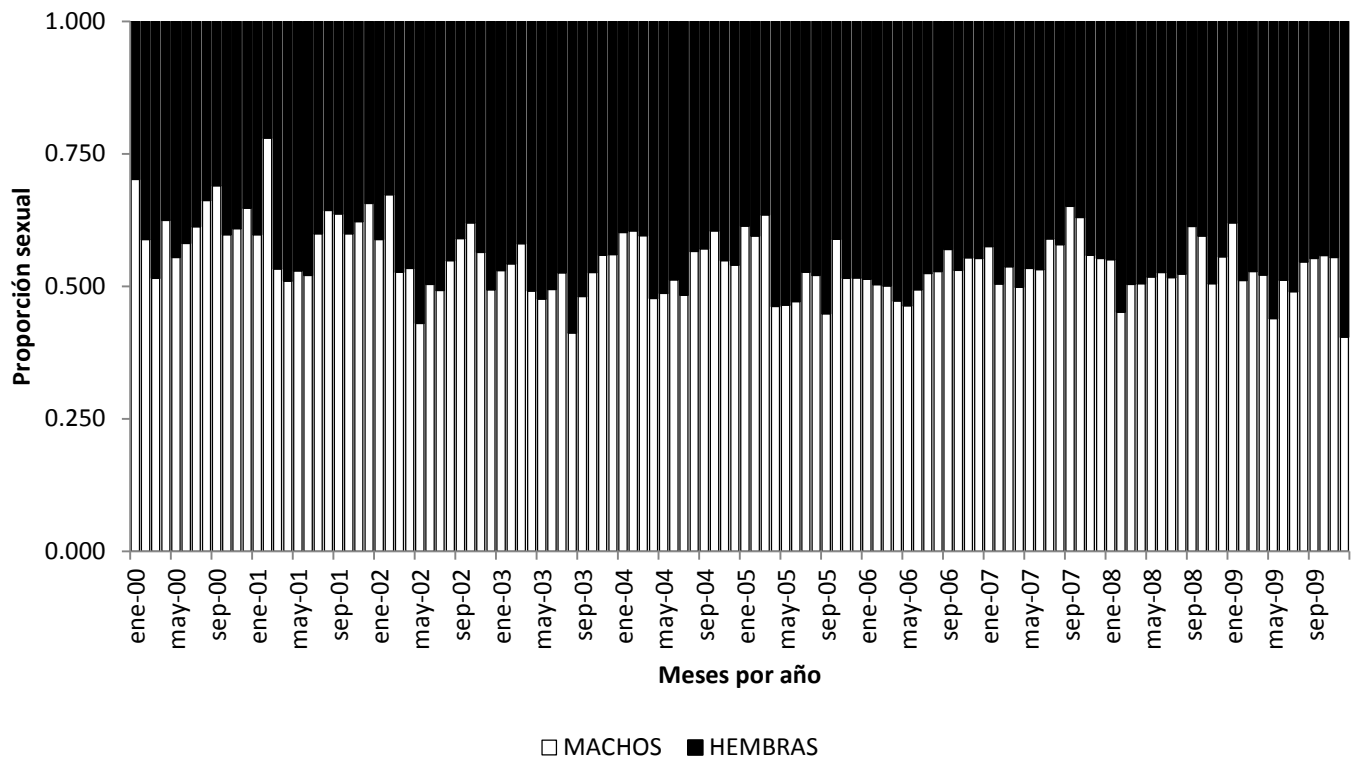


Fig 14. Proporción sexual por meses de “anchoveta” *Engraulis ringens* del seguimiento pesquero del 2000 al 2009 (Prox M=proporción sexual de machos; Prox H= Proporción sexual de hembras)

Por latitudes en los cruceros de verano la proporción sexual con relación a las hembras del año 2000 al 2009 (Fig 15), fluctuó de 0.56 a 0.61, con rangos de Ji-cuadrado de 63.45 a 169.13 (Tabla 5).

Tabla 5. Resultados de la proporción sexual vs grados latitudinales de los cruceros de verano del 2000 al 2009 (H=Hembras; M=Machos; χ^2 =Ji-cuadrado)

Grados Latitudinales	n	H	M	χ^2
04 -06	2860	0.574	0.426	63.45
06 -08	4172	0.601	0.399	169.13
08 -10	3605	0.563	0.437	57.93
10 -12	3545	0.572	0.428	74.24
12 - 14	3034	0.609	0.391	143.57

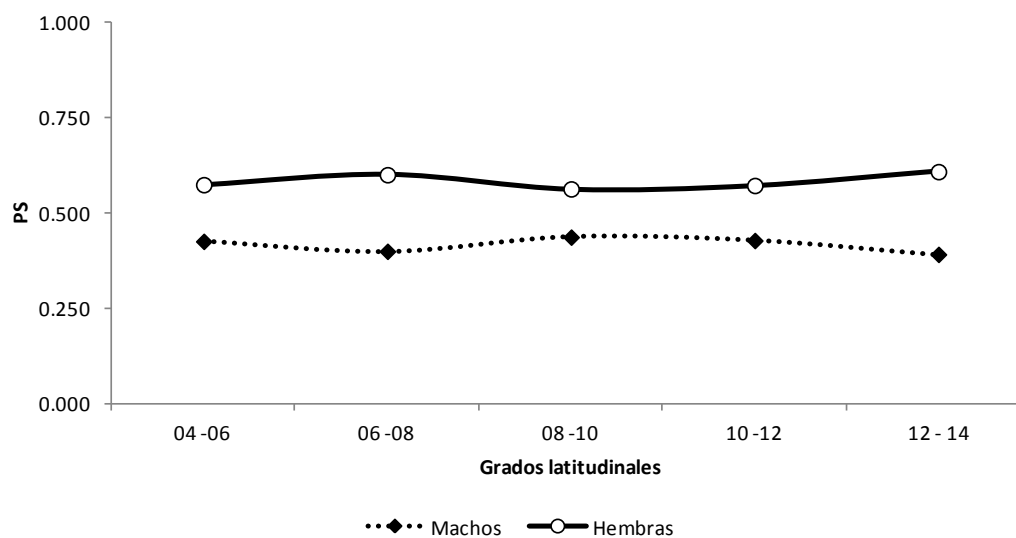


Fig 15. Proporción sexual por grados latitudinales de “anchoveta” *Engraulis ringens* de los cruceros de verano del 2000 al 2009

En los Cruceros de invierno (MPH), la proporción sexual con relación a las hembras de forma latitudinal del 2000 al 2009 (Fig 16) fluctuó de 0.49 a 0.53, con un Ji cuadrado que varía de 0.04 a 15.75 (Tabla 7).

Tabla 6. Resultados de la proporción sexual por grados latitudinales de “anchoveta” *Engraulis ringens* de los inviernos del 2000 al 2009 (H=Hembras; M=Machos; χ^2 =Ji-cuadrado)

Grados Latitudinales	n	H	M	χ^2
04 -06	1296	0.493	0.507	0.25
06 -08	5946	0.526	0.474	15.75
08 -10	6352	0.501	0.499	0.04
10 -12	4521	0.525	0.475	11.00
12 - 14	4153	0.525	0.475	10.12

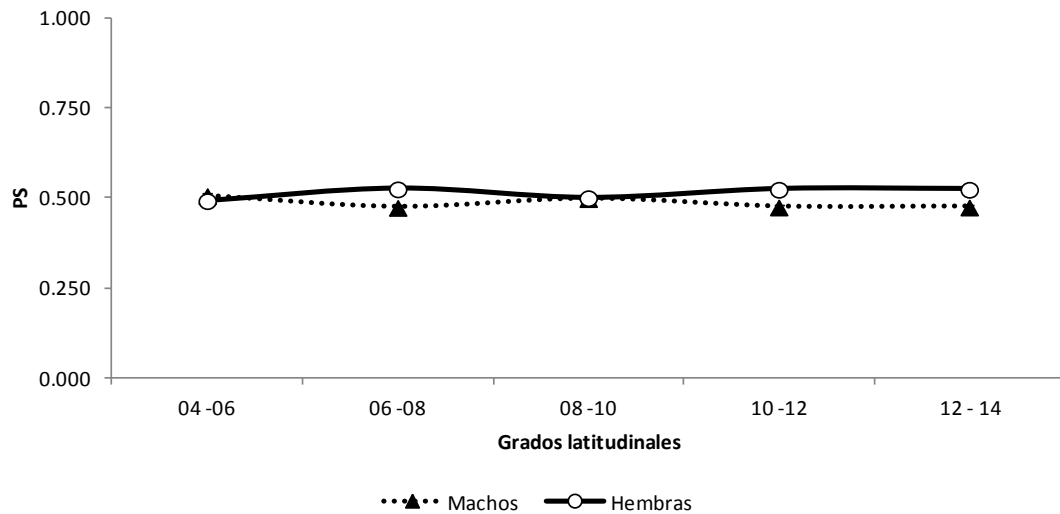


Fig 16. Proporción sexual por grados latitudinales de “anchoveta” *Engraulis ringens* de los cruceros de invierno del 2000 al 2009.

