



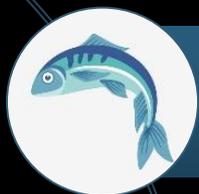
Aspectos reproductivos de las principales pesquerías peruanas

Angel Perea

aperea@imarpe.gob.pe

[@angelperea01](https://www.instagram.com/angelperea01)

CONTENIDO



Historia de los estudios reproductivos en recursos marinos Perú



Conocimiento básico acerca de reproducción y ecología reproductiva ¿Qué debemos saber?



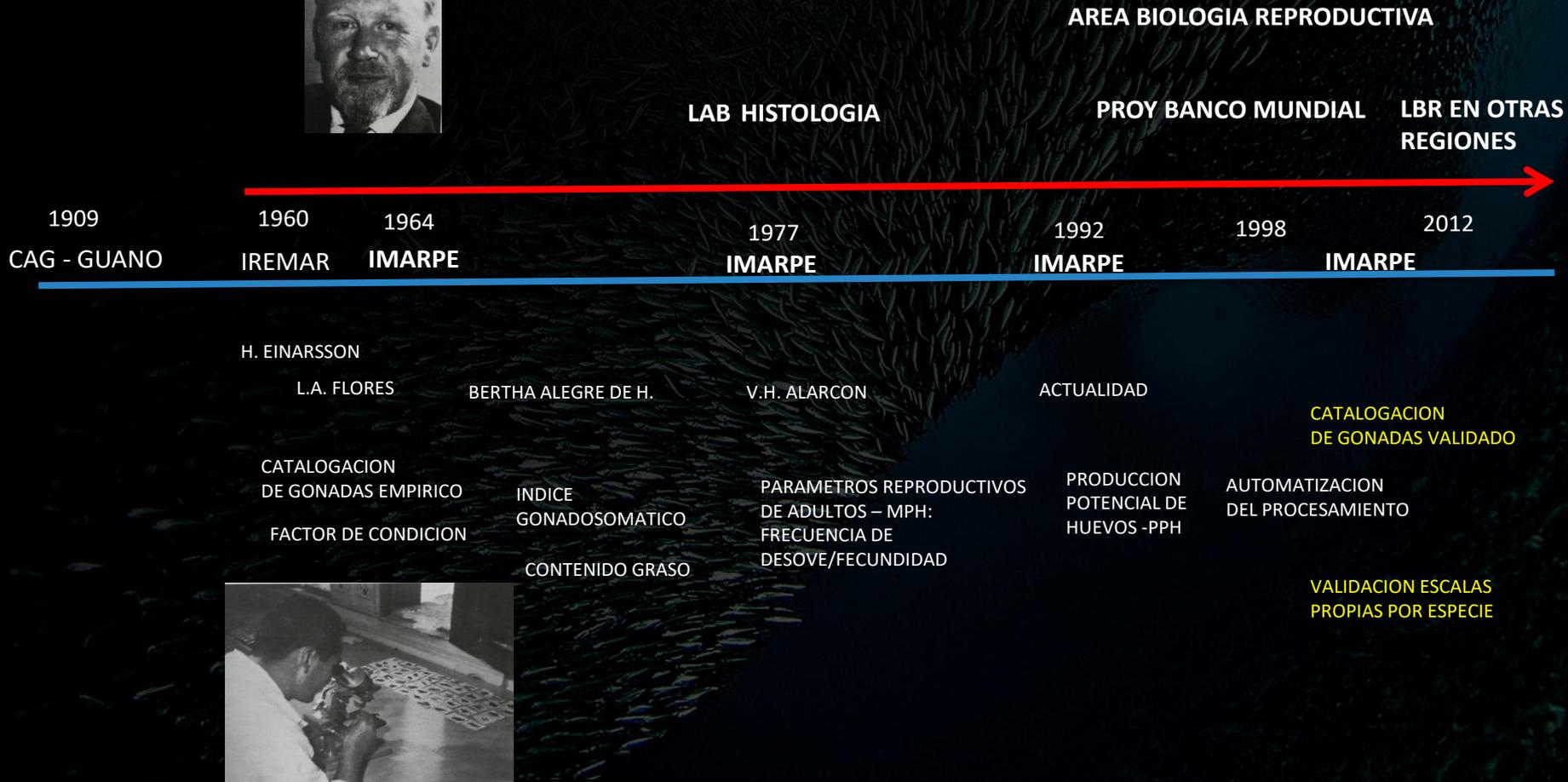
Medidas de regulación: vedas, tallas mínimas, que impactos se espera de estos, ¿sirven?



Desafíos, necesidades a corto y largo plazo

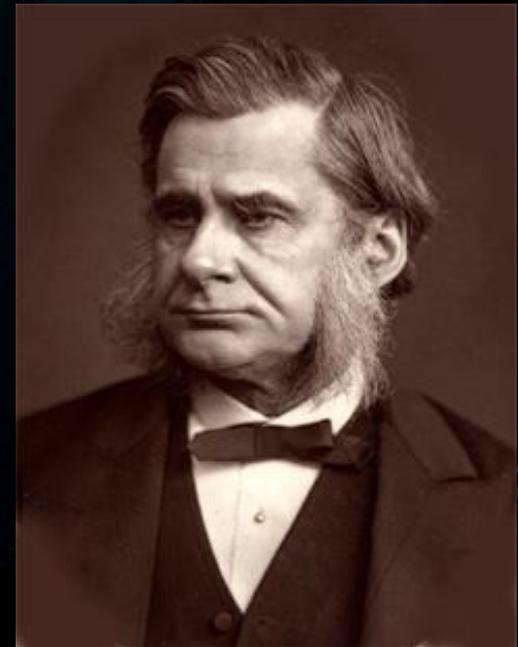
Línea del tiempo

Como y cuando empezamos.... CONTEXTO E HISTORIA



- “... las pesquerías del bacalao, el arenque, la sardina, la caballa, y probablemente todas las grandes pesquerías son **inagotables**; esto quiere decir que no hay nada que podamos hacer que afecte significativamente al número de peces. Y, consecuentemente, cualquier intento de regular estas pesquerías, dada su naturaleza, es inútil...

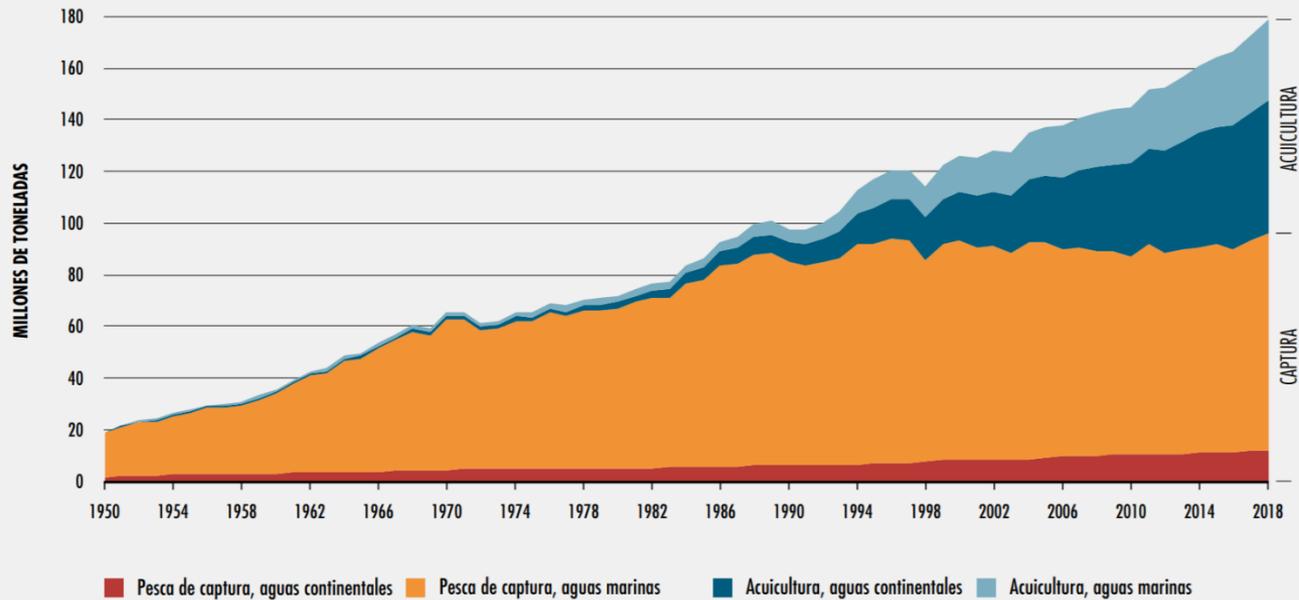
- Londres, 1883 Tomas Huxley para aquella época con la tecnología existente... inagotable?



