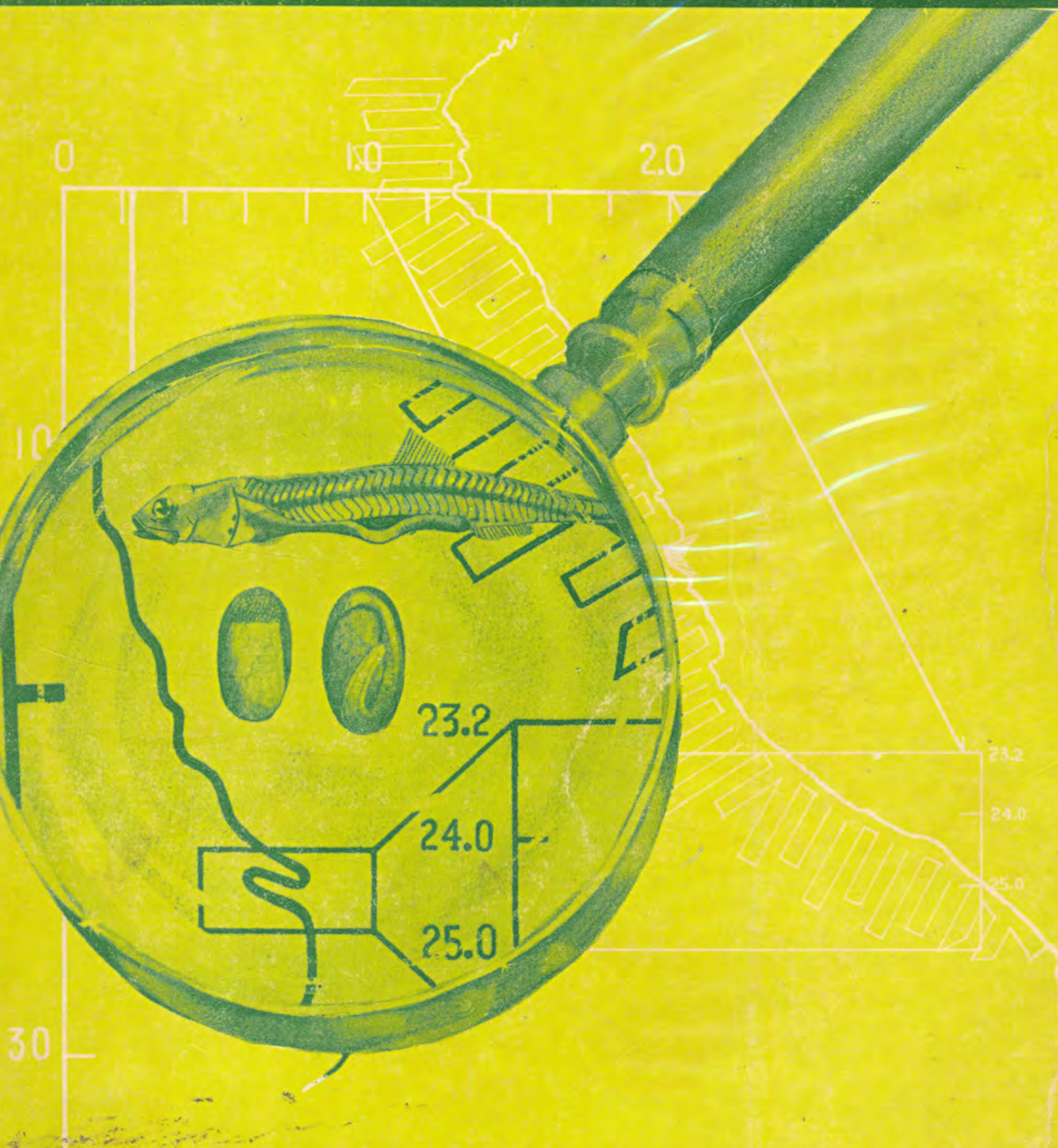




INSTITUTO DEL MAR DEL PERU

Boletín

ISSN - Q 378 - 7699
VOLUMEN EXTRAORDINARIO



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

**ESTUDIO DEL METABOLISMO ESTANDAR, REQUERIMIENTO TOTAL DE
ENERGIA Y ACTIVIDAD EN JUVENILES DE SARDINA
(*Sardinops sagax*)**

por:

Z. Villavicencio, F. Lazo y G. Contreras

Instituto del Mar del Perú

RESUMEN

La determinación del tiempo de fatiga para sardinas de alrededor de 8.5 cm y 3.22 g ha permitido identificar velocidades sostenidas (hasta 4 cuerpos/seg), intermedias (4–10 cuerpos/seg) y máximas (10 cuerpos/seg). El metabolismo estándar fue calculado por extrapolación en 3.76 cal/g/d a 15°C. Se calculó un Q_{10} igual a 3.9. La velocidad óptima de crucero correspondió a 1.18 cuerpos/seg, la crítica a 3.43 cuerpos/seg que posiblemente es una subestimación. Se encontró valores para el metabolismo activo a 14°C en veces el metabolismo estándar: 2.32 a 1 cuerpo/seg, 2.71 a la óptima de crucero, 5.39 a 2 cuerpos/seg y 18 a la velocidad crítica alcanzada (29 cm/seg). En términos de gasto de oxígeno y a temperaturas de 15 a 20°C, el margen de actividad es alrededor de 12 veces mayor si la velocidad se incrementa de 9 a 29 cm/seg. Se ha calculado gruesamente el requerimiento total en varias circunstancias, por ejemplo, en porciento del peso a 15°C y por día con un crecimiento estimado en 10%, a 8.5 cm/seg es del 4.52 y a 29 cm/seg 14.4, porcentajes que suben a 7.0 y 28.5 si la temperatura sube a 20°C.

