



ISSN 0378-7702

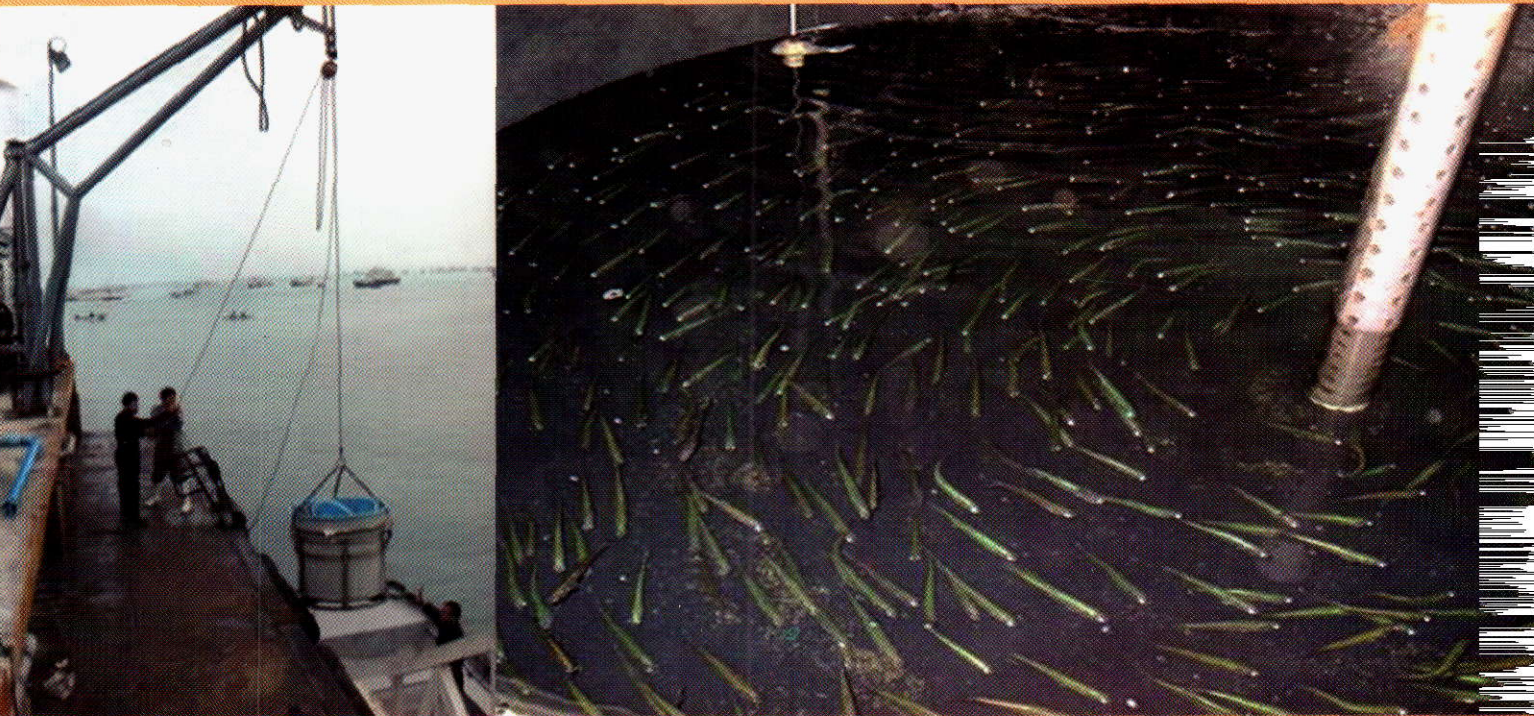
# INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

# INFORME

Volumen 34

Número 3

- **Crucero de evaluación de la biomasa desovante de la anchoveta en la zona norte-centro del mar peruano ( $3^{\circ}30'$  a  $15^{\circ}S$ ) por el Método de Producción de Huevos (MPH) durante el invierno 2002**  
-----
- **Ballena Bryde *Balaenoptera brydei* (Olsen)**
- **Ambiente marino en Huarney. Otoño 2000**
- **Captura y acondicionamiento en cautiverio de la anchoveta**



Julio - Septiembre 2007

Callao, Perú



# CAPTURA Y ACONDICIONAMIENTO EN CAUTIVERIO DE LA ANCHOVETA PERUANA *ENGRAULIS RINGENS*

## CAPTURE AND CONDITIONING TO CAPTIVITY OF PERUVIAN ANCHOVY *ENGRAULIS RINGENS*

Carlos Espinoza<sup>1</sup> Angel Perea<sup>2</sup> Jairo Calderón<sup>3</sup> Carlos Salazar<sup>3</sup>  
Betsy Buitrón<sup>2</sup> Víctor Vera<sup>1</sup> Enrique Mecklenburg<sup>1</sup> Pablo Rojas<sup>1</sup>

### RESUMEN

ESPINOZA C, PEREA A, CALDERÓN J, SALAZAR C, BUITRÓN B, VERA V, MECKLENBURG E, ROJAS P. 2007. *Captura y acondicionamiento en cautiverio de la anchoveta peruana* *Engraulis ringens*. *Inf. Inst. Mar Perú* 34(3): 269-277.- Se describe la metodología de captura de ejemplares vivos de anchoveta peruana, mediante un sistema de red izada con luces de atracción y su posterior acondicionamiento al cautiverio en tanques de cría. Las capturas se efectuaron en las bahías del Callao y de Miraflores. Una vez localizados los cardúmenes de anchoveta, se procedió a lanzar la red, colocar en el centro de la misma el transductor de la ecosonda portátil y encender las luces para atraer los peces. Los peces capturados se depositaron en tanques de fibra de vidrio de 300 L de capacidad, y mantenidos con aeración y flujo de agua constantes; se transportaron al Laboratorio de Biología Experimental (LBE) del IMARPE y colocados en tanques de acondicionamiento de 10 m<sup>3</sup>, que fue parte de un sistema de recirculación de agua, que incluía una bomba impulsora del agua, un biofiltro de gránulos presurizado, un equipo de control de temperatura y un sistema de lámparas de luz ultravioleta. La mortalidad promedio total fue de 35 % durante los 30 días de acondicionamiento, siendo críticos los primeros 10 días (29,8 %), luego de los cuales disminuyó rápidamente hasta cero. La mortalidad de peces estresados y lesionados durante la captura, ocasionó un incremento de los niveles de amoníaco disuelto en el agua de los tanques, que fue controlado posteriormente. Con la metodología empleada se podría contar al final del proceso con un 65% de peces del total capturado, para llevar a cabo las pruebas experimentales.