6.4 Proporción sexual en relación a su condición reproductiva

6.4.1 Cruceros Hidroacústicos de Evaluación de Recursos Pelágicos

En el intervalo de 0.1- 0.39 de la proporción sexual se obtuvo una fracción de hembras desovantes de 0.234, en el intervalo de 0.40 a 0.69 fue de 0.115 y en el intervalo de 0.7 a 0.99 se registró 0.122 (Tabla 7). Siendo estadísticamente significativo con la prueba de t-student con un valor de 0.115. Observando que a una menor proporción de hembras el FD es mayor.

Tabla 7. Resultados de las condición reproductiva con su proporción sexual de “anchoveta” *Engraulis ringens* para los cruceros de verano

Intervalos de Proporción Sexual	Fracción de desovantes(FD)	Fracción de no desovantes	Promedio de PS en el intervalo
De 0.1 a 0.39	0.234	0.766	0.187
De 0.40 a 0.69	0.115	0.885	0.543
De 0.70 a 0.99	0.122	0.878	0.596

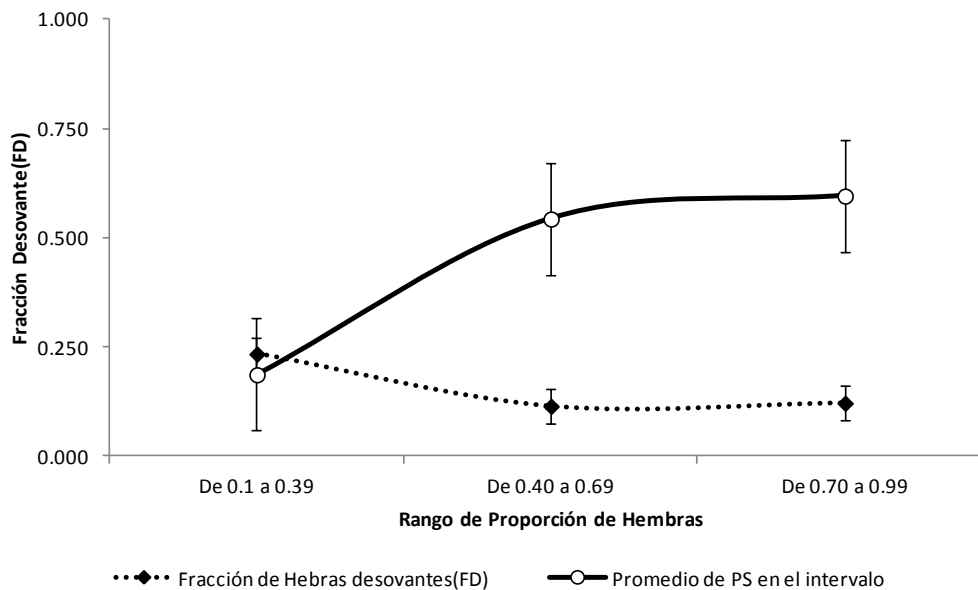


Fig 17. Proporción sexual en relación a la fracción desovante (FD) de “anchoveta” *Engraulis ringens* de los Cruceros Hidroacústicos de Evaluación de Recursos Pelágicos del 2000-2009

6.4.2 Cruceros de Evaluación de la Biomasa Desovante por el método de producción de huevos (MPH)

En el intervalo de 0.1- 0.39 de proporción sexual (PS) se obtuvo una fracción de hembras desovantes de 0.412, en el intervalo de 0.40 a 0.69 fue de 0.226 y en el intervalo de 0.7 a 0.99 se registró 0.200. Siendo estadísticamente significativo con la prueba de t-student con un valor 0.166 (Tabla 8). Observando que a una menor proporción de hembras el FD es mayor.

Tabla 8. Resultados de las condición reproductiva con su proporción sexual de “anchoveta” *Engraulis ringens* para los cruceros de invierno

Intervalos de Proporción Sexual	Fracción desovantes(FD)	Fracción no desovantes	Promedio de PS en el intervalo
De 0.10 a 0.39	0.412	0.588	0.295
De 0.40 a 0.69	0.226	0.774	0.535
De 0.70 a 0.99	0.200	0.800	0.767

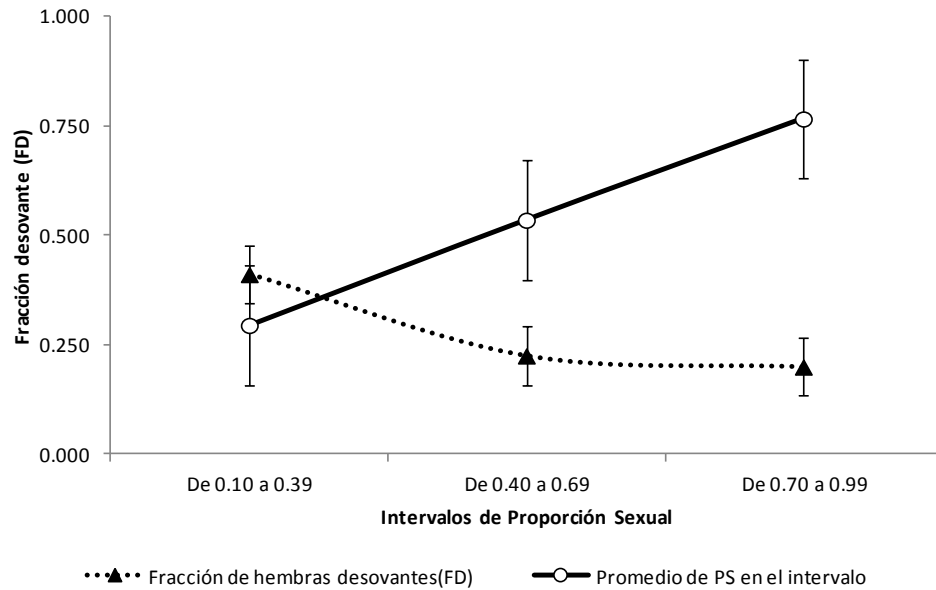


Fig 18. Proporción sexual en relación a la fracción desovante (FD) de “anchoveta” *Engraulis ringens* los Cruceros de Evaluación Biomasa desovante por el método de producción de huevos (MPH) del 2000-2009

6.5. Hora pico de desove

6.5.1. Cruceros Hidroacústicos de Evaluación de Recursos Pelágicos

Se obtuvo que el proceso de hidratación se inició a las 11 de la mañana teniendo su pico máximo a las 16 horas; mientras el desove inicia a las 16 horas llegando su pico máximo a las 22 horas (Figura 19).