SUMMARY

Fatigue time determination has been used to identify sustained speed (up to 4 bodies per second), intermediate speeds (4 to 10 b/sec) and maximum speed (10 b/sec) of young sardines of 8.5 cm and 3.2 g average. By extrapolation, the standard metabolism was found to be 3.76 cal/g/d at 15°C. A Q_{10} of 3.9 was calculated. The optimum cruising speed was found to be 1.18 b/sec while the critical speed of 3.43 b/sec found is considered underestimated. Active metabolism values at 14°C came out in times the standard metabolism as 2.32 at 1 b/sec, 2.71 at optimum cruising speed, 5.39 at 2 b/sec and 18 at the critical speed reached (29 cm/sec). In terms of oxygen expenditure and at 15 to 20°C, the margin of activity is about 12 times greater when the speed increases from 9 to 29 cm/sec. The total requirement has been grossly calculated for various conditions as, for example, in percent of the body weight at 15°C with an estimated growth rate of 10%, it is of 4.52 at 8.5 cm/sec and of 14.4 at 29 cm/sec; these percents rise to 7.0 and 28.5 if the temperature goes to 20°C.

INTRODUCCION

A partir de 1972 se ha observado un incremento notorio de las capturas de sardina, jurel y caballa y una disminución de las de anchoveta. Parecería que la sardina sería la principal competidora trófica y de espacio de la anchoveta. Cualquier modelo que trate de explicar lo que está pasando entre anchoveta y sardina, tiene que incluir las necesidades energéticas de estas especies; el presente trabajo aporta conocimientos preliminares de los requerimientos energéticos de la sardina juvenil en relación a su velocidad de natación.

MATERIAL Y METODOS

Entre los métodos para el estudio de las nece-

sidades energéticas aeróbicas, la determinación del metabolismo total es uno de los más rápidos y precisos, siendo el metabolismo total la suma del metabolismo estándar y el activo. Hemos usado los siguientes procedimientos:

Mientras el pez no se fatiga, el metabolismo es solamente aeróbico, por lo que es necesario encontrar la velocidad máxima que desarrolla el pez sin fatigarse; esto lleva a la determinación experimental de los tiempos de fatiga en función de la velocidad. Se consideró que el pez estaba fatigado cuando se apoyaba a la pared de la cámara de natación y era incapaz de abandonarla después de tres shocks eléctricos de 5 voltios. Se determinó la velocidad crítica por el método de Beamish (1975), usando un incremento constante de velocidad (5 cm/seg).

En la curva de fatiga (Fig. 9) la velocidad crítica debe corresponder al punto en que la curva deja bruscamente de ser vertical marcando el final del metabolismo puramente aeróbico; la siguiente porción de la curva, una mezcla de metabolismo aeróbico y anaeróbico, corresponde a la velocidad sostenida; la última porción corresponde a las velocidades altas de predación o escape, con intervención de sólo el metabolismo anaeróbico.

Para cada velocidad mayor que la crítica puede establecerse su tiempo promedio de fatiga: el punto correspondiente al probit 50 (Fig. 7 y 8).

Se hicieron experimentos para 4 rangos de temperatura y 7 velocidades. Se trató de obtener para cada velocidad la temperatura óptima que correspondería al mayor tiempo de fatiga a esa velocidad.

Se determinó la velocidad crítica (V_c) para cada individuo mediante la fórmula (Beamish, 1977, mimeo):

$$V_c = V_i + T_i/T_{ii} (V_{ii})$$

Donde:

V_i corresponde a la mas alta velocidad en cm/seg, obtenida en un período prescrito.

V_{ii} el incremento de velocidad entre períodos (constante)

T_i/T_{ii} la razón entre el tiempo nadado a la velocidad prescrita y el tiempo prescrito (T_{ii} constante).

La velocidad crítica sirve para determinar el metabolismo aeróbico máximo; valores menores de metabolismo se llaman de rutina, y corresponden a velocidades de rutina, entre las cuales es importante reconocer la óptima de crucero, la óptima de pastoreo o la de filtración, etc. El metabolismo de rutina se refiere generalmente a una de estas velocidades (la óptima de crucero en nuestro caso). Velocidad óptima de crucero, es aquella que corresponde a la mayor distancia recorrida, por unidad de energía gastada.

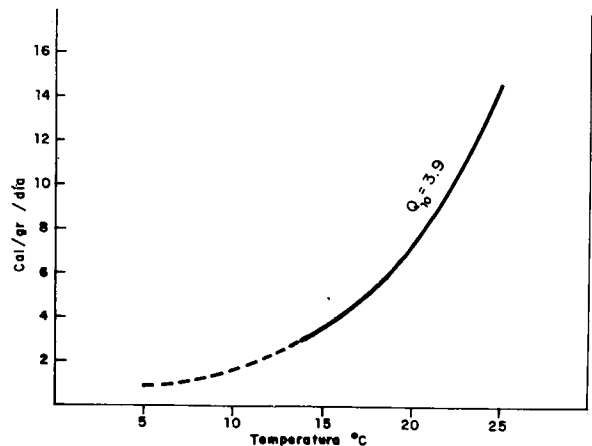
El siguiente paso es la determinación experimental del metabolismo activo mas el metabolismo basal (idealmente con exclusión de otros metabolismos); en la práctica, esto implica trabajar con peces hambreados, ya que otras clases de gastos, como son los relacionados a reproducción, secreciones mucosas y pérdida de escamas, se consideran insignificantes.

Se utilizó sardina de 5.30 - 8.9 cm y 3.22 a 4 g de peso; los peces fueron mantenidos en tanques de 500 lts de capacidad, con un fotoperíodo de 11 horas aproximadamente y se les mantuvo sin alimento durante 24 horas antes de iniciar el estudio. La temperatura del agua de los tanques durante los experimentos fluctuó entre 18 y 22°C en algunos experimentos y en otros se trabajó en el rango de 14 a 20°C.

La cámara de actividad (Brett 1974) (Fig. 1 de Z. Villavicencio, este volumen) está diseñada para recircular el agua, refrigerarla y bajarle la presión para que entre a velocidad controlada a la cámara de natación, usa un motor de 1/3 HP acoplado a una bomba centrífuga.

