

Inv. Pesq.	34 (2)	págs. 291-298	octubre 1970
------------	--------	---------------	--------------

Constantes eritrocíticas, velocidad de sedimentación y valores bioquímicos de la sangre del *Thunnus thynnus* (L.) durante las fases de maduración sexual y postfrezado*

por

MANUEL GUTIÉRREZ **

INTRODUCCIÓN

Con el fin de ir ampliando los conocimientos sobre la hematología del atún en nuestras condiciones experimentales, recogemos en el presente trabajo los valores de los eritrocitos, hemoglobina, valor hematocrito, constantes eritrocíticas, velocidad de sedimentación, proteinemia, glicemia y uremia de ejemplares procedentes de la costa sudatlántica de España. Existía poca información al respecto. Solamente podemos comparar el valor de la hemoglobina con la del «bluefin tuna» del Océano Pacífico, cuyos datos son dados por BARRET y WILLIAMS (1965), en sus investigaciones sobre diez ejemplares, encontrando una fluctuación comprendida entre los 18,7 y 21,0 gr % con una media de 19,8 gr %. Estos autores no dan la talla de los ejemplares estudiados y usaron en la determinación de la hemoglobina la técnica de ROETS (1940) y COLLIER (1944); de otras determinaciones sólo tenemos las referencias comentadas en un trabajo anterior (GUTIÉRREZ, 1967).

MATERIAL Y MÉTODOS

Las muestras de sangre proceden de atunes de «derecho» y «revés» fases de maduración sexual y postfrezado respectivamente, con una talla media de 180 a 220 cm de longitud zoológica según RODRÍGUEZ-RODA

* Fecha de recepción: 21-IV-1969.

** Laboratorio del Inst. de Invest. Pesqueras. Puerto Pesquero. Cádiz.

(1957) y capturados en las campañas de los años 1966 y 1967. La sangre se extrajo o en la almadraba de Barbate (Cádiz), en ejemplares vivos en las últimas fases de asfixia, sin controlar el sexo, sangría ni el tiempo de «stress» a que estuvieron sometidos en las manipulaciones de pesca, o bien, en la fábrica del Consorcio Nacional Almadrabeto de Barbate en ejemplares muertos con una o dos horas y media de capturados.

Las técnicas de extracción se explican ampliamente en nuestro trabajo anteriormente citado y en otro actualmente en prensa (GUTIÉRREZ, 1969).

Para el recuento de eritrocitos se diluye la sangre con disolución de cloruro sódico al 0,21 M usando para el recuento la cámara de doble retículo de Neubauer y teniendo en cuenta el error inherente a la distribución de células en la cámara. Para la determinación de la hemoglobina seguimos el método de SHEARD y SANFORD (1933), para el valor hematocrito la técnica preconizada por WINTROBE (1948) y la velocidad de sedimentación según la técnica de Westergren usando pipetas de 200 mm de longitud y 2,5 mm de diámetro. Las constantes eritrocíticas determinadas son las siguientes: volumen eritrocítico medio (V.E.M.), hemoglobina eritrocítica media (Hb.E.M.) y la concentración de hemoglobina eritrocítica media (C.Hb.E.M.) expresadas respectivamente en micras cúbicas (μ^3), en micromicrogramos ($\mu\mu\text{g}$) y en tantos por ciento. Las proteínas séricas totales fueron determinadas con la técnica modificada del biuret según GORNELL, BARDAWILL y DAVID (1949), la glicemia (azúcares reductores totales) recogiendo las muestras sobre fluoruro sódico y la técnica del picrato alcalino de Benedict, haciendo las lecturas en un fotocolorímetro con filtro azul de 485 $m\mu$ y, por último, la uremia con el método del hipobromito sódico en un microureómetro de Barron, según GASTON IRIARTE (1950). En los ejemplares cuyas muestras se tomaron en la fábrica, la sangre se precipitó inmediatamente con ácido pícrico y después de centrifugada, el sobrenadante se llevó al laboratorio pasadas unas tres horas, la finalidad de este ensayo era conocer la disminución de la glicemia (glicólisis) en ejemplares muertos por un tiempo variable.