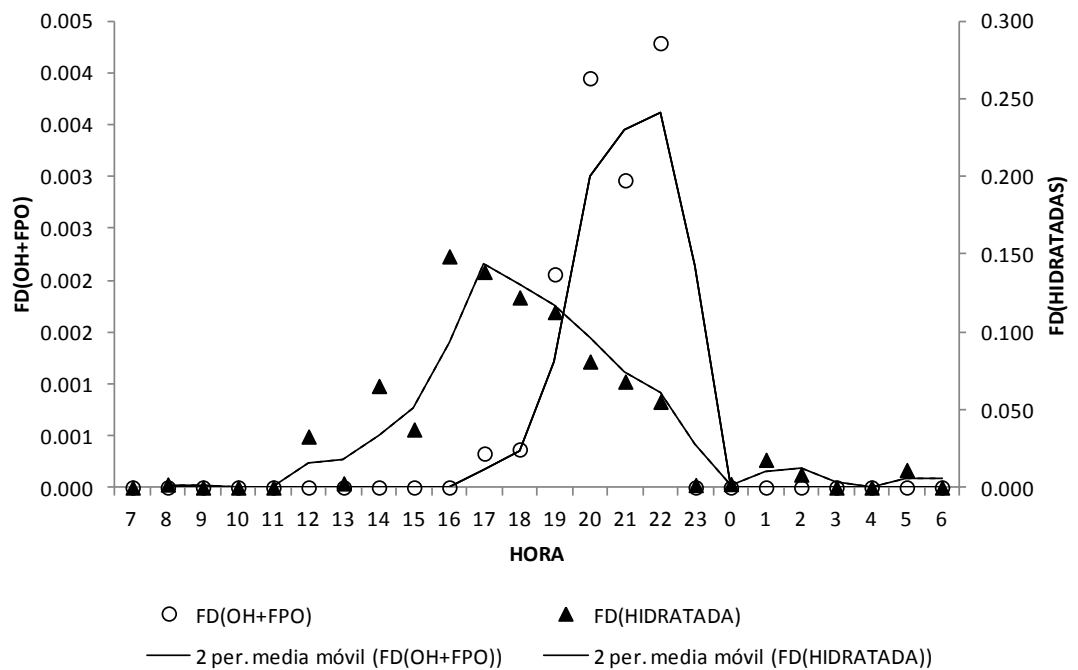


Fig 19. Hora pico de desove de “anchoveta” *Engraulis ringens* de los Cruceros Hidroacústicos de Evaluación de Recursos Pelágicos del 2000-2009

6.5.2. Cruceros de Evaluación de la Biomasa Desovante por el método de producción de huevos (MPH)

Se obtuvo que el proceso de hidratación se inició a las 7 de la mañana teniendo su pico máximo a las 16 horas, mientras que el desove se inició a las 16 horas llegando a un pico máximo a las 22 horas (Figura 20).

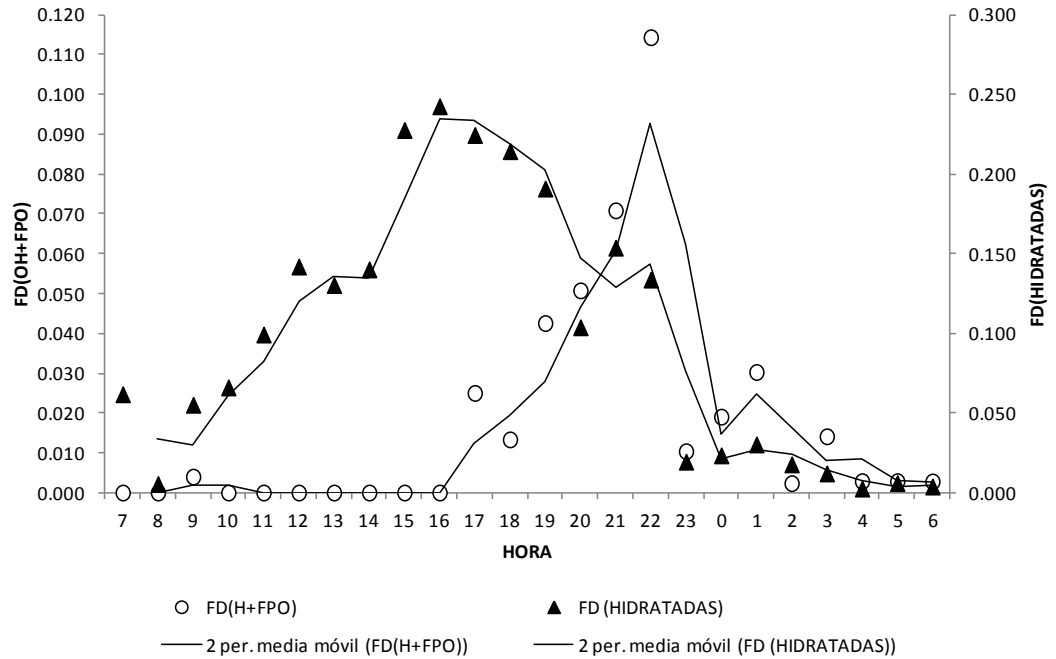


Fig 20. Hora pico de desove de “anchoveta” *Engraulis ringens* de los Cruceros de Evaluación de la Biomasa Desovante por el método de producción de huevos (MPH) del 2000-2009

7. DISCUSIÓN

7.1. Proporción sexual por año y crucero:

El Perú cuenta con una vasta información sobre la biología y pesquería de la anchoveta. En este sentido, para estimar el potencial reproductivo de las especies se requiere conocer parámetros reproductivos tales como la proporción de hembras y machos aptos para reproducirse (Samamé, 1971). La determinación de la proporción sexual es útil porque sirve de base para interpretar la composición de los stocks explotados y las variaciones en su abundancia. En la mayoría de los peces, la proporción sexual tiende a ser equilibrada, es decir, de 1 a 1 entre hembras y machos, aunque puede variar de año en año dentro de una misma población e inclusive puede experimentar cambios con el período reproductivo y con los grupos de tallas (Franco, 1992).

Se encontró que las proporciones sexuales por años y cruceros obtenidos de los cruceros de verano e invierno del 2000 al 2009, hubo una mayor proporción sexual a favor de las hembras en todos los años para la región norte-centro del Perú, siendo más marcada en las estaciones de verano en comparación a las registradas en los meses de invierno. En este sentido, la literatura indica que Miñano (1958), da a conocer la existencia de una proporción numérica a favor de las hembras, en anchovetas pescadas en la zona de Chimbote. Según Einarsson *et.al.* (1966) existe una predominancia de hembras de 0.529 contra 0.471 para machos. Para Alheit *et al.*, 1984, la proporción de sexos calculada en peso fue de 0.579 (57.9%) a favor de las hembras.

Esta mayor proporción sexual de hembras de *Engraulis ringens* es similar a otras especies de engráulidos, tales como *Engraulis mordax*, donde Sunada & Silvia

(1980) reportan un mayor número de hembras en las capturas de los años 1976 y 1977. A su vez, Coterro-Altamirano & Green-Ruiz (1999) determinaron que la proporción sexual en *E. mordax* es favorable a las hembras, mientras que Giraldez y Abad (1995) y Aka *et al.*, (2004) mencionan que *Engraulis encrasicolus* muestra una proporción favorable a hembras diferente a 1:1.

Esta mayor proporción de hembras no solo se presentan en los engraúlidos, ya que en la sardina, *Sardinella aurita* igualmente existe una mayor proporción de hembras a comparación de machos (Gassman *et al*, 2008).

Por lo tanto la mayor proporción de hembras puede deberse a factores fisiológicos durante el desove (Jordán, 1959) o que los machos se hacen menos capturables que las hembras.

7.2. Proporción sexual con relación a la talla

La proporción sexual global por lo general enmascara a la proporción sexual por talla (Samamé, 1971). Por tal motivo, al analizar los resultados de este trabajo, se encontró que la proporción sexual con relación a la talla obtenida de los cruceros de verano e invierno, analizados de manera global, mostró para los 10 años de cruceros, que la proporción entre machos y hembras fue similar para los individuos de 12 a 15 cm (1:1), sin embargo, a partir de 15.5 cm hay un incremento notorio de la proporción de hembras, a la que podemos denominar “punto de quiebre” donde la proporción sexual se hace significativamente favorable a las hembras. En este sentido, Jordán (1959) mencionó que en tallas mayores hay cada vez una menor proporción de machos, lo que podría indicar que éstos se hacen menos accesibles a la pesquería o están sometidas a una mortalidad natural más intensa que las

hembras. De acuerdo a Samamé (1971), si uno de los sexos predomina en cierto rango de talla puede suponer una mortalidad diferencial. A su vez, Jordán (1976) menciona que la segregación sexual varía con el tamaño en forma consistente, siendo casi nulas en los tamaños de 12 a 15 cm y muy notoria en los peces más longevos de anchoveta.

Mientras que la mayor diferencia en la proporción por sexos en las tallas mayores se debería a una diferencia en el comportamiento reproductivo de machos en relación a las hembras, expresado en una mortalidad natural diferencial más baja para las hembras a partir de 15.5 cm. Es interesante comprobar que las observaciones y conclusiones hechas por otros autores con muestras de los años 70' se repiten con muestras actuales, denotando que la proporción sexual en relación a la talla no ha mostrado cambios en el tiempo, siendo a partir de 15.5 cm la talla donde se favorece la proporción de hembras en la población. Este concepto está sustentado en tasas de crecimiento similares encontradas para ambos sexos, considerando que los estudios de edad realizados en esta especie con otolitos provenientes del seguimiento de la pesquería pelágica, demuestran que no habría diferencia en los crecimientos por sexos (Goycochea, C; Con. Pers.).