PALABRAS CLAVE: *Engraulis ringens*, anchoveta peruana, red izada, peces en cautiverio, sistema de recirculación de agua de mar, biofiltro.

### ABSTRACT

ESPINOZA C, PEREA A, CALDERÓN J, SALAZAR C, BUITRÓN B, VERA V, MECKLENBURG E, ROJAS P. 2007. *Capture and conditioning to captivity of Peruvian anchovy* *Engraulis ringens*. *Inf. Inst. Mar Perú* 34(3):269-277.- This paper describes the methodology of capture alive anchovies by means of a liftnet with attraction lights and their later conditioning to the captivity in rearing tanks. The captures were made in Callao and Miraflores bays. The net, carrying the transducer of a portable echosound, was placed in the anchoveta shoals located, and the lights to attract the fish were turn on. The captured fish were placed in fiber glass tanks of 300 L of capacity and maintained with ventilation and constant water flow. Later they were transported to the Laboratory of Experimental Biology (LBE) del IMARPE, and placed in tanks of 10 m<sup>3</sup>. The conditioning tanks were part of a system of water recirculation, which consisted of an impelling pump of water, a floating bead filter, a control equipment of temperature and a system of ultraviolet light. Mortality total average was of 35% during the 30 days in captivity, being critical the first 10 days (29.8%), after that it diminished quickly down to zero. Mortality was mainly of stressed and injured fishes during the capture, which caused an increase of the ammonia levels dissolved in the water of the tanks that was controlled later. With the methodology used it was possible to obtain 65% of fish of the total captured, at the end of the process, these fishes were used to carry out the later experimental tests.

KEYWORDS: *Engraulis ringens*, Peruvian anchovy, liftnet, fish in captivity, sea water recirculation system, biofilter.

1. Laboratorio de Biología Experimental  
2. Laboratorio de Biología Reproductiva  
3. Unidad de Tecnología de Extracción

## INTRODUCCIÓN

Las técnicas de captura de peces silvestres se han desarrollado a partir de la necesidad de contar con ejemplares reproductores para cultivos (GALLEROS 2003). En investigación pesquera, la finalidad ha sido poder realizar técnicas de marcaje - recaptura (ZUBIK y FRALEY 1988, BERNARD y HANSEN 1992, RIGGERS 2003).

Experimentos en laboratorio, concernientes a supervivencia y procesos de crecimiento y reproducción de organismos acuáticos, pueden proveer datos sólidos y complementarios a los estudios de campo. En tal sentido, el desarrollo de estos estudios experimentales ha hecho que sus resultados tengan aplicación directa en los modelos biológicos pesqueros o en la interpretación de los datos de campo, con la finalidad de explicar y comprender los procesos biológicos en ciertas especies (PEÑAILILLO Y ARAYA, 1996; OLIVAR et al., 2000).

En determinados aspectos de la biología de la anchoveta peruana (*Engraulis ringens*) es importante poseer una fuente de datos experimentales que complementen el conocimiento obtenido a partir de datos de captura de esta especie. Ello permitirá corregir o validar parámetros utilizados en los modelos pesqueros, o bien comprender procesos ocurridos en su ambiente natural; a fin de aportar a la optimización del manejo sostenible de este recurso.

En este sentido, el presente trabajo describe la metodología de captura de ejemplares vivos de *E. ringens* mediante un sistema de red izada y luces de atracción, aplicando modificaciones a las experiencias de pesca del saury *Cololabis saira* (FUKUHARA 1998) y captura de carnada viva en las islas Fiji (NÉDÉLEC 1975). Además, se da a conocer la metodología del acondicionamiento al cautiverio en tanques de cría de los

ejemplares capturados.

## MATERIAL Y MÉTODOS

**Localización de las áreas de captura.** - Las faenas de pesca se realizaron durante los años 2002 a 2005 en las bahías del Callao y de Miraflores (Figura 1) a bordo del BIC-SNP2 del IMARPE. Cada operación empezó con el rastreo acústico en la zona de captura, con la finalidad de ubicar cardúmenes de anchoveta; allí se procedió a registrar la TSM y el oxígeno disuelto, ejecutándose posteriormente lances con la red.

### Arte de pesca

El sistema de captura con red izada y luces de atracción fue diseñado teniendo como base la experiencia de la Cooperación Pesquera de Ikabucho en las islas de Mijako (Japón) (FAO 1975). Dicho sistema fue modificado según las necesidades observadas en el campo, quedando finalmente conformado por 3 componentes básicos: la red, el sistema de luces de atrac-

ción y la ecosonda portátil (Figura 2: A, B, C).

La red estuvo conformada por dos estructuras: (a) el arco de flotación y (b) la red propiamente dicha.

(a) El arco de flotación fue construido con 10 tubos de polioruro de vinilo (PVC) de 5 pulgadas de diámetro y 3 m de longitud, unidos con acoples de 40 cm de longitud cada uno y sujetados por pernos pasantes de 7/16 pulgadas. El tubo de PVC paralelo a la banda de la embarcación, constó de 4 unidades, en tanto que los tubos laterales de 3 unidades cada uno (Figura 3). El lado del arco que fue paralelo a la banda llevó atadas 2 boyas de 35 cm de diámetro, con la finalidad de darle mayor flotabilidad, y también 2 cabos de 1/2 pulgada para mantener fijo el sistema a la embarcación (Figura 2).

(b) La red propiamente dicha constó de un paño utilizado en la pesca de anchoveta (12 mm abertura de malla) de 12 m de largo por 21 m de ancho, el cual fue atado por uno de sus lados al arco de flotación.