RESULTADOS

Del estudio de los valores medios, recogidos en las tablas I y II y reflejados en las figuras 1 y 2, procedentes de ejemplares de «derecho» y «revés», respectivamente, en los que se extrajo la sangre estando aun vivos y haciendo comparaciones entre las dos fases migratorias según los datos de la tabla III podemos comentar los siguientes hechos: Los eritrocitos, la hemoglobina y el valor hematocrito dan cifras algo más bajas en los ejemplares de «revés» especialmente los eritrocitos, anotando que en los dos lotes no se tiene en cuenta el sexo y hubiera podido pasar

T A B L A I

Número de ejemplares de la fase de «derecho» = N, eritrocitos/mm³ en millones = E, hemoglobina en gramos por ciento = Hb, valor hematócrito en tanto por ciento = V. H., velocidad de sedimentación eritrocítica en la primera (1.^a), segunda (2.^a) y veinticuatro (24) horas y el índice de Katz (I. K.) = V. S. E., 1.^a, 2.^a, 24 e I. K., proteinemia sérica en gramos por ciento = P, glicemia en gramos por mil = G, y uremia en gramos por mil = U. La sangre se extrajo en atunes vivos. Valores medios = X.

N.	E.	Hb.	VH.	V. S. E.				P.	G.	U.
				1. ^a	2. ^a	24	I.K.			
1	3,5	16,5	56	1,0	1,5	32	0,87	5,85	0,95	0,374
2	2,2	15,5	53	1,0	1,5	34	0,87	5,90	1,05	0,202
3	2,6	16,0	54	1,0	1,5	32	0,87	7,10	1,10	0,155
4	3,2	18,9	51	0,5	1,0	26	0,50	7,78	1,00	0,212
5	4,1	20,5	57	0,5	1,5	28	0,62	8,00	1,25	0,210
6	2,3	17,5	53	1,0	2,0	30	1,00	6,35	1,60	0,178
7	2,1	16,6	51	1,0	1,5	30	0,87	5,65	1,24	0,236
8	2,9	17,3	52	0,5	1,0	27	0,50	6,60	0,95	0,191
9	3,1	19,0	51	1,0	2,0	31	1,00	—	1,25	0,225
10	2,5	15,2	50	1,5	2,5	35	1,37	—	1,10	0,150
11	—	—	—	—	—	—	—	—	1,35	—
12	—	—	—	—	—	—	—	—	1,28	—
X	2,85	17,3	52,8	0,9	1,6	30,5	0,85	6,65	1,17	0,213

T A B L A II

Número de ejemplares de la fase de «derecho» = N, eritrocitos/mm³ en millones = E, hemoglobina en gramos por ciento = Hb, valor hematócrito en tanto por ciento = V. H., velocidad de sedimentación eritrocítica en la primera (1.^a), segunda (2.^a) y veinticuatro (24) horas y el índice de Katz (I. K.) = V. S. E., 1.^a, 2.^a, 24 e I. K., proteinemia sérica en gramos por ciento = P, glicemia en gramos por mil = G, y uremia en gramos por mil = U. La sangre se extrajo en atunes vivos. Valores medios = X.

