



BOLETIN

IMARPE
Instituto del Mar del Perú

Vol. 19 / Nos. 1 y 2 / Diciembre 2000

TRABAJOS EXPUESTOS EN EL TALLER INTERNACIONAL SOBRE LA ANCHOVETA PERUANA (TIAP). 9-12 MAYO 2000. IMARPE.

BREVE REVISIÓN DE LOS CAMBIOS EN EL DESOVE DE LA ANCHOVETA PERUANA ENTRE 1966 Y 1999

Soledad Guzmán Cárdenas 1

EL MÉTODO DE PRODUCCIÓN DIARIA DE HUEVOS EN LA ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA DESOVANTE DEL STOCK NORTE-CENTRO DE LA ANCHOVETA PERUANA

Patricia Ayón Dejo 7

INTERACCIÓN TRÓFICA MERLUZA-ANCHOVETA: ¿EXISTE REALMENTE IMPACTO POR PREDACIÓN?

Pepe Espinoza 15

CAMBIOS EN LA DIETA DE LA ANCHOVETA *ENGRAULIS RINGENS* Y SU INFLUENCIA EN LA DINÁMICA DE ALIMENTACIÓN

Pepe Espinoza y Verónica Blaskovic' 21

VARIACIÓN ESTACIONAL E INTERANUAL DE LA BIOMASA FITOPLANCTÓNICA Y CONCENTRACIONES DE CLOROFILA A, FRENTE A LA COSTA PERUANA DURANTE 1976 - 2000

Sonia Sánchez Ramírez 29

ASPECTOS REPRODUCTIVOS DE LA ANCHOVETA PERUANA DURANTE EL PERÍODO 1992 - 2000

Betsy Buitrón D. y Angel Perea M. 45

CALLAO, PERÚ

2707
45
8,108

DISTRIBUCIÓN HORIZONTAL DE LA ANCHOVETA PERUANA CON RELACIÓN A VARIABLES AMBIENTALES EN EL PERÍODO 1986 - 2000	
<i>Marceliano Segura Zamudio</i>	55
LAS OPERACIONES EUREKA: UNA APROXIMACIÓN A LA ABUNDANCIA DE ANCHOVETA EN EL PERÍODO 1966 - 1982	
<i>Mariano Gutiérrez T., Miguel Ñiquen, Salvador Peraltilla N. y Naldí Herrera A</i>	83
ANÁLISIS DE LA POBLACIÓN DE ANCHOVETA PERUANA DURANTE EL PERÍODO 1961 - 1999	
<i>Miguel Ñiquen C., Marco Espino S. y Marilú Bouchon C.</i>	103
CAPTURA Y ESFUERZO PESQUERO DE LA PESQUERÍA DE ANCHOVETA PERUANA (<i>ENGRAULIS RINGENS</i>)	
<i>Marilú Bouchon C., Sandra Cahuín V., Erich Díaz A. y Miguel Ñiquen C.</i>	109
PESQUERÍA DE ANCHOVETA EN EL MAR PERUANO. 1950 - 1999	
<i>Miguel Ñiquen C., Marilú Bouchon C., Sandra Cahuín V. y Erich Díaz A.</i>	117
ABUNDANCIA DE AVES GUANERAS Y SU RELACIÓN CON LA PESQUERÍA DE ANCHOVETA PERUANA DE 1953 A 1999	
<i>Elisa Goya Sueyoshi</i>	125
LOS LOBOS MARINOS Y SU RELACIÓN CON LA ABUNDANCIA DE LA ANCHOVETA PERUANA DURANTE 1979 - 2000	
<i>Milena Arias-Schreiber</i>	133
ESTIMADOS DE BIOMASA HIDROACÚSTICA DE LOS CUATRO PRINCIPALES RECURSOS PELÁGICOS EN EL MAR PERUANO DURANTE 1983 - 2000	
<i>Mariano Gutiérrez Torero</i>	139
VARIACIONES ESTACIONALES EN LA DISTRIBUCIÓN Y BIOMASA DE ANCHOVETA ENTRE 1983 Y 2000	
<i>Francisco Ganoza Ch., Pedro R. Castillo V. y Dora Marín S.</i>	157
CARACTERÍSTICAS DEL AMBIENTE MARINO FRENTE A LA COSTA PERUANA	
<i>Octavio Morón Antonio</i>	179

