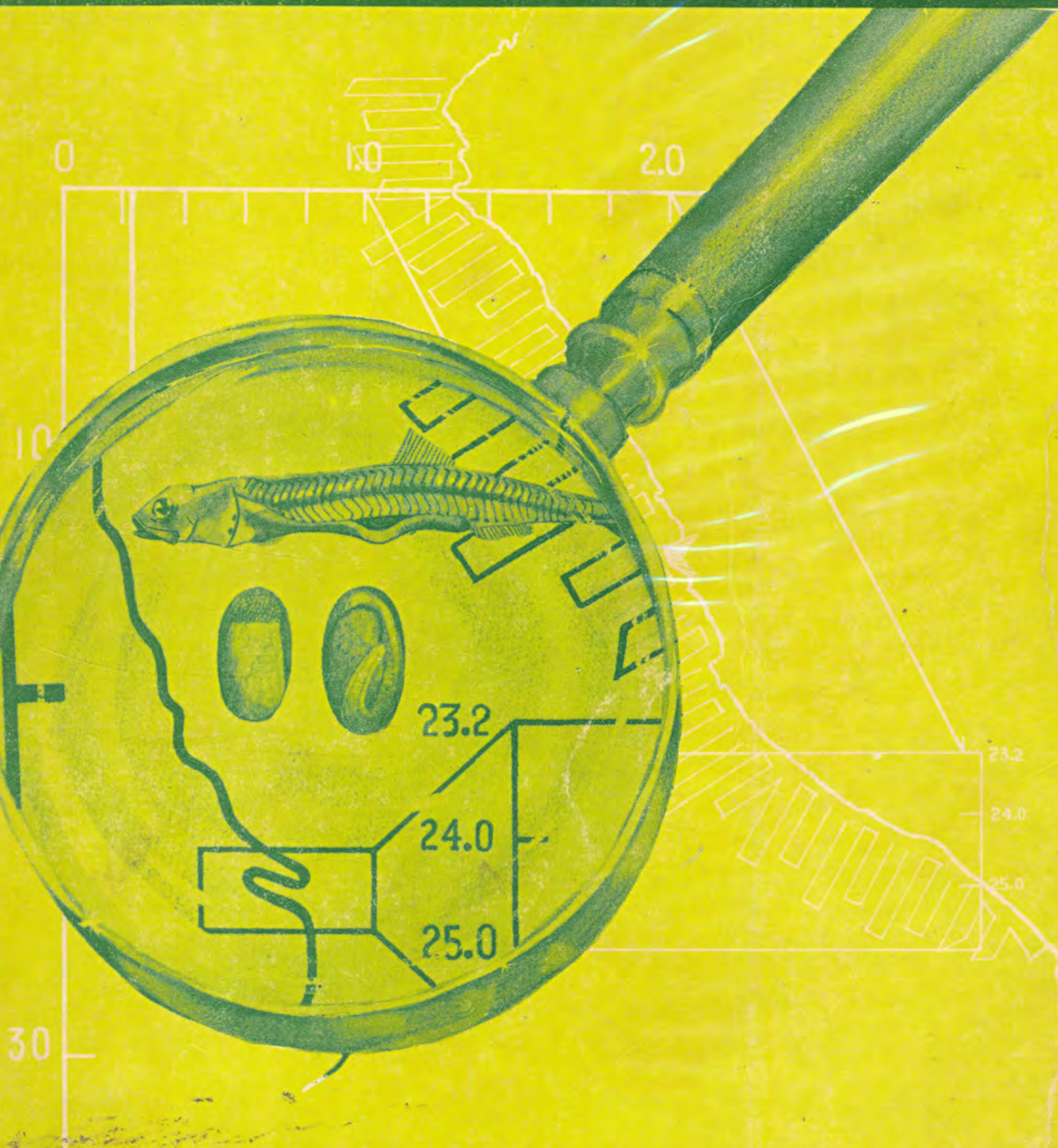




INSTITUTO DEL MAR DEL PERU

# Boletín

ISSN - Q 378 - 7699  
VOLUMEN EXTRAORDINARIO



**INVESTIGACION COOPERATIVA DE LA ANCHOVETA  
Y SU ECOSISTEMA - ICANE - ENTRE PERU Y CANADA  
CALLAO 1981 PERU**

## ESTIMADO DE CONSUMO DE ALIMENTO EN ANCHOVETAS ADULTAS

por:

I. Tsukayama y G. Sánchez de Benites  
Instituto del Mar del Perú

### RESUMEN

Resultados experimentales en acuarios permiten estimar que anchovetas de alrededor de 12 cm y 10 g movilizándose a 12 cm/seg y en temperaturas de 15°C requieren 1419-1811 joules por día para su mantenimiento, crecimiento y desarrollo de sus gonadas; correspondiendo esta energía a una ración de alrededor de 40/o del peso del animal. El 41-520/o de dicha energía se utiliza para el mantenimiento, el 16-270/o para el crecimiento y el 1-40/o para el desarrollo gonadal.

### SUMMARY

From results of aquarium experiments it is posible to estimate that anchovetas about 12 cm and 10 g moving 12 cm/sec at 15°C temperature require 1419-1811 joules per day for maintenace, growth and gonad development, corresponding this energy to about 40/o of the animals weight. Forty one to fifty two percent of said energy is utilized for maintenace, 16-270/o for growth and 1-40/o for gonad development.

### INTRODUCCION

El crecimiento somático y la reproducción son procesos biológicos que tienen lugar cuando la energía adquirida en el alimento excede los requerimientos básicos de mantenimiento del organismo, de acuerdo a su modo habitual de existencia. Ware (1975, 1978, 1980) define a la energía neta almacenada luego que costos de vida como el metabolismo estándar y la actividad han sido descontados. La energía excedente equivale al crecimiento somático de peces sexualmente inmaduros, pero en los maduros representa la energía agregada como sustancias en el cuerpo más la cantidad liberada como productos sexuales durante un período dado.

La presente investigación intenta cuantificar la cantidad de energía que consume una anchoveta adulta para mantenerse, crecer y desarrollar sus gonadas bajo diferentes raciones, mediante experimentos en acuarios.

Este estudio experimental se realizó en los meses de agosto a octubre de 1978, siendo posible su ejecución dentro del marco de investigaciones cooperativas con científicos canadienses y la donación de infraestructura necesaria para tal efecto.

Los resultados obtenidos, aún cuando preliminares y basados en un sólo experimento de corta duración, podrán servir de referencia para el desa-

rollo en IMARPE de este tipo de investigaciones basados en relaciones bioenergéticas, los cuales han adquirido particular interés en las últimas décadas, orientadas fundamentalmente a proporcionar elementos necesarios para la evaluación de las relaciones tróficas, como parte importante de investigaciones integrales de consumo y producción, para fines de modelar los procesos que causan las fluctuaciones de las poblaciones pesqueras.

### MATERIAL Y METODOS

El experimento se llevó a cabo en 5 tanques de experimentación de 500 litros de capacidad cada uno, dotados de un sistema abierto de circulación de agua de mar y control de flujo de agua. En cada tanque se colocaron 8 anchovetas, que previamente estuvieron en tanques de 1000 litros para adaptarse a condiciones de cautividad. Los ejemplares tuvieron una longitud promedio de 11.9 cm y 9.8 g de peso, la temperatura promedio fue de 15°C y la velocidad media de los peces de 12.3 cm/seg.

A cada tanque se suministró una vez por día, raciones nominales equivalentes al 20/o, 40/o, 60/o, 80/o y 100/o del peso húmero de los ejemplares, respectivamente. Luego de dos horas de haber proporcionado el alimento, se absorbieron los

residuos alimenticios no ingeridos por medio de una manguera, los que a su vez eran retenidos por un filtro y luego pesados. La diferencia entre la ración nominal proporcionada y los residuos no ingeridos fue ajustada por un factor de pérdida en la recuperación de los residuos. Para hallar este factor se realizó una prueba colocando diferentes raciones de alimento en tanques separados y sin peces, las que

se recuperaron al cabo de dos horas, filtradas y pesadas. La ecuación obtenida de dicha prueba fue  $Y = 0.98X - 0.53$ , donde Y es el alimento recuperado, X el alimento proporcionado y por tanto X-Y las pérdidas por recuperación. De esta forma se obtuvieron valores más aproximados de alimento ingerido en términos de gramo/día y joules/día (Tabla 1).