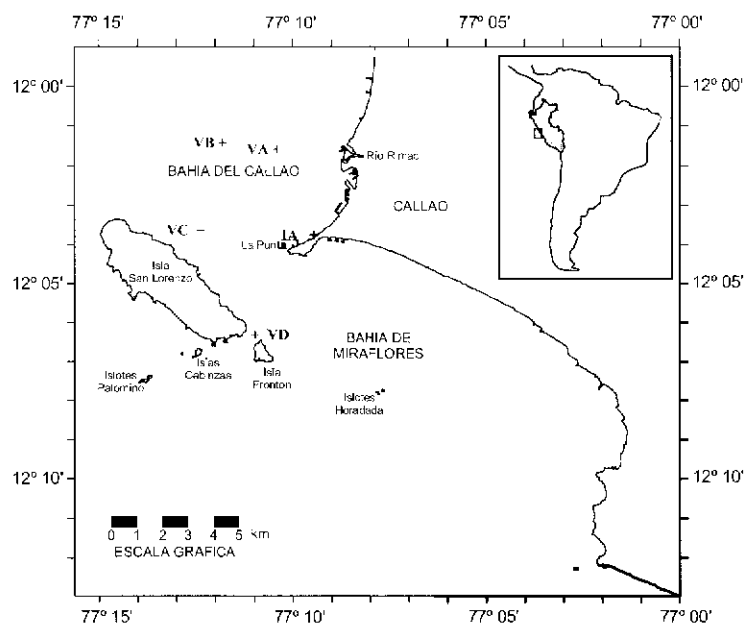


Figura 1.- Mapa de ubicación de las zonas de pesca de ejemplares vivos de *E. ringens*. Puntos de captura en verano: VA, VB, VC, VD, y en invierno IA.

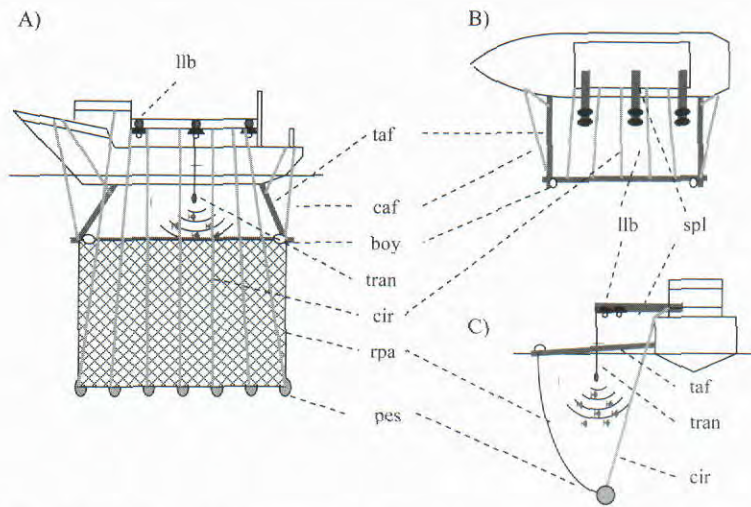


Figura 2.- Esquema del arte de captura de ejemplares vivos de *E. ringens* utilizado por el Laboratorio de Biología Experimental (LBE) IMARPE. Sistema de red izada y luces de atracción. - A. Vista lateral. B. Vista superior. C. Vista transversal. *spl*: soporte para lámpara de luz; *llb*: lámpara de luz blanca; *taf*: tubos del marco de flotación de la red; *caf*: cabo para asegurar posición del arco de flotación; *boy*: boya; *tran*: transductor del ecosonda portátil; *cir*: cabo para izado de la red; *rpa*: red de paño anchovetero; *pes*: pesas.

En el lado opuesto se ató una relinga con 7 pesas de 3 kg cada una (Figura 2A), con la finalidad de estabilizar la red verticalmente ante la acción de las corrientes. En cada uno de los 7 puntos donde se encontraron las pesas, se enlazó un cabo de 1/2 pulgada de diámetro para izar la red mediante poleas dobles colocadas en la baranda superior de babor (Figura 2, A y C).

El sistema de luces de atracción constó de 6 lámparas incandescentes de luz blanca de 500 W cada una, distribuidas en pares en 3 estructuras metálicas de sostén, ubicadas en la baranda superior de babor (Figura 4, C).

La ecosonda portátil utilizada fue una FURUNO FCV 667, cuyo transductor externo de 50 kHz se colocó en el centro del área que forma el arco de flotación, lo cual permitió detectar los cardúmenes de peces en la columna de agua.

### Cobrado de la red y captura

Cuando en la ecosonda se observaron ecorregistros densos de peces atraídos por las luces, inmediatamente se procedió a la operación de izado de la red, cerrando primero sus lados laterales para impedir la fuga de los peces (Figura 4, C y D). Posteriormente, éstos fueron recogidos haciendo uso de chinguillos y colocados en 4 tanques de fibra de vidrio de 300 L de capacidad (Figura 4, E y F). La aeración y circulación del agua en los tanques fue constante.

La operación se repitió hasta obtener densidades máximas de 100 peces por tanque. Posteriormente, los ejemplares fueron trasladados al muelle del IMARPE, para finalmente estabularlos en los tanques de acondicionamiento del Laboratorio de Biología Experimental (LBE) (Figura 5). La pesca se realizó durante toda la noche hasta el amanecer, de acuerdo a la disponibilidad del recurso.