N.	E.	Hb.	VH.	V. S. E.				P.	G.	U.
				1. ^a	2. ^a	24	I.K.			
1	2,05	15,5	50	1,0	3,0	40	1,25	5,52	1,10	0,213
2	2,10	14,8	53	3,0	5,0	46	2,75	6,15	1,32	0,150
3	3,40	17,5	56	1,5	3,0	45	1,50	5,53	1,53	0,114
4	1,95	15,7	43	2,0	4,0	44	2,00	4,10	0,98	0,210
5	2,30	19,2	50	4,0	7,0	59	3,75	5,65	1,12	0,200
6	3,10	15,4	56	2,0	4,0	41	2,00	4,56	1,21	0,245
7	2,50	17,3	49	1,5	2,0	41	1,25	5,72	1,30	0,174
8	2,20	14,8	53	2,0	3,5	45	1,75	4,60	1,14	0,210
9	2,00	15,9	51	2,0	4,0	48	2,00	—	1,10	0,158
10	1,90	16,1	50	1,5	3,0	44	1,50	—	1,25	0,173
X	2,35	16,2	51,1	2,05	3,85	45,3	1,98	5,23	1,21	0,185

T A B L A III

Valores mínimos = m, máximos = M. y medios = X. Desviaciones standard = σ y errores típicos de las medias = ϵ_M correspondientes a los datos de las tablas I y II de los atunes de las fases de «derecho» = D. y de «revés» = R. Las demás abreviaturas corresponden a las empleadas en dichas tablas y en las mismas unidades.

	E.	Hb.	V.H.	V. S. H.				P.	G.	U.
				1. ^a	2. ^a	24	I.K.			
m.	2,1	15,2	50	0,5	1,0	26	0,50	5,65	0,95	0,150
M.	4,1	20,5	57	1,5	2,5	35	1,37	8,00	1,60	0,374
«D» X	2,8	17,3	52,8	0,9	1,6	30,5	0,85	6,65	1,17	0,213
σ	0,64	1,71	2,27	—	—	—	0,26	0,89	0,18	0,063
ϵ_M	0,20	0,54	0,72	—	—	—	0,08	0,31	0,05	0,019
m.	2,0	14,8	43	1,0	2,0	40	1,25	4,10	0,98	0,114
M.	3,4	19,2	56	4,0	7,0	59	3,75	6,15	1,53	0,245
«R» X	2,3	16,2	51,1	2,05	3,8	45,3	1,98	5,23	1,21	0,185
σ	0,51	1,38	3,78	—	—	—	0,77	0,71	0,15	0,038
ϵ_M	0,16	0,43	1,19	—	—	—	0,24	0,25	0,05	0,012

inadvertida cualquier diferencia sexual en relación con la maduración. Respecto a la velocidad de sedimentación, se observa que es más alta a medida que la maduración llega a los últimos estadios, pues mientras que el índice de Katz tiene un valor de 0,85 en la fase inicial, llega a 1,98 en los de «revés» o sea en la fase final o de postfrezado más o menos inmediato. Es probable que este aumento sea mayor en las hembras, al acompañarse de ciertas alteraciones en el fraccionamiento de las proteínas sanguíneas durante la vitelogénesis.

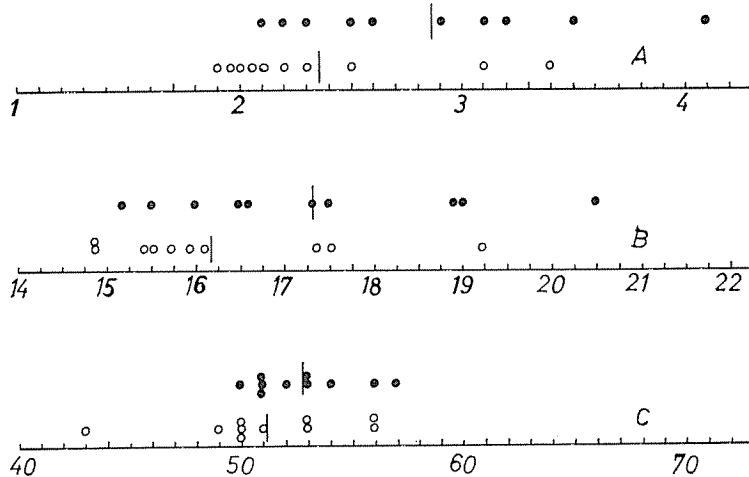


FIG. 1. — Valores individuales correspondientes al número de eritrocitos/mm³ expresados en millones en A, a la hemoglobina en gramos % en B y al valor hematocrito en % en C. Los atunes de «derecho» y de «revés» se representan por círculos negro y blanco respectivamente. Una raya vertical entre los valores indica la media.