TABLA 1.- Información general de experimento sobre consumo de alimento en anchovetas adultas.

TANQUE	Duración del Experimento (días)	Temperatura media (°C)	Velocidad media (cm/seg)	Ración nominal (% peso húmedo del pez)	Alimento ingerido	
					% peso húmedo/pez / día	Joules/día
1	33	15.0	13.9	2	0.5	234.4
2	42	15.0	11.6	4	1.4	656.5
3	24	15.1	11.9	6	1.9	890.9
4	23	15.0	10.9	8	1.9	890.9
5	48	14.9	13.0	10	4.3	1969.4

Joules Calorías x 4.1868.

El alimento consistió en músculo de "pejerrey" molido, cuyo valor calórico fue de 4689 joules/grm.

Para los análisis calorimétricos se empleó la microbomba calorimétrica de Phillipson, sometiendo previamente las muestras a un secado a 60°C por un período de 24 horas.

Para estimar la cantidad de energía asignada al crecimiento y desarrollo de gonadas, se han seguido las definiciones establecidas por Ware (1980).

$$G + R = \gamma F - M$$

donde:

- G = Crecimiento somático
- R = Esfuerzo reproductivo
- G + R = Energía excedente
- $\gamma$  = Eficiencia de conversión neta
- F = Energía ingerida en el alimento
- M = Metabolismo estándar y actividad

Se asumió en 30% las pérdidas fecales, por excreción y por SDA (costo de deaminación de proteínas, grasas y carbohidratos) por lo que el factor de eficiencia neta empleada es de 70%. Sánchez de Benites (este volumen) estima en 64% la eficiencia neta de conversión de alimento para sardinillas juveniles de 7.5 y 8.6 cm y pesos de 4.1 y 3.6 g respectivamente, con temperatura de 17.9 a 20.3°C. Por lo tanto, los valores asumidos de 70% para la anchoveta pueden considerarse razonables.

Para el metabolismo se empleó la ecuación  $M = 132.2 (\text{exp. } 0.035 V + 0.086 T)$  joules/día (información proporcionada por Z. Villavicencio).

## RESULTADOS Y DISCUSION

Solamente los peces mejor alimentados, con un consumo de alimento del 4.3% del peso húmedo del pez, mostraron almacenamiento de energía excedente, en tanto que los ejemplares de los otros tanques tuvieron déficit de energía (Tabla 2).

Tabla 2. Estimados de energía excedente en anchovetas adultas.

Tanque	F Alimento ingerido		0.7 F Energía neta joules/día	M Metabolismo joules/día	G + R Energía excedente joules/día
	% peso húmedo/pez/día	Joules/día			
1	0.5	234.4	164.1	781.2	- 617.1
2	1.4	656.5	459.6	720.8	- 261.2
3	1.9	890.9	623.6	734.7	- 111.1
4	1.9	890.9	623.6	709.4	- 85.8
	2.3	1055.1	738.6	738.6	0
5	4.3	1969.4	1378.6	750.5	+ 628.1

$$M = 132.2 \text{ exp. } (0.035 V + 0.086 T) \text{ joules/día}$$

$$G + R = 0.7 F - M$$

La ración de mantención diaria se estima en 2.30/o del peso húmedo del pez con un valor calórico de 1055 joules/pez/día.

Si se estima la energía excedente a través de la

diferencia de las mediciones calorimétricas de tejido y gonadas, al inicio y final del experimento, se aprecia que los ejemplares de los cinco tanques experimentaron déficit de energía (Tabla 3).

TABLA 3.- Mediciones calorimétricas en anchovetas, al inicio y final del experimento.

