

FECUNDIDAD DE LA ANCHOVETA *Cetengraulis mysticetus* (PISCES: ENGRAULIDAE) EN LA POBLACIÓN DE LA PARTE INTERNA DEL GOLFO DE NICOYA, COSTA RICA

Kehrson Ruiz G., Jorge Arturo Rodríguez M. y Rosa L. Soto R.

Universidad Nacional. Estación de Biología Marina. Puntarenas

Correo electrónico: jrodrigu@una.ac.cr

RESUMEN

La anchoveta *Cetengraulis mysticetus* es utilizada como carnada por la flota pesquera artesanal tradicional. Se estudiaron sus aspectos reproductivos durante los picos de desove de 1997 y 1998. La talla reproductiva en esa época se estimó en 14,6 cm y la proporción sexual fue de 1:1,2 (machos:hembras). En el análisis de fecundidad, se encontraron hembras maduras entre las tallas de 16,2 y 21,3 cm de longitud. La fecundidad relativa varió de 1.867 oocitos por gramo de pez en el grupo de tallas superiores a 921 oocitos por gramo de pez en el grupo de menor talla. La relación entre el número de oocitos y la talla del pez fue para la fecundidad total de $0,10 * LT^{4,55}$ y para la fecundidad relativa de $0,17 * PT^{1,19}$. Los índices gonadosomáticos fueron calculados para machos y hembras en los diferentes estadios de madurez, obteniéndose los valores máximos en el estadio IV, siendo a la vez mayores en machos que en hembras.

ABSTRACT

The anchovy *Cetengraulis mysticetus* is used as bait by the artisanal fishing fleet. Some reproductive aspects were studied during the spawns of 1997 and 1998. The size of the first maturity for that time was estimated at 14.6 cm and a sexual proportion of 1:1.2 (males:females) was found. The fecundity study yielded mature females of sizes between 16.2 and 21.3 cm of total length. Relative fecundity varied from 1,867 eggs per gram of fish in the bigger fish to 921 eggs per gram of fish in the

group of smaller size. The relation between number of eggs and fish size yielded a total fecundity of $0.10 * LT^{4.55}$ while the relative fecundity was $0.17 * PT^{1.19}$ (PT = total weight). The gonadosomatic index was calculated for males and females in different maturity stages. The maximum values were obtained in the stage IV and were bigger in males than in females.

INTRODUCCIÓN

En Costa Rica, la anchoveta *Cetengraulis mysticetus* es de gran importancia en la flota artesanal tradicional del Golfo de Nicoya. Es utilizada como carnada durante todo el año, especialmente en la época de la veda de la red agallera (RODRÍGUEZ *et al.* 1993). Se ha observado que la carnada está constituida por organismos que todavía no han alcanzado su primer año de edad y, por lo tanto, no han alcanzado la talla de primera madurez (TABASH *et al.* 1995).

Debido a esta razón y a la gran importancia que poseen los engráulidos en la cadena trófica y en el consumo humano, diversos autores (CLARKE 1989, RODRÍGUEZ *et al.* 1986, JACOBSON *et al.* 1994, MILTON *et al.* 1994, 1995 y CASTRO-GONZÁLEZ *et al.* 1996-1997) han utilizado los aspectos reproductivos como una herramienta para conocer el potencial de renovación del "stock" en la explotación. El actual trabajo pretende determinar aspectos reproductivos como fecundidad, talla de primera madurez y la proporción de sexos en

época reproductiva, con el fin de ser utilizados luego en diversos análisis pesqueros.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras de *C. mysticetus* se obtuvieron durante las épocas de desove de 1997 y 1998, en la parte interna de Golfo de Nicoya. Se recolectaron utilizando una red de cerco de 25 brazadas de longitud por 400 mallas de alto, con una luz de malla de 2,54 cm, haciendo cercos en contra de la corriente donde se encontraba el cardumen de anchoveta. Luego se trasladaron en hielo hasta el Laboratorio de Pesquería en la Estación de Biología Marina de Puntarenas, donde se identificaron, y se procedió a la extracción y análisis de las gónadas. La estimación de condición sexual por mes de machos y hembras se realizó por medio de la siguiente clave macroscópica utilizada para sardina por RODRÍGUEZ *et al.* (1986):