El objeto del diseño del sistema fue conseguir un patrón estable de velocidad. La turbulencia fue evitada por medio de una rejilla montada en la cámara de expansión, y la velocidad máxima usada fue de 60 cm/seg. Se mantuvo al pez en un mismo lugar colocando mallas al comienzo y al final de la

FIG. 1 Temperatura y metabolismo estándar de juveniles (8.5 cm, 3.2 g en promedio) de sardina peruana.



cámara de natación. El volumen de la cámara de natación fue de 7.225 litros. Se cumplió con el requisito de que el máximo corte transversal de la mayoría de los peces fuese el 100% del corte de la cámara de natación para evitar correcciones en la velocidad de natación.

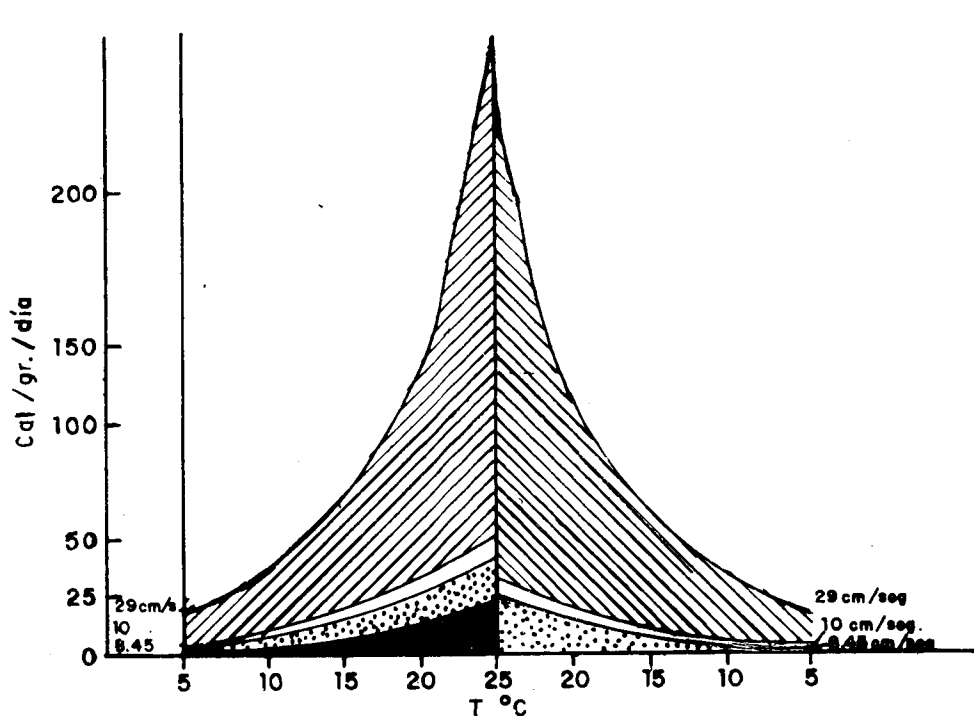
La concentración ambiental de O_2 y la temperatura del agua fueron medidas mediante electrodos sensores. El electrodo de oxígeno fue estandarizado diariamente mediante lecturas previas con el método de Winkler modificado con azida de sodio.

Se trabajó en un rango de velocidades de 1 a 11 cuerpos por seg; durante los experimentos de velocidad crítica, se mantuvo la saturación de oxígeno superior a 6 mg O_2 por litro. El consumo de oxígeno fue determinado para velocidades de 1.17 cuerpos/seg (10 cm/seg), a 3.79 cuerpos/seg (30 cm/seg), con un incremento de 5 cm/seg después de períodos de 30 minutos de performance, seguida de 15 minutos de renovación de agua saturada de oxígeno. La temperatura fue mantenida entre 20 y 21°C, con un sistema cerrado de refrigeración. Se obtuvo un blanco diario que representaba el consumo de oxígeno por hora no atribuible al pez.

RESULTADOS

Aplicable a sardinas juveniles de 8.45 cm y 3.22 g en promedio:

FIG. 2 Izquierda: Metabolismos diarios, de abajo a arriba, estándar, de rutina, óptima de crucero y crítica de juveniles de sardina (longitud y peso promedios como en la Fig. 1). Derecha: Margen de actividad en los niveles mencionados.



Tiempo de fatiga o tiempo de natación a una determinada velocidad necesario para que el 50% de los peces no puedan seguir nadando a dicha velocidad. En la Fig. 7 el logaritmo del tiempo de fatiga, puntos, círculos ó x según la velocidad, ha sido ploteado contra el porcentaje acumulado de peces fatigados (en probits) obteniéndose una relación lineal directa para cada velocidad. En cada línea, el valor correspondiente al corte al nivel del 50% (probit 5) es el F50 que como círculo abierto se ha ploteado contra la velocidad de natación en la Fig. 8, resultando la línea cortada. En la misma figura los puntos corresponden al promedio geométrico del tiempo de fatiga contra la velocidad y se representan por la línea continua. El paralelismo entre las dos líneas es una indicación de la coherencia de los resultados.

La Fig. 9 nos muestra el ploteo de los probits del tiempo de fatiga versus la velocidad alcanzada y se pueden apreciar 2 momentos marcados en la velocidad de 4 y 10 cuerpos/seg, lo que nos sugiere un método para determinar los puntos que pueden corresponder a las velocidades sostenidas (sin cansancio), las velocidades intermedias, y a las máximas.

Metabolismo total y estándar. Usando la fórmula (2) y el método de deducir el metabolismo estándar indicados en Villavicencio Z. 1980, este mismo volumen:

$$Y = a e^c(t) e^d(V)$$

encontramos que el metabolismo estándar para ju-

veniles de sardina es 3.7593 cal g/día a 15°C; para otras temperaturas ofrecemos los metabolismos estándar (basales) en la Tabla 1.

El Q10 obtenido entre 15 y 20°C, 3.9, da la curva de la Fig. 1 un tanto mas alta que la de Krogh (1945) en Wimberg (1960); lo cual podría interpretarse como una desventaja, pero depende como se hace la comparación, pues debe estar dada en individuos de igual peso, mas o menos en las mismas condiciones, para poder sopesar ventajas de sobrevivencia.