EL MÉTODO DE PRODUCCIÓN DIARIA DE HUEVOS EN LA ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA DESOVANTE DEL STOCK NORTE-CENTRO DE LA ANCHOVETA PERUANA

PATRICIA AYÓN DEJO¹

RESUMEN

AYÓN, P. 2000. El método de producción diaria de huevos en la estimación de la biomasa desovante del stock norte-centro de la anchoveta peruana. Bol. Inst. Mar Perú 19(1-2): 7-14.

Se presenta una revisión de los resultados obtenidos con la aplicación del Método de Producción de Huevos, en los años 1981, 1985, 1990, 1994, 1995 y 1996 para estimar la biomasa desovante de la anchoveta peruana *Engraulis ringens* del stock norte-centro, durante el periodo de máximo desove, que ocurre en invierno. Los estimados de biomasa desovante obtenidos estuvieron entre 1,2 y 8,5 millones de toneladas, con CV entre 0,16 y 0,28. Se determinó que los parámetros más sensibles a las variaciones son la fecundidad, frecuencia de desove y la producción de huevos, afectando significativamente los estimados finales de la biomasa.

PALABRAS CLAVE: método de producción diaria de huevos, biomasa desovante, anchoveta peruana, stock norte-centro.

ABSTRACT

AYÓN, P. 2000. The egg production method to estimate the spawning biomass of the north-central Peruvian anchoveta stock. Bol. Inst. Mar Perú 19(1-2): 7-14.

The author presents a revision of the results obtained with the application of the Egg Production Method, in 1981, 1985, 1990, 1994, 1995 and 1996, to estimate the spawning biomass of the Peruvian anchoveta of the north-central stock, during the winter when the maximum spawning period occurs. The estimated spawning biomasses were between 1,2 and 8,5 millions tons, with 0,16 and 0,28 variation coefficient. The most sensitive parameters to the variations were fecundity, spawning frequency and egg production, and they affect significantly the final biomass estimates.

PALABRAS CLAVE: egg production method, spawning biomass, Peruvian anchovy, north-central stock.

INTRODUCCIÓN

El Método de Producción de Huevos (MPH) es un método directo de evaluación, que permite estimar la biomasa desovante de especies desovadoras múltiples como la anchoveta y la sardina. Se está aplicando de forma permanente en Estados Unidos, España, Portugal, Sudafrica, Chile entre otros. Este método se caracteriza por obtener un estimado absoluto, instantáneo y directo de la biomasa desovante del recurso, y el nombre del método se debe a

que la biomasa deriva de los estimados de la producción diaria de huevos, y la tasa de producción de huevos por unidad de biomasa de la porción de adultos del stock.

Esta biomasa desovante se calcula a partir del modelo que se expone a continuación, el cual incluye las variables que relacionan los parámetros biológicos y reproductivos de la población de adultos.

$$B = \frac{K \text{ PoW}}{\text{FER}}$$

¹ Área de Evaluación de Producción Secundaria - DOB-DGIO. E-mail: payon@imarpe.gob.pe

en donde:

- B = Biomasa desovante;
- K = Constante;
- Po = Producción diaria de huevos;
- W = Peso promedio;
- F = Frecuencia de desove;
- E = Fecundidad parcial;
- R = Proporción sexual.

El Instituto del Mar del Perú aplicó por primera vez este método en 1981, y hasta la fecha se ha ejecutado un total de seis evaluaciones utilizando el MPH, con resultados satisfactorios.

A diferencia de otros métodos, éste tiene la ventaja de poder determinar cada parámetro y la evaluación final de biomasa, proporcionando un estimado instantáneo de producción de huevos y de biomasa desovante. Es el único método que estima biomasa absoluta, donde todos los parámetros son directamente medidos durante el crucero, y en donde cada parámetro se basa en una interpretación biológica y no dependiente de los estimados históricos o de los índices de abundancia.