- I. **Virgen:** órganos sexuales muy pequeños, justo debajo de la columna vertebral. Testículos y ovarios transparentes, grises o descoloridos. Huevos invisibles a simple vista.
- II. **Virgen madurando:** testículos y ovarios translúcidos, de color gris rojizo. La longitud gonadal es ligeramente superior a la mitad de la cavidad ventral. Los huevos pueden observarse con la ayuda de lentes de aumento.
- III. **Desarrollando:** testículos y ovarios opacos, rojizos con capilares. Ocupan definitivamente la mitad de la cavidad ventral. Los huevos son visibles a simple vista, como gránulos blanquecinos. Testículos de un color rojizo blanquecino. No aparece líquido seminal al presionar. Los huevos son identificables y opacos. Gónadas ocupan los dos tercios de la cavidad ventral.
- IV. **Grávidos:** los huevos y el líquido seminal salen con la presión. La mayoría de los huevos son translúcidos. Pocos huevos opacos que permanecen en el ovario.
- V. **Desovando a agotarse:** las gónadas aún no están completamente vacías. No quedan huevos opacos en los ovarios.
- VI. **Vacíos en recobre:** testículos y ovarios translúcidos, grises-rojizos. Longitud, ocupa la mitad o poco más de la mitad de la

cavidad ventral. Los huevos se pueden observar con la ayuda de lentes de aumento.

Para el análisis de la fecundidad se utilizó la metodología propuesta por PETERSON (1961). Se pesó el pez en estado grávido y se separaron luego cuidadosamente los ovarios de la cavidad del cuerpo. De la muestra de los ovarios se tomó una submuestra, que se pesó a su vez y a la que con un contador manual, bajo un estereoscopio en una caja de Petri, se contó el número de huevos.

El número de huevos contenidos en la gónada (fecundidad total) se calculó como:

$$\text{Fecundidad} = \frac{n * G}{g}$$

donde

n: número de óvulos en la submuestra
G: peso total de las gónadas (expresado en gramos)
g: peso de submuestra (expresado en gramos)

El número de huevos por gramo de pez (fecundidad relativa) se calculó mediante:

$$\frac{\text{Número de oocitos}}{\text{Peso de la hembra en gramos}}$$

Para la estimación del índice gonadosomático (IGS) se siguió el método utilizado por GUTIÉRREZ (1992):

$$\text{IGS} = \frac{pg}{pt}$$

donde:

IGS = índice gonadosomático
pg = peso de la gónada en gramos
pt = peso desviscerado del pez en gramos

Para evaluar las relaciones fecundidad-longitud y fecundidad-peso se graficaron los datos, obteniéndose relaciones exponenciales del tipo $F = a LT^b$, con lo anterior se pudo estimar la relación entre la fecundidad con la longitud de esta especie.

Para determinar el análisis de la edad de primera madurez se aplicó la metodología utilizada

por TRIPPEL y HARVEY (1991) y de acuerdo con NI y SANDERMAN (1984), la longitud puede ser descrita por medio de una línea recta que relaciona la longitud total versus la proporción de individuos maduros. Se calcula con la ecuación:

$$\ln L_i = a + b * \arcsen(\sqrt{pi})$$

donde:

pi: proporción de individuos maduros en la i-ésima clase de longitud

L_i : i-ésima clase de longitud

a y b: son las constantes de la regresión

Así mismo, se puede determinar el intervalo de confianza para la estimación utilizando la siguiente fórmula (SNEDECOR y COCHRAN 1989):

$$\ln L_{50\%} \pm t * S_{y \cdot x} * \sqrt{\frac{\left(1 + \frac{1}{n} + x^2\right)}{\sum x^2}}$$

donde

$L_{50\%}$ = longitud a la cual el 50% de los individuos están maduros

t = valor de la t-Student con n-2 grados de libertad

$S_{y \cdot x}$ = error estándar de la regresión

n = número de observaciones

$\sum x$ = suma de los cuadrados de las desviaciones de las x respecto de su promedio

x^2 = desviación del valor de x utilizado para la estimación del $L_{50\%}$ con respecto al promedio de X

RESULTADOS

Las tallas de los individuos recolectados en la zona de pesca variaron de 8,5 cm la talla mínima a 21,0 cm la talla máxima, con una media de 15,3 cm.