Pesquería vs Acuicultura

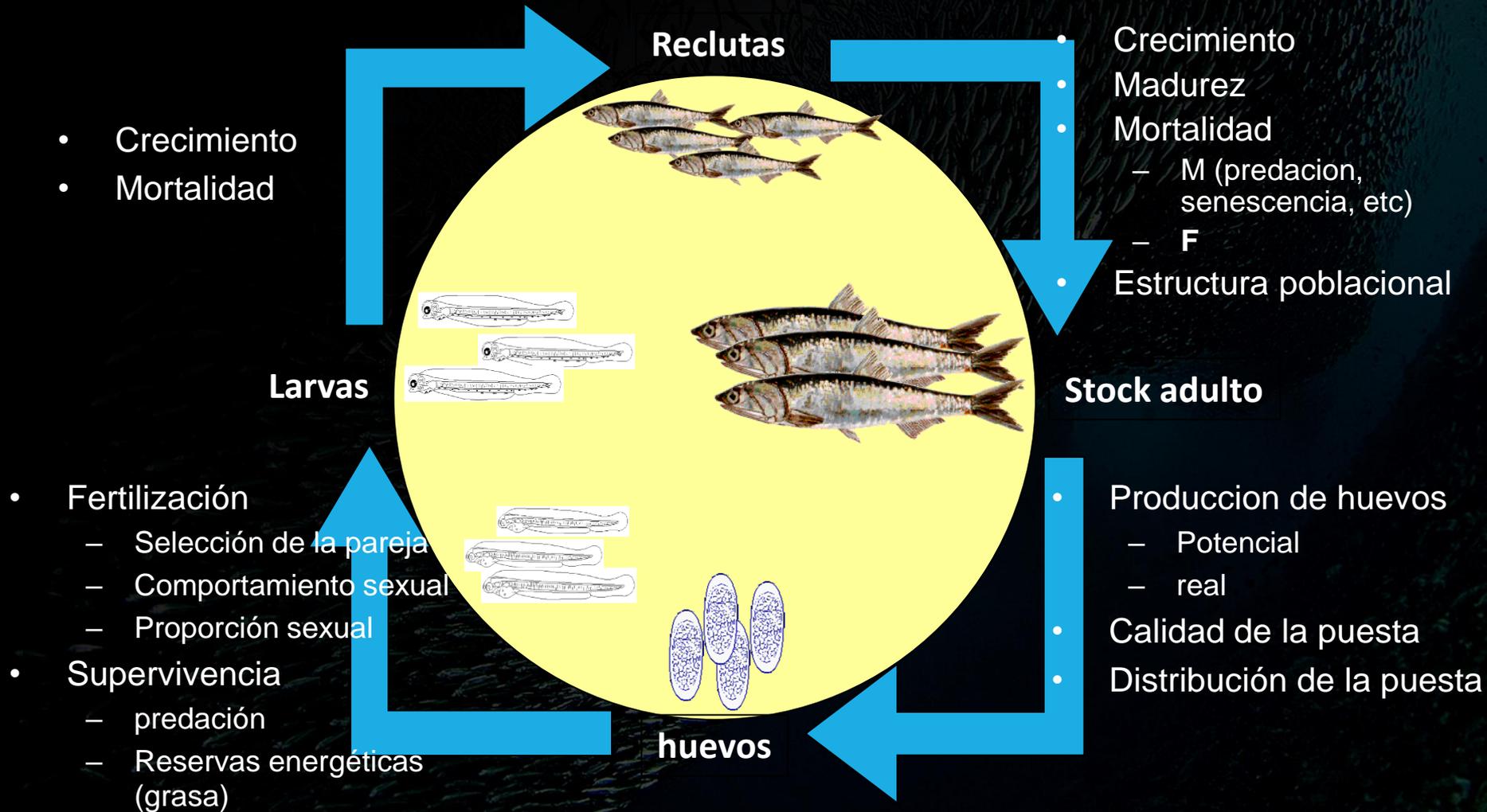


FIGURA 1
PRODUCCIÓN MUNDIAL DE LA PESCA DE CAPTURA Y LA ACUICULTURA



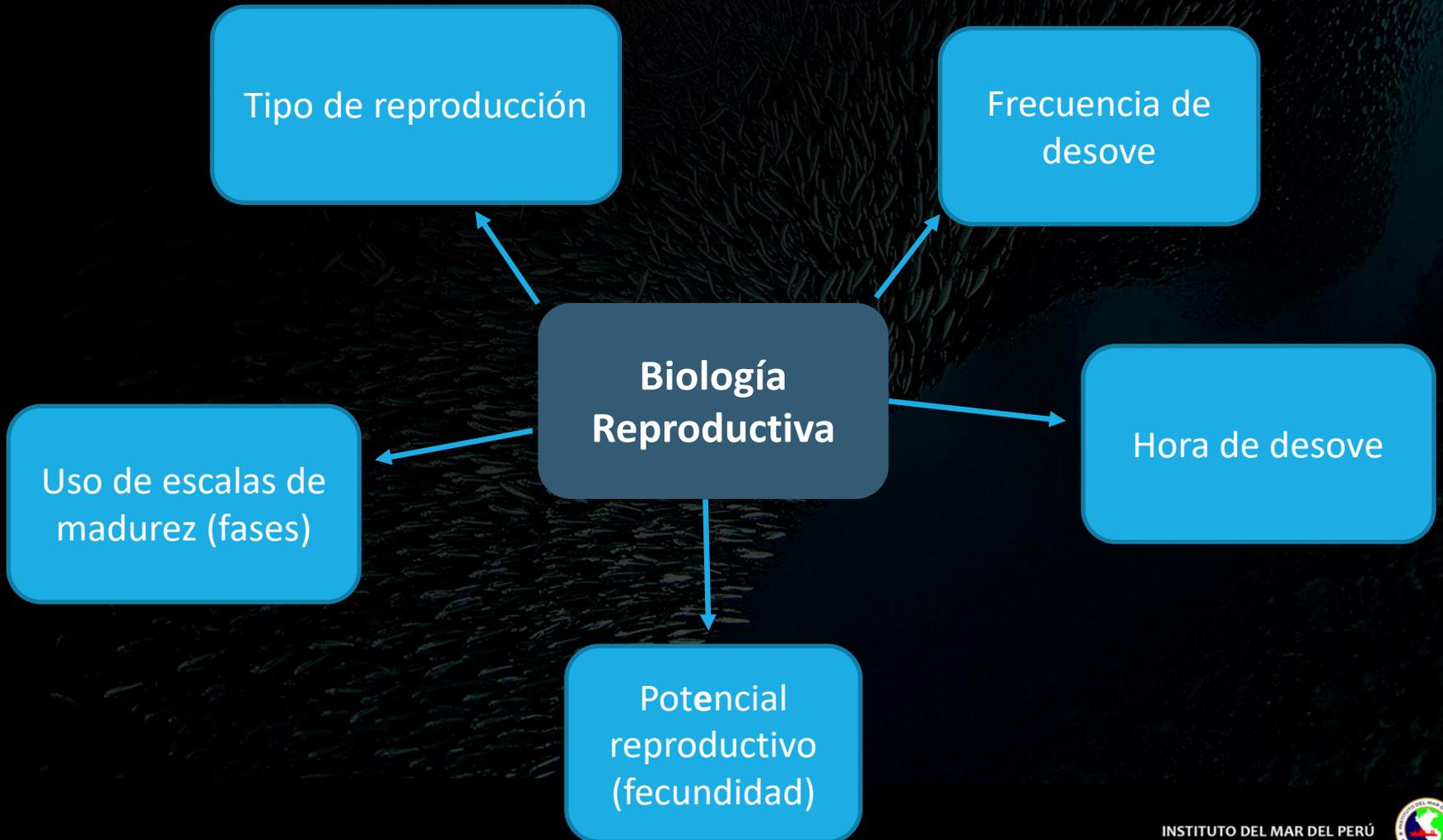
96.4 millones/t = +7%
2008-2017

Biología reproductiva



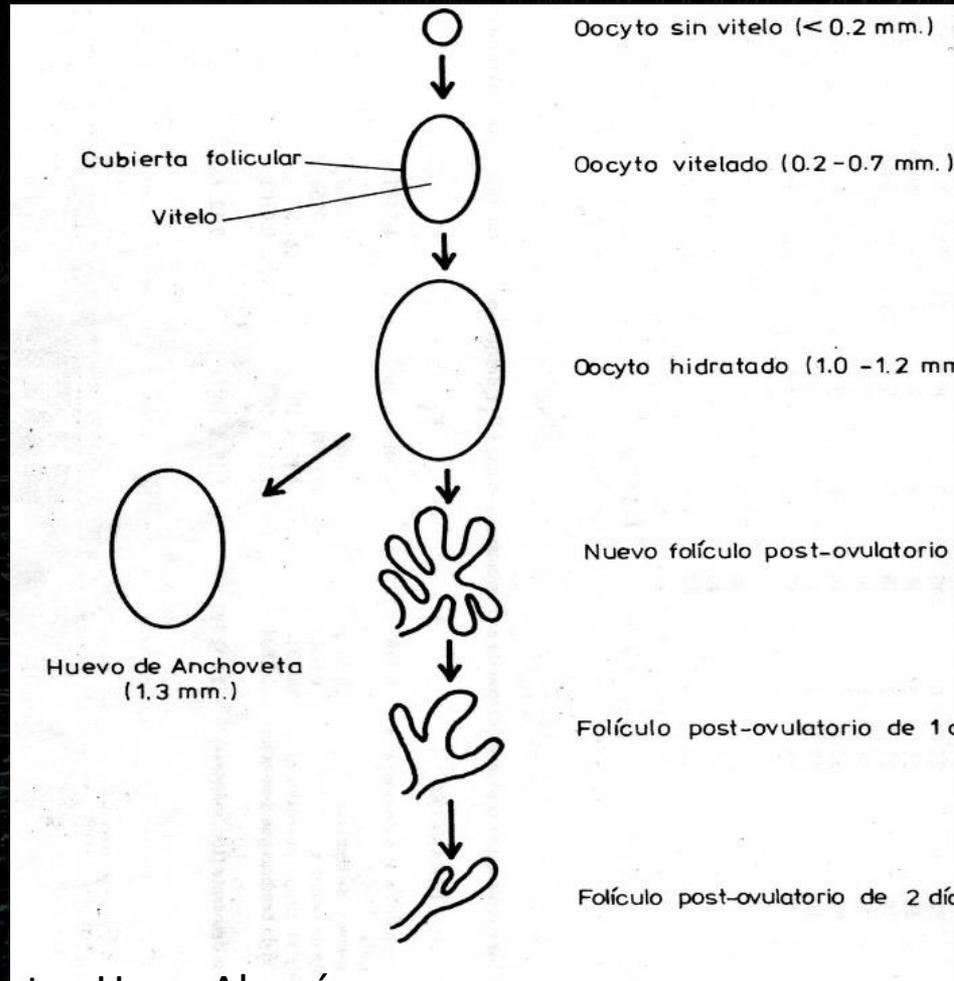
Según Koster (2001), Ulltang (1996), Paulik (1973)

Primer nivel de conocimiento



Desarrollo ovocitario y ovulación

Formación de los Folículos post-ovulatorios



Haydée

Santander, H; (1980)

Dr. Hugo Alemán

Importancia de las escalas

- Talla de madurez gonadal
- Potencial reproductivo
- Periodos de actividad reproductiva y desove

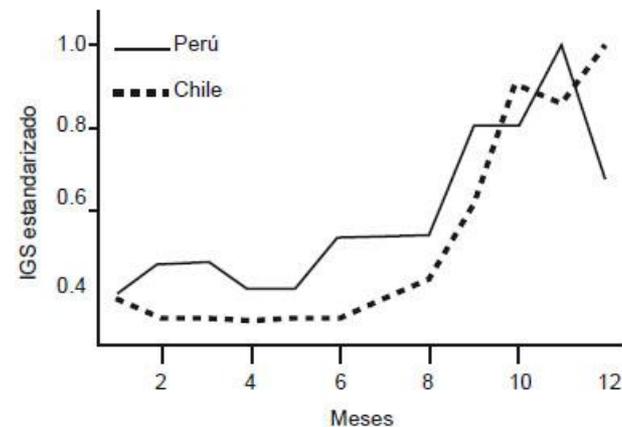
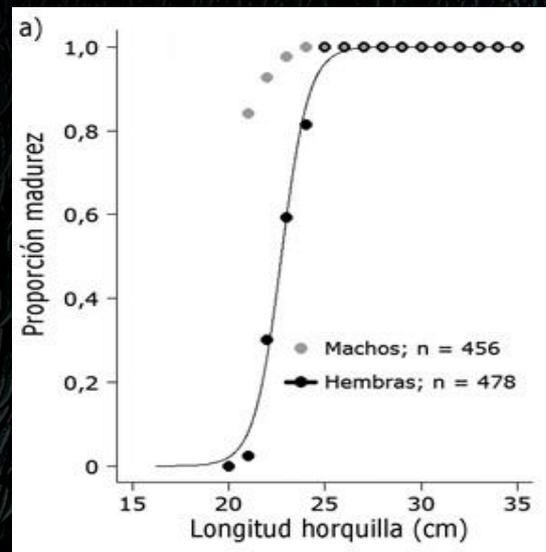
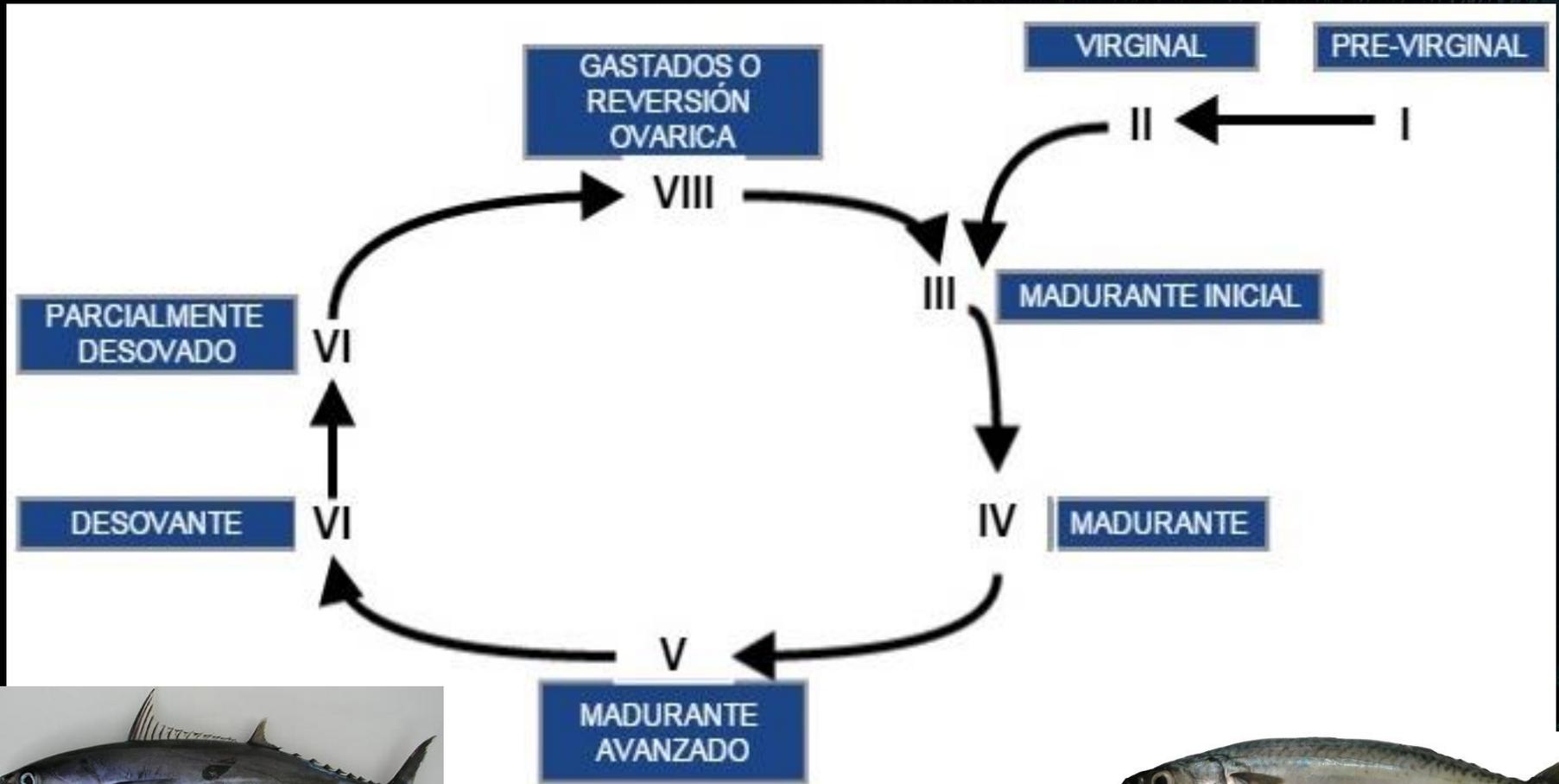


Figura 2. Ciclo reproductivo de jurel *T. murphyi* en Perú y sur de Chile con IGS estandarizado, años 2001-2010.

Figure 2. Reproductive cycle of Jack mackerel *T. murphyi* in Peru and southern Chile with standardized GSI, years 2001-2010.

ESCALA DE MADUREZ DE JOHANSEN 1919



El ciclo de madurez de la anchoveta peruana (*Engraulis ringens* J.)

HERMANN EINARSSON, LUIS A. FLORES Y JORGE MIÑANO

Instituto del Mar del Perú



Fisken og havet, nummer 12 - 2003

REPORT OF THE WORKING GROUP ON

**MODERN APPROACHES TO
ASSESS MATURITY AND FECUNDITY
OF WARM- AND COLD-WATER
FISH AND SQUIDS**

Edited by: O.S. Kjesbu, J.R. Hunter and P.R. Witthames



Acuerdos mundiales...punto de partida..

Reunión en Bergen, Noruega 2003

- Elaboración de escalas macroscópicas con sustento histológico.
- Escalas con pocos estadios.
- Identificación adecuada de cada estadio. (virginales del reposo).

JOHANSEN, 1919

8 ESTADIOS



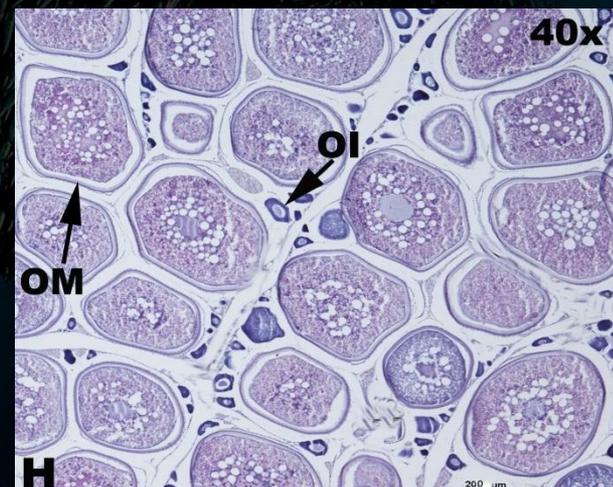
Einarsson y FLORES, 1966.