Son desventajas, el mayor costo que otros métodos y el mayor número de horas/hombre de trabajo.

Aplicación del método de producción de huevos (MPH)

Diseño de muestreo

El diseño de muestreo está dirigido para evaluar el stock norte centro de la anchoveta comprendido entre Punta Falsa (6°S) y Tambo de Mora (14°S) (Fig. 1).

Para obtener mejores resultados, el MPH debe aplicarse durante el periodo principal de desove, con la finalidad de minimizar

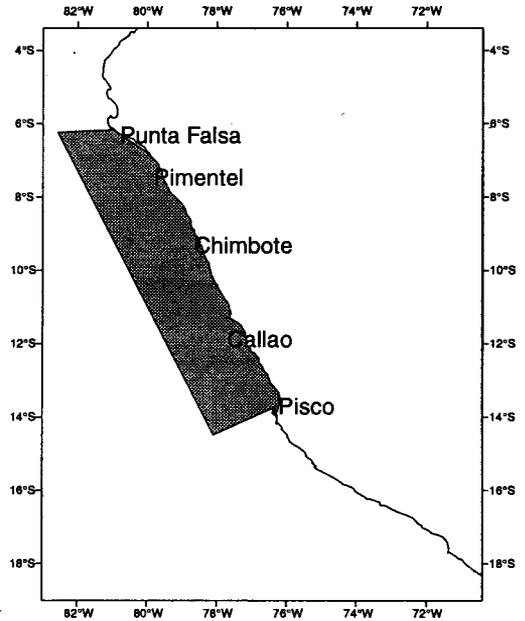


FIGURA 1. Área de evaluación del stock norte centro de la anchoveta mediante el Método de Producción Diaria de Huevos.

las varianzas. Para determinar la fecha de inicio de los cruceros se utiliza la información del índice gonadosomático (macroscópico) y del análisis microscópico de los ovarios. El diseño de los cruceros está basado en un muestreo sistemático creado por SANTANDER *et al.* (1982) consistente en 52 perfiles (cortos de 30 mn y largos de 60 mn), perpendiculares a la línea de costa y con una distancia entre cada perfil de 10 millas. De acuerdo a la presencia de huevos, en las muestras algunos perfiles largos podrían ser prolongados o recortados.

Colección de los huevos

Para la colecta de los huevos se utiliza una red CALVET (SMITH *et al.* 1985) en arrastres verticales con buque parado, desde 70 m de profundidad hacia la superficie.

Colección de los adultos

Los peces se colectan mediante dos tipos de aparejo, red de media agua y red de cerco. En los dos últimos cruceros sólo se usó el primero.

Estimación de los parámetros adultos

Se siguió la misma técnica empleada por SANTANDER *et al.* (1984).

Estimación de la producción diaria de huevos (P_0)

Los huevos se separaron y se les asignó un estadio en función de sus características morfológicas, al cual posteriormente se le determinó la edad utilizando la hora de colección y la temperatura en el momento de su colecta (mayor detalle SANTANDER *et al.* 1984). El P_0 se calculó según el modelo de STAUFFER Y PICQUELLE (1980).

$$P_i = P_0 e^{-z t_i (1-e^{-0.5z})/0.5z}$$

En donde:

P_i = número de huevos de edad t_i durante el intervalo de tiempo (t_i, t_i+1).

ajustado a 12 horas de intervalo

t_i = tiempo (o edad) entre el desove y el intervalo de 12 horas.

z = tasa diaria de mortalidad instantánea de huevos

RESULTADOS Y DISCUSION

Producción diaria de huevos (P_0)

Este parámetro es uno de los que presenta mayor variabilidad interanual. Así, los valores de P_0 (Tabla 1) durante las seis aplicaciones del método mostraron grandes diferencias tanto en su abundancia como en su valor estadístico, originadas fundamentalmente por la distribución y densidad de la biomasa desovante presente en el momento de las evaluaciones.

La mayor producción de huevos se determinó en el invierno de 1995 con 1,9 E+14 huevos/día, y la menor se determinó en 1990 con 3,0 E+13 huevos/día.