La estimación de la primera madurez se realizó a partir del estado de madurez gonadal II, debido a las características propias de esta especie, donde las gónadas se pueden identificar claramente

y existe seguridad de que se ha iniciado el proceso de reproducción. La talla de primera madurez para *Cetengraulis mysticetus*, en el Golfo de Nicoya, encontrada en este estudio fue de 14,6 ($\pm 3,3$) cm para ambos sexos, mayor a la talla reportada para esta misma especie en el Golfo de Panamá de 11,8 a 13,2 cm y en los otros puntos reportados.

La proporción de hembras con respecto a los machos se probó mediante el método del ji-cuadrado contra la proporción esperada 1:1. La relación encontrada de 1:1,2 ($X^2 = 4,26$, $gl = 1$) machos por hembras no presenta diferencias significativas.

Las 50 hembras maduras (estado gonadal V) utilizadas para obtener los valores de fecundidad, presentaron una distribución de tallas desde 16,21 cm hasta 21,30 cm. Los datos de longitud fueron agrupados en intervalos de clases para estimar la media y la desviación estándar de la fecundidad total (cuadro 1).

En el análisis de la fecundidad relativa, el número mayor de oocitos por gramo de pez encontrado fue de 1.867, mientras que el valor mínimo hallado fue de 921 ± 376 oocitos por gramo de pez. Los valores obtenidos y presentes en el cuadro 1 sobre la fecundidad relativa, con su respectiva desviación estándar, son valores medios del peso total obtenidos a partir del intervalo de clase de longitud total.

En el cálculo de la fecundidad total, la cantidad máxima estimada fue de 129.397 oocitos en una hembra con una longitud de aproximadamente 21,2 cm, mientras que el mínimo fue de 16.957 para una hembra con una longitud 17,8 cm, con una media de oocitos totales de 73.514 ± 4.566 .

La relación fecundidad absoluta/longitud total se estimó por medio de una regresión (figura 1). Se obtuvo la siguiente relación exponencial entre el número de oocitos y la talla del pez:

$$\text{Fecundidad total} = 0,10 * LT^{4,55}$$

Entre la fecundidad relativa y el peso total se obtuvo la siguiente (figura 2) relación exponencial:

$$\text{Fecundidad relativa} = 0,17 * PT^{1,19}$$

Cuadro 1.

Relación entre las fecundidades absoluta y relativa, peso y longitud total.
Valores medios de los intervalos de clase con su respectiva desviación estándar.

Longitud total (cm)	N	Peso (g)	Fecundidad total	Fecundidad relativa
16-16,9	5	55,22	48.498 ± (10.041)	921 ± (227)
17-17,9	25	60,21	48.314 ± (18.284)	805 ± (311)
18-18,9	2	67,00	48.422 ± (11.725)	715 ± (193)
19-19,9	7	100,75	88.015 ± (46.859)	1.152 ± (595)
20-20,9	5	100,75	99.854 ± (14.726)	1.140 ± (405)
21-21,9	5	107,84	106.966 ± (23.355)	1.144 ± (224)

