

**VARIACIONES ESTACIONALES EN LA COMPOSICION
QUIMICA DE LAS
TRUCHAS (*Salmo fario*) DE VIDA SILVESTRE**

*Por M.^a Teresa Fernández Aguado
y Justino Burgos González*

INTRODUCCION

La composición aproximada (% de agua, % de proteínas, % de lípidos, etc.) del pescado ofrece no sólo variaciones interespecíficas, sino también intraespecíficas (individuales), a veces muy acusadas (LOVERN y WOOD, 1937; FRONTIER-ABOU, 1969); acusadas son también las diferencias entre la composición de las distintas partes del cuerpo (BRANDES y DIETRICH, 1953; MORAWA, 1954), los diferentes tejidos e incluso las diversas partes de un mismo músculo (ALEXANDER, 1970; KATADA y col., 1960; STANSBY, 1962) tanto en los peces de agua dulce como de agua salada.

Las variaciones en la composición química global aproximada (entendida en los términos citados anteriormente) de los distintos individuos de una misma especie pueden correlacionarse en algunas con diversos factores como la edad, el sexo, la madurez sexual, etc. (véase FRONTIER-ABOU, 1969; JACQUOT, 1961; SUDÁN, 1965).

Por razones obvias derivadas de su utilidad bromatológica, el más estudiado, a este respecto, de los distintos órganos y tejidos es el tejido muscular, que es además, cuantitativamente hablando, el tejido más importante.

La riqueza en grasa que, como se deduce de las cifras citadas es la que más ampliamente oscila, se ve afectada además de por factores intrínsecos (genéticos, morfológicos, fisiológicos) por el influjo ambiental (TAARLAND y col., 1958; GRUGER y col., 1964; STANSBY, 1967 a, 1967 b, 1969, 1973; SADDLER y col.,

1972; ACKMAN, 1973, 1974), lo que se traduce en variaciones estacionales de distinto signo.

En numerosas especies se ha demostrado una correlación negativa entre la riqueza en grasa del músculo y su contenido en agua (ARÉVALO, 1948; LEVANIDOV, 1950; BRANDES y DIETRICH, 1953; FRAGA, 1955; ANON, 1962); correlaciones semejantes se han intentado establecer entre el agua y la riqueza en proteína pero los resultados obtenidos por diversos autores (BRANDES y DIETRICH, 1953; FRAGA, 1955; FRONTIER-ABOU, 1969) son contradictorios.

En el presente trabajo se ha tratado de determinar la riqueza en agua, proteína, grasa y carbohidratos (glucógeno) de las truchas capturadas en dos tramos del río Porma, establecer las posibles correlaciones agua/grasa y agua/proteína, detectar las variaciones estacionales y establecer en qué medida pueden estar relacionadas con el ciclo sexual.

MATERIAL Y METODOS

Mensualmente, a lo largo de todo un año, con algunas excepciones en los meses invernales, se pescaron con anzuelo en dos zonas acotadas del río Porma (cotos de Vegamián y Remellán) 10-12 ejemplares de truchas que se trasladaron al laboratorio 18-36 horas después de su captura, conservándose entre tanto a refrigeración (en torno a 0° C).

Llegadas al laboratorio se determinó el sexo, la edad y el peso de cada individuo; se seleccionaron los ejemplares de más de dos años y menos de cuatro, y se separaron en dos lotes, machos y hembras. Se evisceraron; se pesaron las gónadas y el hígado; se decapitaron y se aisló la totalidad del tejido muscular; seguidamente se homogeneizaron independientemente los hígados, gónadas y tejido muscular de cada lote.

La edad se determinó por el método de las escamas, tomándolas de las zonas próximas a los opérculos, por encima de la línea lateral.

La determinación del contenido en agua se realizó por destilación azeotrópica con xilol, en un aparato de Dean & Stark.

La riqueza en lípidos se determinó gravimétricamente tras la extracción y lavado por el método de FOLCH y col. (1957), sobre muestras de 10 g. La proteína bruta por el método de KJELDAHL, sobre alícuotas de 3 g. Se utilizó como factor de conversión Nitrógeno-proteína el de 6,25. El contenido en glucógeno se midió por el método de la antrona propuesto por SEIFTER y col. (1950), con las modificaciones descritas por ROE (1955).

RESULTADOS

La riqueza media en grasa a lo largo del año del músculo de las truchas del coto de Remellán resultó ser 2,5 %, tanto en machos como en hembras. Las capturadas en el coto de Vegamián ofrecieron un contenido medio a lo

largo del año de un 2,8 %, más bajo en los machos 2,6 % y más alto en las hembras 3 %. Estas cifras permiten clasificar las truchas de vida silvestre como pescados semigrasos.