Al comparar los coeficientes de variación (CV) (Tabla 1), se observa claramente que en los periodos 1994 y 1995 se dieron los valores más bajos; esto se debió a que los huevos estuvieron densamente concentrados en la zona costera, principalmente entre Pimentel y Casma (Fig. 2), contrario a lo observado durante 1996 cuando se hallaron dos zonas de concentración, una en la región costera y otra en la región oceánica. La zona

Tabla 1.- Parámetros obtenidos para el MPH, en los inviernos 1981, 1985, 1990, 1994, 1995, 1996 para estimar la biomasa desovante de la anchoveta.

Parámetros	1981	1985	1990	1994	1995	1996
P_0	6,49E+13	13,80E+13	3,009E+13	15,12E+13	19,09E+13	10,14E+13
W	25,84	27,23	26,74	23,25	25,59	29,79
E	15.401	14.614	13.487	12.723	12.701	18.495
R	0,56	0,50	0,51	0,53	0,54	0,52
F	0,16	0,06	0,05	0,076	0,12	0,078
B	1.204.191	8.575.453	2.139.817	6.859.552	5.935.581	4.026.763

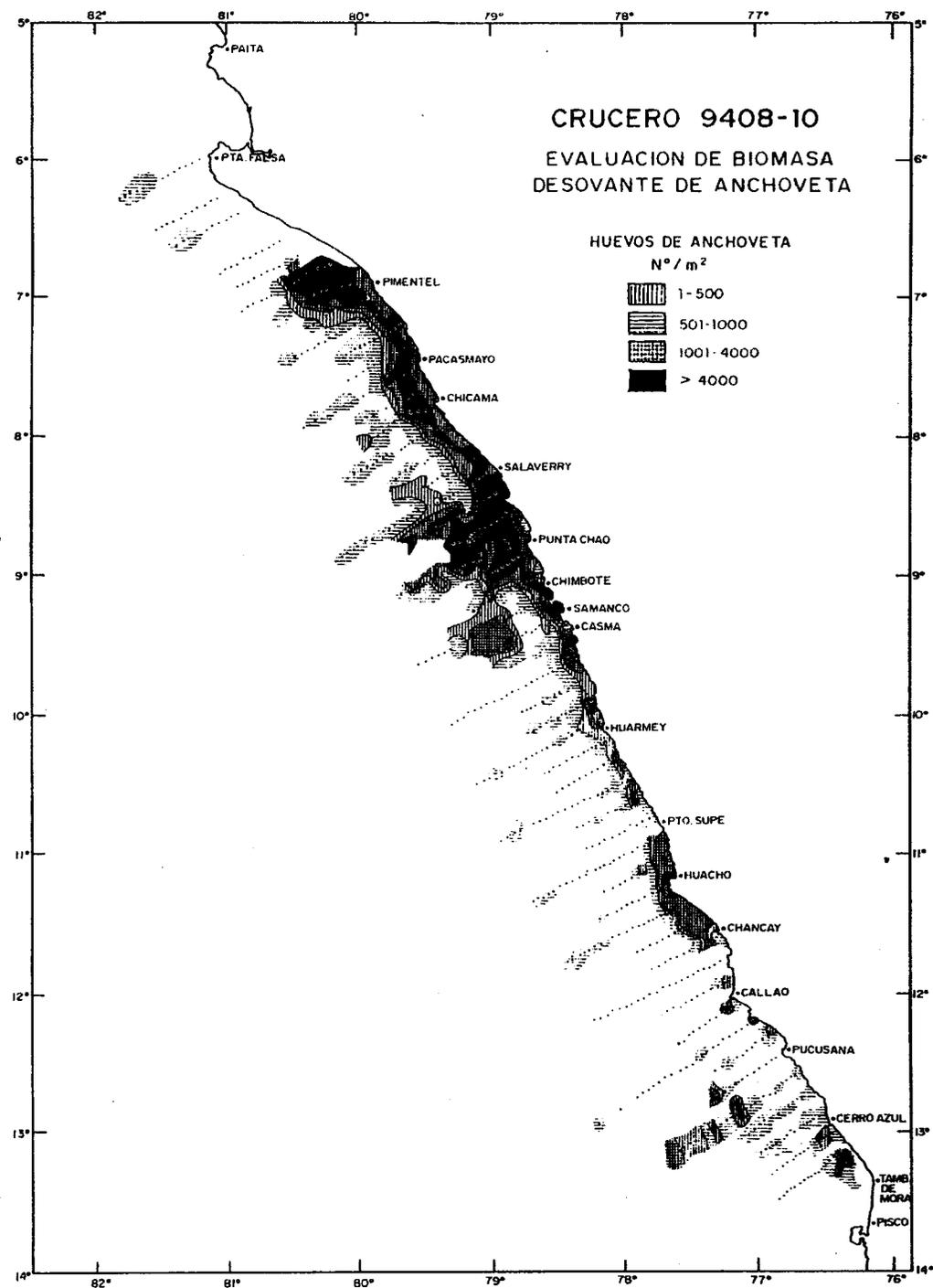


FIGURA 2. Distribución y abundancia de huevos de anchoveta durante el Crucero de Evaluación de Biomasa desovante en invierno 1994.