Por lo tanto, el aumento de la proporción sexual a favor de las hembras a partir de cierta talla en *Engraulis ringens* es similar a lo registrado por Basilone *et al.* (2003) en *Engraulis encrasicolus*, quienes reportaron que a partir de 14 cm de longitud total hay una predominancia de hembras.

Por otro lado, Gallardo (1983) indica que en *Engraulis mordax*, los machos maduran a una edad más temprana que las hembras, por lo que éstos deben emplear una cantidad mayor de energía en la producción de los productos sexuales a más temprana edad, mientras que las hembras emplean la mayor parte de su energía en

crecimiento; por tal motivo, este mayor desgaste de energía en los machos estaría relacionado con una mayor mortalidad. Así, la explicación más adecuada a la menor proporción de machos en tallas mayores, tendría motivos fisiológicos, debido a la continua espermiación, producto de una espermatogénesis intensa y continua que realizan éstos, para poder asegurar una exitosa fecundación, dando como resultado que los machos son menos longevos que las hembras. Esta característica formaría parte de una estrategia reproductiva que involucra la formación del huevo y la sobrevivencia de la especie (Perea, A.; Con. Pers.).

7.3. Variabilidad temporal y espacial de la proporción sexual

Los cambios en el ciclo reproductivo de las especies siempre están relacionados o influenciados por cambios en el ambiente (Agostini y Bakun 2002, Basilone *et al.*, 2006, Brochier *et al.*, 2010). En este sentido, Buitrón y Perea (2000) mostraron que el ambiente influye sobre el proceso de maduración y desove de la anchoveta.

La anchoveta presenta dos periodos de desove, uno de mayor intensidad denominado principal que se da en la estación de invierno y otro secundario en los meses de verano (Buitrón y Perea, 2000). Así, con la información del seguimiento de la pesquería del 2000 al 2009 a escala mensual, se apreció que hay una mayor incidencia de machos en comparación de hembras, en los periodos de mayor desove. Según Jordán (1976), se observó un apreciable descenso de la proporción de hembras en los meses de Enero-Febrero para el área del Callao y en los meses de Agosto y Octubre en el área de Chimbote.

Perea *et al.* (2011) indican que la proporción de sexos en *Engraulis ringens* es equilibrada, pero durante los periodos de desove se detectó una predominancia de machos, concordando con el presente trabajo. Esto es similar para *Engraulis encrasicolus*, donde Millán (1999) observó que estacionalmente hay una dominancia de machos muy significativa en la primavera boreal, mientras que las hembras fueron más abundantes en el verano boreal. A su vez Basilone *et al.* (2003) ratifican que hay fluctuaciones estacionales para *Engraulis encrasicolus* con predominio masculino entre marzo-abril y setiembre-octubre.

De esta manera, estos posibles descensos en las proporciones de hembras podrían ser atribuidos a una mayor disponibilidad de machos durante el pico del evento reproductivo, cuando se forman con frecuencia los cardúmenes reproductores.

Con la información de los cruceros de verano e invierno del 2000 al 2009 de la región norte-centro del Perú, la proporción sexual de anchoveta vista de manera espacial, analizada cada dos grados de latitud, es ligeramente favorable a las hembras, constituyendo una constante en toda la serie, tanto para la estación de verano como para el invierno; por tal motivo, se verificó la no existencia de patrones de proporción sexual asociadas a grados latitudinales. Es conocido que el desove se produce en toda la costa peruana, por lo que, la proporción sexual registrada espacialmente no tiene un patrón repetitivo latitudinal.

7.4. Proporción sexual en relación a su condición reproductiva

El éxito de la reproducción depende de relaciones complejas entre una serie de factores ambientales y biológicos que interactúan entre sí (Jordán, 1976). Uno de

los indicadores comúnmente utilizados es la Fracción Desovante (FD) que permite describir con precisión las fluctuaciones de la actividad reproductiva (Buitrón y Perea, 2000). Así, para los cruceros Hidroacústicos de Evaluación de recursos pelágicos (verano) y los cruceros de Evaluación de Biomasa desovante (invierno) del 2000 al 2009 se encontró que a una menor proporción de hembras, el FD es mayor y para una mayor proporción de hembras, el FD es menor. Para Hunter y Goldberg (1980), durante los periodos de desoves (a escala diaria y por horas), los cardúmenes estrictamente desovantes de anchoveta se ven dominados por individuos machos capaces de proporcionar una suficiente oferta de semen que asegure la fecundación luego de los desoves. Por su parte, Pajaro, *et al.* (1997) observaron para *Engraulis anchoíta*, que en los lances dominados por los machos (10 a 39% de hembras), el 23% de las hembras habían desovado la noche de captura. Por otra parte, en las muestras con predominio de hembras (70 a 99%), sólo el 2% había desovado esa noche. Esto sugeriría que al incrementarse la proporción de machos en la muestra, aumentaría la proporción de hembras desovantes o a punto de desovar.

7.5. Hora pico de desove

Uno de los aspectos reproductivos más importantes en las primeras etapas de la vida de la anchoveta es la hora de desove (Santander y De Castillo, 1973). Así durante este trabajo, con información proporcionada por los cruceros de verano e invierno, desde el año 2000 al 2009, se ha encontrado tanto para la estación de verano e invierno que el proceso de hidratación, se inicia alrededor de 07.00 a 11.00 horas de la mañana, siendo visible a simple vista alrededor de las 15 horas y el

desove comienza a suceder alrededor de las 16 horas hasta la medianoche, teniendo un pico máximo de desove a las 22 horas. Los primeros estudios de la hora de desove de la anchoveta mostraron que el desove se producía entre las 22.00 y 02.00 horas aproximadamente y su pico máximo ocurría a medianoche (Santander y De Castillo 1973). Sin embargo, Hunter & Macewicz (1980) indicaron que la presencia de hembras de anchoveta *Engraulis mordax*, con nuevos folículos post-ovulatorios y con óvulos hidratados estaría relacionado con la hora de la puesta de sol; los óvulos estaban completamente hidratados e iniciando el desove, cuyo valor más alto se dio desde las 22.00 a las 23.00 horas y terminó a las 02.00 horas; y a las 6.00 horas de la mañana, las hembras destinadas a desovar la siguiente noche empezaron a hidratar óvulos. A su vez Alheit *et.al.* (1984) indicaron que la hidratación de óvulos en la anchoveta peruana se inicio en las primeras horas del día alrededor de las 07.00 horas de la mañana, encontrando que la puesta se produjo entre las 18.00 y 02.00 horas, alcanzando un máximo a las 22.00 horas aproximadamente.

La hora pico de desove de anchoveta *Engraulis ringens* es similar a la hora pico de desove de otras especies como la sardina *Sardinops sagax*, donde Macewicz *et. al.* (1996) determinó que la hora pico ocurre entre las 19 y 23 horas de la noche. Para *Engraulis encrasicolus*, Motos (1996) señaló que el desove se produce entre las 19:00 y 6:00 horas (GMT) con un pico alrededor de la medianoche (00:00 horas GMT). Pero Lisovenko & Andrianov (1996) reportaron que la puesta de *Engraulis encrasicolus*, ocurre desde las 21 horas hasta medianoche; teniendo luego un reposo desde la medianoche a las 6:00 horas y formación de una nueva puesta (hidratación) de las 6 horas a las 21 horas.

Es una verdadera incognita la razón por la cual la anchoveta prefiere desovar en la noche y no durante el día, los argumentos escritos en la literatura no son claros y no explican o dan razones contundentes sobre este tema. Para Ribeiro *et.al.* (1996) el fotoperiodo parece ser el factor más importante en el comienzo del desove diario en *Engraulis encrasicolus*. Ya que la influencia del día y la noche provoca cambios en los cardúmenes, dentro de esos cambios está la búsqueda de alimento, la reproducción y estrategias de evasión (Bahri y Freon, 2000; Axelsen et al., 2001; Brehmer et al., 2007). Estos resultados permiten deducir que la preferencia de desovar en la noche no estaría influenciada por la presencia de la capa dispersa que sube por las noches en la columna de agua, porque igualmente, al amanecer ésta vuelve a bajar y dispersarse, y más bien parece ser que durante la noche la anchoveta tiene la capacidad de formar cardúmenes dominados por machos dispuestos y espermiantes que asegurarían la fecundación. Siendo la anchoveta una especie de estrategia “r”, el objetivo es lograr el mayor porcentaje de fecundación de los ovocitos, para lo cual el primer paso sería no solo el desove, sino una oferta de semen suficiente que logre el éxito de la fecundación y para esto la formación de un “cardumen reproductor” que parte de una segregación de un cardumen no reproductor, siendo sólo posible durante la noche.