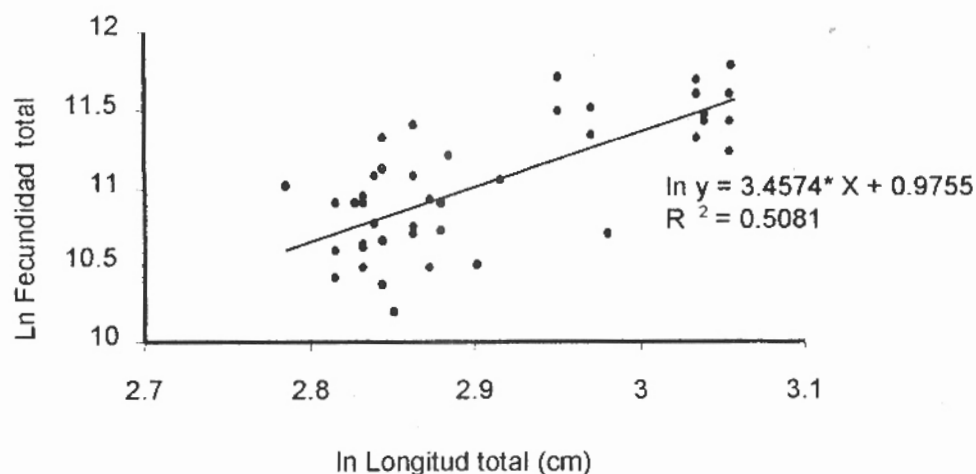


Figura 1. Relación entre fecundidad absoluta y longitud total para *Cetengraulis mysticetus* en el Golfo de Nicoya, Costa Rica.

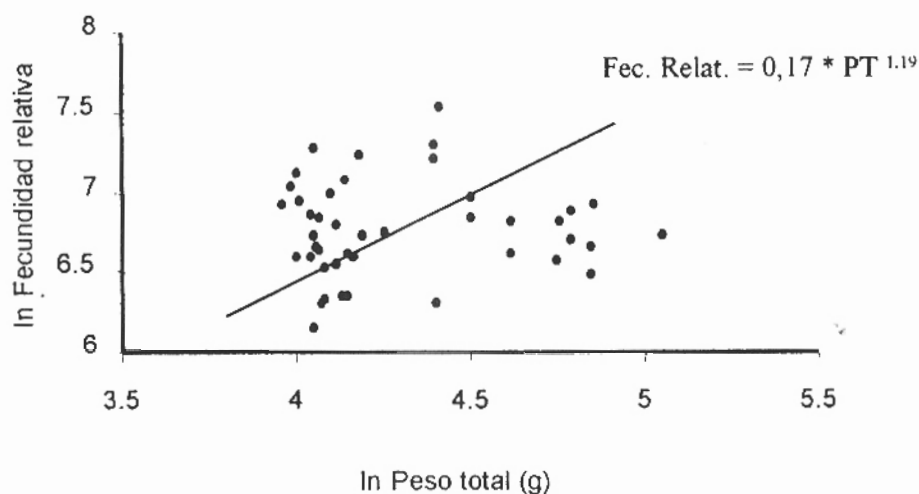


Figura 2. Relación entre la fecundidad relativa y el peso total de *Cetengraulis mysticetus* en el Golfo de Nicoya, Costa Rica.

En las figura 3 se presentan los valores del índice gonadosomático obtenidos para machos y hembras en la época del pico reproductivo. Los valores medios en los machos oscilan entre 0,4 para los estadios II y III, y 0,6 para el estadio gonadal IV, 0,8 para el estadio V, el cual corresponde a machos maduros a punto de desovar, y para los estadios V y VI la media de este índice se ubica alrededor de 0,4. Los valores para las hembras sugieren una relación más estrecha con los valores de los estados de madurez estimados microscópicamente, para los estadios II y III el valor del índice gonadosomático está entre 0,2 y 0,25. Para los estadios IV y V el valor medio se encuentra entre 0,4 y 0,5 aproximadamente, alcanzando en el estadio V su más alto valor. Para los estadios V y VI los valores medios del índice regresan a valores que oscilan entre 0,2 y 0,25, respectivamente.

DISCUSIÓN

Uno de los primeros parámetros biológicos por considerar en el estudio de la población de *Cetengraulis mysticetus* fue el de la talla de la primera madurez, ya que marca el inicio de la vida reproductiva. NI y SANDERMAN (1984) estiman que en este momento, la cantidad de energía utilizada para crecer se traslada a los aspectos reproductivos e inclusive esta es la edad cuando en algunos casos se marcan las migraciones reproductivas. La talla de la primera madurez para esta especie fue