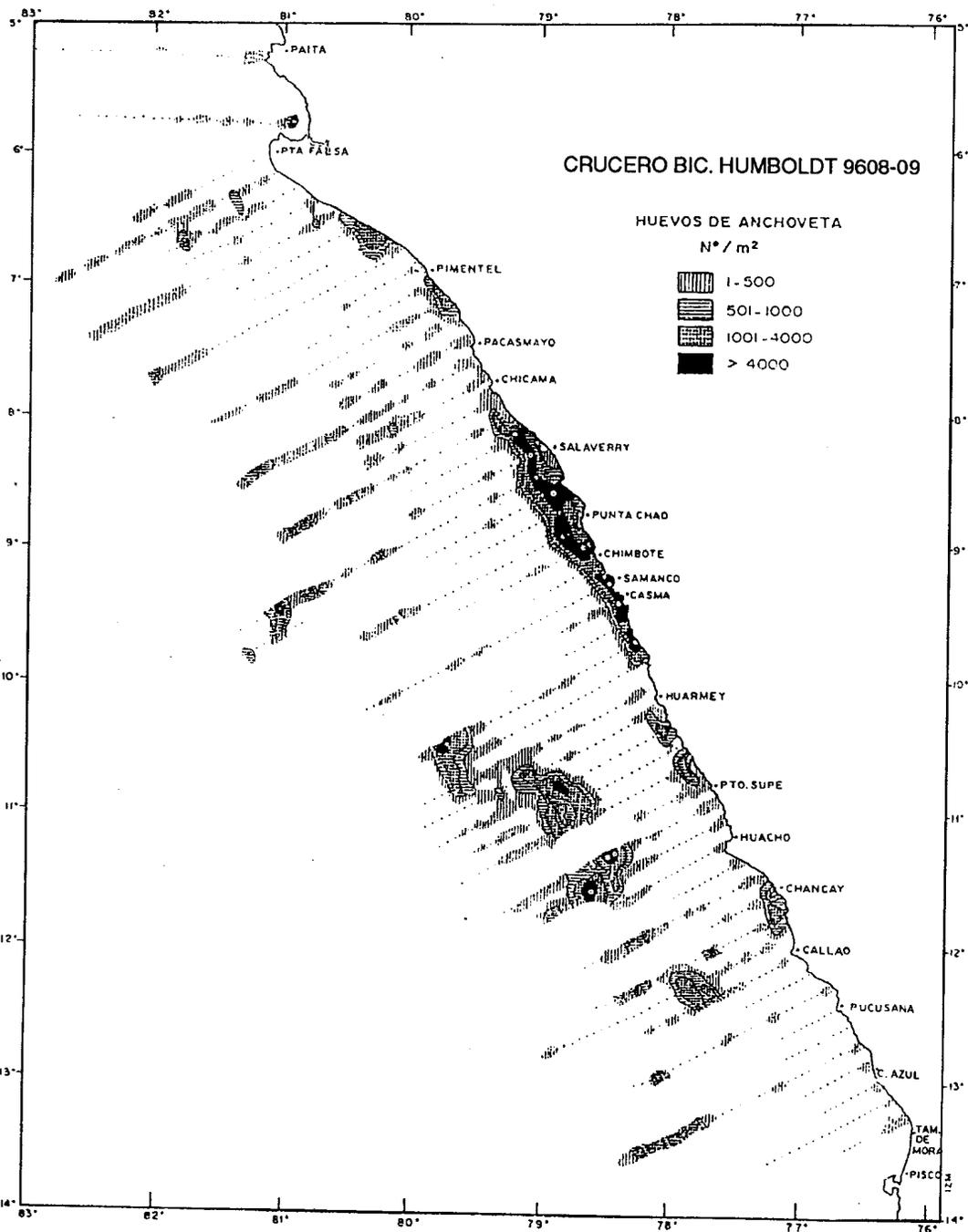


FIGURA 3. Distribución y abundancia de huevos de anchoveta durante el Crucero de Evaluación de Biomasa desovante en invierno 1996. Cr. BIC Humboldt 9608-09.

oceánica no fue totalmente cubierta, pues el recurso se distribuyó por fuera de las 120 millas de la costa (Fig. 3). El mayor CV se observó en 1990 y de acuerdo con CARRASCO *et al.* (manuscrito) este alto valor se debió principalmente a que la región costera no había sido adecuadamente muestreada.

Fecundidad parcial (E)

La fecundidad parcial así como la fecundidad relativa, en casi todas las evaluaciones, han mantenido estimaciones poco variables (Tabla 2 y Fig. 4). Sin embargo, en 1996 se incrementó la fecundidad parcial en casi 6000 ovocitos/peso de hembra. AYÓN Y BUITRÓN (1997)

Tabla 2.- Fecundidad relativa de anchoveta.
(Fuente: AYÓN y BUITRÓN 1997).

Años	Fecundidad relativa	n
1981	577	105
1990	549	43
1994	546	71
1995	472	149
1996	902	259

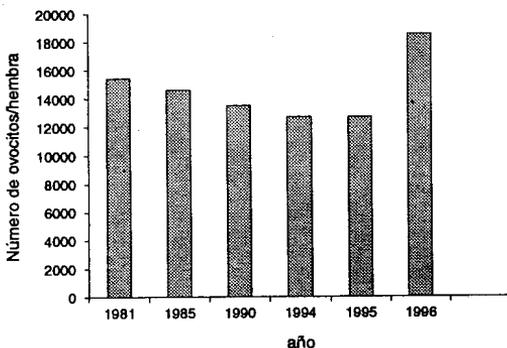


FIGURA 4. Fecundidad de la anchoveta encontrados durante los cruceros MPH.

hallaron que la fecundidad individual por estructura de tamaño tuvo valores altos; es decir, que ejemplares del mismo tamaño tenían fecundidades altas; un caso extremo fue el de individuos de 30 g de peso total con ovarios que pesaban 11 g.

De acuerdo con ALHEIT (1989), la fecundidad relativa es una medida conveniente para comparar variaciones en la fecundidad de peces del orden Clupeiformes. Así, cuando se comparó la fecundidad relativa de la anchoveta, se observó coincidentemente que para 1996 tuvo un incremento de casi el 50% del valor obtenido en los últimos cruceros (Tabla 2). Este incremento probablemente se debió al cambio de dieta alimentaria, dado que la fracción zooplanctónica aumentó en aproximadamente 20% (ALAMO *et al.* 1997) produciendo un mayor aporte calórico y favoreciendo el potencial reproductivo de esta especie.

Frecuencia de desove (F)

DICKERSON *et al.* (1992) consideran que la frecuencia del desove depende en gran medida del periodo reproductivo en el que se estima, encontrándose más alto durante el pico del desove y más bajo en los otros periodos. Asimismo, esta variación, de acuerdo con BUITRÓN Y PEREA (1996), además puede deberse a otros factores como disponibilidad del alimento, reservas energéticas, edad de la población desovante, disminución en el reclutamiento. Por esas razones este parámetro es tan variable y debe ser tratado con mucho cuidado en el momento de su estimación.