Del total de cada captura se

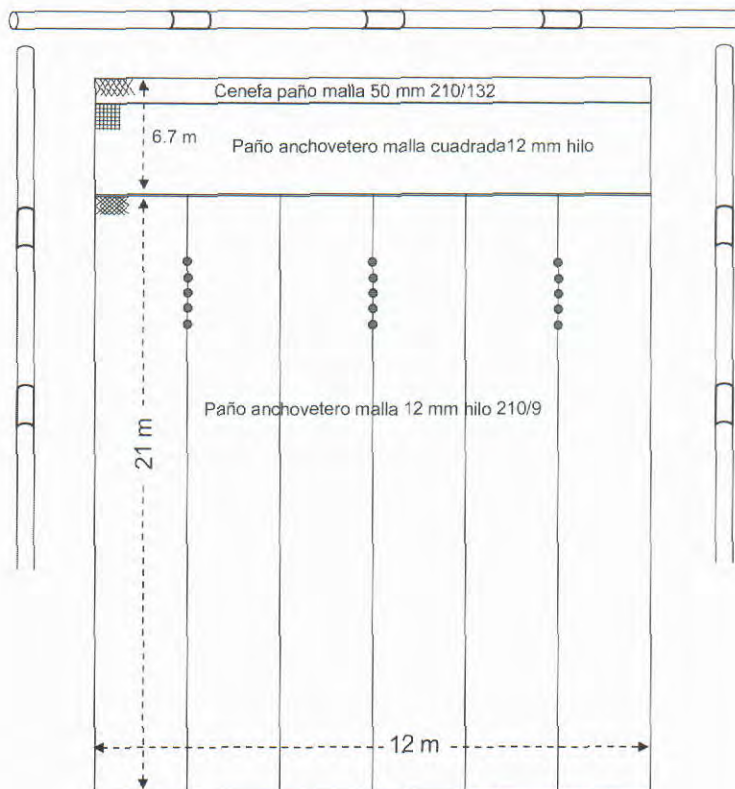


Figura 3.- Esquema de la red izada para captura de ejemplares vivos de *E. ringens*.



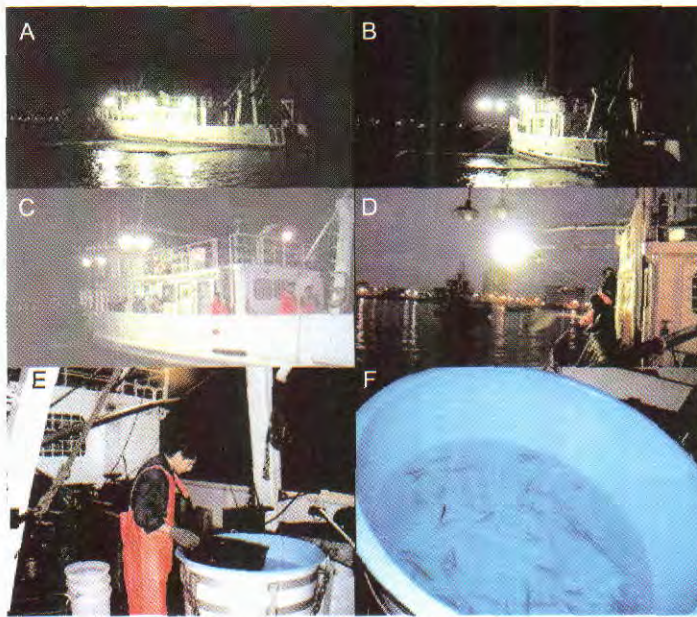


Figura 4.- Captura de ejemplares vivos de *E. ringens* mediante sistema de red izada y luces de atracción. A) Embarcación SNP-2 con arte de pesca incorporado a babor. B) Red tendida en el agua a espera de captura. C) Cobrado de la red. D) Red izada en la banda de babor conteniendo los peces. E) Recojo de los peces. F) Peces capturados ya acondicionados en los tanques de 300 L, ubicados en popa.



Figura 5.- Traslado de ejemplares vivos de *E. ringens* recién capturados al Laboratorio de Biología Experimental del IMARPE. A) Traslado de los tanques conteniendo los peces, a la embarcación auxiliar haciendo uso de la pluma y winche del SNP-2. B) Muelle del IMARPE. Izado del tanque que contiene los peces capturados vivos. C) Ejemplares de *E. ringens* en los tanques de acondicionamiento de 10 m<sup>3</sup> del LBE.

retiró una muestra de al menos 100 individuos para determinar la composición por tallas y condición reproductiva de los peces que ingresaron al laboratorio.

#### Acondicionamiento de los peces al cautiverio

Los especímenes fueron acondicionados en tanques de cría de un sistema de recirculación de agua (circuito cerrado) diseñado con la finalidad de mantener uniforme la temperatura y la calidad del agua. La Figura 6 muestra los principales componentes del sistema de recirculación utilizado para el acondicionamiento en cautiverio de individuos de *E. ringens*. Está compuesto de 2 tanques cilíndricos de 10 m<sup>3</sup> y color negro, los que tienen un drenaje central con un tubo de PVC cribado para atrapar los peces muertos.

El sistema de recirculación de agua estuvo constituido por una bomba electromagnética de 3/4 hp, que succionó el agua de los tanques, enviándola hacia un biofiltro presurizado de gránulos flotantes. El biofiltro de 2 pies cúbicos de capacidad, cumplió función de filtrado biológico y filtrado mecánico. Posteriormente el agua pasó a una bomba de calor de 3 hp que mantuvo la temperatura constante a 16,5 °C. Seguidamente, el agua fue esterilizada en un módulo de luz ultravioleta que constó de 4 lámparas de 40 W cada una. Finalmente el agua retornó a los tanques de cría.

La intensidad de luz promedio en la superficie del agua fue de 276 lux y se utilizó tanques de color negro para evitar altos niveles de intensidad de luz que pudieran alterar a los peces.

El acondicionamiento se basó en observaciones sistemáticas del comportamiento de los peces en los tanques de 10 m<sup>3</sup> (Figura 5, C), a fin de determinar el tiempo necesario para que superen el estrés de la captura y del confinamiento en los tanques.



Los ejemplares capturados fueron alimentados diariamente con alimento microparticulado Larval AP100 (Zeigler™) de 250-450 micras de diámetro, el cual fue reemplazado gradualmente por alimento extruido Nicovita (Alicorpr) de 0,8 y 2 mm de diámetro.

Después de la cuarta semana del periodo de acondicionamiento, los peces fueron tratados con baños de formaldehído a  $250 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  durante 60 minutos con la finalidad de eliminar los ectoparásitos. Además, para realizar los análisis microbiológicos respectivos se tomaron muestras de agua de los tanques y de peces periódicamente.