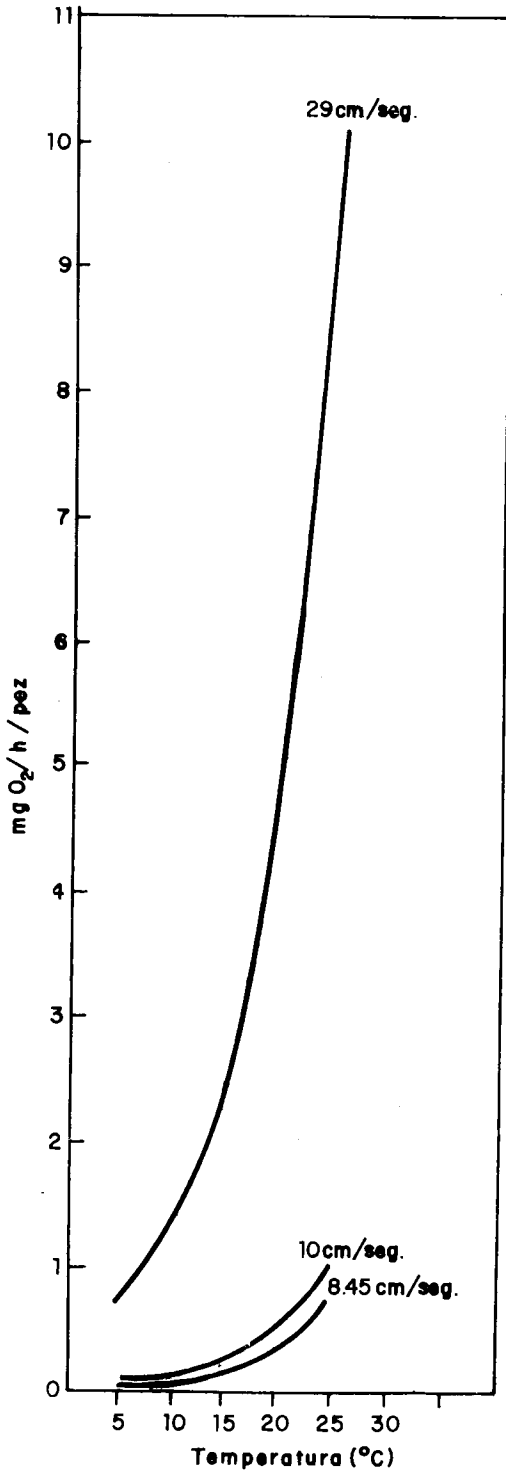
La Velocidad óptima de crucero. Corresponde a 1.18 cuerpos/seg; en la Fig 2 de Z. Villavicencio en este volumen se puede apreciar que a partir de 10 cm/seg la distancia nadada es cada vez menor con el mismo gasto de energía, lo mismo es mostrado en la Tabla 3.

Velocidad crítica. En promedio fue 3.43 cuerpos/seg, pero posiblemente sea mayor; se piensa que el material usado podría no haber sido el óptimo.

El metabolismo activo. Corresponde a 2.32 veces el metabolismo estándar, a niveles de rutina convencional (1 cuerpo/seg); 2.71 veces a la velocidad óptima de crucero, 1.18 cuerpos/seg y 5.39 veces a 2 cuerpos/seg, siendo 18 veces el estándar a la velocidad crítica alcanzada (Fig. 2) (Tabla 2); y puede duplicarse o ser mayor al incrementarse la temperatura de 14 a 20°C.

Margen de actividad. Se define el margen de

FIG. 3 Margen de actividad horario (metabolismo activo menos metabolismo estándar) de la sardina juvenil a las velocidades crítica, óptima y convencional.



actividad como la cantidad de energía que el animal gasta en moverse (la diferencia que hay entre la cantidad de energía gastada en la natación y el metabolismo estándar) (Brett 1964), (Beamish 1975), o la raíz cuadrada de la diferencia (Fry 1957).

Los resultados se muestran en las Figs. 2 y 3,

FIG. 4 Requerimientos totales de energía a diversas temperaturas con un crecimiento diario $G = 10\%$ del peso vs. $E =$ metabolismo activo/metabolismo estándar de juveniles de sardina.

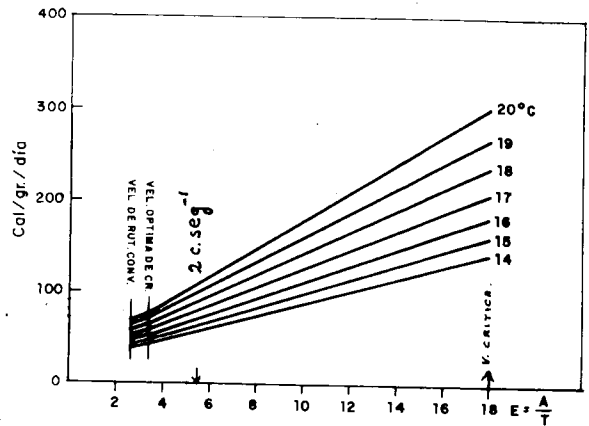
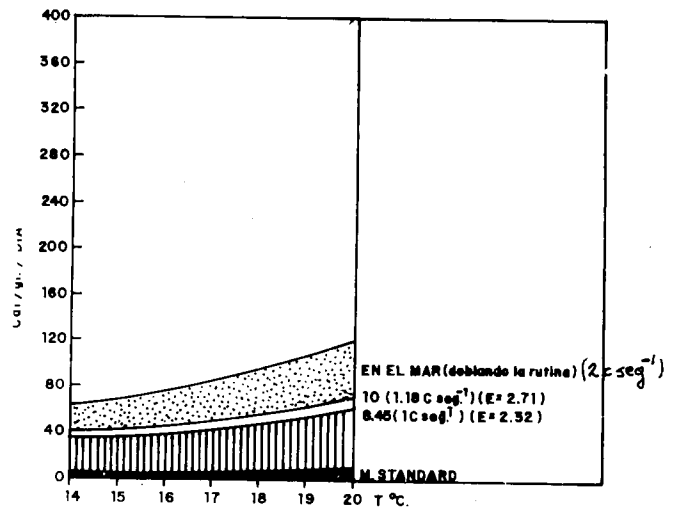