6 ESTADIOS



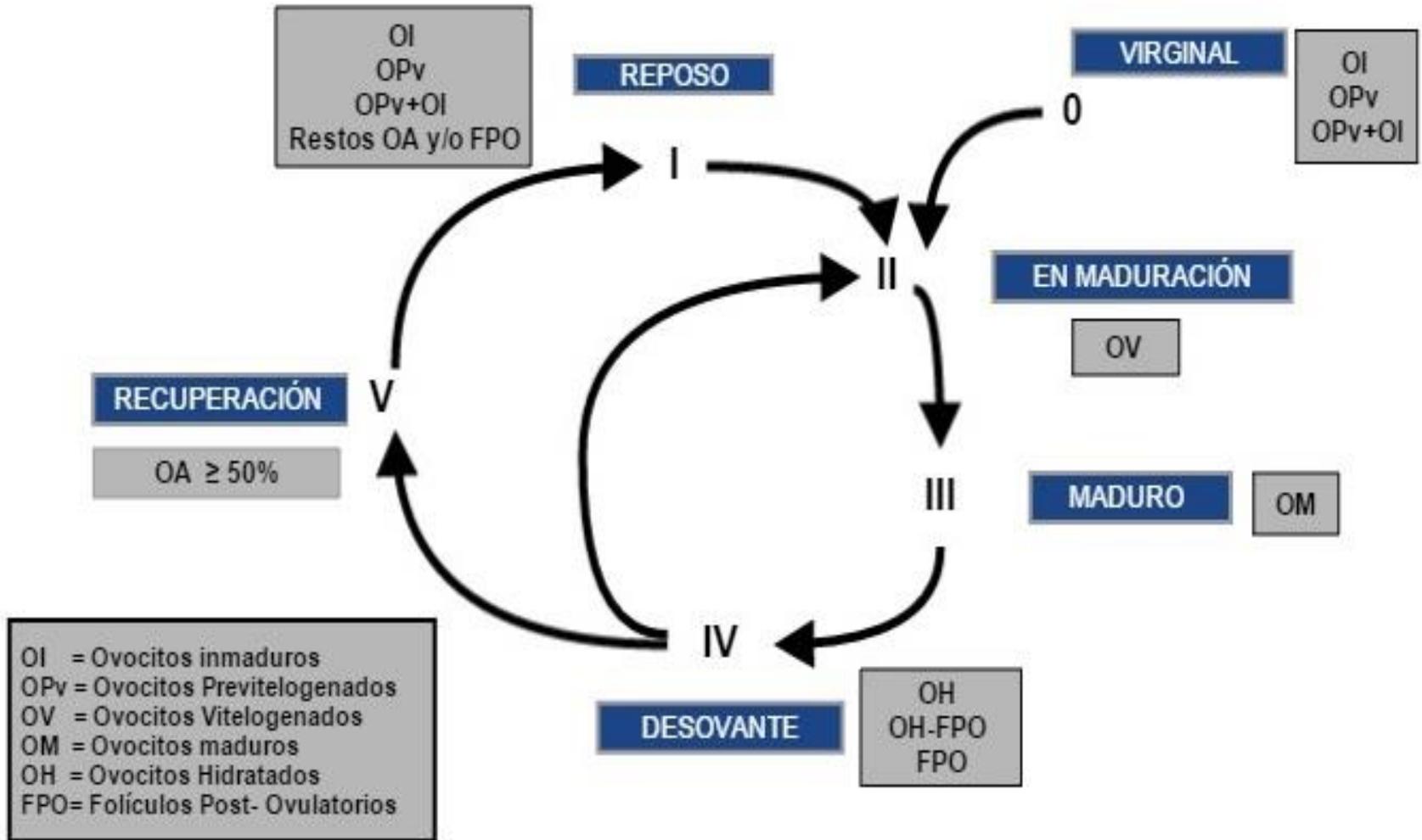
VALIDACIÓN

6 ESTADIOS



**ESCALA DE MADUREZ VALIDADA
MICROSCÓPICAMENTE (2015)**

CICLO DE MADUREZ GONADAL EN PECES HEMBRA CON REPRODUCCIÓN ASINCRÓNICA



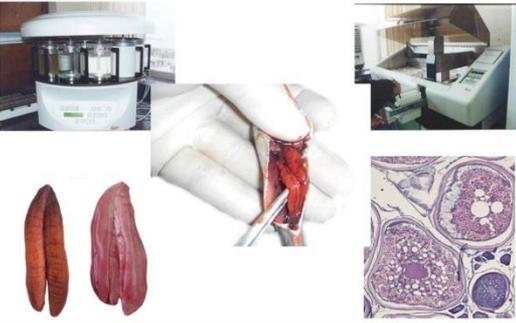
RESULTADOS

Cartilla de campo escalas de madurez gonadal para recursos pelágicos y demersales



INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ LABORATORIO DE BIOLOGÍA REPRODUCTIVA

El Laboratorio de Biología Reproductiva tiene como objetivo evaluar el proceso reproductivo de los principales recursos pesqueros del mar peruano, determinando las variaciones en su ciclo reproductivo y su relación con el ambiente marino.



ESCALAS DE MADUREZ GONADAL

2015

ESTADIOS DE MADUREZ GONADAL					
CABRILLA <i>Paralabrax humeralis</i> HEMBRAS					
0 VIRGINAL	I REPOSO	II EN MADURACIÓN	III MADURO	IV DESOVANTE	V RECUPERACIÓN
Pequeños, de aspecto homogéneo. Color de anaranjado claro y poco traslúcido a anaranjado con zonas rojizas. Se observa escaso o nulo desarrollo vascular.	Poco consistentes, homogéneos y turgentes. De color anaranjado a anaranjado rojizo. Pared gruesa al corte transversal. Escaso o nulo desarrollo vascular.	Medianamente consistente, homogéneo y turgente. Color amarillo intenso a anaranjado claro. Desarrollo vascular, que puede ser marcado o no. Se observan ovocitos a simple vista de color anaranjado claro.	Consistentes, homogéneos y turgentes. Su coloración va desde amarillo hasta anaranjado. Se observa un marcado desarrollo vascular. Se aprecian a simple vista la presencia de ovocitos maduros.	Desde muy consistente a flácido, dependiendo del grado de desove. Color desde anaranjado amarillento o anaranjado claro hasta anaranjado intenso o de aspecto sanguinolento. Se observa un marcado desarrollo vascular.	Con cierta flacidez. Color anaranjado a muy intenso. Se puede observar puntos amarillos intensos de mayor o menor tamaño que corresponden a ovocitos atresícos. Desarrollo vascular evidente.

FUENTES USADAS
La cartilla ha sido elaborada usando como base el documento interno de IMARPE "Escala de madurez gonadal de cabrilla *Paralabrax humeralis* (Valenciennes, 1828)", el cual registra todas la información detallada. Las fotografías son propiedad privada y los datos que describen el ciclo reproductivo tienen como fuente el IMARPE.

Especies

- *Engraulis ringens* "anchoveta"
- *Anchoa nasus* "samasa"
- *Scomber japonicus peruanus* "caballa"
- *Sarda chiliensis chiliensis* "bonito"
- *Trachurus murphyi* "juel"
- *Merluccius gayi peruanus* "merluza"
- *Paralabrax humeralis* "cabrilla"
- *Cynoscion analis* "cachema"

repositorio

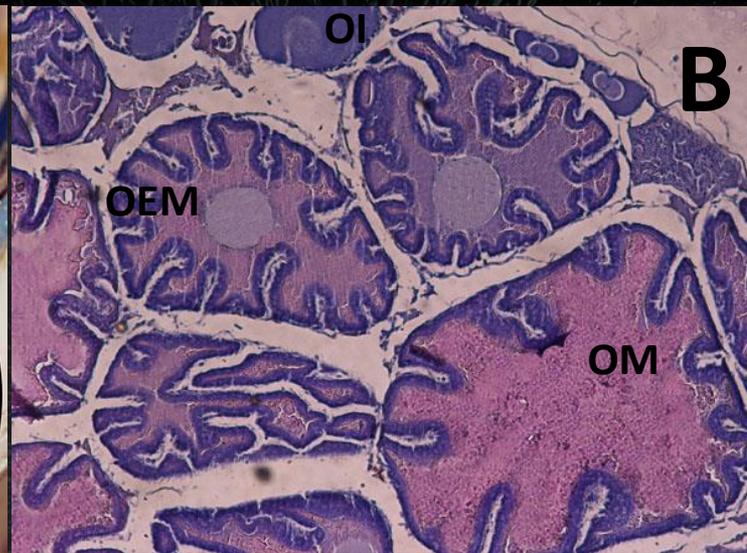
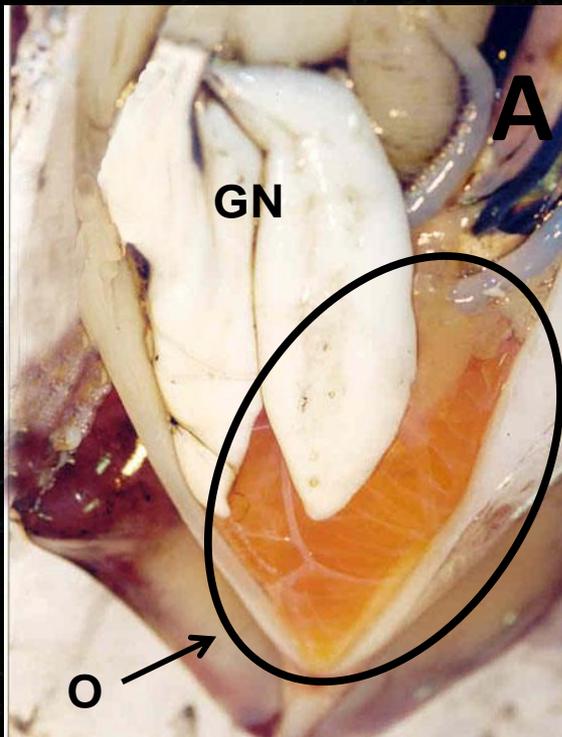
<http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/handle/123456789/3200>
<http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/handle/123456789/3199>



BIOLOGÍA REPRODUCTIVA

Modelo cefalópodo “calamar”

✓ Hembras Tipo de desarrollo

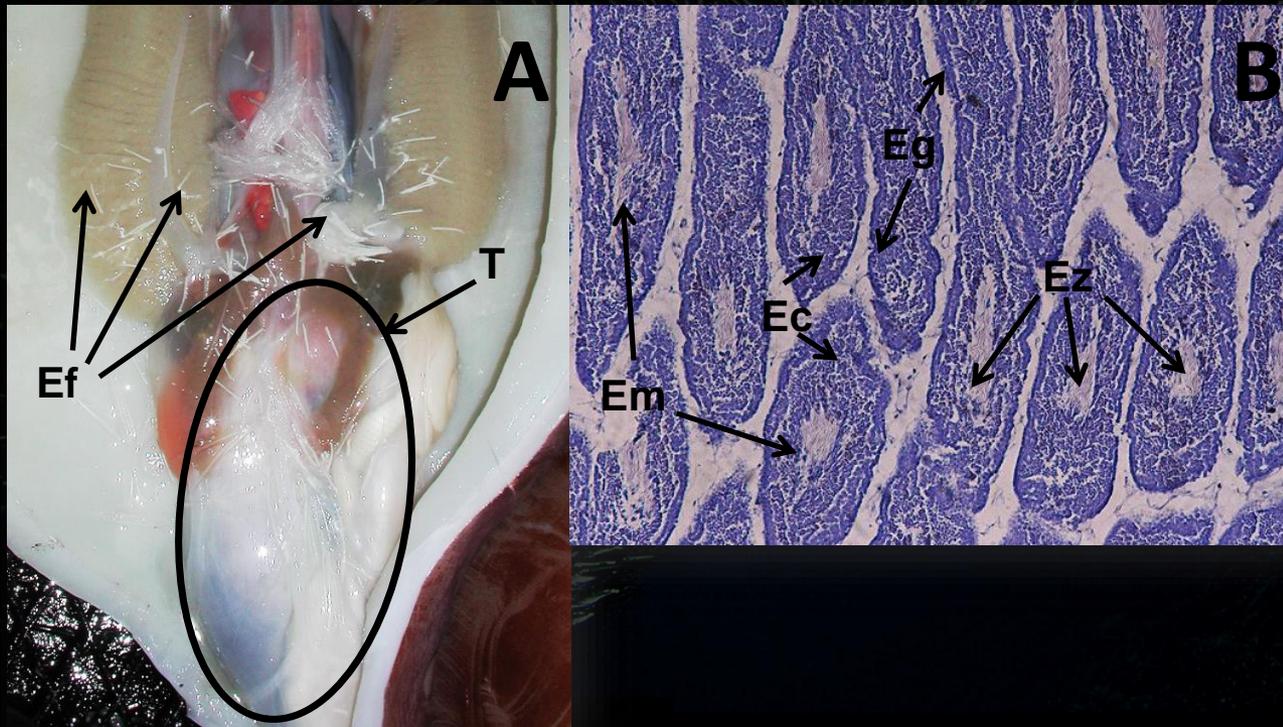


Perea *et al*, 2018

BIOLOGÍA REPRODUCTIVA

Modelo cefalópodo “calamar”