Realizando un análisis del esfuerzo de pesca de la flota anchovetera (anexo 4 y 5), información proporcionada por la Unidad de Dinámica de Poblaciones del Instituto del Mar del Perú (Proyecto Bitácoras de Pesca y Seguimiento de la Pesquería Pelágica), se encuentra que las horas de captura preferida por la flota industrial, con un mayor registro de calas o lances de pesca, están entre las 5:00 y 10:00 horas del día; por tal motivo, el efecto antrópico de la pesca propiamente dicha, no afectaría el desove visto a escala diaria, la cual sucede desde las 16:00 horas a

medianoche, con un pico máximo a las 22 horas. Por lo tanto, este hecho está a favor de la anchoveta, puesto que la actividad y las maniobras de pesca no impedirían la formación de los “cardúmenes reproductores”.

8. CONCLUSIONES

- Se determinó que en la proporción sexual de la fracción adulta de la anchoveta peruana *Engraulis ringens*, hubo dominancia de las hembras en el periodo 2000-2009.
- A partir de la talla de 15.5 cm hay una mayor proporción de hembras en la población, atribuida a una mortalidad diferenciada en ambos sexos.
- Se determinó que la hora pico de desove de la anchoveta es las 22 horas y no se evidenciaron diferencias entre las estaciones de verano e invierno.
- Durante los meses en donde se produce el mayor pico de desove, la proporción sexual es dominada por los machos.
- No se ha encontrado un patrón de distribución latitudinal de la proporción sexual de anchoveta.
- Se encontró una relación inversa entre la Fracción Desovante (FD) y la proporción sexual vinculada a las hembras.

9. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios sobre la longevidad de los machos en *Engraulis ringens* a nivel fisiológico.
- Realizar estudios de la tipología de los cardúmenes reproductores de anchoveta a escala diaria con la proporción sexual de esta especie.
- Realizar estudios sobre el comportamiento diurno y nocturno de los cardúmenes de anchoveta a la hora pico de desove.
- Evitar la extracción de anchoveta a partir de las 16 horas hasta la medianoche, siendo las horas en que desova esta especie.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AGOSTINI VN, BAKUN A. 2002. 'Ocean triads' in the Mediterranean Sea: Physical mechanisms potentially structuring reproductive habitat suitability (with example application to European anchovy, *Engraulis encrasicolus*). Fish. Oceanogr. 11: 129–142.
- AGÜERO M, CLAVERI M. 2007. Capacidad de pesca y manejo pesquero en América: Una síntesis de casos. FAO Doc. Téc. Pesca. No. 461: 61–71.
- AKA, Z., TORCU, H., TURAN, C. 2004. A study on the Growth of the Anchovy *Engraulis encrasicolus*, Linnaeus (1758) in Turkish Seas. Pakistan Journal of Biological Sciences. Vol 7. Pág. 1121-1126.
- ALHEIT, J., ALARCON , V. AND MACEWICZ ,B. 1984. Spawning frequency and sex ratio in Peruvian Anchovy, *Engraulis ringens*. Calif. COOP. Oceanic. Fish. Invest. Rep., 25:43-52.
- ALHEIT, J & ÑIQUEN,M. 2004. Regime shift in the Humboldt Current ecosystem. Progress in Oceanography 60: 201-202.
- AXELSEN B., T. ANKER-NILSSEN, P. FOSSUM, C. KVAMME, Y L. NØTTESTAD. 2001. Pretty patterns but a simple strategy: predator–prey interactions between juvenile herring and Atlantic puffins observed with multibeam sonar. Canadian Journal of Zoology. Vol 79. # 9. September 2001. Pp 1586-1596 (11).

- BAHRI T. Y P.FREON. 2000. Spatial structure of coastal pelagic schools descriptors in the Mediterranean Sea. . Fisheries Research48: 157-166.
- BAKUN A, BROAD K. 2001. Climate and fisheries: Interacting paradigms, scales, and policy approaches. The IRI-IPRC Pacific Climate-Fisheries Workshop, Honolulu, 14–17 November.
- BASILONE, G., PATTI, B., BONANNO, A. CUTTITTA, A. VERGARA, R., GARCIA, A., MAZZOLA, S. Y BUSCAINO, G. 2003. Reproductive aspects of the European anchovy (*Engraulis encrasicolus*): six years of observations in the Strait of Sicily. MedSudMed Technical Documents N° 5.
- BASILONE G, GUISANDE C, PATTI B, MAZZOLA S, CUTTITTA A, BONNANNO A, VERGARA AR, MANEIRO I. 2006. Effect of habitat conditions on reproduction of the European anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in the Strait of Sicily. Fish. Oceanogr. 15: 271–280.
- BREHMER, P. GERLOTTO F, LAURENT CH, COTEL P, ACHURY A. SAMB, B. 2007. Schooling behavior of small pelagic fish: phenotypic expression of independent stimuli. Mar Ecol Prog Ser, 334: 263–272.
- BROCHIER T, LETT C, FRÉON P. 2010. Investigating the ‘northern Humboldt paradox’ from model comparisons of small pelagic fish reproductive strategies in eastern boundary upwelling ecosystems. Fish Fish. 12: 1–16.
- BUITRÓN, B. Y PEREA, A. 2000. Aspectos Reproductivos de la Anchoveta Peruana durante el periodo 1992-2000. Bol. Inst. Mar Perú. 19: 45-54 p.

- BUITRÓN, B., PEREA A. Y PELLEGRINO, A. 1997. Estado Reproductivo de la anchoveta peruana *Engraulis ringens* durante los veranos 1996 y 1997. Bol. Inst. Mar Perú. 127: 72-81 p.
- CHIRINOS, A. Y ALEGRE, B. 1969. La Madurez sexual en la anchoveta (*Engraulis ringens*) en los periodos reproductivos 1961-1968. Bol. Inst. Mar Perú (23). 112-125 p.
- CSIRKE J, GUEVARA-CARRASCO R, CÁRDENAS G, ÑIQUEN M, CHIPOLLINI A. 1996. Situación de los recursos anchoveta (*ENGRAULIS RINGENS*) y sardina (*SARDINOPS SAGAX*) a principios de 1994 y perspectivas para la pesca en el Perú, con particular referencia a las regiones norte y centro de la costa peruana. Bol. Inst. Mar Perú 15: 1–23.
- COTERO-ALTAMIRANO, C. & GREEN-RUIZ, Y. 1997. Anchovy spawning biomass in Gulf of California, 1991. CalCOFI Rep. Vol. 38.
- CON. PERS: GOICOCHEA, CARLOS. 2011. Laboratorio de Edad y Crecimiento. Instituto del Mar del Perú. Callao. Perú.
- CON. PERS: PEREA, ÁNGEL. 2011. Laboratorio de Biología reproductiva. Instituto del Mar del Perú. Callao. Perú.

- EINARSSON, H., FLORES, L., MIÑANO, J. 1966. El ciclo de madurez de la anchoveta peruana (*Engraulis ringens* J.). I Seminario Latino-Americano sobre el Océano Pacífico Oriental. UNMSM, 228 p.
- "*Engraulis ringens*". En *FishBase* (Ranier Froese y Daniel Pauly, eds.). N.p.: FishBase, 2009.
- ESPINO, M., 1999. El niño 1997-98: Su efecto sobre el ambiente y los recursos pesqueros en el Perú. Rev. Perú. Biol. Vol. Extraordinario. Facultad de Ciencias Biológicas. UNMSM. Pág.: 97-109.
- ESPINOZA P, BERTRAND A. 2008. Revisiting Peruvian anchovy (*Engraulis ringens*) trophodynamics provides a new vision of the Humboldt Current system. Prog. Oceanogr. 79: 215–227.
- FAO. 2009. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2008. Departamento de Pesca y Acuicultura, FAO, Pag. 6–13.
- FRANCO L. 1992. Maduración sexual y fecundidad del carite (*Scomberomorus maculatus*) de las costas del estado Falcón, Venezuela. Zootecnia Trop. 10: 157–169.
- GALLARDO, M. 1983. Análisis del crecimiento de la anchoveta *Engraulis mordax*, en aguas de Baja California Norte (Pisces:Engraulidae). Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM.