FIG. 5 Energía total requerida de los juveniles de sardina con crecimiento del 10% del peso a diferentes velocidades, comparadas con el requerimiento del metabolismo estándar.



el margen de actividad asciende con la temperatura, tanto a la velocidad de rutina convencional como a la óptima de crucero y a la crítica; a esta velocidad y en la temperatura tomada, se muestra un incremento grande de actividad, no habiéndose observado que esta decrezca hasta los 20°C, lo cual indicaría que la temperatura letal estaría sobre la alcanzada. De igual modo se ha observado que la actividad en los tanques de estos peces no es afectada en ambientes de 2.5 mg O₂ l⁻¹.

Requerimiento Energético total (RET). Se trabajó con el modelo de Warren and Davis (1967):

$$R/W = G/W + S/W + T/W + A/W + L/W + P/W + M/W$$

Fue necesario considerar el crecimiento de la ecuación de Von Bertalanffy, $T_0 = 0.498477$ y $K = 0.35224$ (Samamé 1977), de donde el crecimiento para *Sardinops sagax* de 8.45 cm de long. promedio fue 10% del peso del cuerpo diario, $SDA = 0.3$

FIG. 6 Relación del log del tiempo de fatiga y el orden de fatiga en probits a 5 velocidades diferentes de la sardina juvenil.

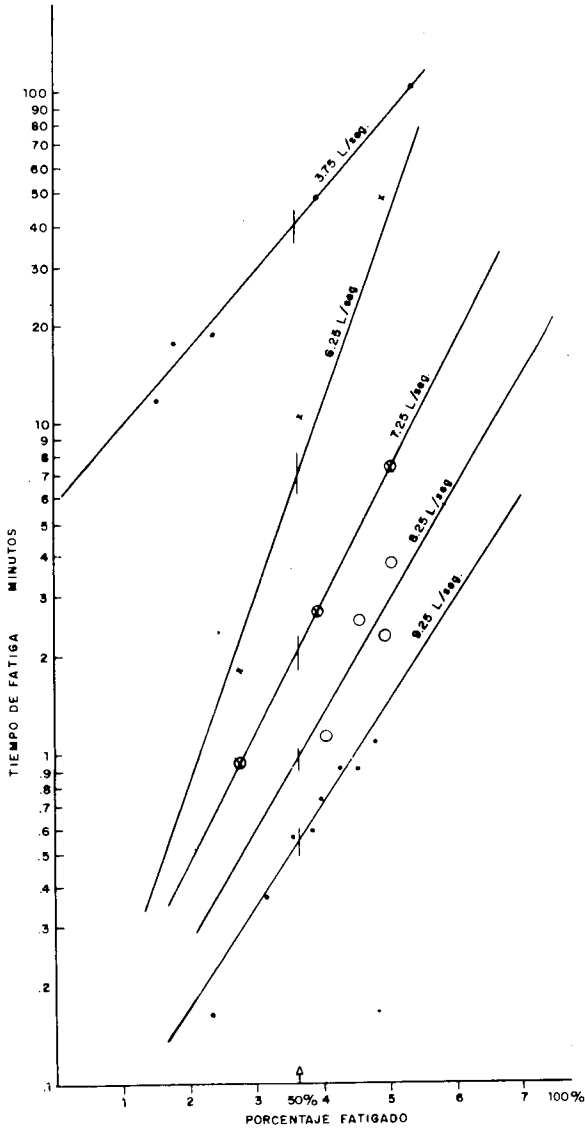


FIG. 8 Curva de fatiga para juveniles de sardina.

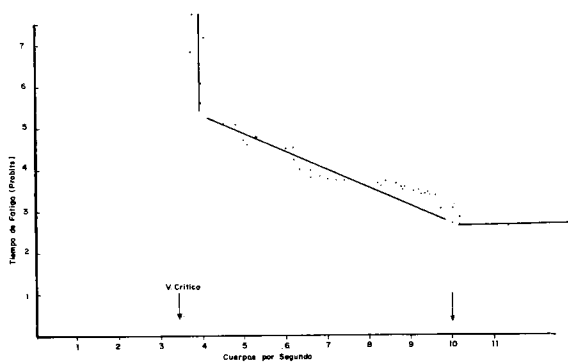


FIG. 7 Relación entre la media geométrica del tiempo de fatiga y la velocidad de natación de sardinas juveniles.

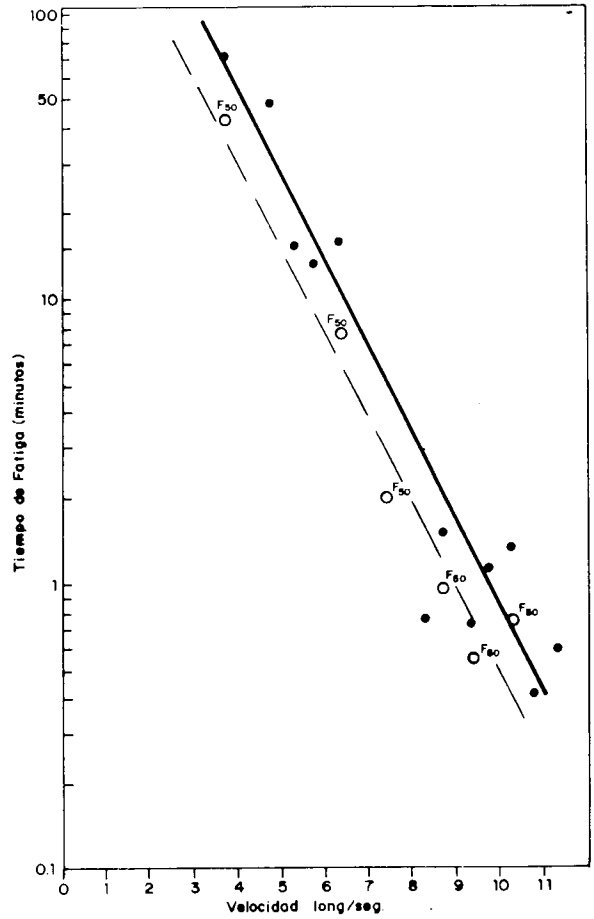


FIG. 9 Energía requerida por km de movimiento a diferentes temperaturas y niveles de actividad de sardinas juveniles.