La temperatura, la concentración de oxígeno disuelto y el pH del agua se mantuvieron constantes durante todo el acondicionamiento, con valores de  $16,3 \pm 0,6 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $7,3 \pm 0,4 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  y  $7,4 \pm 0,1$  respectivamente. Diariamente, los niveles de nitrógeno amoniacal total (NAT), nitritos y nitratos disueltos fueron registrados en el agua. A partir de los datos de NAT, temperatura y pH y utilizando la tabla de EMERSON et al. (1997) se calculó la cantidad de nitrógeno amoniacal no-ionizado (DURBOROW et al. 1997a).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Localización de las zonas de captura

Entre julio y septiembre de los años 2002 a 2005, se observó presencia de aguas con concentraciones de oxígeno disuelto mayores a  $2,5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  y temperatura promedio de  $15,4 \text{ }^\circ\text{C}$ . Durante dicho periodo, los cardúmenes de anchoveta fueron encontrados en toda el área prospectada. Los principales puntos de pesca durante esta época del año fueron dentro de la bahía del Callao alrededor del punto IA ( $12^\circ 03,74' \text{ S}$ ,  $77^\circ 09,65'$

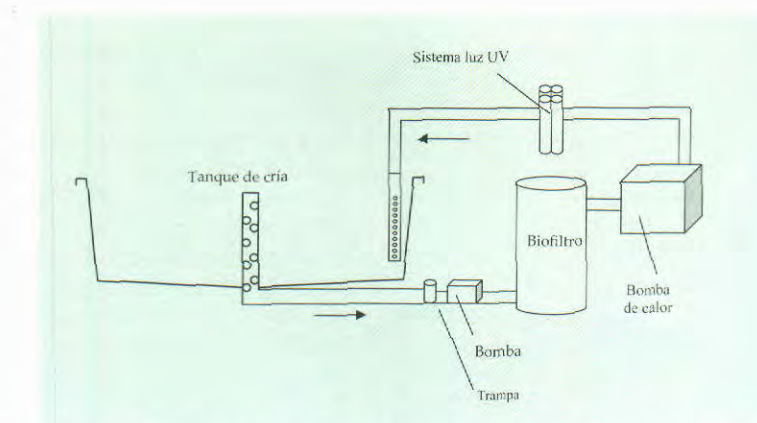


Figura 6.- Esquema del sistema de recirculación para acondicionamiento en cautiverio de ejemplares vivos de *E. ringens*.

W) (Figura 1).

Entre noviembre y mayo, fue necesario salir de la bahía del Callao en busca del recurso, debido a que las condiciones del agua variaron diariamente a causa del ingreso de mareas rojas o masas de agua hipóxicas (de 0 a  $1 \text{ mg/L}$ ) y cargadas de gases sulfurosos. Ciertas zonas donde se refugiaron pequeños cardúmenes de anchoveta durante esa temporada fueron ubicados en zona norte de la bahía: VA ( $12^\circ 01,47' \text{ S}$  -  $77^\circ 10,60' \text{ W}$ ) y VB ( $12^\circ 01,36' \text{ S}$  -  $77^\circ 11,92' \text{ W}$ ) y en zonas cercanas a la isla San Lorenzo: VC ( $12^\circ 03,57' \text{ S}$  -  $77^\circ 12,63' \text{ W}$ ) y VD ( $12^\circ 06,25' \text{ S}$  -  $77^\circ 11,33' \text{ W}$ ) (Figura 1).

A pesar que las aguas cercanas a la isla San Lorenzo fueron de mejor calidad que las observadas dentro de la bahía del Callao durante los meses de verano, el principal problema en esta zona fue la presencia de manadas de lobos marinos que dificultaron la captura y ocasionaban daño a los ejemplares de anchoveta capturados. Estos peces murieron en las primeras 48 horas de acondicionamiento en cautiverio. Se infiere que la mortalidad se debió a un proceso infeccioso generalizado que empezó a partir infecciones cutáneas producidas por la excesiva pérdida de escamas, la

cual fue ocasionada durante la predación de los lobos en el momento de la pesca.

### Arte de pesca

La captura de ejemplares en buenas condiciones, dependió también de la corriente y viento durante el izado de la red, ya que la pesca en zonas expuestas a la corriente complicó la manipulación de la red, lo cual ocasionó lesiones a los ejemplares capturados. El sistema estuvo preparado para pescar en lugares protegidos, por lo cual en áreas con ligera intensidad de corriente fue necesario colocar más pesos en la red, tanto en los extremos como en la parte central de la misma.

Debido a que los cardúmenes de anchoveta en la zona de pesca se encontraron dispersos, el sistema de luces cumplió una importante función concentradora de los peces, lo cual podría deberse a dos razones. (a) En primer lugar por la atracción física que tiene la luz sobre estos peces que estaría de acuerdo con los resultados de fototaxia positiva encontrados para anchoveta por CARRILLO y col. (1979) y en otras especies como *Syngnathus* sp., *Odontesthes regia* y otros grupos de peces pequeños (com. pers. JAIME CISNEROS y ALCIDES MENDOZA). (b) En segundo lugar, el otro factor que podría



favorecer la concentración de la anchoveta, sería el incremento del zooplankton que constituía el alimento de la anchoveta (ESPINOZA y BERTAND 2006).

La regulación de la intensidad de luz fue necesaria para obtener mejores resultados. A diferencia de la experiencias realizadas por CARRILLO et al. (1979), en la que utilizaron lámparas conectadas a un regulador de intensidad de luz, en el presente trabajo se reguló la intensidad total con el encendido y apagado de diferente número de lámparas. Se encendieron todas las luces con la finalidad atraer peces desde la mayor distancia posible. Una vez concentrados cerca de la embarcación, se verificó que fue preferible disminuir el número de lámparas encendidas para realizar el izado de la red, ya que con exceso de luz, los peces se profundizaban a una distancia fuera del área de cobertura de la red. Ello coincide con BEN-YAMI (1990), quien menciona que los peces se acercan a la luz para buscar alimento, pero cuando es demasiado intensa se alejan de ella manteniéndose a media agua.