- GASSMAN, J; ESLAVA, N Y GONZALEZ, L. 2008. Reproducción de la sardina, *Sardinella aurita* (Cupleiformes: Clupeidae) del sureste de la Isla de Margarita, Venezuela. Rev. biol. trop . 2008, vol.56, n.4, pp. 1813-1824.
- GIRALDEZ, A. Y ABAD, A. 1995. Aspects on the reproductive of western Mediterranean anchovy from the coasts of Málaga (Alboran Sea). Scientia Marina. Vol 59(1). Pág: 15-23.
- GUTIÉRREZ., M., VÁSQUEZ A., CASTILLO, R., DIOSES, T., MORI, J., PEREA, A.1998. Distribución, concentración y biomasa de los principales recursos pelágicos a finales del invierno e inicios de primaveras 1997. Crucero BIC Humboldt 9709-10 de Matarani a Paita. Bol Inst. Mar Perú; (130): p.13-44
- HUNTER. J. and GOLDBERG. S. 1980 Spawning incidence and hatch fecundity in northern anchovy. *Engraulis mordax*. Fish. Bull., U S .77:64-652.
- HUNTER, J. and Macewicz, B. 1980. Sexual Maturity, Batch Fecundity, Spawning Frequency, and Temporal Pattern of Spawning for the Northern Anchovy, *Engraulis Mordax*, during the 1979 Spawing season. CalCOFI Rep., Vol. XXI
- HUAMANSON, G. 1979. Animal Tissue Techniques. Fourth Edition W.H. Freeman co. San Francisco. 661 p.
- JORDAN, R.1959. Observaciones sobre la Biología de la anchoveta (*Engraulis ringens*) de la zona pesquera de Huacho. Boletín de la Compañía Administradora del Guano. Vol.35.

- JORDAN, R. 1976. Biología de la anchoveta. Parte I: Resumen del conocimiento actual. Lima. 359-499 p. Ilus/fig. (Acta - FAO Informe de Pesca).
- LISOVENKO, L. AND ANDRIANOV, D. 1996. Reproductive biology of anchovy (*Engraulis encrasicolus ponticus* Alexandrov 1927) in the Black Sea. SCIENTIA MARINA. SCI. MAR., 60 (Supl. 2): 209-218
- MACEWICZ, B., CASTRO, J., COTERO, C., & HUNTER, J. 1996. adult reproductive parameters of pacific sardine (*Sardinops sagax*) during 1994. CalCOFI Rep., vol. 37.
- MILLAN, M. 1999. Reproductive characteristics and condition status of anchovy *Engraulis encrasicolus* L. from the Bay of Cadiz (SW Spain). Fisheries Research. Vol. 41 pág. 73-86.
- MINISTERIO DE LA PRODUCCIÓN - Perú. 2009. R.M. N° 249-2009-PRODUCE: Autorizar inicio de la Primera Temporada de Pesca de los recursos anchoveta y anchoveta Blanca en zona del litoral. Dada en Lima el 12 de junio de 2009. Visto el 28 de septiembre de 2010 en: <http://www.produce.gob.pe/produce/normas/index.php?accion=showDetail&id=16897>.
- MIÑANO, J. 1958. Algunas apreciaciones relacionadas con la anchoveta peruana y su fecundidad (*Engraulis ringens*). Boletín de la Compañía Administradora del Guano. Vol. 34, N° 3 pág. 11-24.

- MOTOS, L. 1996. Reproductive biology and fecundity of the Bay of Biscay anchovy population (*Engraulis encrasicolus* L.). SCIENTIA MARINA. SCI. MAR., 60 (Supl. 2): 195-207.
- ÑIQUEM M, ESPINO M, BOUCHON M. 2000. Análisis de la población de anchoveta peruana durante el periodo 1961–1999. Bol. Inst. Mar Perú 19: 103–107.
- PAJARO,M., MACCHI,G. Y SANCHEZ, R. 1997. Fecundidad y frecuencia reproductiva de las Poblaciones Bonaerenses y Patagónica de Anchoíta Argentina (*Engraulis anchoíta*), Revista de Investigación y Desarrollo Pesquero, N°11 pág. 19-39.
- PALOMARES, L., MENDO, J., MUCK, P., CHUMAN, E., GOMEZ, O. AND PAULY, D. 1987. Growth of the Peruvian anchoveta (*Engraulis ringens*), 1953 to 1982. IMARPE-GTZ-ICLARM.
- PAULY D. 1987 a. A review of the ELEFAN system for analysis of length-frequency data in fish and aquatic invertebrates. ICLARM Conf. Proc. (13): 7-34.
- Perea, A. Peña, C. Oliveros-Ramos, R., Buitrón, B. y Mori, J. 2011. Producción potencial de huevos, reclutamiento y veda reproductiva de la anchoveta peruana (*Engraulis ringens*): Implicaciones en el manejo pesquero. *Ciencias Marinas*, Vol. 37(4B). Pág. 585–601

- _____ . 1987. On the implementation of management – oriented fishery research: the case of the Peruvian anchoveta, p.1 – 13. In D. Pauly and I. Tsukayama (eds.) The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem: three decades of change. ICLARM Studies and Reviews 15, 351 p, Instituto del Mar del Perú (IMARPE), Callao, Perú; Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), GMBH, Eschborn, Federal Republic of Germany; and International Center for Living Aquatic Resources Management (ICLARM), Manila, Philippines.
- RIBEIRO, R., REIS, J., SANTOS, C., GONÇALVES, F., AND SOARES, A., 1996, Spawning of Anchovy *Engraulis encrasicolus* in the Mondego Estuary, Portugal. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. Vol 42, pág. 467–482.
- SAETERSDAL G, VALDIVIA J. 1964. Un estudio del crecimiento, tamaño y reclutamiento de la anchoveta (*Engraulis ringens* J) basado en datos de frecuencia de longitudes. Bol. Inst. Invest. Recurs. Mar. Callao I(4): 85–136.
- SAMAME,L. 1971. Observaciones de la Madurez sexual y desove de la cachema *Cynoscion analis* (Jenyns) de Paita. Instituto del Mar del Perú. Serie de Informes Especiales N° 81.
- SANTANDER H, FLORES R. 1983 Los desoves y distribución larval de cuatro especies pelágicas y sus relaciones con las variaciones del ambiente marino frente al Perú. FAO Fish. Rep. 291(3): 835–867.

- SANTANDER, H., ALHELIT, J. Y SMITH, P. 1984. Estimación de la Biomasa de la población desovante de anchoveta peruana *Engraulis ringens* en 1981 por la aplicación del “Método de Producción de Huevos”. Bol. Inst. Mar Perú, 8; 209-250 p.
- SANTANDER, H., DE CASTILLO, O. 1973. Estudio sobre las primeras etapas de vida de la anchoveta. Instituto del Mar del Perú. Informe N° 41.
- SUNADA, J., AND SILVIA, S. 1980. The Fishery for northern anchovy, *Engraulis mordax*, off California and Baja California in 1976 and 1977, CalCOFI Rep., Vol. XXI.