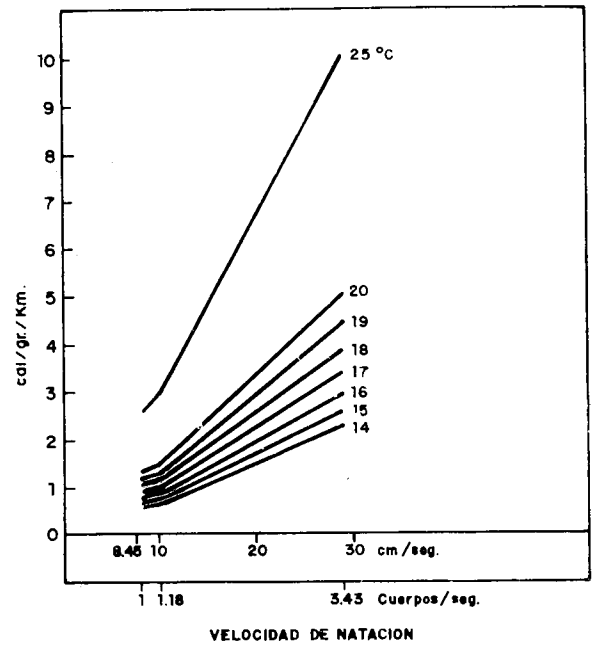


TABLA 1.- Metabolismo estándar a diferentes temperaturas para juveniles de *Sardinops sagax* (8.45 cm, 3.22 g)

T °C	METAB. ESTANDAR mg O ₂ /h/pez	cal/g/día
15	0.15101	3.759
16	0.17414	4.310
17	0.19849	4.941
18	0.22756	5.665
19	0.26089	6.495
20	0.29911	7.446
21	0.34293	8.537
23	0.45075	11.221

TABLA 3.- Cálculo de la velocidad óptima de crucero para *Sardinops sagax* (8.45 cm, 3.22 g) a 15°C según la ecuación múltiple:
 $Y = 0.0005865 e^{0.1367(T)} e^{0.0997(V)}$ joules/seg/pez

VELOCIDAD cm/seg	METABOLISMO joules/seg	V/M cm/joules
3	0.0007910	3792.67
5	0.0009655	5178.66
6	0.001067	5623.24
7	0.001178	5942.28
8	0.001302	6144.39
9	0.001439	6254.34
10	0.001589	6293.27
12	0.001940	6185.57
14	0.002369	5909.67
16	0.002892	5532.50
18	0.003529	5100.60
20	0.004309	4641.45

$\frac{R}{W}$ y $L = 0.2 \frac{R}{W}$ (excreción y heces), $P = 0$ y

$M = 0$, P (energía para reproducción). Para SDA, se consideró la completa catabolización de la proteína (Brody 1945) (Kleiber 1961) (Ware 1975). P y N se les considera insignificantes; T es el metabolismo estándar; A es el metabolismo activo; R es el requerimiento energético total; W es el peso del pez.

En lo concerniente a la actividad se han considerado alternativas tales como en: la rutina convencional (Moore 1975); la velocidad óptima de crucero y la velocidad crítica, a pesar que esta última no parece ser realista para representar actividades normales. Los resultados son expuestos para comparación en Fig. 4, 5, (Tablas 4, 5a, 5b), también se considera la energía total solo para mantenimiento, es decir a cero crecimiento (Tabla 5a) un rango de variación de temperaturas de 14 a 20°C a nivel anual, a grosso modo, por pez (Tabla 5b) y en términos de RET diario referidos al porcentaje del peso del pez (Tabla 4).

Los requerimientos totales de energía para el caso de mantenimiento fluctúan entre 2.18 a 4.97% el peso del pez, considerando una actividad de rutina de 1 cuerpo/seg, pero si se toma la actividad óptima de crucero, el rango es 2.44% a 5.55%; si se considera una actividad de rutina

de 2 cuerpos/seg (Theilacker G. 1980, comunicación verbal), el requerimiento es 5.53 - 11.07% en función del peso del pez, en el rango entre 14 y 20°C.

Para el caso de conseguir un crecimiento de 10% el peso del pez diario, el requerimiento total va de 4.19 a 6.98 considerando una actividad de rutina convencional de 1 cuerpo/seg, pero si la actividad es la óptima de crucero (1.18 cuerpos/seg), va de 4.45 a 7.59%; si como anteriormente tenemos 2 cuerpos/seg como rutina, el rango es 6.38 a 11.96% del peso del pez diario.

Para mantenimiento a la velocidad crítica, entre 14 y 20°C, porcentajes van de 10.22% a 21.46% el peso del pez diario, este nivel de actividad es alto para ser considerado de rutina, pero se lo ha tomado en cuenta por cuanto la velocidad crítica puede significar un máximo de la velocidad sostenida (sin cansancio). Con el crecimiento de 10%, los porcentajes se elevan de 12.51 a 28.50% el peso del pez, en el rango de temperaturas mencionado.

TABLA 2.- Metabolismo activo y margen de actividad (cal/g/día) para *Sardinops sagax* (8.45 cm, 3.22 g), a diferentes velocidades (cm/seg) y temperaturas °C.