**Magnitud de las capturas**

Las mayores capturas en la bahía del Callao se obtuvieron en invierno, con promedios de 324 peces/día en julio 2003, y 516 peces/día en agosto 2005. En verano, los cardúmenes de *E. ringens* y juveniles de *Odonesthes regia regia* se encontraron en la zona de Chorrillos; mientras que cardúmenes de *E. ringens* adulta acompañada de *O. regia regia*, *Sciaena deliciosa*, *Normanichthys crockeri*, larvas de *Mugil cephalus* y *Loligo gahi* se hallaron en la zona de refugio mencionada. En este caso, los promedios de las capturas fueron de 263 peces/día en febrero 2002, y 166 peces/día en mayo 2004 respectivamente (Tabla 1).

Las tallas de los ejemplares capturados de *E. ringens* varia-

ron entre 8,5 y 17,5 cm con las mayores frecuencias entre 10,5 y 15,5 cm (Figura 7).

**Acondicionamiento de los peces al cautiverio**

Los tanques cilíndricos constituyeron un ambiente de cría uniforme, distribuyendo de manera equitativa tanto los peces como el alimento. La velocidad promedio de rotación del agua utilizada, medida cerca de las paredes del tanque, fue de 15-20 cm.s<sup>-1</sup>, valores que concuerdan con lo recomendado por SUMMERFELT et al. (1998) quienes mencionan que la velocidad debe ser >15 cm.s<sup>-1</sup>, para asegurar la autolimpieza de los tanques. Además, este valor

se encuentra dentro del rango dado por LOSORDO y WESTERS (1994) (0,5–2,0 veces la longitud total del pez por segundo), lo cual permite que los peces tengan buena salud, tono muscular y buena tasa de respiración.

Otros factores importantes tomados en cuenta para proveer condiciones ambientales esenciales en la cría de las anchovetas capturadas, fueron la coloración de los tanques y la intensidad de luz. Se prefirió utilizar tanques de color negro por cuanto reduce la reflexión de la luz (HARDER Y SUMMERFELT, 1996), ya que se trabajó con peces silvestres que ante condiciones de estrés tienden a ocultarse

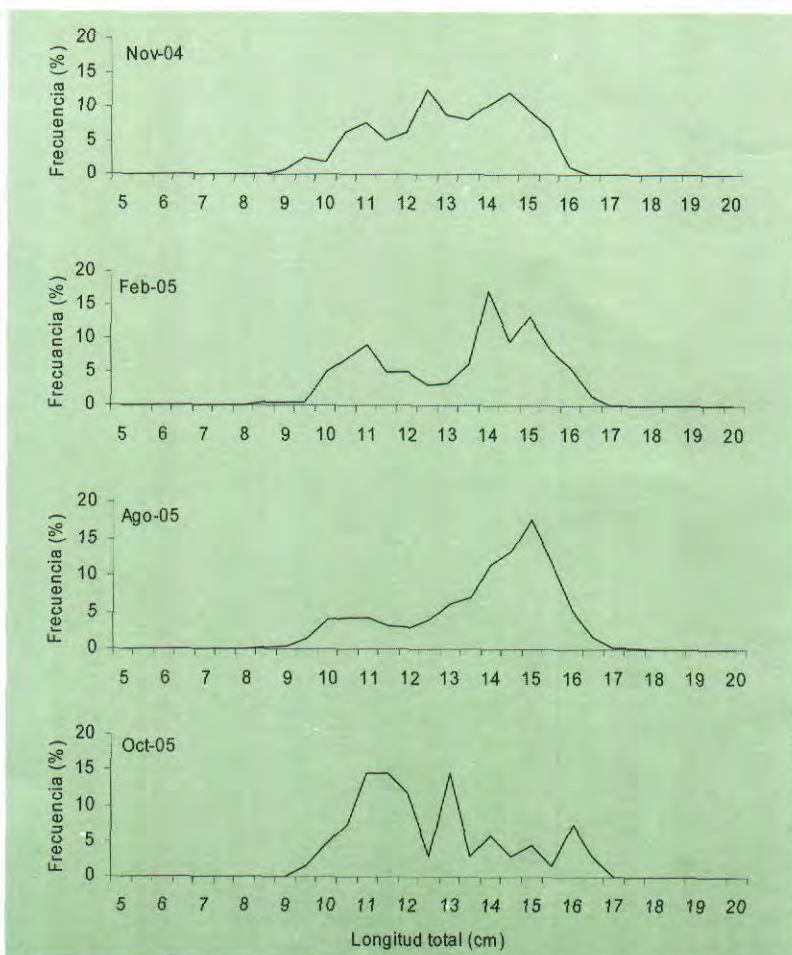


Figura 7.- Frecuencia de tallas de ejemplares vivos de *E. ringens* capturados con red izada y con luces de atracción. Bahías del Callao y Miraflores, Lima. Años 2004 y 2005. Los valores corresponden a frecuencias relativas al total por captura.

o profundizarse, para huir de zonas iluminadas (observaciones en laboratorio).

### Parasitismo

Los peces recién capturados presentaron alto grado de ectoparasitismo (>60%), principalmente por isópodos del género *Cerathotoa*, los cuales fueron controlados completamente mediante baños de formaldehído. Estos ectoparásitos, por medio de sus periópodos, se adhieren fuertemente a la piel y las aletas de los peces, y succionan sus fluidos corporales e incluso desgarrando la piel y músculos de los individuos. Los efectos del parasitismo en peces recién capturados dentro de los sistemas de cría pueden ser variados, desde el debilitamiento del sistema inmune, hasta la reducción de la habilidad para competir por el alimento ó cambios en el comportamiento de natación entre otros (BARBER et al. 2000).

Otro dato importante respecto a la abundancia de estos ectoparásitos, fue que abundaron en las capturas realizadas en la bahía del Callao (principalmente en verano), más que en anchovetas capturadas en los puntos cercanos a la isla San Lorenzo o en las capturas al norte de la bahía del Callao. ESCH y FERNÁNDEZ (1993) mencionan que la distribución de los parásitos marinos está determinada principalmente por masas específicas de agua, lo cual es incluso utilizado por otros autores para identificar poblaciones de peces diferentes (TIMI 2003). El grado de parasitismo de *Cerathotoa* sobre *E. ringens* parece variar incluso en microzonas, y son dependientes de las masas de agua presentes.