- ✓ Machos Tipo de desarrollo

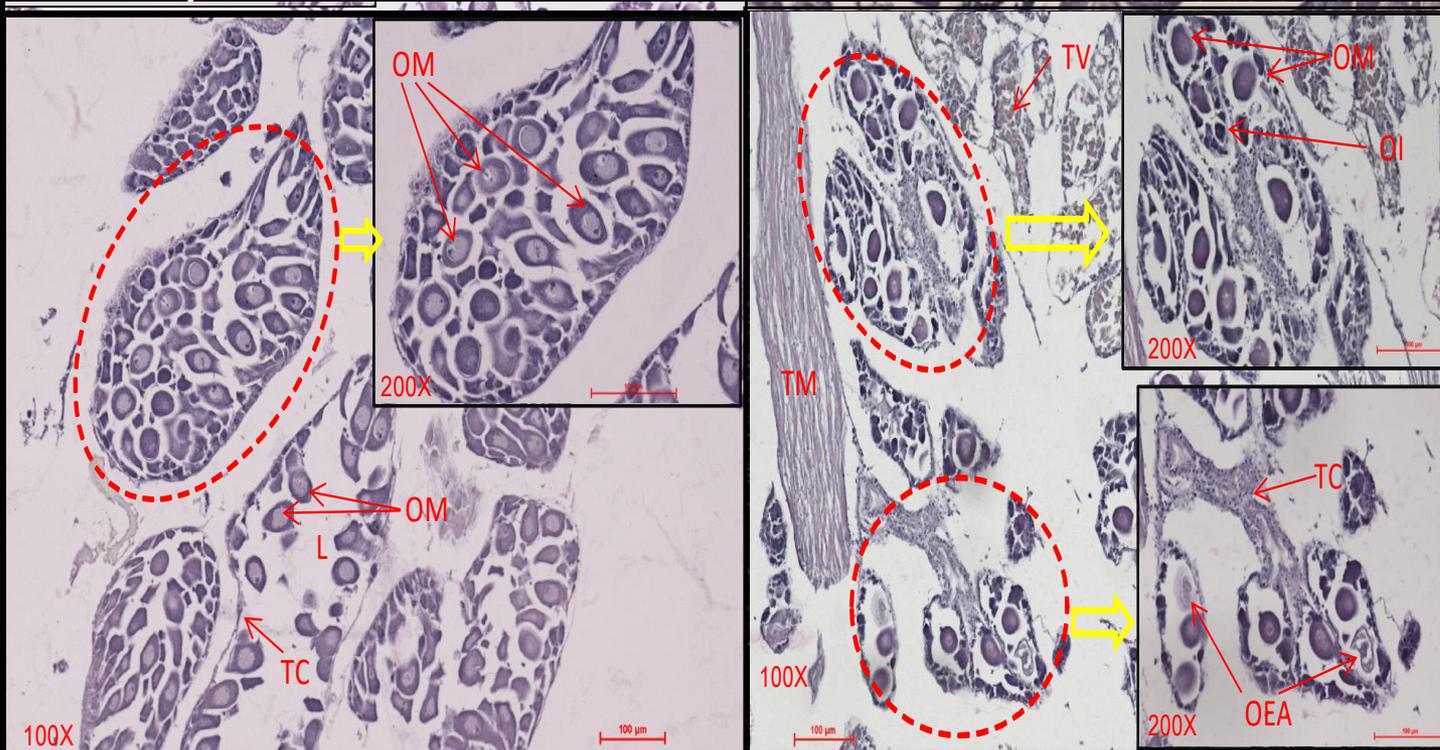


BIOLOGÍA REPRODUCTIVA

Modelo “bivalvos”

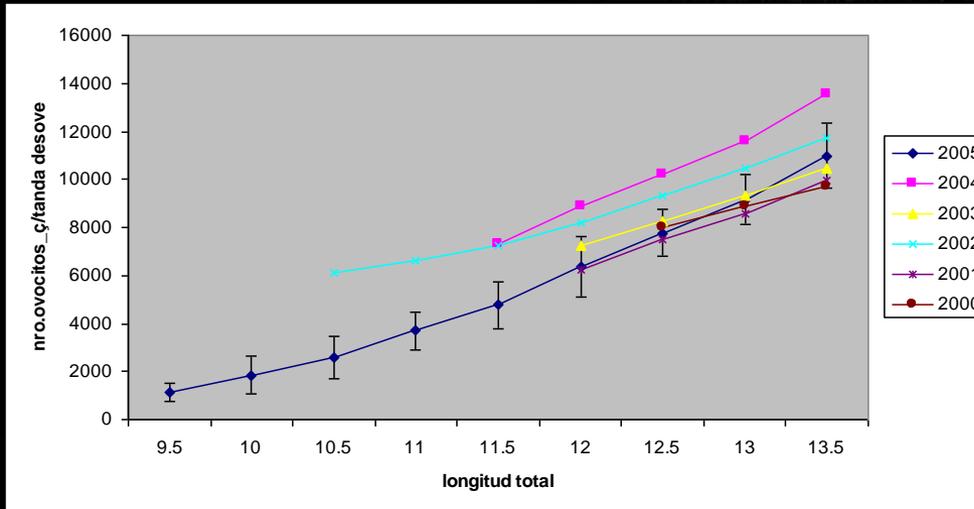
Navajuela, *Tagelus dombeii*

- ✓ Hembras Tipo de desarrollo ayuda *in vivo*

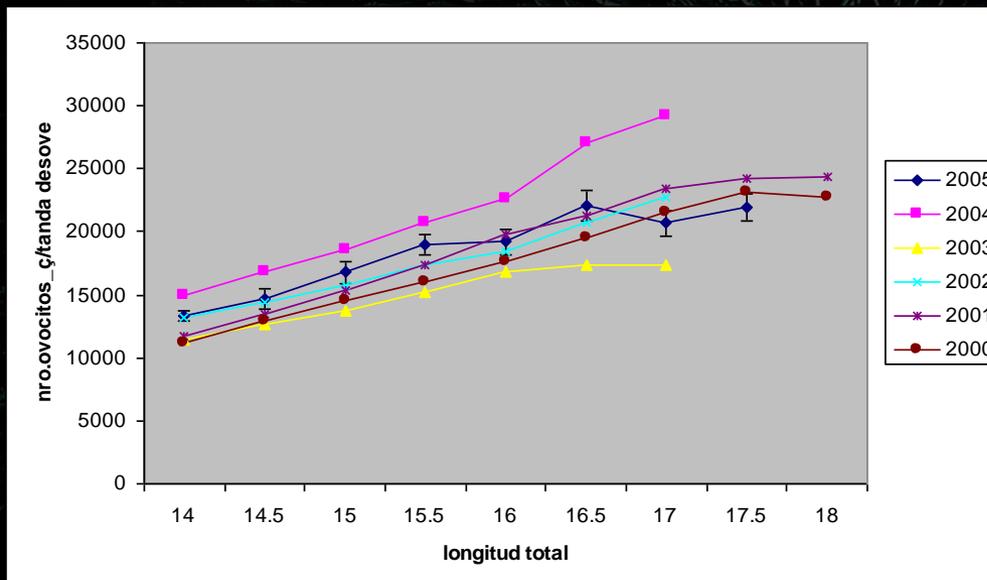


Fecundidades parciales por talla modelo peces

Anchoveta



Fecundidades parciales de hembras menores a 14,0 cm.

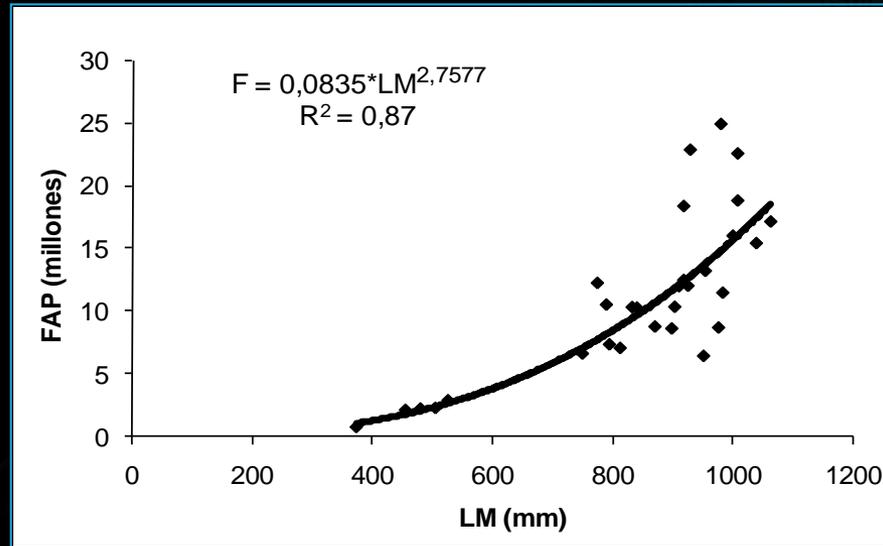


Fecundidades parciales de hembras mayores a 13,5 cm.

Fecundidades parciales por talla modelo cefalópodo

FAP Vs. LM

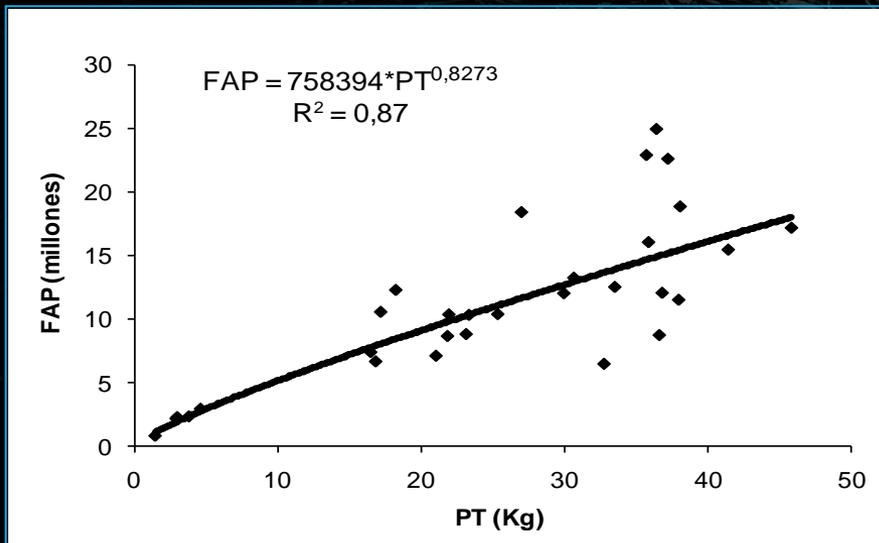
$$R^2 = 0,87$$



- Relación potencial alta.
- Mayor tamaño, ovario más grande.
- Mayor cantidad de ovocitos.
- Fecundidad real: 60-80% de la FAP (NIGMATULLIN Y LAPTIKHOVSKY, 1994, 1999)

FAP Vs. PT

$$R^2 = 0,87$$

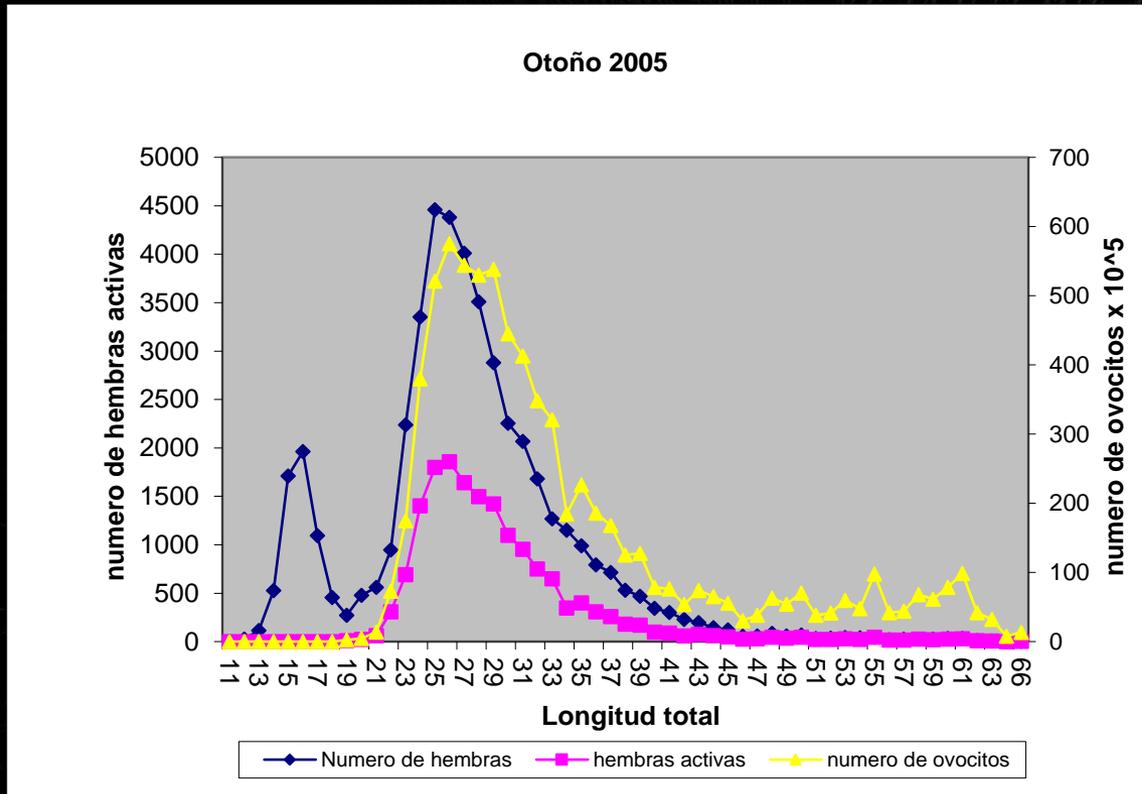


- Relación potencial alta.
- Mayor peso total, ovario más grande, entonces mayor cantidad de ovocitos.