ARMSTRONG *et al.* (1988) y MELO (1994) consideraron solamente la información de los folículos post-ovulatorios del día 1, para evitar un problema del sesgo causado por los de mayor edad (día 2).

Tabla 3.- Coeficientes de variación de los parámetros y la biomasa de los cruceros

Parámetros	1981 ⁽¹⁾	1985 ⁽²⁾	1990 ⁽²⁾	1994 ⁽³⁾	1995 ⁽⁴⁾	1996 ⁽⁵⁾
P _o	0,26	Sin datos	0,32	0,09	0,16	0,25
W	0,03		0,03	0,08	0,04	0,01
E	0,04		0,03	0,02	0,04	0,01
R	0,06		0,24	0,22	0,18	0,19
F	0,05		0,05	0,08	0,04	0,05
B	0,28		0,28	0,25	0,16	0,31

(1) SANTANDER *et al.* 1984, (2) CARRASCO y AYÓN 1990, (3) GUZMÁN *et al.* 1995, (4) AYÓN 1996, (5) AYÓN y BUITRÓN 1997

Los valores de frecuencia de desove obtenidos han sido variados, los cuales fluctuaron entre 0,054 a 0,16, rango que debería ampliarse entre 5 y 19% de acuerdo a BUITRÓN Y PEREA (1996). Los CV han estado en un rango entre 0,06 y 0,25 (Tabla 3). En general, el rango de los valores estimados para la anchoveta es similar a los hallados para otros engrúlididos en otros mares del mundo.

Proporción sexual (R)

Este parámetro presentó una variación muy ligera con rango entre 0,5 y 0,56; con un CV muy bajo, menor al 0,08 (Tabla 3). Consideramos que este parámetro es el más estable en comparación con los otros.

Peso promedio (W)

El promedio de peso de hembras maduras ha variado entre 23,5 g y 29,79 g con un CV bastante estable (Tabla 3). Sin embargo, en 1996 se obtuvo el mayor promedio en peso y con el CV más bajo; y esto se debió en parte a la situación explicada anteriormente para la fecundidad parcial. Estas pequeñas variaciones no afectaron las estimaciones finales de la biomasa desovante.

Biomasa desovante de anchoveta (B)

En la Tabla 1 se muestran los estimados de biomasa con sus respectivos valores estadísticos para seis años: 1981, 1985, 1990, 1994, 1995 y 1996. Puede apreciarse que la mayor biomasa desovante de determinó para el invierno de 1985 (8,5 millones t) y la menor se encontró en el invierno de 1981 (1,2 millones t).

En general los CV encontrados estuvieron influenciados por la producción diaria de huevos; sin embargo, en 1994 el CV alto estuvo dado principalmente por la frecuencia de desove, a pesar de que en este periodo el CV del P_o fue bajo en comparación con otros años (Tabla 3). Esto estaría indicando que no solamente el parámetro de la producción diaria de huevos (P_o) influye en el CV sino también es necesario tener mayor precisión en la frecuencia de desove (F).

Otro aspecto importante está dado por los valores de los parámetros; así podemos apreciar, por ejemplo, que en el año 1996, pese a que hubo una alta producción diaria de huevos (P_o), la fecundidad (E) fue alta en comparación con otros años, haciendo que el estimado final de la biomasa desovante (B) disminuyera.

CONCLUSIONES

1. Los parámetros empleados en el Método de Producción de Huevos (MPH) son muy sensibles a los cambios en los estimados de la biomasa desovante (B), por lo que es importante minimizar la varianza, con la finalidad de obtener resultados más precisos.

2. Los parámetros que intervienen en la estimación de la biomasa desovante por el MPH se pueden clasificar en dos grupos: (a) uno cuya estimación no presenta mayores dificultades, bastante precisos como son peso (W) y proporción sexual (R); y (b) otro grupo que presenta muchas dificultades en su estimación y son menos precisos, como son producción diaria de huevos (Po), frecuencia de desove (F) y fecundidad parcial (E), pudiendo afectar de modo muy significativo la estimación final de la biomasa desovante.