La proteinemia total sérica es más baja en los ejemplares de «revés», y quizá las hembras son más afectadas por la influencia que comentamos anteriormente. Estos aspectos son motivo de un trabajo en prensa. También creemos que las cifras encontradas sean algo más elevadas debido al ejercicio muscular y «stress» a que están sometidos los peces durante la captura, originándose cierto grado de hemoconcentración por el paso de agua del plasma a los tejidos. En próximos estudios se verá si existe relación entre el tiempo transcurrido y los valores hallados en los primeros y últimos ejemplares capturados en una misma manipulación de pesca.

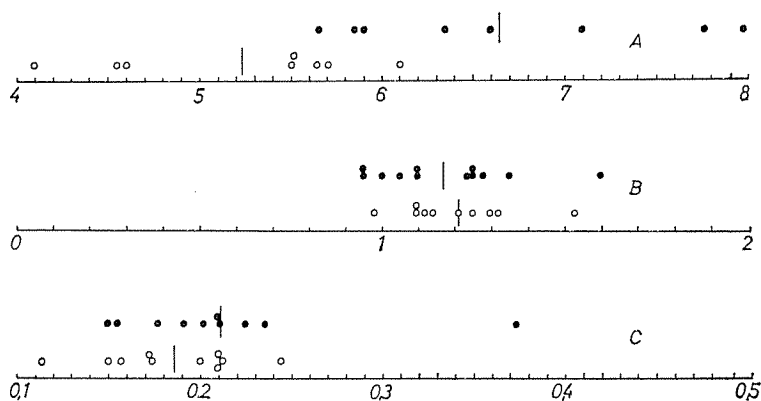


FIG. 2. — Valores individuales correspondientes a la proteinemia en gramos % en A, a la glicemia en gramos ‰ en B y a la uremia en gramos ‰ en C. Los demás signos tienen igual significado que en la figura 1.

Los valores correspondientes a la glicemia y a la uremia no presentan manifiestas variaciones entre las dos fases migratorias. El estado de excitación («stress») en ambas fases, debe influir sobre los valores del dintel de la glicemia, al crearse una compensación inicial entre el mayor consumo de glucosa por el organismo y la glucogenolisis favorecida por el ejercicio, tendiendo hacia un equilibrio (homeostasis) de la glicemia que daría un dintel algo elevado, aunque transitorio y regulado por la rápida función del hígado. Durante este estado aparecerían fenómenos de interferencias en el metabolismo anaeróbico de la glucosa, junto a la liberación de ácido láctico a partir del glucógeno muscular, lo que daría lugar a una alteración del pH plasmático por desequilibrio acidobásico desviado hacia la acidosis, que podría llegar incluso a lesionar a las células por salida de enzimas líticos localizados a nivel de los lisosomas, situación que recordaría en parte a la de «schock», como enfermedad molecular, de Schumer y Sperling. En este estado de compromiso metabólico habría cierta tendencia a disminuir el volumen sanguíneo con retención de proteínas. Es de interés apuntar que en estas circunstancias de acidosis,

TABLA IV

Valores medios de las constantes eritrocíticas: volumen eritrocítico medio en micras cúbicas = V.E.M. (μ^3), hemoglobina eritrocítica media en micromicrogramos = Hb.E.M. ($\mu\mu\text{g}$) y concentración de hemoglobina eritrocítica media en tanto por ciento = C.Hb.E.M. (%) obtenidas a partir de los valores medios de los eritrocitos = E, de la hemoglobina = Hb. y del valor hematócrito = V.H. dados en la tabla III correspondiente a atunes de las fases de «derecho» = D y de «revés» = R.