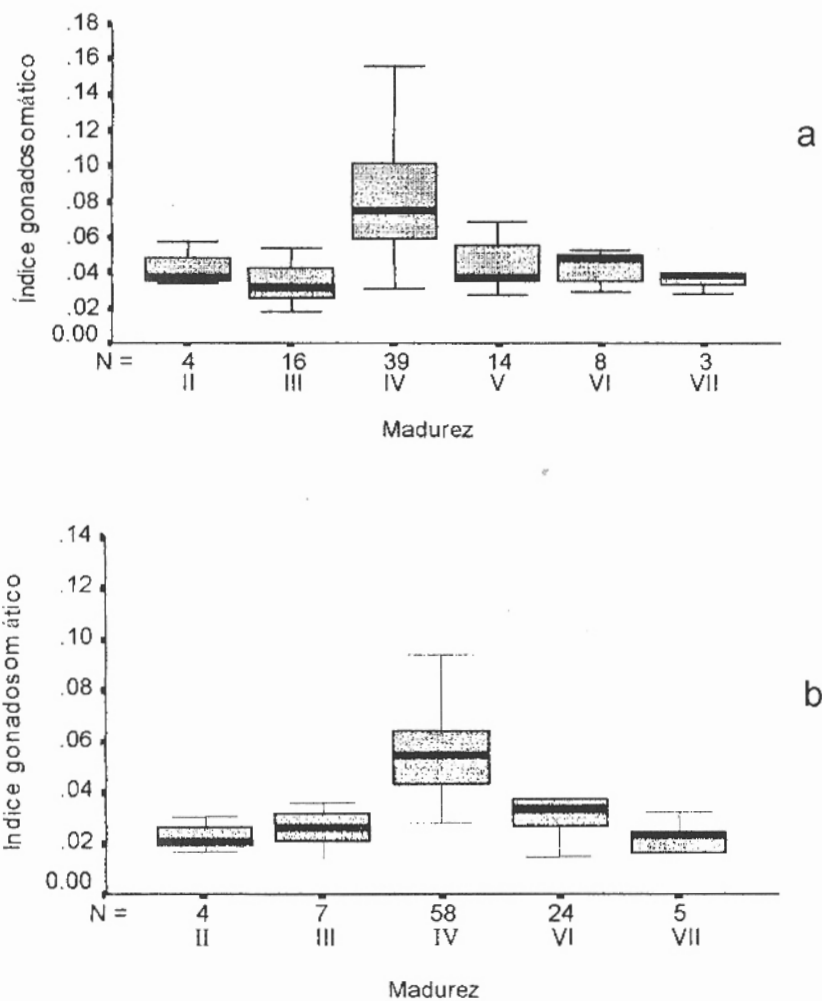


Figura 3. Índice gonadosomático de a) machos y b) hembras de *Cetengraulis mysticetus* en el Golfo de Nicoya, Costa Rica.

estimada en 12,6 cm y correspondió a individuos de un año de edad. Es importante anotar que BAYLIFF (1969) encontró similares valores para otras poblaciones de la misma especie. Ahora bien, se debe aclarar que esta varía, dependiendo de la distribución biogeográfica de la especie pero invariablemente inicia su período de reproducción al año de edad (HOWARD y LANDA 1958, BARRET y HOWARD 1961 y BAYLIFF 1963). La captura de estos individuos por la flota pesquera artesanal se da en tallas no mayores a los 7 cm, ya que estas tallas son las más fáciles de manejar como carnada de la línea de flote. La talla de la primera madurez puede variar grandemente según el estado de

explotación. De acuerdo con el tamaño de la población, la explotación en el Golfo de Nicoya no es de magnitudes tan grandes como las del Golfo de Panamá, pero la explotación se da en individuos prerreclutas, la presión pesquera no es en peces que ya se han reproducido, de ahí la importancia de valorar esta población.