Las variaciones estacionales se recogen en la fig. 1 en la que puede observarse un mínimo al final del invierno y comienzo de primavera y un máximo, muy extendido en el tiempo, que comienza a principios de verano y dura hasta comienzos del invierno siendo en esta última época cuando el contenido lipídico alcanza su tasa más alta. Esta tendencia general es perfec-

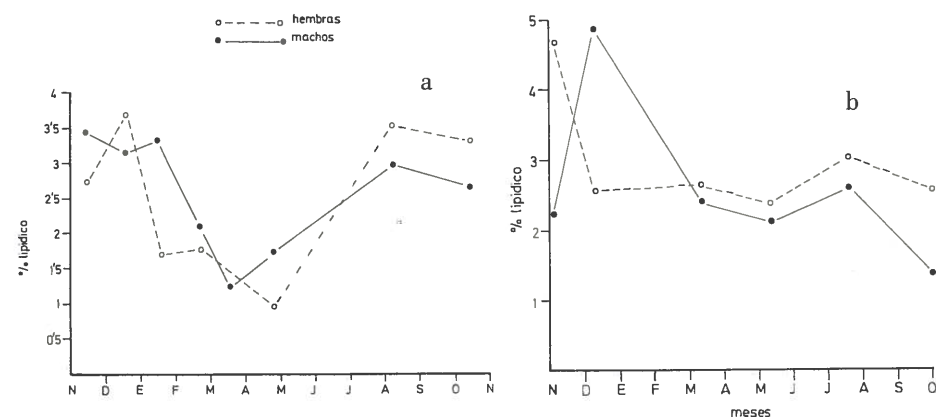


Figura 1.—Variación de la composición lipídica del músculo de las truchas (machos y hembras) capturadas a lo largo del año en los cotos de: a) Remellán, b) Vegamián.

tamente clara en los ejemplares del coto de Remellán. En los capturados en el coto de Vegamián el engrasamiento máximo del músculo parece darse unas semanas antes, al final del otoño. Es dudoso si en este coto se puede distinguir un segundo máximo, menos acusado, en los meses de julio y agosto.

El contenido protéico medio a lo largo del año de los músculos de los ejemplares capturados en el coto de Vegamián resultó ser del 19,7 %, más alto en las hembras (20 %) que en los machos (19,4 %). En las pescadas en el coto de Remellán resultó algo inferior 18,2 % sin diferencias apreciables entre uno y otro sexo. Las oscilaciones estacionales quedan recogidas en la fig. 2 que muestra que el contenido protéico de las truchas sufre variaciones que en términos del porcentaje sobre el peso total son más acusadas que las experimentadas por el contenido en grasa, pero menores, en cambio, en términos relativos al propio grupo de principios inmediatos (proteína o grasa). Tres de los cuatro grupos de truchas aquí estudiados (los machos y hembras del coto de Remellán y los machos del coto de Vegamián) muestran un mínimo claro en su contenido protéico en los meses de marzo y abril (alrededor de un 16-17 %), que es también cuando menos grasa tienen y un máximo en octubre y noviembre (hasta un 19-21 %).

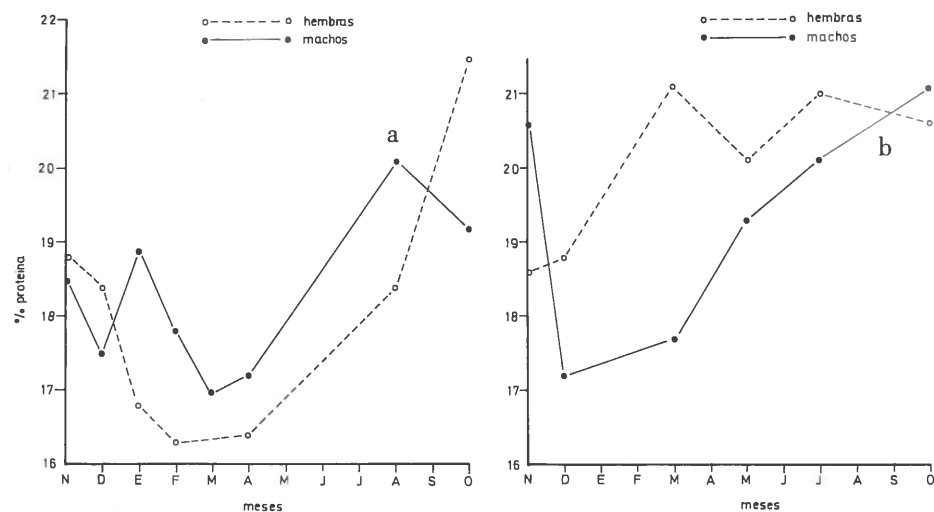


Figura 2.-Variación del contenido protéico del músculo de las truchas (machos y hembras) capturadas en distintas épocas del año en los cotos: a) Remellán, b) Vegamián.