Fecundidad parcial pez demersal (“merluza” *Merluccius gayi*)

Referencial en un momento determinado: Fecundidades ponderada

Modelo $y = 5423.1e^{0.067x}$



Responsabilidad de la puesta

La fecundidad y el efecto talla caso merluza peruana

- ✓ Estimación otoño 2002 versus otoño 1989 mismo método

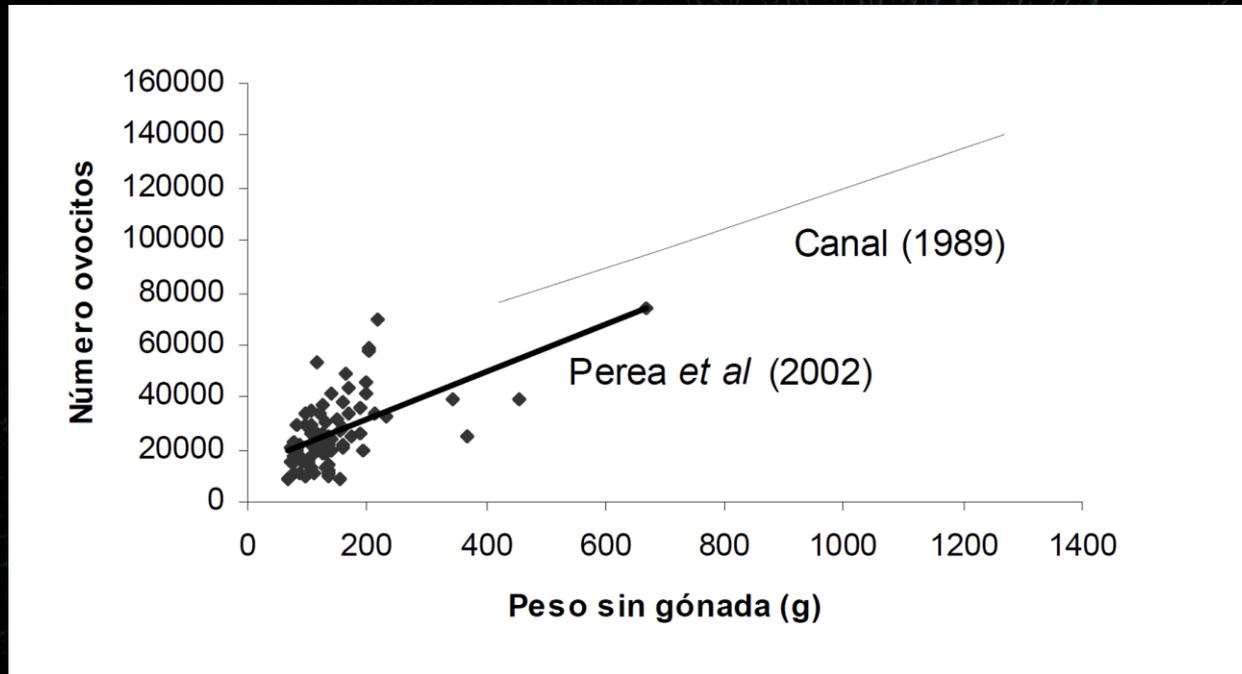
MADUREZ GONADAL Y FECUNDIDAD DE LA MERLUZA
Merluccius gayi peruanus DURANTE EL OTOÑO 2002

Angel Perea de la Matta¹

Betsy Buitrón Díaz²

Javier Sanchez E.³

Jorge Mostacero K⁴



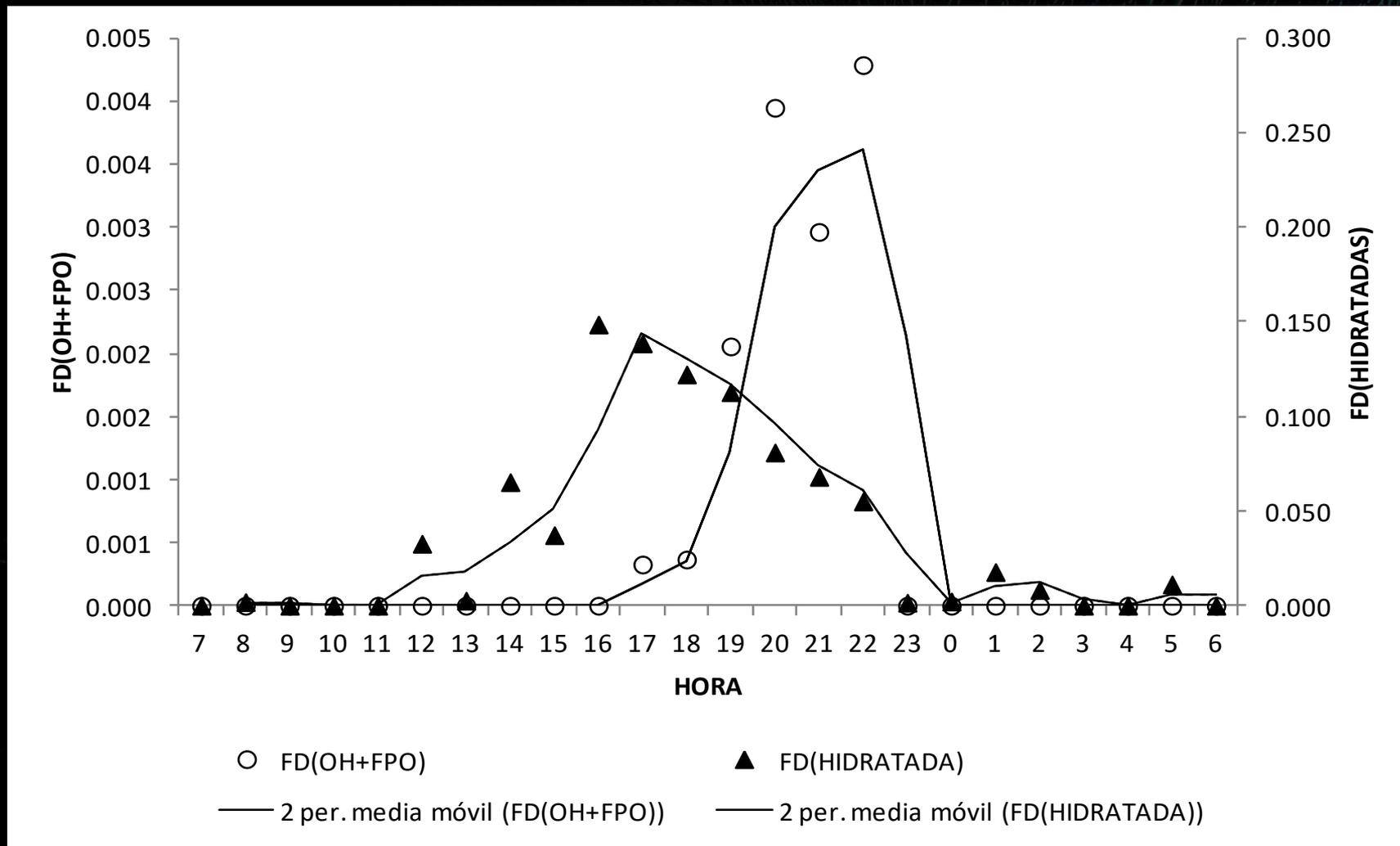
Efecto del ambiente en la fecundidad

La escasez de alimento reduce el esfuerzo reproductivo, produciendo una reducción de la fecundidad (Quinn 1988; Tamburi y Martin 2011).

Entre los efectos positivos de los eventos El Niño sobre la concha de abanico con mayores tasas de crecimiento y **fecundidad**, así como baja mortalidad natural en sus diferentes estadios ainomórficos (Arntz, 1986).



Hora pico de desove modelo peces Anchoveta



Segundo nivel de conocimiento

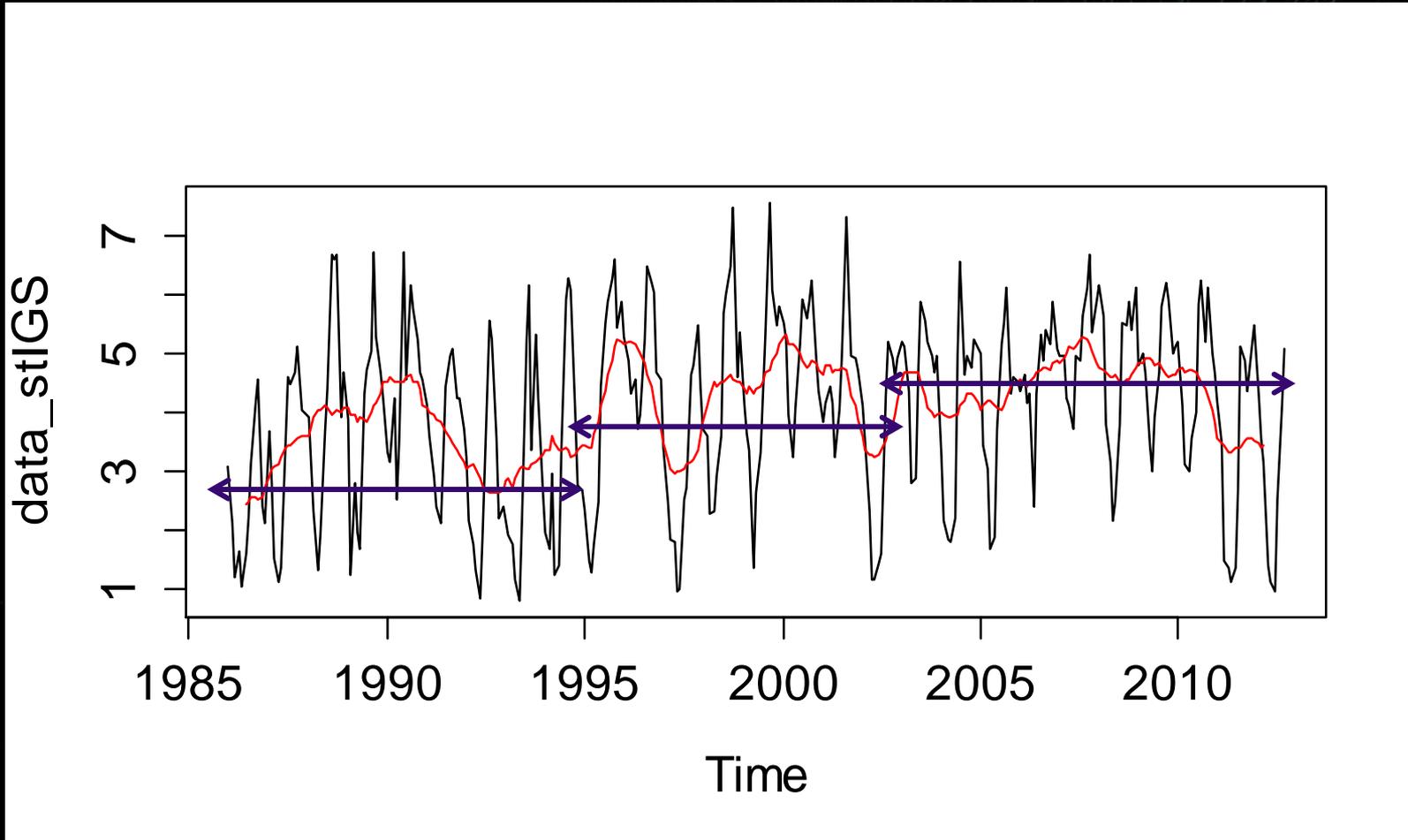
- Mecanismos y estrategias reproductivas que influyen en el reclutamiento cuyas fluctuaciones permite entender parte de la dinámica poblacional



Principales índices reproductivos y su aplicaciones

permite estudiar las fluctuaciones o variaciones de una magnitud en relación al tiempo o al espacio.