Los individuos de la población de *C. mysticetus*, morfológicamente tienen sexos separados (BAYLIFF 1969), aunque no presentan a la vista una diferenciación sexual. Estudios recientes (RODRÍGUEZ et al. 1993) han demostrado que esta especie, en el Golfo de Nicoya, se reproduce durante todo el año y presenta picos de desove, por lo que es relevante conocer la proporción de sexos en estas épocas del año. De acuerdo con nuestros datos, para el mayor pico reproductivo (julio-noviembre) la proporción sexual no se diferencia de uno a uno (1:1), pero es importante anotar que esta situación no concuerda con lo presentado por BAYLIFF (1969) para otras zonas, ya que en ocho de las nueve áreas estudiadas en el Océano Pacífico tropical los machos son menos abundantes, solamente en el Golfo de Panamá esta relación se invirtió, es decir, se encontraron más machos que hembras (HOWARD y LANDA 1958). Vale la pena recalcar, que el tiempo de los muestreos para el análisis de proporción sexual de estos estudios fue de cinco años, mientras que los datos del presente estudio se obtuvieron en los períodos de máximo desove. Podría decirse que hay una tendencia a agruparse durante este período de máximo desove. Es importante aclarar aquí, que la proporción de sexos puede variar grandemente de mes a mes en una misma área de estudio.

Con los resultados estimados en el presente estudio, se puede decir que esta especie presenta un promedio general de 73.514 oocitos por hembra y un promedio de 942 oocitos por gramo de hembra en estadio V. La interpretación de estos datos se pudo optimizar al separar por grupo de talla de pez. Con esto, la producción de huevos totales por año fue de 48.411 oocitos para hembras maduras que se encuentren entre las tallas de 16-19 cm, mientras

que para las tallas superiores fue de 98.278 oocitos. Caso similar se observa en la fecundidad relativa, la producción de huevos por gramo de pez fue de 814 y 1.145 oocitos con la misma consideración de longitud. Se puede decir, acorde con PETERSON (1961), que los individuos que se están reproduciendo en la parte interna del Golfo de Nicoya son de dos y tres años de edad. Este comportamiento en la producción de oocitos, se ha comprobado para otras especies como *Engraulis capensis* (LECLUS 1979) y *Engraulis mordax* (MACGREGOR 1968 y HUNTER y GOLDBERG 1980).

BERDEGUE (1958) consideró dentro del rango biogeográfico que estas poblaciones se pueden ubicar en dos grandes grupos. Dependiendo de la latitud y de características biológicas se asocian en uno del Norte y otro del Sur. De acuerdo con los resultados referidos a aspectos reproductivos, se puede decir que la población en estudio es característica del Sur. Es importante anotar aquí, que una población de unos quinientos mil individuos procedente del Golfo de Panamá, fue introducida en la zona en la década de 1950 para mitigar los efectos de la desaparición de esta población en la zona por motivos de mareas rojas. Entonces, de conformidad con los planteamientos de PETERSON (1956), podría pensarse que la población del Golfo de Nicoya es producto de un repoblamiento inducido con individuos de la población del Golfo de Panamá y, por lo tanto, muy similares. Esto también conlleva a pensar en la posibilidad de un posible repoblamiento natural por poslarvas y juveniles de la población ubicada en Bahía Coronado (desembocadura del Río Sierpe) en la zona sur de Costa Rica, pero siempre implicaría considerarla una población sureña. Es importante comparar ambos "stocks" y definir su situación filogenética en el futuro.

En próximos trabajos es necesario conocer a fondo las poblaciones de esta especie en el Pacífico de Costa Rica, para analizar el intercambio posible de individuos por medio de sus estadios larvales.