El contenido en glucógeno determinado osciló entre 20 y 78 $\mu\text{g/g}$ de tejido fresco con un valor medio que en los ejemplares del coto de Remellán resultó ser de 46,6 $\mu\text{g/g}$ para los machos y 38,2 $\mu\text{g/g}$ para las hembras y en el de Vegamián 45,7 y 48,6 $\mu\text{g/g}$ respectivamente.

La riqueza media en agua observada alcanzó los siguientes valores: coto de Remellán, hembras 78,5 % (con oscilaciones entre un 75 % y un 82 %), machos 77,3 % (con oscilaciones entre 74 % y 79 %); coto de Vegamián, hembras 75,1 % (oscilando entre un 73 % y un 76,5 %), machos 76,6 % (oscilando entre un 75,5 % y un 78 %).

La fig. 3 muestra la existencia de una correlación negativa estadísticamente significativa ($p < 0,01$) entre el contenido en grasa y agua.

En la fig. 4 en la que se representa el contenido en proteína del músculo en función del contenido en agua se observa igualmente la existencia de una correlación negativa estadísticamente significativa ($P < 0,001$).

La evolución del porcentaje que del peso total de cada uno de los ejemplares representa el de las gónadas, como índice más o menos preciso de la actividad sexual, viene reflejado en la fig. 5 que demuestra que durante la estación en la que este estudio se llevó a cabo (noviembre 1972-octubre 1973) la maduración de las gónadas comenzó hacia el mes de septiembre y que la freza tuvo lugar entre mediados de diciembre y principios de marzo en el coto de Vegamián, y entre mediados de enero y comienzos de abril en el de Remellán.

El porcentaje que del peso total de las truchas de Vegamián representan las gónadas en plena maduración, está de acuerdo con datos generalmente

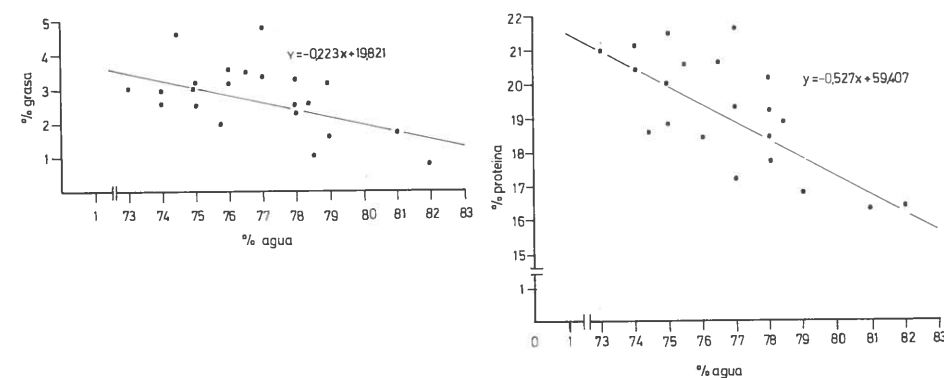


Figura 3.-Relación que existe entre el contenido en grasa y el contenido en agua en el músculo de las truchas capturadas en distintas estaciones en el río Porma (León).

Fig. 4.-Relación que existe entre el contenido protéico y el contenido en agua en el músculo de las truchas capturadas en distintas estaciones en el río Porma (León).