En las branquias de los peces recién capturados también se registró diversos porcentajes de prevalencia otros parásitos, tales como: *Caligus* sp. (20%), protozoos (100%) y tremátodos

Tabla 1.- Captura de ejemplares vivos de *E. ringens* mediante el sistema de red izada y atracción con luces. Años 2002 a 2005.

Fecha	Total días de captura	Captura en número de anchovetas		T° (°C)	O <sub>2</sub> (mg/L)	Mortalidad al día 10 (%)
		Total	Anchoveta/día			
Set - 2002	3	411	137			
Feb - 2003	5	1313	263			
Jul - 2003	4	1298	324			25
May - 2004	5	834	166	16,2	2,5	25
Nov - 2004	5	1302	260	14,2	3,1	25
Feb - 2005	6	1933	322	18,2	3,8	40
Ago - 2005	7	3612	516	15,4	2,5	34

monogéneos (100%). El estudio microscópico del hígado reveló la presencia de gran cantidad de centros de melanomacrófagos, que pueden estar directamente relacionados con el estado de salud de los peces (OLABUENAGA 2000).

Además del parasitismo observado, los análisis microbiológicos de individuos con infecciones cutáneas mostraron presencia de *Pseudomonas* sp., *Aeromonas* sp., *Vibrio* sp. y *Vibrio alginolyticus*. Tratamientos realizados con baños de cloranfenicol (12,5 mg.L<sup>-1</sup>) disminuyeron la incidencia de estos patógenos, permitiendo la recuperación de los individuos menos afectados.

### Cautiverio

En cautiverio, la mortalidad total llegó a 35% durante el primer mes del acondicionamiento, fueron críticos los 10 primeros días (promedio 29,8%) (Tabla 1); posteriormente, la mortalidad disminuyó hasta cero. Al parecer, la mortalidad de los peces inmediatamente después de la captura fue debido al estrés ocasionado por la captura misma y al ingreso de peces descamados y parasitados. Este estrés y mortalidad de aquellos peces ocasionó un incremento de amoníaco disuelto en el agua de los tanques, lo cual pudo afectar a los peces ilesos durante la captura.

### Nitrógeno amoniacal no-ionizado

En el acondicionamiento de la anchoveta capturada en el 2005, la concentración de nitrógeno amoniacal no-ionizado se incrementó bruscamente durante los primeros 6 días, y llegó a sobrepasar el límite crítico de 0,01 mg.L<sup>-1</sup>, entre los días 2 y 5. La mortalidad fue elevada durante las dos primeras semanas; alrededor del quinto día llegó a valores máximos y después disminuyó hasta cero, al igual que la concentración de nitrógeno amoniacal (Figura 8). El nitrógeno amoniacal no-ionizado disminuyó como resultado de recambios de agua diarios, hasta que el biofiltro se cargó adecuadamente de bacterias nitrificantes. Una vez estabilizado el sistema, los niveles de nitrógeno amoniacal no-ionizado se mantuvieron por debajo de 0,002 mg.L<sup>-1</sup> a partir del día 20, muy por debajo de los valores recomendados por TIMMONS et al. (2002) en sistemas de cría de peces de agua fría (0,0125 mg.L<sup>-1</sup>).

El nivel de nitritos en el agua estuvo próximo al límite máximo. Este compuesto nitrogenado habría sido poco tóxico para los peces, pues tuvo poca relación con los altos valores de mortalidad. En todo caso, cabe mencionar que su toxicidad en agua de mar es mucho más baja que en ambientes de agua dulce (OLIVAR et al. 2000), posiblemente-



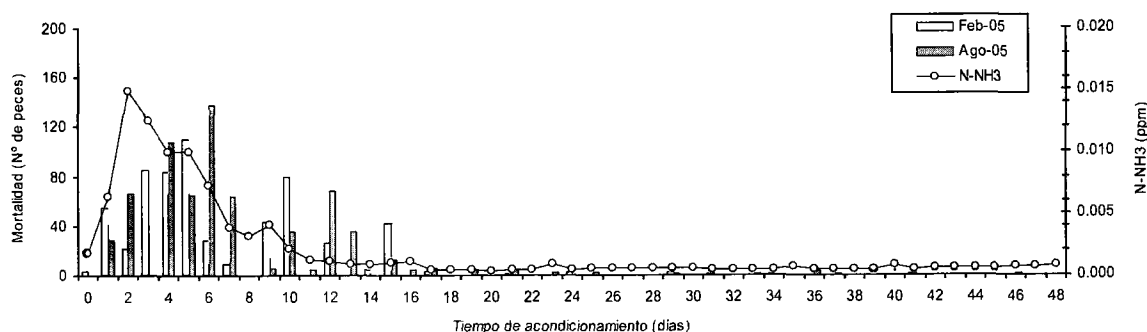


Figura 8.- Mortalidad de individuos de *Engraulis ringens* en cautiverio, y valores de nitrógeno amoniacal no-ionizado disuelto en agua de los tanques de acondicionamiento. Las barras de error representan error estándar.

te por la presencia de iones que impiden que los nitritos afecten el tejido branquial de manera inmediata (COSTA Y FERNÁNDEZ 2002) o que ingresen al torrente sanguíneo, evitando que se obstaculice el transporte de oxígeno al resto de tejidos (DURBOROW et al. 1997), entre otros efectos (SIKAVUOPIO et al. 2004).