REFERENCIAS

- Barret, I. y V. Howard. 1961. Studies of the age, growth, sexual maturity and spawning of the population of anchoveta (*Cetengraulis mysticetus*) of the coast of the Eastern Tropical Pacific Ocean. *Com. Int. Atún Trop.* 5: 113-187.
- Bayliff, W. 1963. Observaciones sobre la historia natural y la identidad de grupos intraespecíficos de la anchoveta, *Cetengraulis mysticetus*, en el Golfo de Montijo y la provincia de Chiriquí, Panamá. *Com. Int. Atún Trop.* 8: 169-197.
- Bayliff, W. 1969. Synopsis of biological data on the anchoveta *Cetengraulis mysticetus* Günther, 1866. *FAO Fisheries Synopsis* N° 43. 28 pp.
- Berdegue, J. 1958. Comparación biométrica en anchovetas, *Cetengraulis mysticetus* (Günther), de diez localidades del Océano Pacífico oriental tropical. *Com. Int. Atún Trop.* 3: 3-76.
- Castro-González, J.J., H.M. Lizárraga-Rodríguez y O. Chapa-Morales. 1996-1997. Fecundidad de la sardina crinuda *Ophistonema bulleri* (Pisces: Clupeidae) entre las costas de Sinaloa y Nayarit, México. *Rev. Biol. Trop.* 44/45: 659-661.
- Clarke, T. 1989. Seasonal differences in spawning, egg size, and early development time of the Hawaiian anchovy or Nehu, *Engraulis mordax*. *Fishery Bulletin* 87: 593-600.
- Le Clus, F. 1979. Fecundity and maturity of anchovy *Engraulis capensis* of South West Africa. *Fish. Bull. S. Afr.* 11: 26-38.
- Gutiérrez, M. 1992. Técnicas de evaluación cuantitativa de la madurez gonádica en peces. AGT Editores, México. 65 pp.
- Howard, G. y A. Landa. 1958. Estudio de la edad, crecimiento, madurez sexual y el desove de la anchoveta *Cetengraulis mysticetus* en el Golfo de Panamá. *Com. Int. Atún Trop.* 2: 391-467.
- Hunter, J. y S. Goldberg. 1980. Spawning incidence and batch fecundity in northern anchovy, *Engraulis mordax*. *Fishery Bulletin* 77: 621-642.
- Jacobson, L., N. Lo y J. Barnes. 1994. A biomass-based assessment model for northern anchovy, *Engraulis mordax*. *Fishery Bulletin* 92: 711-724.
- MacGregor, J. 1968. Fecundity of the northern anchovy, *Engraulis mordax* Girard. *Calif. Fish. and Game.* 54: 281-288.
- Milton, D., J.S. Blazer y J.N. Rawlinson. 1994. Reproductive biology and egg production of three species of Clupeidae from Kiribati, Tropical Central Pacific. *Fishery Bulletin* 92: 102-121.
- Milton, D., J.S. Blazer y J.N. Rawlinson. 1995. Fecundity and egg production of four species of short-lived clupeoid from Solomon Islands, Tropical South Pacific. *ICES. J. Mar. Sci.* 52: 111-125.
- Ni, H. y E.J. Sanderman. 1984. Size at maturity for northwest Atlantic redfishes (*Sebastes*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 41: 735-746.
- Peterson, C. 1956. Observations on the taxonomy, biology and ecology of the Engraulidae and Clupeid fishes in the Gulf of Nicoya, Costa Rica. *Com. Int. Atún Trop.* 1: 137-280.
- Peterson, C. 1961. Fecundidad de la anchoveta (*Cetengraulis mysticetus*) en el Golfo de Panamá. *Com. Int. Atún Trop.* 6: 55-68.
- Rodríguez, J.A., J.A. Palacios y A. Chavarría. 1986. Fecundidad y época del desove del arenque hebra *Ophistonema libertate* (Pisces: Clupeidae) en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *UNICIENCIA* 3: 87-93.
- Rodríguez, J.A., R. Viquez, J. Asch y M. Durán. 1993. El mantenimiento y transporte de la carnada viva en la pesquería artesanal del Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Actas del Simposio Investigación Acuicola (Acuicultura y Pesca) en Centro América.* pp. 163-170.
- Rojas, J. 1994. Fecundidad, épocas de reproducción y hábitos alimenticios del pargo mancha *Lutjanus guttatus* (Steindachner) (Pisces: Lutjanidae) en el Golfo de Nicoya. Tesis de grado, Escuela de Biología, Universidad Nacional. 89 pp.
- Snedecor, G. y W. Cochran. 1989. *Statistical Methods.* Iowa State University. Ames, Iowa. pp. 149-174.
- Tabash, F., R. Viquez y J.A. Rodríguez. 1995. Stock assessment of the anchovy *Cetengraulis mysticetus* (Pisces: Engraulidae) in the inner part of the Gulf of Nicoya, Costa Rica. *NAGA, The ICLARM Quarterly* 18: 46-48.
- Trippel, E.A. y H. Harvey. 1991. Comparison of methods used to estimate age and length of fishes at sexual maturity using populations of white sucker (*Catostomus commersoni*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 48: 146-149.