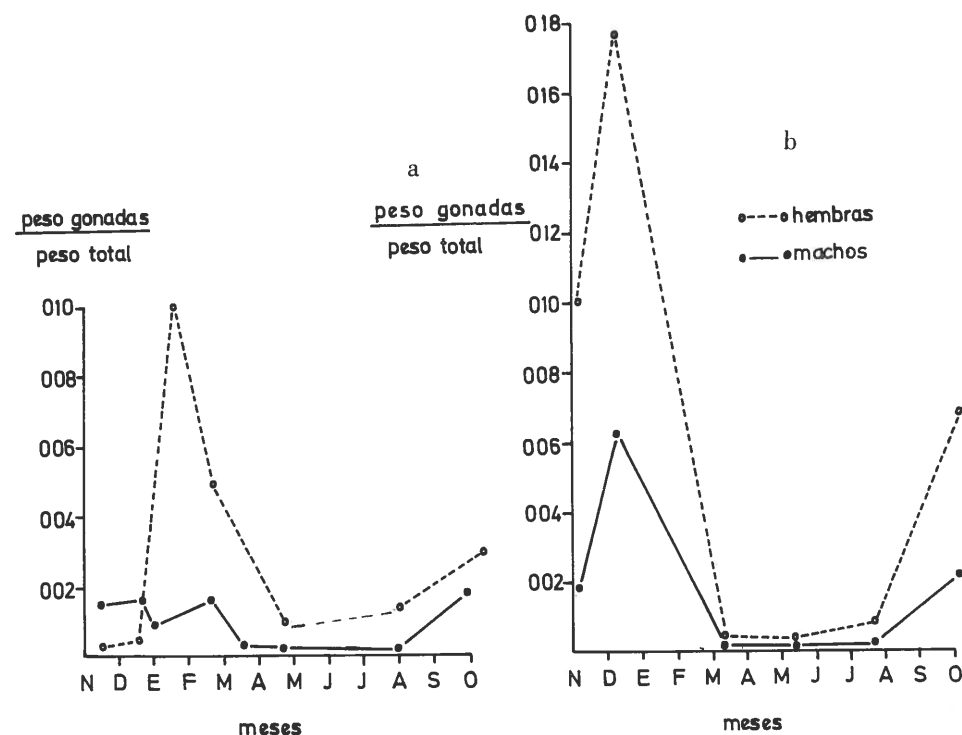


Figura 5.-Representación de la media del peso gónadas / peso total de las capturas efectuadas en distintas estaciones en: a) coto de Remellán, b) coto de Vegamián.

citados para la trucha arco iris; en las del coto de Remellán es un tanto bajo, especialmente en los machos; a la edad de los ejemplares utilizados es habitualmente admitido que las truchas han alcanzado ya su madurez total. Las discrepancias observadas en la maduración de las gónadas de los animales capturados en ambos cotos, con una freza más temprana en los procedentes del coto de Vegamián debe atribuirse a diferencias de estirpe, ya que en algunas especies de peces se ha demostrado que diferentes estirpes maduran en distintos momentos, aún en las mismas condiciones ambientales (BLAXTER y HOLLIDAY, 1963) o a diferencias en las condiciones de luminosidad y temperatura que reinan en ambos cotos ya que es bien sabido la influencia de estos factores sobre el ciclo sexual de los peces (BLAXTER, 1970; BRETT, 1970).

Como puede verse comparando la fig. 5 con la 6 que recoge la evolución del contenido lipídico de las gónadas, en las de las hembras la preparación para la freza va acompañada de un notable incremento de su riqueza lipídica;

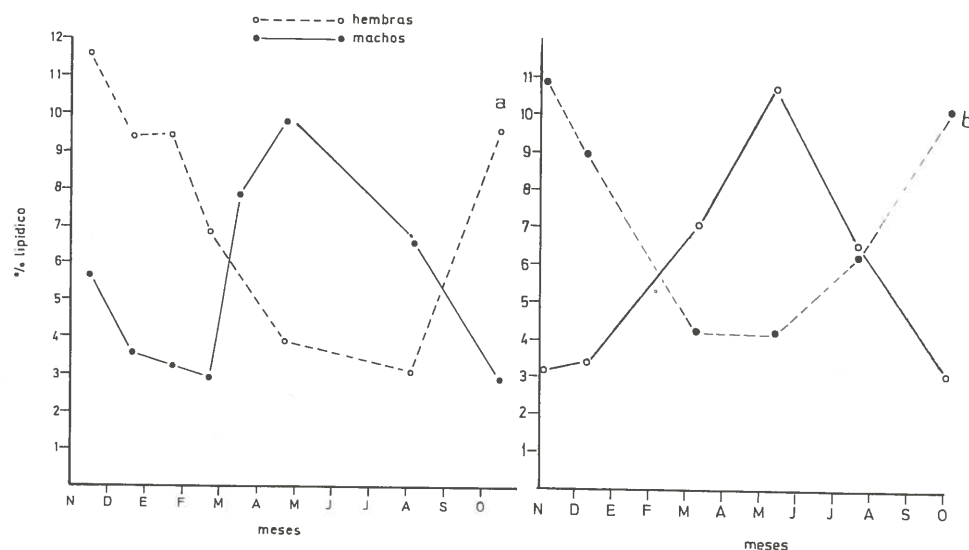


Figura 6.-Variación de la composición lipídica de las gónadas de las truchas (machos y hembras) capturadas a lo largo del año en: a) Remellán, b) Vegamián.

lo contrario sucede en los machos en los que la riqueza lipídica gonadal alcanza su valor máximo en el período de reposo sexual. Observaciones similares con respecto a la evolución del contenido lipídico gonadal (el reposo sexual y la freza, aunque menos acusadas) han sido hechas por HARDY y KEAY (1972) en la caballa.