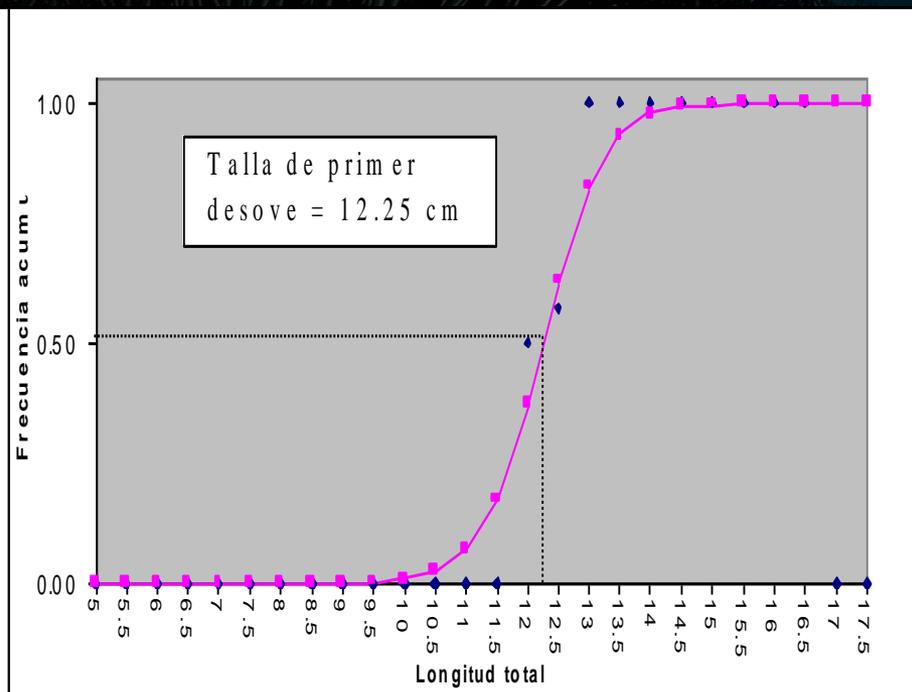
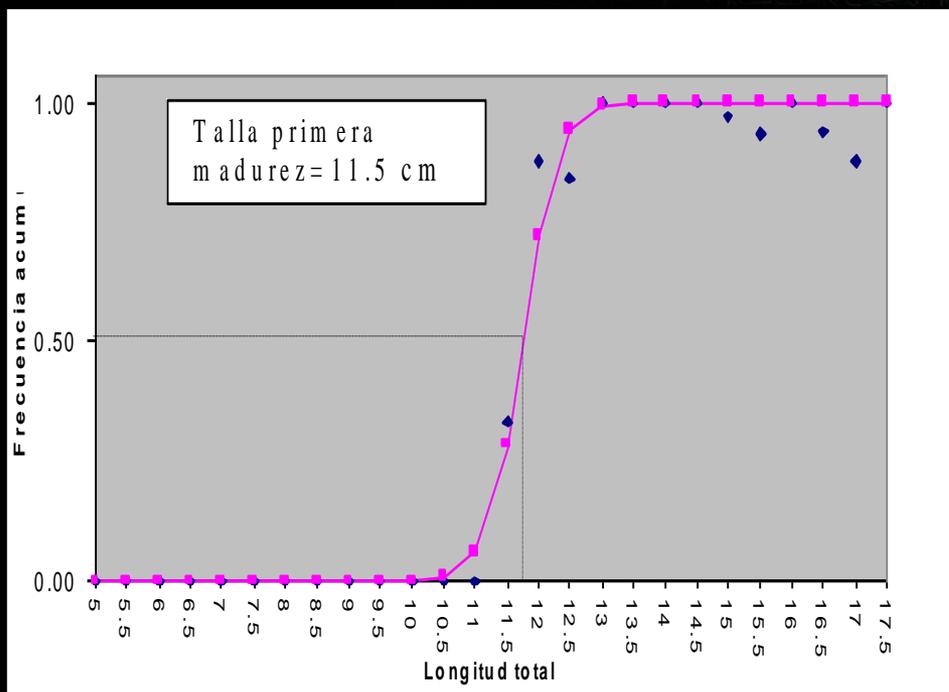
Índices reproductivos: IGS, FD, IA, PPH, IHS , AR



Maduración temprana Cambios en el tiempo



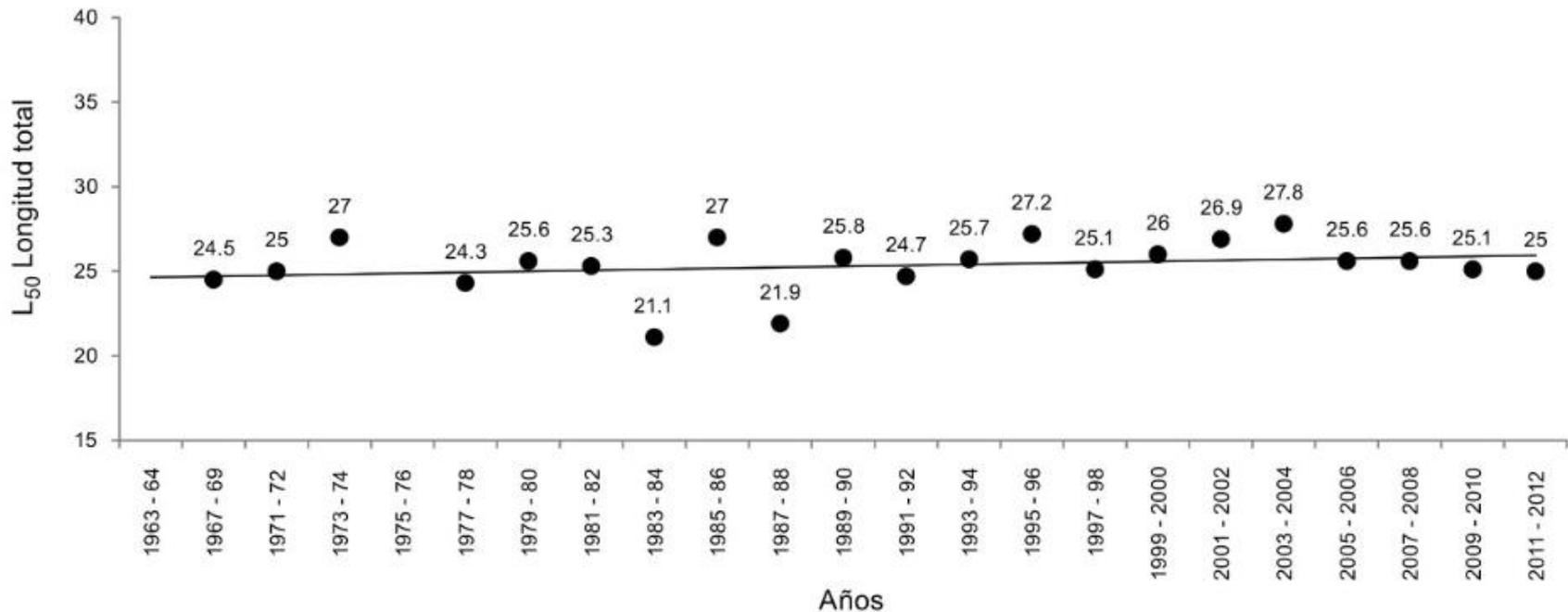
Indicadores de stress



Maduración temprana y cambios en el tiempo como indicador de stress

- ✓ Talla de primera madurez del jurel en el Perú no ha cambiado en 45 años, manteniéndose entre los 25-27 cm de longitud total.

Perea *et al.*
(2013)



Estrategias reproductivas

- ✓ Recurso-ambiente: caso de la anchoveta durante El Niño 97-98

Estrategia reproductiva de la anchoveta, *Engraulis ringens*

PERIODO NO NIÑO

Picos de desove: **febrero y agosto-setiembre**

Fracción de hembras desovantes durante el pico principal de desove: con un máximo en **46,9%**

Fecundidad relativa promedio durante el pico principal de desove: **540 a 720 ovocitos por gramo de peso corporal**

Frecuencia de desove: **0,07 a 0,16**

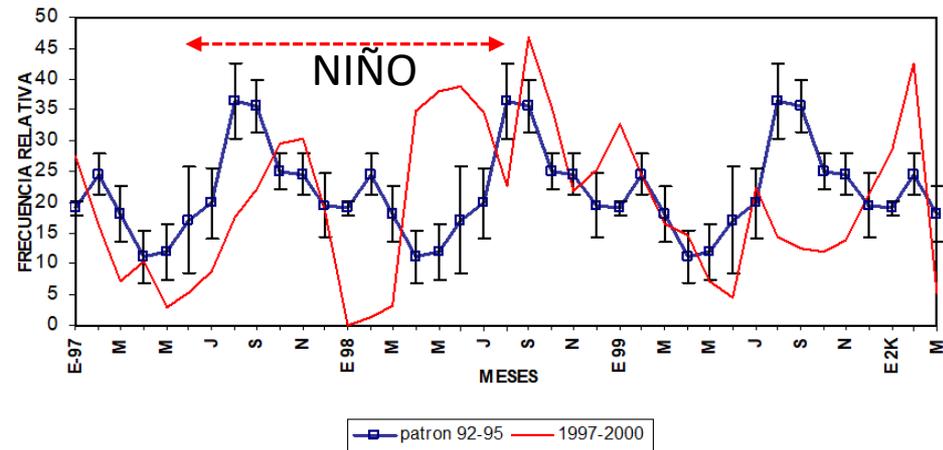
PERIODO NIÑO 1997-1998

Picos de desove: **octubre-noviembre 1997 y abril-junio 1998**

Fracción de hembras desovantes durante el pico principal de desove: con un máximo en **29,4%**

Fecundidad relativa: promedio durante el pico principal de desove: **463 ovocitos por gramo de peso corporal**

Frecuencia de desove: **0,06**



Boa. Inst. Mar Perú, 19 (1-2): 45-53. Diciembre 2000 45
ASPECTOS REPRODUCTIVOS DE LA ANCHOVETA PERUANA
DURANTE EL PERIODO 1992 - 2000

BETSY BUITRÓN Y ÁNGEL PEREA¹

**Buitron y Perea
(2000)**

Cambios IGS y fracción desovante en el tiempo

Mori et al
(2013)

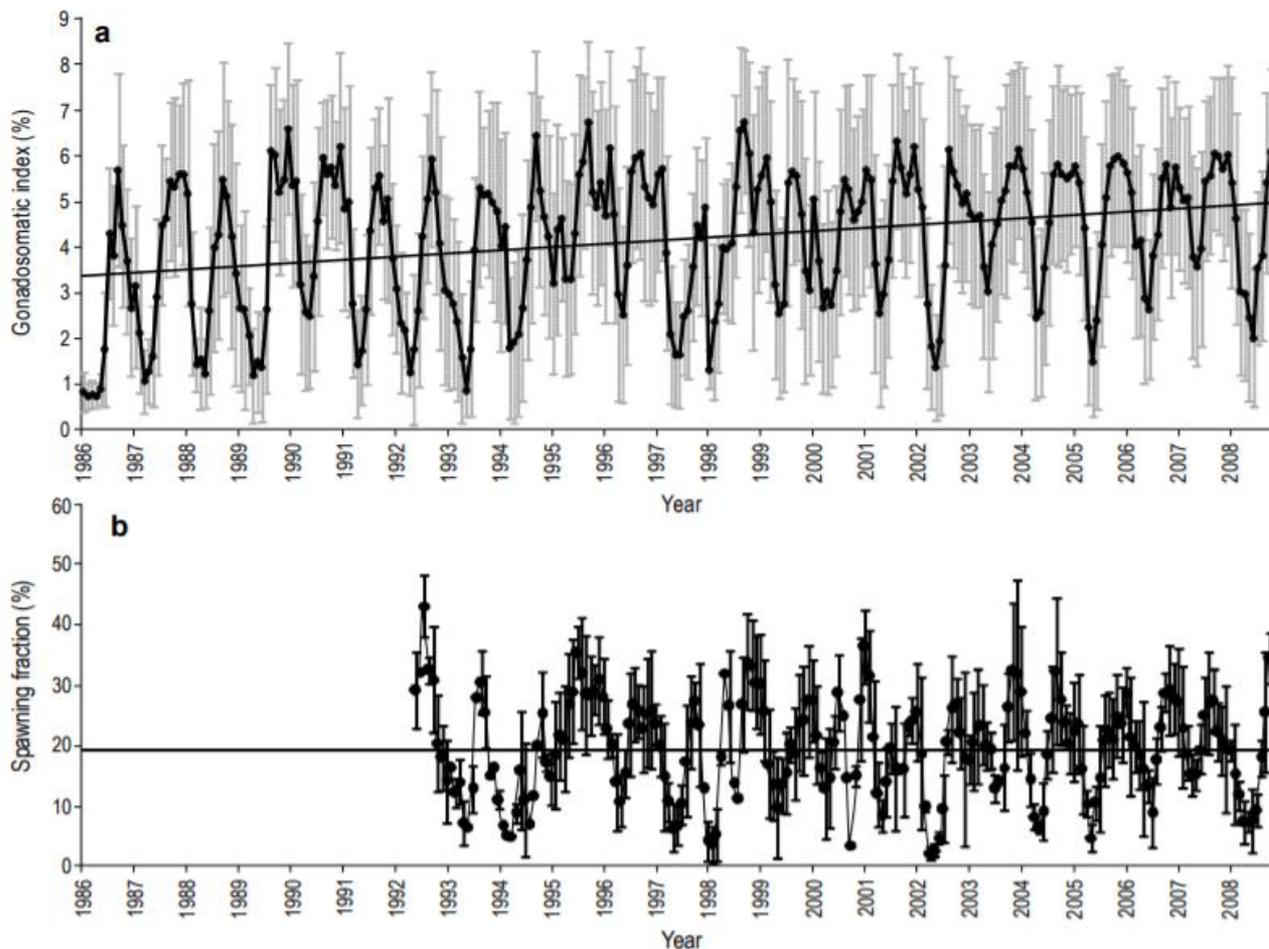


Figure 2. Annual variability of (a) the gonadosomatic index from 1986 to 2008 and (b) the spawning fraction from 1992 to 2008 of the Peruvian anchovy *Engraulis ringens* (northern-central stock). Vertical bars show standard deviation.

Figura 2. Variabilidad anual de (a) el índice gonadosomático de 1986 a 2008 y (b) la fracción desovante de 1992 a 2008 de la anchoveta peruana *Engraulis ringens* (stock norte centro). Las barras verticales indican la desviación estándar.