METABOLISMO ACTIVO				MARGEN DE ACTIVIDAD		
V	8.45	10	29	8.45	10	29
14	7.61256	8.88648	59.09232	4.33344	5.608	55.81
15	8.72784	10.18752	67.74888	4.96824	6.430	63.99
16	10.00632	11.68092	77.67264	5.69616	7.372	73.36
17	11.47176	13.39153	89.05056	6.53064	8.451	84.11
18	13.15185	15.35376	102.09504	7.48694	9.6897	96.43
19	15.07896	17.60232	117.05043	8.58433	11.1086	110.55
20	17.28731	20.18112	134.19672	9.84124	12.7358	126.75
23	34.24344	39.97488	265.81776	19.49411	25.227	251.06

TABLA 4.- Requerimientos totales de energía diarios para juveniles de sardina en % del peso L = 8.45 W = 3.22 4550 cal/pez⁻¹

Crecimiento = 0.00

		14°C	15°C	16°C	17°C	18°C	19°C	20°C
V	PORCENTAJE							
cm/seg	del peso del cuerpo							
8.45	%	2.18	2.51	2.88	3.22	3.78	4.32	4.98
10	%	2.44	2.80	3.21	3.68	4.22	4.85	5.55
16.90	%	5.53	6.03	6.54	7.54	8.05	10.06	11.07
29	%	10.22	11.53	13.01	14.71	16.66	18.89	21.46

Crecimiento = 1%

8.45	%	4.19	4.52	4.89	5.31	5.79	6.35	6.98
10	%	4.45	4.81	5.52	5.70	6.24		7.59
16.90	%	6.38	7.03	7.77	8.65	9.58	11.09	11.96
29	%	12.51	14.38	16.49	18.91	21.68	24.86	28.50

TABLA 5a.- Requerimientos energéticos de mantenimiento a diferentes temperaturas y niveles de actividad para juveniles de sardina *Sardinops sagax*
L = 8.45 cm y W = 3.22 g G = 0.00

METABOLISMO ESTANDAR

		14°C	15°C	16°C	17°C	18°C	19°C	20°C
kcal/g/día		0.00327	0.003759	0.004309	0.004941	0.005664	0.006494	0.007446

V	E= $\frac{A}{T}$	ENERGIA REQUERIDA PARA MANTENIMIENTO							
cm/seg		14°C	15°C	16°C	17°C	18°C	19°C	20°C	
8.45	2.32	kcal g ⁻¹ día ⁻¹	0.02171	0.02496	0.02861	0.03281	0.03761	0.04312	0.04944
		kcal pez ⁻¹ año ⁻¹	25.52	29.34	33.63	38.56	44.20	50.68	58.11
10	2.71	kcal g ⁻¹ día ⁻¹	0.02426	0.02789	0.03197	0.03666	0.04202	0.04819	0.05525
		kcal pez ⁻¹ año ⁻¹	28.51	32.78	37.57	43.09	49.39	56.64	64.94
16.90	5.39	kcal g ⁻¹ día ⁻¹	0.0550	0.0600	0.0650	0.0750	0.080	0.1000	0.110
		kcal pez ⁻¹ año ⁻¹	63.76	69.55	75.35	86.94	92.74	115.92	127.51

TABLA 5b.- Requerimientos de energía incluyendo crecimiento del 1% para juveniles de *Sardinops sagax* (8.45 cm, 3.22 g), a diferentes temperaturas y niveles de actividad.

		14°C	15°C	16°C	17°C	18°C	19°C	20°C	
METAB. ESTANDAR									
kcal/g/día		0.00327	0.00376	0.0043	0.00494	0.0057	0.0065	0.00745	
V	E= $\frac{A}{T}$								
cm/seg									
8.45	2.32	R.E. diarios kcal/g/día	0.04171	0.04495	0.04861	0.05280	0.05761	0.06312	0.06944
		R.E. anuales kcal/pez/año	49.0218	52.82974	57.1313	62.0558	67.70903	74.1849	81.6128
10	2.71	R.E. diarios kcal/g/día	0.0443	0.04789	0.05197	0.05666	0.06203	0.06819	0.07524
		R.E. anuales kcal/pez/año	52.019	56.2851	61.08034	66.5966	72.9039	80.14371	88.4296
16.90	5.39	R.E. diarios kcal/g/día	0.0634	0.06992	0.0772	0.08562	0.09522	0.1062	0.11888
		R.E. anuales kcal/pez/año	74.549	82.17698	90.7567	100.6292	111.9121	124.8639	139.7197

TABLA 5c.- Energía requerida por kilómetro de movimiento a diferentes temperaturas para juveniles de *Sardinops sagax* (8.45 cm, 3.22 g)

VELOCIDAD			14°C	15°C	16°C	17°C	18°C	19°C	20°C	25°C
c/seg	cm/seg	$E = \frac{A}{T}$								
1	8.45	2.32	0.6019	0.6901	0.7911	0.9070	1.0399	1.192	1.367	2.707
1.18	10	2.71	0.6491	0.7442	0.8532	0.9782	1.1215	1.286	1.474	2.9198
3.43	29	18.02	2.2361	2.5637	2.9392	3.3698	3.864	4.429	5.078	10.059

DISCUSION

Desde nuestro punto de vista es necesaria una comparación de las principales ventajas de una especie sobre otra en presencia de cambios radicales en el ambiente; nos interesa por su repercusión en el reclutamiento. El metabolismo es componente principal del balance energético así como el crecimiento, que conjuntamente relacionados con el alimento nos pueden ayudar a comprender eficiencias en el crecimiento y la reproducción de las especies.

Si tomamos como energía somática inicial de nuestras sardinas juveniles de 3.22 g de peso 4,450 cal pez (Lasker 1970), para *Sardinops caerulea*, el crecimiento anual por pez correspondiente es alrededor de 16.6075 kcal (calculado a groso modo).