	E.	Hb.	V.H.	V.E.M.	Hb.E.M.	C.Hb.E.M.
«D»	2,85	17,3	52,8	185	60	32
«R»	2,35	16,2	51,1	217	68	31

TABLA V

Número de ejemplares de la fase de «derecho» = N, glicemia en gramos por mil = G y uremia en gramos por mil = U, indicándose por ♂ y ♀ el sexo correspondiente. La sangre se extrajo entre una y dos horas y media de postmortem. Los valores medios = \bar{X} .

N.	G. ♂	G. ♀	U. ♂	U. ♀
1	0,40	0,66	0,290	0,144
2	0,66	0,40	0,200	0,191
3	0,72	0,73	0,155	0,300
4	0,63	0,66	0,212	0,210
5	0,53	0,75	0,178	0,150
6	0,33	0,40	0,223	0,190
7	0,66	0,73	0,192	0,200
8	0,73	0,43	0,200	0,144
9	0,53	0,40	0,191	0,191
10	0,53	0,66	0,210	0,144
11	0,73	0,53	0,144	0,200
12	0,80	0,62	0,210	0,125
X	0,60	0,58	0,200	0,182

también aparecería un aumento de las medidas de los eritrocitos y de su volumen medio, motivado por un desplazamiento hidrosalino en dirección plasma-eritrocito, originándose emigraciones de agua y cloriones hacia dichas células, según el fenómeno de Zuntz-Hamburger. Estos aspectos serán tratados más extensamente en un futuro.

En la tabla IV damos los valores medios de las constantes eritrocíticas, llamando la atención acerca de los resultados correspondientes a la concentración de la hemoglobina eritrocítica media, que no hemos observado supere al 36-37 %, lo que indicaría y es dato curioso, que la concentración de saturación de la hemoglobina en el atún se mantiene en ciertos límites de saturación completa o máxima en los eritrocitos. Por último, en la tabla V se observa el fenómeno de glicólisis postmortem, quedando bien reflejado en la figura 3, donde se comparan los valores obtenidos en muestras de sangres de ejemplares vivos con los que llevaban dos horas y media de capturados.

RESUMEN

De los estudios citológicos y bioquímicos cuantitativos realizados en la sangre del *Thunnus thynnus* (L.), con una talla media de 180 a 220 centímetros de longitud zoológica, procedente de la costa sudatlántica de España y comparando los valores medios de las fases de «derecho» y de «revés», llegamos en principio a las siguientes conclusiones :

1. Los valores de eritrocitos, hemoglobina y valor hematócrito son ligeramente más bajos en los de «revés», especialmente los eritrocitos.
2. La velocidad de sedimentación es más alta (acelerada) al comienzo del «revés» o en la fase final de la maduración.

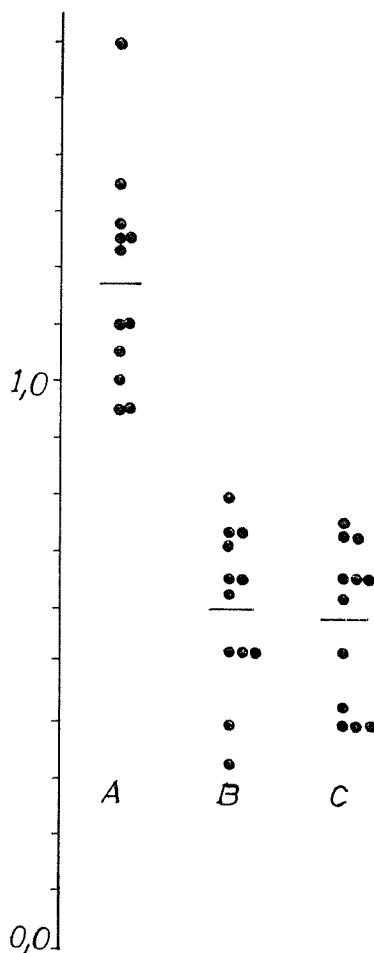


FIG. 3. — Valores individuales correspondientes a la glicemia en gramos %0. En A, de atunes sin determinar el sexo de la fase de «derecho» y muestras extraídas en vivos, en B y C de atunes machos y hembras respectivamente y muestras extraídas entre una y dos horas y media de postmortem. Una raya horizontal entre los valores indica la media.