Caso de cambios y variabilidad de índices reproductivos en anchoveta

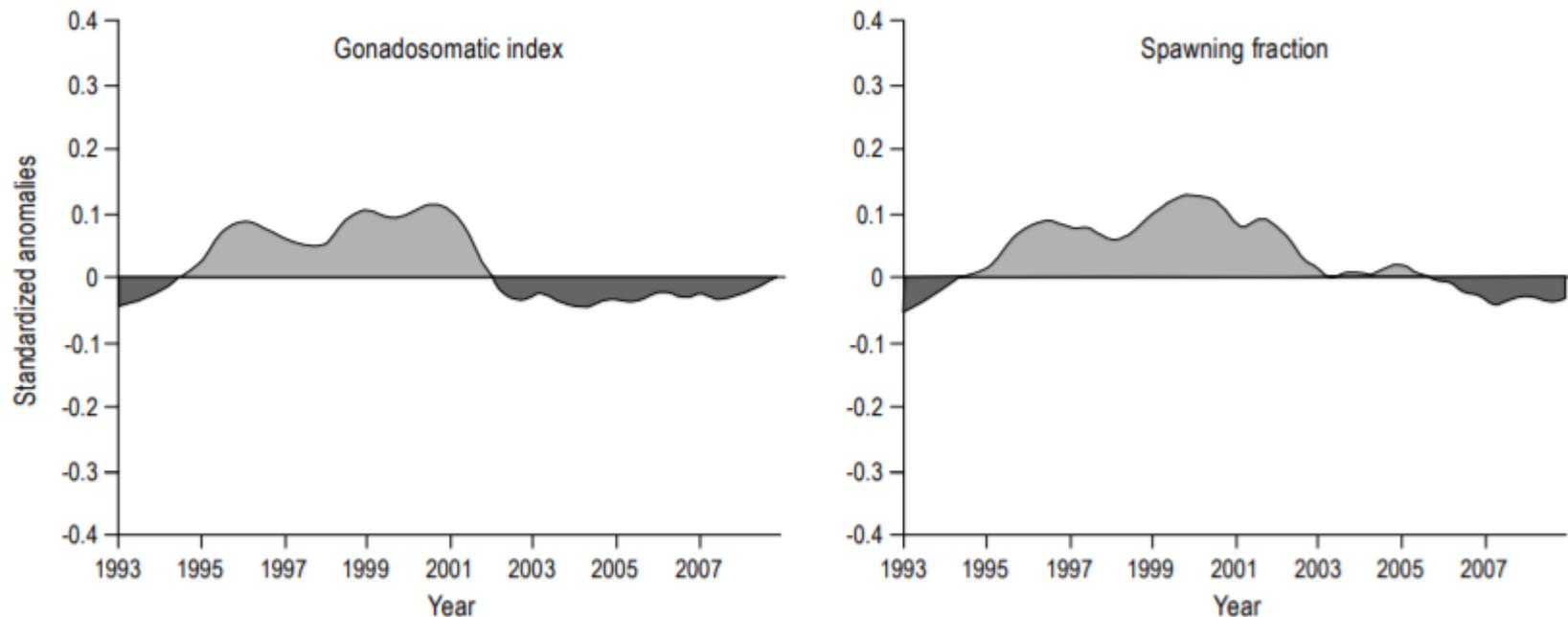


Figure 3. Standardized anomalies of (a) the gonadosomatic index and (b) the spawning fraction of the *Engraulis ringens* data series.
Figura 3. Anomalías estandarizadas de las series de (a) el índice gonadosomático y (b) la fracción desovante de *Engraulis ringens*.

Cambios de la condición reproductiva y su grado de bienestar- caso anchoveta

Mori et al
(2013)

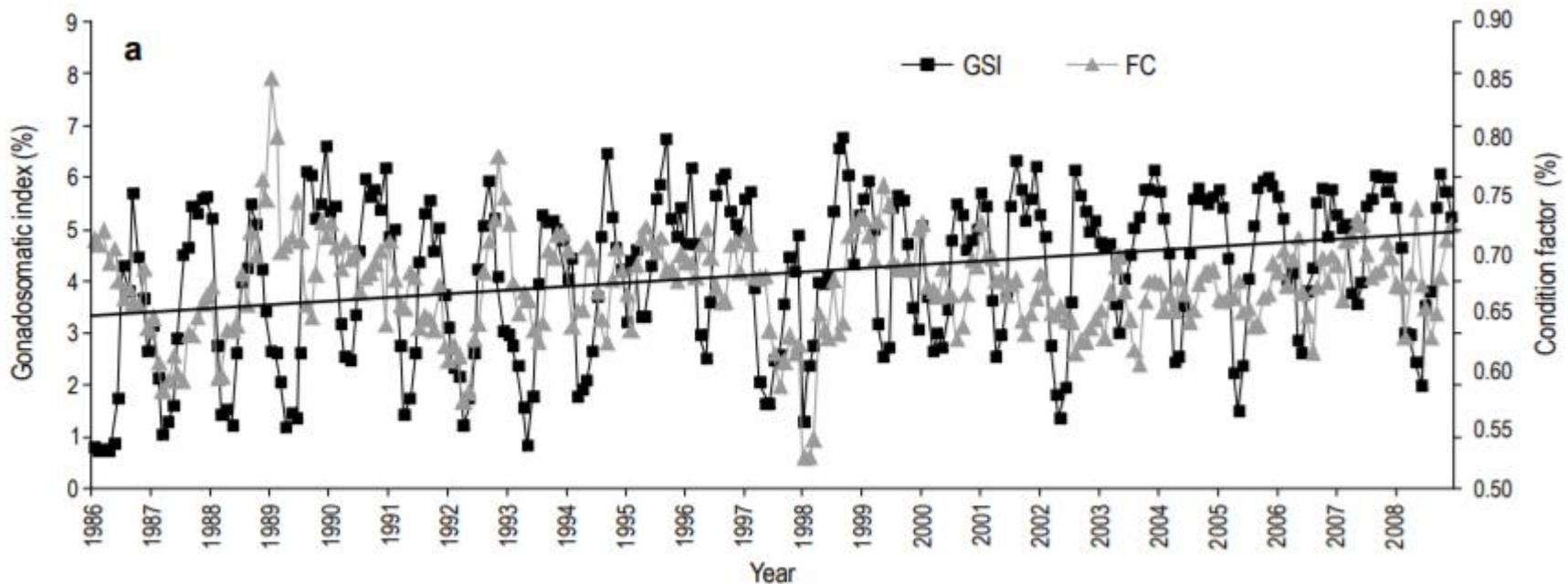
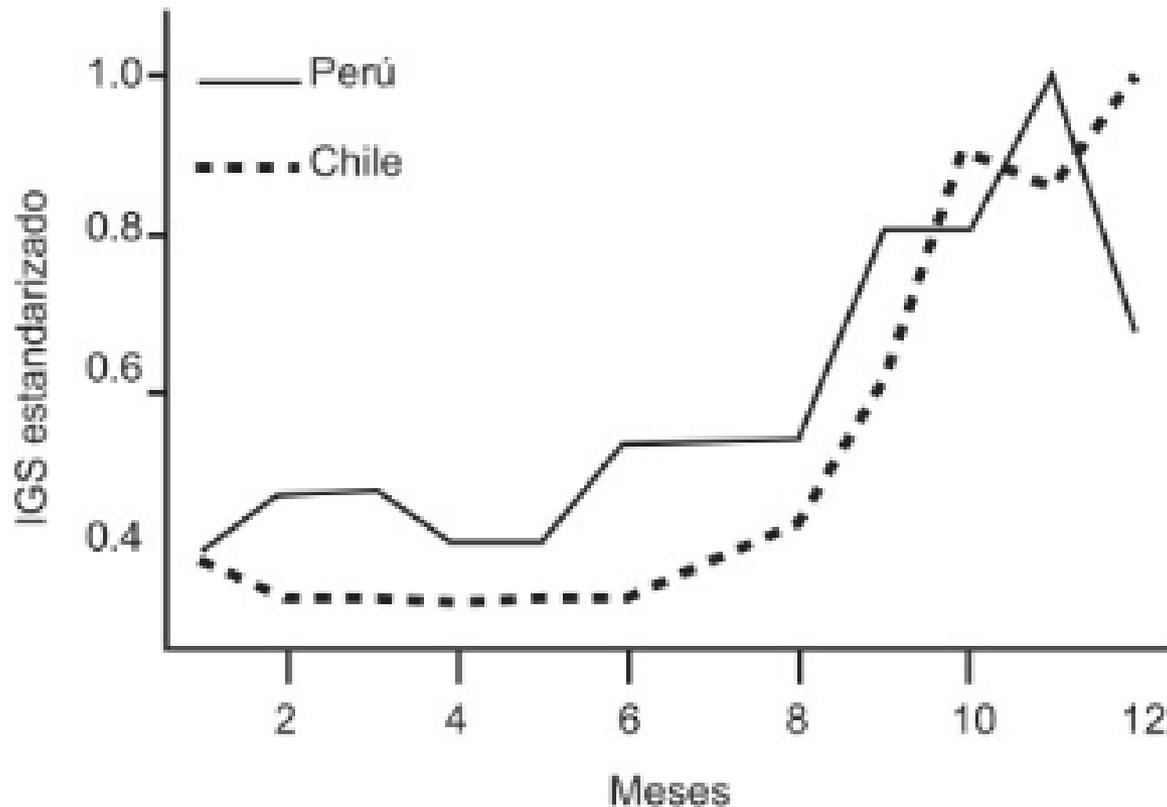


Figure 7. Interannual variability and linear regression of the gonadosomatic index (GSI) and condition factor (CF) of *Engraulis ringens*.
Figura 7. Variabilidad interanual y regresiones lineales del índice gonadosomático (GSI) y el factor de condición (CF) de *Engraulis ringens*.

Cambios en el tiempo de reproducción por diferentes latitud para misma especie

- ✓ Máximo desove en noviembre, desfasado en un mes con respecto al jurel que se encuentra frente a Chile

Perea *et al.*
(2013)





¿Vale la pena
una veda
reproductiva?

¿Cuanto se
protege durante
los periodos de
desove?

Conceptualmente: desove vs reclutamiento

Perea (2011)

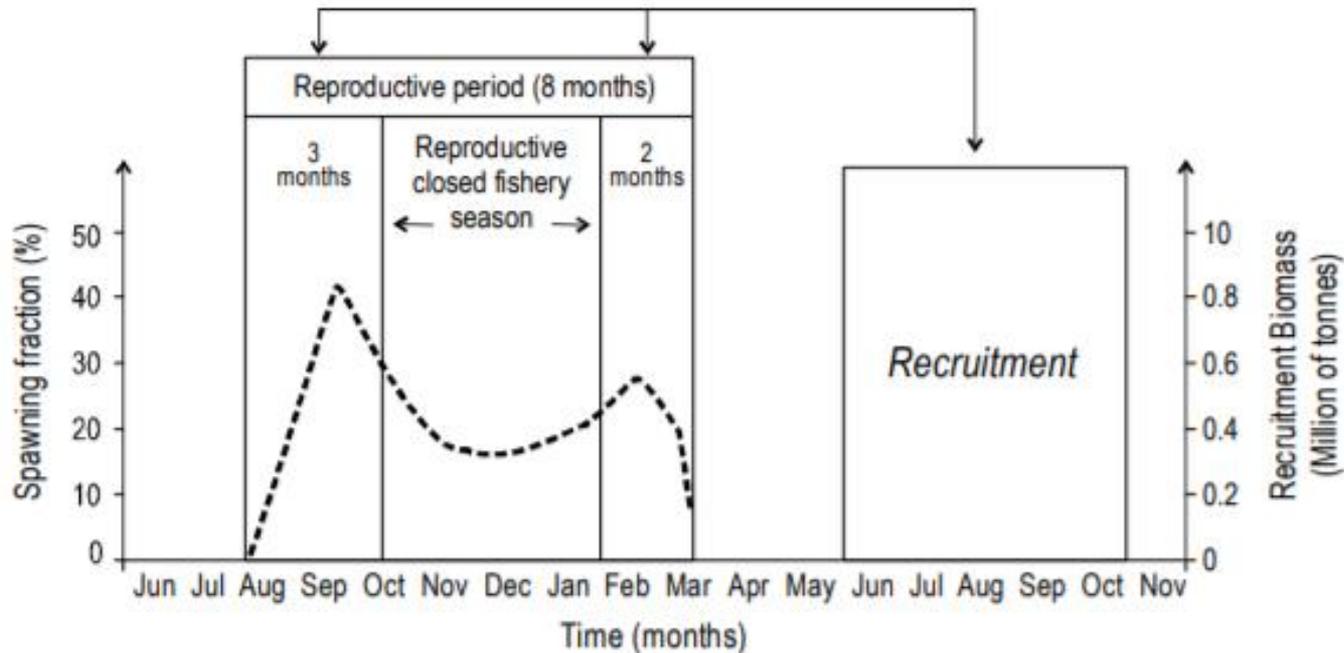


Figure 2. Conceptual diagram of the spawning periods and closed seasons of the Peruvian anchovy *Engraulis ringens* (northern-central stock). The dotted line indicates the spawning fraction.

Figura 2. Diagrama conceptual de los periodos de desove y cierre de la pesquería por “veda reproductiva” del stock norte-centro de la anchoveta peruana *Engraulis ringens*. Fracción desovante (línea punteada).

Conceptualmente: desove vs reclutamiento

Perea (2011)

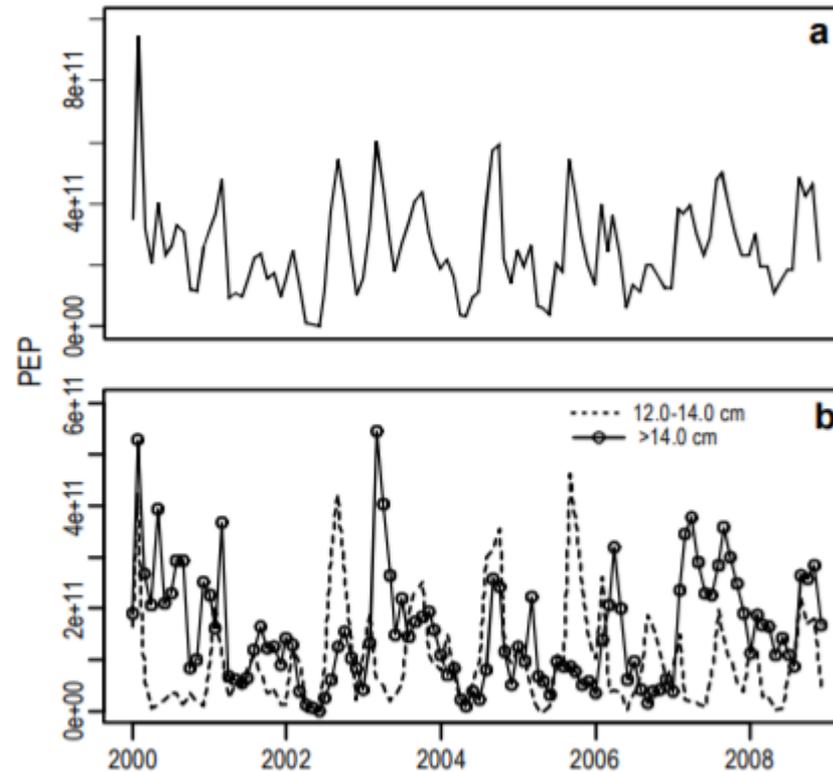


Figure 4. Potential egg production (PEP) of *Engraulis ringens*: (a) total PEP and (b) PEP by length groups. Monthly series for the period 2000–2008.