11. ANEXOS

Anexo 1: Resultados por año de la proporción sexual vs la talla según el sexo de “anchoveta” *Engraulis ringens* de los Cruceros Hidroacústicos de Evaluación de Recursos Pelágicos del 2000-2009

Talla	2000				2001				2002				2003				2004			
	n	H	M	x2	n	H	M	x2	n	H	M	x2	n	H	M	x2	n	H	M	x2
12.0	201	0.438	0.562	3.109	153	0.477	0.523	0.320	160	0.613	0.388	8.100	46	0.522	0.478	0.087	132	0.545	0.455	1.091
12.5	191	0.492	0.508	0.047	167	0.461	0.539	1.012	155	0.613	0.387	7.903	50	0.480	0.520	0.080	134	0.470	0.530	0.478
13.0	192	0.526	0.474	0.521	164	0.579	0.421	4.122	145	0.545	0.455	1.166	64	0.438	0.563	1.000	135	0.444	0.556	1.667
13.5	202	0.564	0.436	3.347	171	0.462	0.538	0.988	131	0.519	0.481	0.191	73	0.534	0.466	0.342	131	0.382	0.618	7.336
14.0	199	0.533	0.467	0.849	188	0.484	0.516	0.191	116	0.517	0.483	0.138	99	0.404	0.596	3.646	138	0.428	0.572	2.899
14.5	205	0.507	0.493	0.044	184	0.522	0.478	0.348	110	0.655	0.345	10.509	115	0.513	0.487	0.078	135	0.444	0.556	1.667
15.0	193	0.534	0.466	0.876	176	0.511	0.489	0.091	88	0.568	0.432	1.636	114	0.579	0.421	2.842	131	0.618	0.382	7.336
15.5	171	0.649	0.351	15.211	184	0.549	0.451	1.761	96	0.531	0.469	0.375	108	0.769	0.231	31.148	124	0.645	0.355	10.452
16.0	134	0.709	0.291	23.403	192	0.531	0.469	0.750	106	0.585	0.415	3.057	94	0.851	0.149	46.340	91	0.802	0.198	33.242
16.5	102	0.804	0.196	37.686	168	0.476	0.524	0.381	97	0.732	0.268	20.876	36	0.806	0.194	13.444	49	0.816	0.184	19.612

Talla	2005				2006				2007				2008				2009			
	n	H	M	x2	n	H	M	x2	n	H	M	x2	n	H	M	x2	n	H	M	x2
12.0	100	0.500	0.500	0.000	34	0.559	0.441	0.471	141	0.645	0.355	11.922	90	0.411	0.589	2.844	264	0.602	0.398	11.045
12.5	96	0.354	0.646	8.167	61	0.557	0.443	0.803	181	0.608	0.392	8.403	85	0.565	0.435	1.424	342	0.585	0.415	9.836
13.0	90	0.467	0.533	0.400	92	0.478	0.522	0.174	225	0.658	0.342	22.404	84	0.512	0.488	0.048	412	0.556	0.444	5.136
13.5	86	0.186	0.814	33.907	117	0.513	0.487	0.077	232	0.668	0.332	26.224	85	0.553	0.447	0.953	488	0.539	0.461	2.959
14.0	80	0.525	0.475	0.200	127	0.520	0.480	0.197	207	0.662	0.338	21.686	85	0.588	0.412	2.647	479	0.574	0.426	10.524
14.5	82	0.439	0.561	1.220	135	0.519	0.481	0.185	222	0.586	0.414	6.505	78	0.526	0.474	0.205	411	0.518	0.482	0.547
15.0	80	0.300	0.700	12.800	124	0.540	0.460	0.806	289	0.595	0.405	10.467	63	0.556	0.444	0.778	450	0.518	0.482	0.569
15.5	82	0.561	0.439	1.220	94	0.585	0.415	2.723	293	0.604	0.396	12.700	53	0.717	0.283	9.981	386	0.648	0.352	33.668
16.0	80	0.600	0.400	3.200	61	0.689	0.311	8.672	260	0.654	0.346	24.615	44	0.636	0.364	3.273	239	0.778	0.222	74.013
16.5	70	0.829	0.171	30.229	30	0.800	0.200	10.800	180	0.733	0.267	39.200	44	0.750	0.250	11.000	118	0.805	0.195	43.932

Anexo 2: Resultados por año de la proporción sexual vs la talla según el sexo de “anchoveta” *Engraulis ringens* de los Cruceros de Evaluación de la Biomasa Desovante por el método de producción de huevos (MPH) del 2000-2009

Talla	2000				2001				2002				2003				2004			
	n	H	M	X ²	n	H	M	X ²	n	H	M	X ²	n	H	M	X ²	n	H	M	X ²
12.0	10	0.200	0.800	3.600	35	0.486	0.514	0.029	569	0.494	0.506	0.086	234	0.419	0.581	6.171	139	0.446	0.554	1.619
12.5	19	0.263	0.737	4.263	88	0.375	0.625	5.500	757	0.524	0.476	1.808	173	0.526	0.474	0.468	213	0.540	0.460	1.357
13.0	21	0.476	0.524	0.048	295	0.420	0.580	7.488	720	0.547	0.453	6.422	176	0.477	0.523	0.364	288	0.469	0.531	1.125
13.5	17	0.471	0.529	0.059	525	0.484	0.516	0.550	428	0.577	0.423	10.178	339	0.504	0.496	0.027	414	0.507	0.493	0.087
14.0	25	0.320	0.680	3.240	521	0.532	0.468	2.090	254	0.591	0.409	8.331	404	0.507	0.493	0.089	427	0.471	0.529	1.464
14.5	117	0.376	0.624	7.188	404	0.562	0.438	6.188	162	0.574	0.426	3.556	258	0.543	0.457	1.876	348	0.494	0.506	0.046
15.0	440	0.341	0.659	44.545	258	0.531	0.469	0.992	86	0.593	0.407	2.977	162	0.549	0.451	1.580	204	0.554	0.446	2.373
15.5	866	0.453	0.547	7.764	200	0.620	0.380	11.520	50	0.580	0.420	1.280	136	0.581	0.419	3.559	112	0.652	0.348	10.321
16.0	731	0.568	0.432	13.408	93	0.720	0.280	18.075	18	0.611	0.389	0.889	67	0.642	0.358	5.388	33	0.758	0.242	8.758
16.5	338	0.657	0.343	33.243	56	0.679	0.321	7.143	5	1.000	0.000	5.000	12	0.750	0.250	3.000	6	0.667	0.333	0.667

Talla	2005				2006				2007				2008				2009			
	n	H	M	X ²	n	H	M	X ²	n	H	M	X ²	n	H	M	X ²	n	H	M	X ²
12.0	336	0.473	0.527	0.964	164	0.494	0.506	0.024	375	0.504	0.496	0.024	66	0.591	0.409	2.182	279	0.595	0.405	10.068
12.5	380	0.455	0.545	3.042	217	0.548	0.452	2.032	481	0.505	0.495	0.052	137	0.467	0.533	0.591	272	0.482	0.518	0.368
13.0	384	0.487	0.513	0.260	236	0.462	0.538	1.373	480	0.504	0.496	0.033	167	0.491	0.509	0.054	257	0.447	0.553	2.837
13.5	285	0.519	0.481	0.425	253	0.542	0.458	1.743	389	0.530	0.470	1.360	219	0.425	0.575	4.973	293	0.468	0.532	1.232
14.0	178	0.629	0.371	11.888	217	0.475	0.525	0.558	295	0.536	0.464	1.495	214	0.407	0.593	7.477	289	0.595	0.405	10.467
14.5	111	0.577	0.423	2.604	228	0.456	0.544	1.754	282	0.500	0.500	0.000	190	0.521	0.479	0.337	238	0.529	0.471	0.824
15.0	53	0.547	0.453	0.472	228	0.504	0.496	0.018	242	0.508	0.492	0.066	124	0.508	0.492	0.032	136	0.581	0.419	3.559
15.5	27	0.407	0.593	0.926	159	0.648	0.352	13.893	206	0.592	0.408	7.010	92	0.511	0.489	0.043	64	0.625	0.375	4.000
16.0	22	0.636	0.364	1.636	71	0.620	0.380	4.070	107	0.523	0.477	0.234	68	0.662	0.338	7.118	63	0.714	0.286	11.571
16.5	5	0.800	0.200	1.800	23	0.870	0.130	12.565	46	0.826	0.174	19.565	29	0.759	0.241	7.759	25	0.680	0.320	3.240

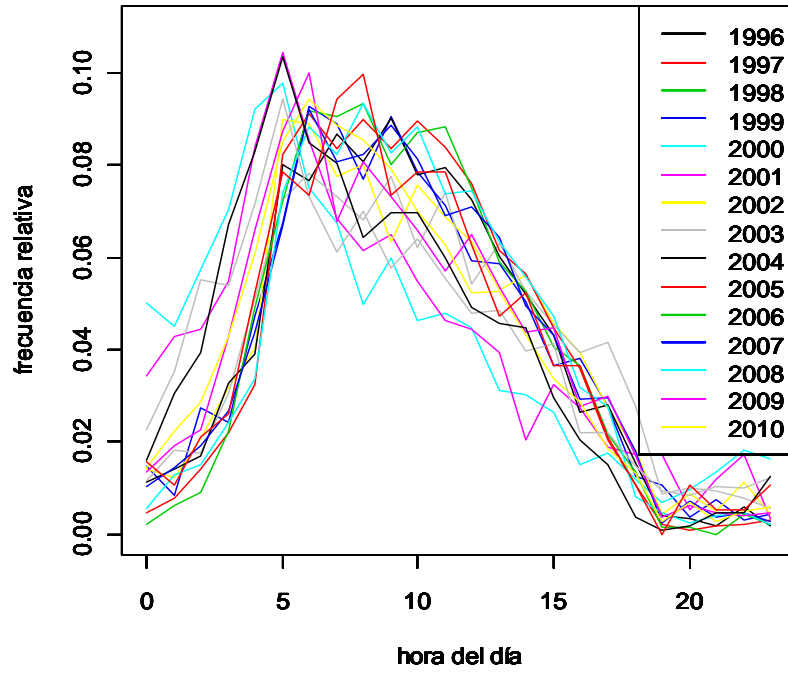
Anexo 3: Resultados por meses de la proporción sexual (PS) del seguimiento pesquero de “anchoveta” *Engraulis ringens* del 2000 al 2009 (H=Hembras, M=Machos, n=número de individuos, X^2 = Ji-cuadrado).