Si el metabolismo estándar obtenido a través de los experimentos es de 0.0037 kcal/g/día a 15° C, 4.4183 kcal/pez/año, serán necesarias para el metabolismo basal del individuo y 10.2571 kcal/pez/año para metabolismo activo (un cuerpo por segundo), dato también obtenido de experimentos de lo que resulta que se requiere de un 53.090/o para el crecimiento y 46.910/o para el metabolismo total (31.28 kcal/pez/año), considerando una actividad de rutina "convencional" hay una diferencia con lo encontrado para *Sardinops caerulea*, la que requiere 81.510/o para metabolismo y 18.480/o para el crecimiento (peces más grandes reportados por Lasker 1970), por

otra parte, sería también conveniente mencionar 57.5 kcal/pez/año, como el estimado del gasto total de energía ecológicamente utilizable (a 15° C), es decir, la energía fisiológicamente utilizable mas SDA, heces y excreciones.

En cuanto al metabolismo estándar y el activo, así como a su razón, es decir, la capacidad de actividad encontrada, comparando con trabajos similares puede ser ilustrada en el cuadro incluido. Se ha tomado 19° C como temperatura mas o menos representativa del ambiente de los juveniles.

El metabolismo estándar en el caso de *Sardinops sagax*, fue obtenido extrapolando a cero actividad, no así el de *Sardinops caerulea*, que es el llamado "Calm" e incluye cierta actividad espontánea; siendo así no son estrictamente comparables (de igual manera no lo son por diferencia en peso y longitud de los ejemplares).

El metabolismo activo en el caso de *Sardinops sagax* se caracterizó de acuerdo a velocidades fijas, esto es, 1 C/seg (Vrc), y a las velocidades obtenidas en experimentos, siendo ellas la Vopc y la Vc, difícilmente comparables con el metabolismo activo obtenido para *Sardinops caerulea* (Lasker 1970) por cuanto no se menciona a que nivel de actividad corresponde.

Los requerimientos totales de energía para peces deberán hacerse con un conocimiento propio de la actividad que ellos desarrollan en su medio, para poder tener cálculos precisos. Se conocen muchas publicaciones, Moore (1976) reporta para *Mugil cephalus* y *Mugil curema* una actividad de rutina que va de 0.95 a 2.40 C/seg. así mismo Lasker (1970) para *Sardinops caerulea* reporta 0.3 Km h⁻¹ (0.98 C/seg, de igual manera Beamish (1975) reporta mayores datos para numerosos peces más, etc. No se conocen estudios relacionados con la bioenergética para peces del Pacífico Sur Oriental; estos estudios han permitido en otros lugares conocer parte importante del flujo de energía en el ecosistema y efectos que los cambios ambientales producen en la fisiología y comportamiento de los organismos, por lo tanto en sus poblaciones. Tenemos estudios como los de Sharp G. (1979), Beyer J. (1980) y muchos otros.

Especie	Long.	Peso	Metabolismo	Metabolismo	$E = \frac{A}{S}$	Temp.
	cm	g	Estándar (S) Extrapolado a cero actividad. cal. g ⁻¹ día ⁻¹	Activo (A) cal. g día		°C
<i>Sardinops sagax</i>	8.45	3.22	15.08	*Vrc 15.07 *Vopc 17.6 2 cuerpos/seg 5.39 *Vc 117.05 18.02	1.49 3.96 5.39 18.02	19
<i>Sardinops caerulea</i>	12.2	25	32.06	40.08	1.25	19

*Vrc Velocidad de rutina convencional
*Vopc Velocidad óptima de crucero
*Vc Velocidad crítica

AGRADECIMIENTO

Agradecemos al Dr. W. Beamish por sus en-

señanzas en el inicio del presente estudio, igualmente al Dr. A. Landa por su valiosa revisión y crítica.

REFERENCIAS

- BEYER, J. 1980. Feeding success of clupeoid fish larvae and stochastic thinking. *Dana* Vol. 1, 65-91.
- BRETT, J. 1964. The respiratory metabolism and swimming of young Sockeye Salmon. *J. Fish Res. Bd. Can.* 21 (5) : 1183-1226.
- EDWARDS, R., D. FINLAYSON and Y. STEELE. 1972. An experimental study of the oxygen consumption, growth and metabolism of the cod (*Gadus morhua* L.). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* Vol. 8, pp. 259-309.
- HETLER, W. 1976. Influence of temperature on routine metabolic rate and growth of young Atlantic menhaden. *J. Fish. Biol.* 8 : 55-65.
- JORDAN, R., J. CSIRKE e I. TSUKAYAMA. 1978. Situación de los recursos anchoveta, sardina, jurel y caballa a junio 1978. *Informe Inst. Mar Perú Callao.* (56): 21 p.
- LASKER, R. 1970. Utilization of zooplankton energy by a Pacific sardine population in the California Current. in *Marine Food Chains*; edited by J. H. Steele, Oliver & Boyd Edinburgh. p. 265-284.
- MATHISEN, O., R. THORNE, R. TRUMBLE and M. BLACKBURN. 1978. Food consumption of pelagic fish in an upwelling area. in *Upwelling Ecosystems*; edited by R. Boje and M. Tomczak. Springer Verlag, Berlin, p. 111-123.
- PHILLIPS, J. 1948. Growth of the sardine *Sardinops caerulea* 1941-42 through 1946-47. *Calif. Div. of Fish and Game. Fish. Bull.* 71-83 p.
- SAMAME, M. 1977. Determinación de la edad y crecimiento de sardina *Sardinops sagax sagax*. *Informe Inst. Mar Perú Callao.* 3 (3): 95-112.
- SHARP, G. and R.C. FRANCIS. 1976. Energetics model for the exploited yellow fin tuna *Thunnus albacares* population in the eastern Pacific Ocean, *Fishery Bulletin* Vol. 74: 1.
- WARE, D. 1975. Growth, metabolism and optimal swimming speed of a pelagic fish. *J. Fish Res. Bd. Can.* 32 (1) : 33-41.
- WINBERG, G. 1956. Intensivnost obmena i pischavye potrebnosti ryb. *Nauchnye Trudy Belorusskove Gosudarstvennovo Universiteta imeni V. I. Lenina, Minsk* , 253 pp. [Translation Series Nº 194, Fish Res. Brd. Canada (19160)]