Figura 4. Producción potencial de huevos (PEP) de anchoveta. (a) PEP total y (b) PEP por grupos de talla. Serie mensual de 2000 a 2008.

Desove vs reclutamiento (correlación cruzada)

Perea (2011)

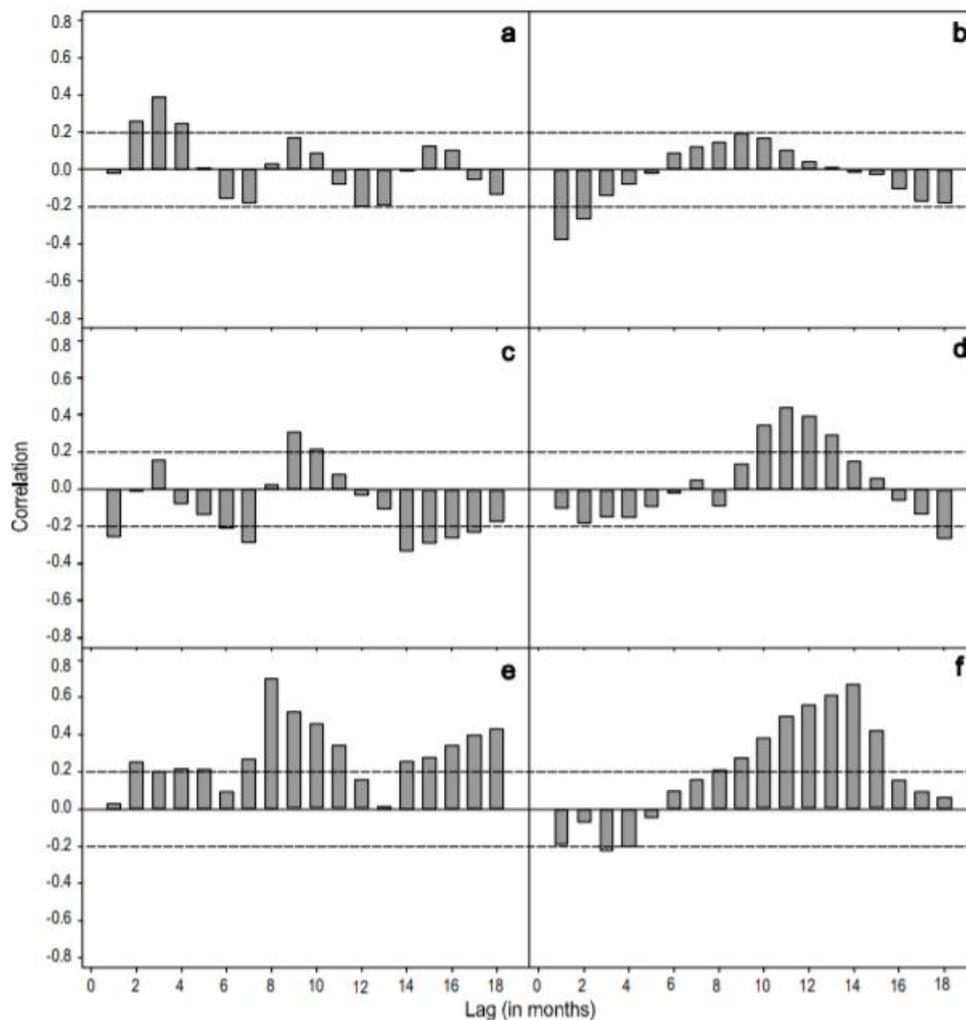
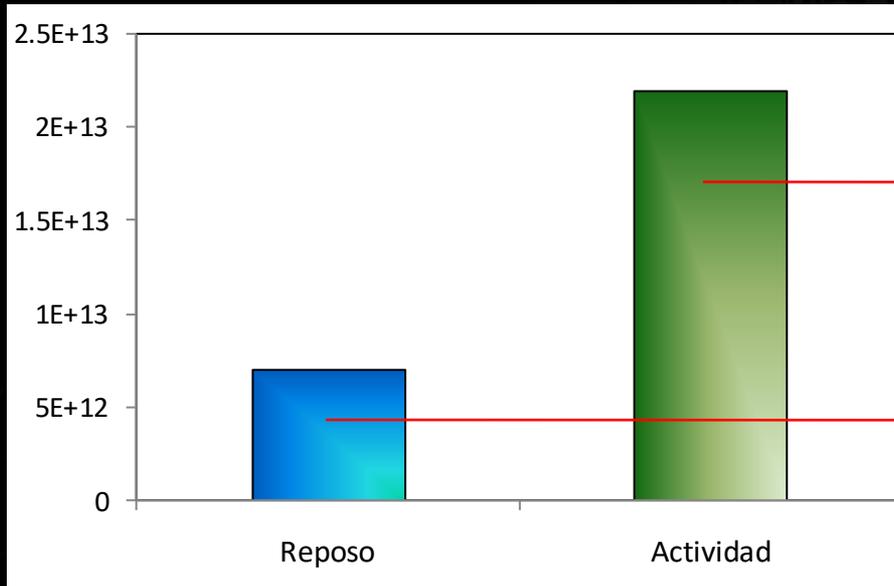


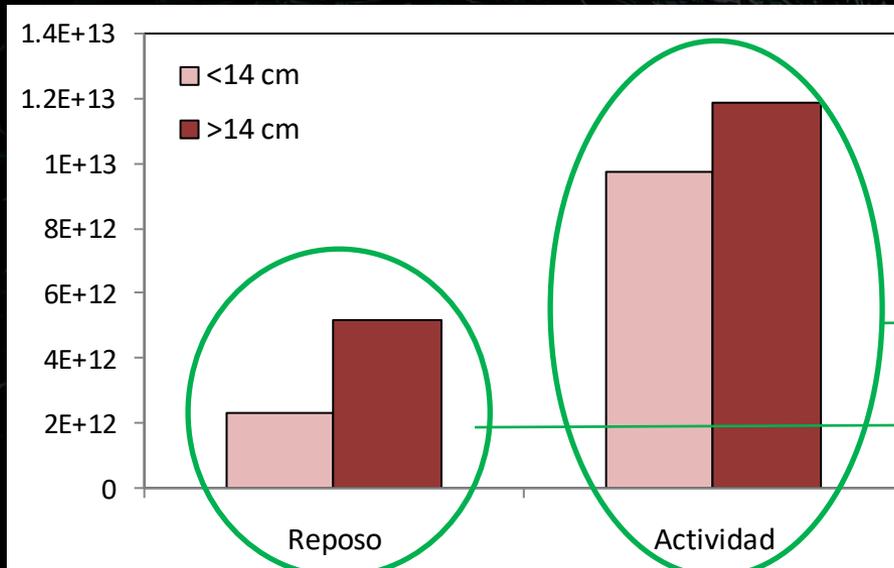
Figure 5. Cross-correlation between potential egg production and abundance of (a) pre-recruits, (b) recruits, (c) pre-recruits in summer, (d) recruits in summer, (e) pre-recruits in winter, and (f) recruits in winter of *Engraulis ringens* (northern-central stock) for the period 2000–2008.

Producción Potencial de Huevos (PPH)

TOTAL



SEGÚN RANGO DE TALLAS



DESOVE

< 14.0 cm

> 14.0 cm

Actividad

45%

55%

Reposo

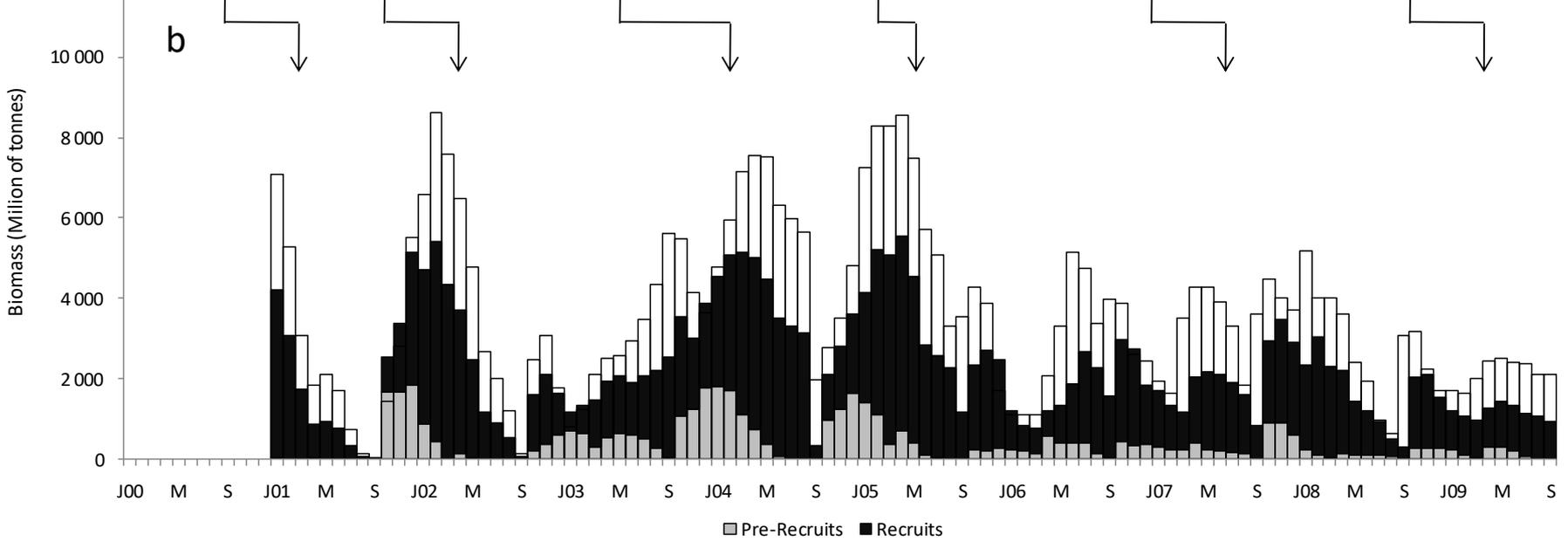
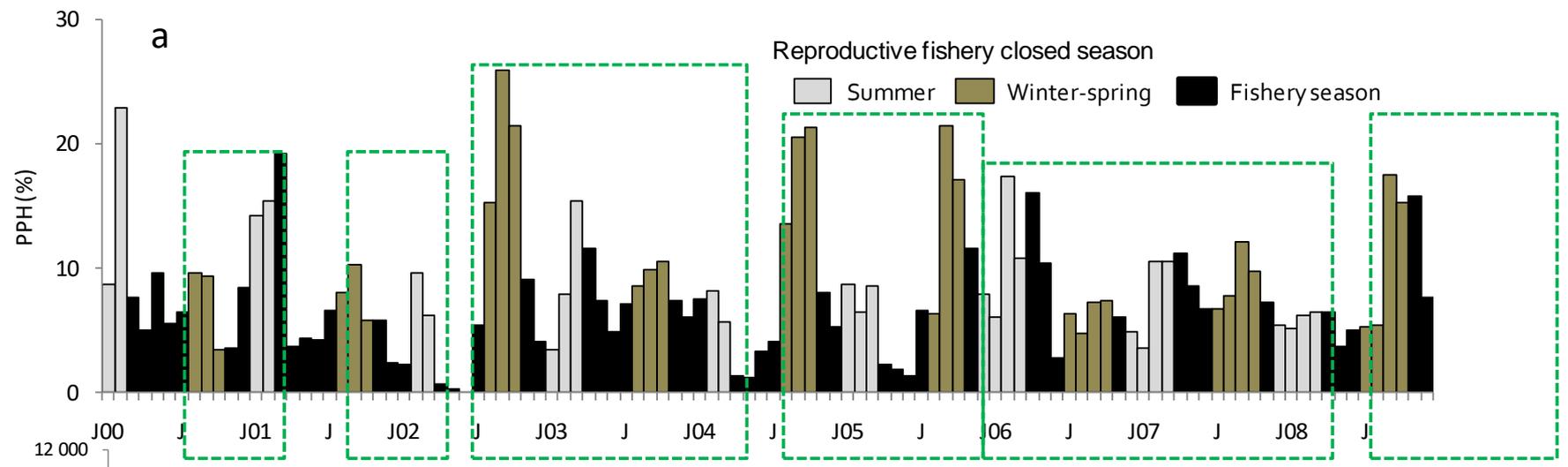
30%

70%



Producción Potencial de Huevos (PPH)

Producción de huevos y reclutamiento



Conclusiones

Existe la necesidad de continuar los estudios para la validación de las escalas de madurez gonadal en recursos explotados que permitan estimar de mejor manera los indicadores que sustentan las medidas de regulación.

Se comprueba que la aplicación de vedas reproductivas contribuye directamente a la renovación del stock.

La mayor responsabilidad del desove recae en los ejemplares adultos de mayor talla, por tanto, es importante mantener a los megadesovadores en la población respetando las tallas mínimas.

Es necesario monitorear la evolución del inicio de la talla de madurez gonadal y del proceso reproductivo en el tiempo como un indicador de maduración temprana.

Un gran desafío técnico para los siguientes años consiste en conocer los mecanismos que permitan pronosticar los reclutamientos para ajustar tempranamente las medidas de regulación.