REFERENCIAS

- ALAMO, A., P. ESPINOZA, P. ZUBIATE e I. NAVARRO. 1997. Comportamiento alimentario de la anchoveta peruana, *Engraulis ringens*, durante el invierno de 1996. Crucero BIC Humboldt 9608-09. Inf. Inst. Mar Perú 123:38-46.
- ALHEIT, J. 1989. Comparative biology of anchovies, sardines and sprats. Rapp. P.-v. Reun. cons. int. Explor. Mer. 191:7-14.
- ARMSTRONG, M., P. SHELTON, I. HAMPTON, G. JOLLY e Y. MELO. 1988. Egg production estimates of anchovy biomass in the Southern Benguela System. Calif. Coop. Oceanic. Fish. Invest. Report. Vol. 29:137-157.
- AYÓN, P. 1996. Biomasa desovante 1995 del stock norte-centro de la anchoveta peruana *Engraulis ringens*, estimada por el Método de Producción de Huevos. Inf. Inst. Mar Perú 119:27-33.
- AYÓN, P. y B. BUITRÓN. 1997. Estimación de la biomasa desovante del stock norte-centro de la anchoveta por el método de producción de huevos durante el invierno 1996. Inf. Inst. Mar Perú 123:13-19.
- BUITRÓN, B. y A. PEREA. 1996. Frecuencia de desove de la anchoveta peruana *Engraulis ringens* en agosto y setiembre de 1995. Inf. Inst. Mar Perú 119:27-33.
- CÁRDENAS, G., L. ESCUDERO, A. ECHEVARRÍA y J. PELLÓN. 1997. Distribución, concentración y aspectos biológico pesqueros de los principales recursos pelágicos. Crucero BIC Humboldt 9608-09. Inf. Inst. Mar Perú 123: 28-37.
- CARRASCO, S. y P. AYÓN. 1990. Biomasa desovante de la anchoveta y sardina en agosto de 1990. Informe interno del Área de Evaluación de Producción Secundaria. DGOB. DGIO. IMARPE.
- DICKERSON, T., B. MACEWICZ y J. HUNTER. 1992. Spawning frequency and batch fecundity of chub mackerel *Scomber japonicus*, during 1985. CalCOFI Rep. Vol. XXIX:130-140.
- GUZMÁN, S., P. AYÓN y P. PIZARRO. 1995. Biomasa desovante de la anchoveta y condiciones oceanográficas. Crucero 9408-10. BIC SNP-1 y bolicheras. Inf. Inst. Mar Perú 115:1-115.
- MELO, Y. 1994. Spawning frequency of the anchovy *Engraulis capensis*. S. Afr. mar. Sci. 14:321-331.
- SANTANDER, H., P. E. SMITH y J. ALHEIT. 1982. Determinación del esfuerzo de muestreo requerido para el estimado de producción de huevos de anchoveta *Engraulis ringens*, frente al Perú. Bol. Inst. Mar Perú 7(1):5-8.
- SANTANDER, H., J. ALHEIT y P. E. SMITH. 1984. Estimación de la biomasa de la población desovante de anchoveta peruana *Engraulis ringens* en 1981 por aplicación de Método de Producción de Huevos. Bol. Inst. Mar Perú. 8(6):209-250.
- SMITH P. E., E. W. FLERX y R. P. HEWITT. 1985. The CalCOFI Vertical Egg Tow (CalVET) Net. En: An Egg Production Method for Estimating Spawning Biomass of Pelagic Fish: Application to the Northern Anchovy, *Engraulis mordax* (Reuben Lasker, Editor). NOAA Technical Report NMFS 36:27-32.
- STAUFFER, G. D. Y S. J. PICQUELLE. 1980. Estimates of the 1980 spawning biomass of the central sub-population of northern anchovy. Southwest Fisheries Center Administrative Rep. Nº LJ: 80-90.