TANQUE	Duración del experimento ( días )	Contenido de energía al inicio (joules/pez			Contenido de energía al final (joules / pez )			Perdida día
		Tejido Somático	Gonadas	Total	Tejido Somático	Gonadas	Total	
1	33	47207	476	47683	31308	329	31637	486
2	42	47207	476	47683	33433	236	33689	333
3	24	47207	476	47683	41904	250	42154	230
4	23	47207	476	47683	42459	262	42721	216
5	48	47207	476	47683	41416	304	41720	124

No obstante que los valores de energía excedente de las Tablas 2 y 3 difieren principalmente en cuanto se refieren al tanque con el mayor consumo de alimento (tanque 5) sin embargo están mostrando la misma tendencia, esto es, mayor déficit de energía a menor consumo de alimento.

La determinación de energía requerida para el crecimiento se efectúa directamente a través de mediciones sucesivas del contenido calórico que se adicionan en el tejido, por unidad de tiempo. Sin embargo, se ha intentado efectuar una aproximación, asumiendo que la tasa de crecimiento diario de una anchoveta es de 0.5 a 1.00/o de su peso. Por lo tanto, considerando que la conversión de peso seco a peso húmedo en el tejido somático es de 0.25 y el contenido calorimétrico de 19387 joules/gramo, se obtienen valores de 238 joules/día y 470 joules/día para tasas de crecimiento de 0.50/o y 1.00/o respectivamente.

La determinación de energía asignada a la reproducción, puede efectuarse tanto por mediciones del contenido calorimétrico de las gonadas o de los huevos expulsados (Jones y Johnston, 1977). Para este propósito, se ha efectuado una aproxima-

ción empleando los pesos húmedos de las gonadas inmaduras (estadio II), madurantes (estadio III) y madurez avanzada (estadio IV) de anchovetas con peso somático entre 8.0 y 11.4 g; estos pesos de gonadas fueron de 0.054 g, 0.1469 g y 0.490 g, respectivamente. La conversión de peso seco a peso húmedo de gonadas fue de 0.23 y el contenido calorimétrico de las gonadas es de 22475 joules/gramo. En base a estos datos y considerando que la anchoveta emplea aproximadamente un mes en pasar de un estadio a otro (Einarsson et al., 1966), se estima que requerirá 16 joules/día en pasar del estadio inmaduro a madurante (II al III) y 59 joules/día de madurante a avanzado (III al IV).

En base a estos resultados, una anchoveta de 11.9 cm, 9.8 g, velocidad de desplazamiento de alrededor de 1 cuerpo/seg y temperatura de 15°C, requerirá ingerir diariamente 1419-1811 joules, lo cual le permitirá cumplir con los procesos biológicos de crecimiento y reproducción. Esta cantidad de energía corresponde a una ración del 40/o del peso húmedo del pez.

Cushing (1978) en base a deducciones de contenidos estomacales de anchovetas en que predo-

TABLA 4.-Energía requerida para metabolismo estándar y actividad, crecimiento somático y desarrollo de gonadas en anchovetas adultas.

M	G	R	M+G+R=0.7F	F	M/F	G/F	R/F
Metabolismo standard y actividad (joules/día)	Crecimiento somático (joules/día)	Desarrollo de gonadas (joules/día)	Energía neta (joules/día)	Alimento ingerido (joules/día)			
739	238 (1)	16 (3)	993	1419	0.52	0.17	0.01
739	238 (1)	59 (4)	1036	1480	0.50	0.16	0.04
739	470 (2)	16 (3)	1225	1750	0.42	0.27	0.009
739	470 (2)	59 (4)	1268	1811	0.41	0.26	0.03

(1) Para tasa de crecimiento diario de 0.5% peso húmedo del pez

(2) " " " " " de 1.0% " " " "

(3) Para desarrollar gonadas del estadio madurante a madurez avanzada (III al IV)

(4) " " " " " inmaduro a madurante (II al III)

minó el fitoplancton, considera probable que una anchoveta de 12.5 cm y 13.2 g de peso total consume una ración de alrededor del 50/o del peso húmedo de su cuerpo.