Meses	total de H	total de M	n	PS. H	PS. M	X^2
ene-00	170	401	571	0.298	0.702	93.452
feb-00	258	369	627	0.411	0.589	19.651
mar-00	588	626	1214	0.484	0.516	1.189
abr-00	276	459	735	0.376	0.624	45.563
may-00	493	614	1107	0.445	0.555	13.226
jun-00	353	490	843	0.419	0.581	22.265
jul-00	378	598	976	0.387	0.613	49.590
ago-00	261	511	772	0.338	0.662	80.959
sep-00	295	657	952	0.310	0.690	137.651
oct-00	341	506	847	0.403	0.597	32.143
nov-00	453	705	1158	0.391	0.609	54.839
dic-00	326	600	926	0.352	0.648	81.076
ene-01	601	892	1493	0.403	0.597	56.719
feb-01	228	808	1036	0.220	0.780	324.710
mar-01	584	666	1250	0.467	0.533	5.379
abr-01	612	637	1249	0.490	0.510	0.500
may-01	793	891	1684	0.471	0.529	5.703
jun-01	590	642	1232	0.479	0.521	2.195
jul-01	414	620	1034	0.400	0.600	41.041
ago-01	202	365	567	0.356	0.644	46.859
sep-01	442	775	1217	0.363	0.637	91.117
oct-01	744	1112	1856	0.401	0.599	72.966
nov-01	609	1003	1612	0.378	0.622	96.300
dic-01	456	872	1328	0.343	0.657	130.313
ene-02	520	744	1264	0.411	0.589	39.696
feb-02	265	545	810	0.327	0.673	96.790
mar-02	650	724	1374	0.473	0.527	3.985
abr-02	627	720	1347	0.465	0.535	6.421
may-02	910	688	1598	0.569	0.431	30.841
jun-02	620	630	1250	0.496	0.504	0.080
jul-02	662	643	1305	0.507	0.493	0.277
ago-02	149	181	330	0.452	0.548	3.103
sep-02	630	907	1537	0.410	0.590	49.921
oct-02	627	1024	1651	0.380	0.620	95.463
nov-02	667	865	1532	0.435	0.565	25.590
dic-02	483	471	954	0.506	0.494	0.151
ene-03	731	825	1556	0.470	0.530	5.679

feb-03	703	834	1537	0.457	0.543	11.165
mar-03	822	1139	1961	0.419	0.581	51.244
abr-03	788	761	1549	0.509	0.491	0.471
may-03	669	608	1277	0.524	0.476	2.914
jun-03	666	651	1317	0.506	0.494	0.171
jul-03	640	709	1349	0.474	0.526	3.529
ago-03	612	429	1041	0.588	0.412	32.170
sep-03	569	528	1097	0.519	0.481	1.532
oct-03	793	882	1675	0.473	0.527	4.729
nov-03	650	824	1474	0.441	0.559	20.540
dic-03	382	486	868	0.440	0.560	12.461
ene-04	381	576	957	0.398	0.602	39.734
feb-04	604	925	1529	0.395	0.605	67.391
mar-04	577	851	1428	0.404	0.596	52.574
abr-04	783	716	1499	0.522	0.478	2.995
may-04	728	691	1419	0.513	0.487	0.965
jun-04	837	880	1717	0.487	0.513	1.077
jul-04	670	627	1297	0.517	0.483	1.426
ago-04	546	713	1259	0.434	0.566	22.152
sep-04	578	770	1348	0.429	0.571	27.347
oct-04	447	684	1131	0.395	0.605	49.663
nov-04	768	934	1702	0.451	0.549	16.190
dic-04	501	589	1090	0.460	0.540	7.105
ene-05	390	620	1010	0.386	0.614	52.376
feb-05	438	644	1082	0.405	0.595	39.220
mar-05	411	716	1127	0.365	0.635	82.542
abr-05	580	499	1079	0.538	0.462	6.081
may-05	704	611	1315	0.535	0.465	6.577
jun-05	578	516	1094	0.528	0.472	3.514
jul-05	747	832	1579	0.473	0.527	4.576
ago-05	778	846	1624	0.479	0.521	2.847
sep-05	708	576	1284	0.551	0.449	13.570
oct-05	799	1145	1944	0.411	0.589	61.582
nov-05	905	962	1867	0.485	0.515	1.740
dic-05	605	646	1251	0.484	0.516	1.344
ene-06	522	551	1073	0.486	0.514	0.784
feb-06	578	586	1164	0.497	0.503	0.055
mar-06	936	939	1875	0.499	0.501	0.005
abr-06	609	546	1155	0.527	0.473	3.436
may-06	946	818	1764	0.536	0.464	9.288
jun-06	723	705	1428	0.506	0.494	0.227
jul-06	553	610	1163	0.475	0.525	2.794

ago-06	777	870	1647	0.472	0.528	5.251
sep-06	763	1012	1775	0.430	0.570	34.930
oct-06	1932	2182	4114	0.470	0.530	15.192
nov-06	1198	1489	2687	0.446	0.554	31.515
dic-06	656	811	1467	0.447	0.553	16.377
ene-07	495	671	1166	0.425	0.575	26.566
feb-07	838	853	1691	0.496	0.504	0.133
mar-07	749	869	1618	0.463	0.537	8.900
abr-07	841	836	1677	0.501	0.499	0.015
may-07	895	1027	1922	0.466	0.534	9.066
jun-07	894	1016	1910	0.468	0.532	7.793
jul-07	626	900	1526	0.410	0.590	49.198
ago-07	564	775	1339	0.421	0.579	33.249
sep-07	500	934	1434	0.349	0.651	131.350
oct-07	619	1056	1675	0.370	0.630	114.011
nov-07	714	905	1619	0.441	0.559	22.533
dic-07	475	587	1062	0.447	0.553	11.812
ene-08	328	402	730	0.449	0.551	7.501
feb-08	619	509	1128	0.549	0.451	10.727
mar-08	576	585	1161	0.496	0.504	0.070
abr-08	972	992	1964	0.495	0.505	0.204
may-08	587	630	1217	0.482	0.518	1.519
jun-08	706	785	1491	0.474	0.526	4.186
jul-08	848	906	1754	0.483	0.517	1.918
ago-08	826	906	1732	0.477	0.523	3.695
sep-08	689	1093	1782	0.387	0.613	91.591
oct-08	791	1163	1954	0.405	0.595	70.821
nov-08	684	698	1382	0.495	0.505	0.142
dic-08	540	676	1216	0.444	0.556	15.211
ene-09	331	540	871	0.380	0.620	50.150
feb-09	556	582	1138	0.489	0.511	0.594
mar-09	552	618	1170	0.472	0.528	3.723
abr-09	882	961	1843	0.479	0.521	3.386
may-09	642	503	1145	0.561	0.439	16.874
jun-09	728	763	1491	0.488	0.512	0.822
jul-09	445	428	873	0.510	0.490	0.331
ago-09	693	835	1528	0.454	0.546	13.196
sep-09	652	807	1459	0.447	0.553	16.467
oct-09	580	734	1314	0.441	0.559	18.049
nov-09	674	840	1514	0.445	0.555	18.201
dic-09	409	278	687	0.595	0.405	24.980

Anexo 4: Frecuencia relativa de calas de la flota pesquera de anchoveta peruana, efectuadas por hora del día para todos los años entre 1996 y el 2010. (IMARPE, 2012)



Anexo 5: Gráfico de la media sobre la hora de cala por año de la flota pesquera de anchoveta peruana. (IMARPE, 2012)