3. La proteinemia total sérica es más baja en los de «revés».
4. La glicemia y la uremia presentan valores prácticamente iguales, siendo ligeramente más alta la glicemia y más baja la uremia en los de «revés».
5. La concentración de la hemoglobina eritrocítica media no la hemos observado superior al 36-37 %, lo que indicaría que la concentración de saturación de la hemoglobina en el atún se mantiene en ciertos límites de saturación completa o máxima en los eritrocitos.
6. Se observa el fenómeno de la glicólisis postmortem comparando los valores obtenidos con muestras de sangres de ejemplares vivos, con los de dos horas y media de capturados.

SUMMARY

ERYTHROCYTE NUMBER, SEDIMENTATION RATE AND BIOCHEMICAL PARAMETERS OF THE BLOOD OF THE BLUE FIN TUNA, DURING SEXUAL MATURATION AND POSTSPAWNING. — Reports on erythrocyte counts, hemoglobin contents, hematocrit, sedimentation rate, erythrocyte indices, proteinemia, glucosemia and uremia in *Thunnus thynnus* (L.) of the southatlantic coast of Spain during the phases of sexual maturity and postspawning period.

Postmortem glycolysis has been observed in specimens two and a half hours after capture.

BIBLIOGRAFÍA

- BARRETT, I. and A. A. WILLIAMS. — 1965. Hemoglobina content of the blood of fifteen species of marine fisher. *Calif. Fish and Game*, 51 (3): 216-218.
- COLLIER, H. B. — 1944. The standardisation of blood haemoglobin determinations. *Journal Canad. Med. Assoc.* 50: 550-552.
- GASTÓN DE IRIARTE, E. — 1950. Valoración de la urea en sangre y el aclaramiento ureico como prueba del funcionalismo renal. *Medicamenta* (edición farmacéutica). Año II (35): 269.
- GORNELL, A. G., C. J. BARDAWILL and M. M. DAVID. — 1949. Determination of serum proteins by means of the biuret reaction. *Journal Biological. Chem.*, 177: 751-766.
- GUTIÉRREZ, M. — 1967. Estudios hematológicos en el atún, *Thunnus thynnus* (L.) de la costa sudatlántica de España. *Investigación Pesquera*, 31 (1): 53-90.
- 1969. Proteinemia total sérica y fraccionamiento electroforético en el *Thunnus thynnus* (L.) durante las fases de maduración sexual y postfreza. *Investigación Pesquera* (en prensa).
- RODRÍGUEZ-RODA, J. — 1957. Crecimiento relativo del atún, *Thunnus thynnus* (L.) de Barbate. (Costa sudatlántica española.) *Investigación Pesquera*, IX: 33-64.
- ROETS, G. C. S. — 1940. A rapid spectroscopic method for (a) the quantitative determination of haemoglobin in blood and (b) its application of the quantitative estimation of haemoglobin in milk, urine, serum or plasma and faeces. *Onderst. Journal Vet. Sei. Anim. jud.*, 14: 451-458.
- SHEARD, C., and A. H. SANFORD. — 1933. The use of the photometer in the determination of the amount of hemoglobin in grams per 100 ml. blood. *American Journal Clin. Pathology*, 3: 412-414.
- WINTROBE, M. M. — 1948. Hematología Clínica. *Editorial Interamericana, S. A.* pp. 208-213.