Del total de 1419 – 1811 joules que ingeriría diariamente una anchoveta, el 41-520/o será empleado para el metabolismo estándar y actividad, el 16-270/o para su crecimiento y el 1-40/o para el desarrollo de sus gonadas (Tabla 4).

Los porcentajes mencionados se aproximan a los obtenidos por otros investigadores. Así, Lasker (1970), (citado por Mathisen et al., 1978) estima que entre 0.200/o de la energía ingerida anualmente por la sardina de California será utilizada para el crecimiento, Mann (1965) y Lasker (1970) (citado por Mathisen et al., 1978) indican que la energía para la reproducción representa el 1 – 30/o de la ración ingerida.

No obstante los resultados preliminares obtenidos en esta investigación, resulta particularmente interesante incidir en los aspectos relativos a las variaciones en el crecimiento cuando la energía excedente es utilizada en diferentes formas. Jones

y Johnston (1977) enfocan estos aspectos y sus implicancias en el crecimiento del pez si se varía el tamaño de las gonadas o la edad a la primera madurez y tasas de mortalidad en especies gadoideos.

Ocurrencias de esta naturaleza no son ajenas a la población de anchoveta que ha sufrido notables fluctuaciones en sus niveles de población, habiéndose observado cambios en el peso de sus gonadas y una producción de huevos que declina exponencialmente con el incremento en la biomasa del stock de maduros (Ware y Tsukayama, este volumen).

## AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro agradecimiento al Dr. D.M. Ware y sus colaboradores T. Lambert y J. Mac Ruer del Bedford Institute of Oceanography por el asesoramiento y apoyo brindado. A los señores J. Pellón, J. Zuzunaga, B. Alegre de Haro y A. Alamo, de IMARPE por la toma de informaciones durante la ejecución del experimento.

## REFERENCIAS

- CUSHING, D. 1978. Upper trophic levels in upwelling areas. in *Upwelling Ecosystems*; edited by R. Boje and M. Tomczak. p. 101-110.
- ELNARSSON, H., L. FLORES, J. MIÑANO. 1966. El ciclo de madurez de la anchoveta peruana (*Engraulis ringens* J.). en Memoria del 1er Seminario Latinoamericano sobre el Océano Pacífico Oriental. Univ. Nac. Mayor de San Marcos.
- JONES, R. and C. JOHNSTON. 1977. Growth, reproduction and mortality in gadid fish species. in *Fisheries Mathematics*.
- 1978. Estimates of the food consumption of haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) and cod (*Gadus morhua*). *J. Const. Int. Explor. Mer.* 38 (1) : 18-27.
- HISLOP, J. 1975. The breeding and growth of whiting, *Merlangius merlangus* in captivity. *J. Cons. Inst. Explor. Mer.* 36 (2): 119-127.
- MATHISEN, O., R. THORNE, R. TRUMBLE and M. BLACKBUM. 1978. Food consumption of pelagic fish in an upwelling area. in *Upwelling Ecosystems*; edited by R. Boje and M. Tomczak. p. 111-123.
- TSUKAYAMA I. y M. ALVAREZ. 1981. Fluctuaciones en el stock de anchovetas desovantes durante las temporadas reproductivas de primavera 1964-1978. Este volumen.
- TYLER, A. and R. DUNN. 1976. Ration growth and measures of somatic and organ condition in relation to meal frequency in winter flounder, *Pseudopleuronectes americanus*, with hypotheses regarding population homeostasis. *J. Fish. Res. Board Can.*
- WARE, D. 1975. Growth, metabolism and optimal swimming speed of a pelagic fish. *J. Fish. Res. Board Can.* 32 : 33-41.
- 1978. Bioenergetics of pelagic fish theoretical change in swimming speed and ration with body size. *J. Fish. Res. Board Can.* 35: 220-228.
- 1980. Bioenergetics of stock and recruitment. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37 (6) : 1012-1024.
- and I. TSUKAYAMA. 1981. A possible recruitment model for the Peruvian anchovy. Este volumen.