El comportamiento de natación en cardumen se observó desde el primer día de estabulación; la aceptación de alimento microencapsulado por los peces ocurrió a partir del tercer día de suministro; parte de este alimento no ingerido se descompone rápidamente y forma compuestos nitrogenados en el

agua de los tanques, ya que se. Al respecto, OLIVAR et al. (2000) atribuyen el incremento de los niveles de amonio a la acumulación de restos de alimentos y al poco tiempo de activación del biofiltro, cuyas bacterias nitrificantes no pueden competir con las bacterias autótrofas abundantes por la materia orgánica acumulada. La entrega de este tipo de alimento fue necesaria a los peces, debido a que parece ser más fácil para los peces adecuarse a un alimento que pueden filtrar. El problema de exceso de restos de alimento fue solucionado incrementando gradualmente la proporción de alimento extruído a la dieta a partir del quinto día de ali-

mentación. Finalmente, aproximadamente a los diez días, el alimento microencapsulado fue excluido de la dieta de los peces.

Entre otras observaciones realizadas, se notó que los juveniles serían más susceptibles al manipuleo y confinamiento en tanques de cría, que los adultos y entre éstos últimos, las más afectadas serían las hembras en estadios reproductivos maduros. Sin embargo, la mortalidad de juveniles disminuyó cuando los peces fueron clasificados por tallas en diferentes tanques, lo cual evidenciaría un efecto negativo, de la presencia de adultos sobre ellos.

## CONCLUSIONES

En general, la metodología utilizada en la captura de ejemplares vivos de anchoveta peruana fue de fácil manejo y el sistema de acondicionamiento en cautiverio permitió controlar los parámetros físicos y químicos del agua. Toda la metodología utilizada nos permitió contar con un 65% del total de peces capturados, para poder realizar las pruebas experimentales.

**AGRADECIMIENTOS.-** Al Biólogo VÍCTOR YÉPEZ PINILLOS, Director de Investigaciones en Acuicultura del IMARPE, por sus sugerencias y la revisión del presente trabajo.

## REFERENCIAS

- BARBER I, HOARE D, KRAUSE J. 2000. Effects of fish behavior: a review and evolutionary perspective. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 10: 131-165.
- BEN-YAMI M. 1990. La atracción de peces con luz. Colección FAO Capacitación, 72 pp.
- BERNARD D, HANSEN P. 1992. Mark-recapture experiments to estimate the abundance of fish. Alaska Department of Fish and Game, Special publication, 92-4, 75 pp.
- COSTA O, FERNANDES M. 2002. Chloride cells changes induced by nitrite exposure in the Amazonian fish. In: Kennedy, C; Kolok, A.; MacKinlay, D. (Org.). Aquatic Toxicology: Mechanisms and Consequences. Vancouver: American Fisheries Society, v. 1, p. 51-61.
- DURBOROW R, CROSBY D, BRUNSON M. 1997a. Nitrite in fish ponds. SRAC Publication, 462.
- DURBOROW R, CROSBY D, BRUNSON M. 1997b. Ammonia in fish ponds. SRAC Publication, 463.
- ESPINOZA P, BERTRAND A. 2006. Revising previous hipótesis on the trophic position and ecological role of the Peruvian anchova (*Engraulis ringens*). En The International Conference The Humboldt Current System, 27 Nov - 1 Dic 2006, Book of extended abstracts: 56-57.
- FUKUHARA A. 1998. Some improvements in the stick-held dipnet for saury fishing. Bulletin from the Hokkaido Fisheries Experimental Station, 2.
- GALLEGOS P. 2003. Estudio comparativo de los parámetros reproductivos de



- hembras de puye (*Galaxias maculatus*) (Jenyns, 1842) silvestres y de cultivo experimental (F1). Tesis de grado para optar el grado de Licenciado en Ciencias de la Acuicultura, Temuco-Chile, 66 pp.
- HARDER T, SUMMERFELT R. 1996. Effects of tank color and size on the success of training walleye fingerlings to formulated feed. En: LIBEY G. y M. TIMMONS, (Eds.). Successes and failures in commercial recirculating aquaculture. Northeast Regional Agricultural Engineering Service (NRAES), NRAES-98, volume 2. Cornell University, Ithaca, New York, 631-636 pp.
- LOSORDO T, WESTERS H. 1994. System carrying capacity and flow estimation. En: TIMMONS, M. y T. LOSORDO. (Eds.), Aquaculture Water Systems: Engineering Design and Management. Elsevier, New York, pp. 9-60.
- NÉDÉLEC C. 1975. Catálogo de artes de pesca artesanal. FAO Doc. Técnico de Pesca, 191 pp.
- OLABUENAGA S. 2000. Sistema inmune en peces. Gayana (Concepc.), 64(2):205-215.
- OLIVAR M, AMBROSIO P, CATALÁN I. 2000. A closed water recirculation system for ecological studies in marine fish larvae: growth and survival of sea bass larvae fed with live prey. *Aquat. Living Resour.* 13(1):29-35.
- PEÑAILILLO J, ARAYA M. 1996. Formation moment and periodicity of the growth microincrements in the otoliths of pejerrey larvae (*Austromegalops maculatus*) maintained in the laboratory. *Investig. mar.*, 24:31-38.
- RIGGERS B. 2003. Calibrating Fall Chinook Spawning Ground Surveys to Mark-Recapture Estimates of Abundance in Coastal Oregon Streams. En: Northwest/Central Valley Adult Salmon Escapement Monitoring Workshop, California, p. 8.
- SIKAVUOMIO S, DALE T, CHRISTIANSEN J, NEVERMO I. 2004. Effects of chronic nitrite exposure on gonad growth in green sea urchin. *Aquaculture*, 242:357-363.
- SUMMERFELT S, TIMMONS M, WATTEN B. 1998. Culture tank designs to increase profitability. En: LIBEY, G. y M. TIMMONS (Editors), Proceeding the second International conference on Recirculating aquaculture. Virginia, pp. 253-263.
- TIMI J. 2003. Parasites of Argentine anchova in the south-west Atlantic: latitudinal patterns and their use for discrimination of host population. *Journal of Fish Biology*, 63: 90-107.
- TIMMONS M, EBELING J, WHEATON F, SUMMERFELT S, VINCI B. 2002. Sistemas de recirculación para la acuicultura. Fundación Chile, Santiago de Chile, 748 pp.
- ZUBIK R, FRALEY J. 1988. Comparison of snorkel and mark-recapture estimates for trout populations in large streams. *North American Journal of Fisheries Management* 8:58-62.