En algunas especies de pescados grasos, arenque y caballa, se ha observado una relación muy clara entre el tamaño del hígado y el ciclo sexual

(NOGUCHI y BITO, 1953; KRIVOBOK, 1964). En las truchas a que este estudio se refiere no se ha observado ninguna tendencia clara al respecto. Las oscilaciones de su contenido en lípidos quedan recogidas en la fig. 7.

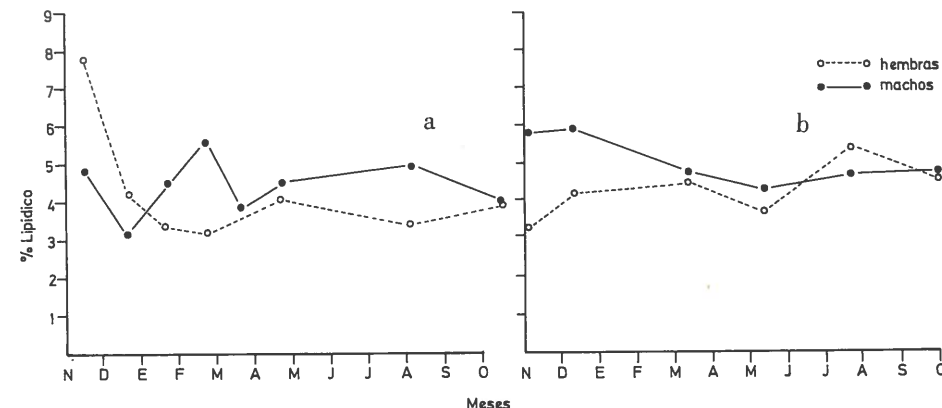


Figura 7.-Variación de la composición lipídica del hígado de las truchas (machos y hembras) capturadas a lo largo del año en: a) Remellán, b) Vegamián.

DISCUSION

Las variaciones más importantes de la composición química del músculo de cualquier especie de pescado suelen ser los cambios experimentados por su riqueza en grasa. Se dan, sin embargo, grandes diferencias con respecto a la importancia relativa de estas variaciones; en los llamados pescados grasos, como el arenque, la sardina, el salmón y la caballa son extremadas, implicando con frecuencia factores de 10 a 40. En los llamados pescados magros, la riqueza en grasa de cuyos músculos suele ser inferior al 1 %, estas oscilaciones son mínimas porque los lípidos de reserva se acumulan en el hígado, cuya riqueza en triglicéridos puede llegar a suponer en algunas estaciones hasta el 75 % de su peso (JANGAARD y col., 1967). Las observaciones recogidas en este trabajo indican que aunque el contenido en lípidos del músculo es siempre relativamente reducido éste es el tejido en que se acumulan los lípidos de reserva, representando sus oscilaciones estacionales la multiplicación por un factor del orden de 3. El contenido lipídico del hígado, aunque siempre algo más elevado, parece bastante más constante.

Los cambios estacionales en el contenido lipídico de los músculos de los pescados grasos han sido atribuidos, unas veces, a la influencia de la distinta disponibilidad de alimento (HORNELL y RAMASWAMI NAIDU, 1924; VENKATARAMAN y CHARI, 1951 y 1953) y, otros a la del ciclo sexual (ARÉVALO, 1948; MEESEMAC-KER y SOHIER, 1956). Los mucho menos acusados observados en los pescados magros, como el bacalao han sido frecuentemente achacados al influjo del ciclo sexual, (BOGUÇIKI y TRZESIŃSKI, 1950). En realidad, frecuentemente, en

este tipo de estudios, es muy difícil distinguir qué cambios se deben a la mayor o menor abundancia de alimentos y cuáles al ciclo sexual. En las truchas a que este trabajo se refiere el contenido lipídico mínimo del músculo parece coincidir con el final de la freza, a juzgar por la comparación de las figs. 1 con la 5, lo que no demuestra sin embargo que haya una relación de causalidad entre ambos hechos ya que ambos coinciden también con la época de menor riqueza del río en el material biológico de que las truchas se alimentan. Un hecho, que puede tener cierto interés al respecto, observado en las truchas pescadas en ambos cotos, es el que la depleción de la grasa muscular durante el invierno y comienzo de primavera parece tener lugar algo antes en las hembras que en los machos. También parece digno de señalarse que a lo largo del verano y el otoño, el contenido lipídico del músculo de las hembras supera al de los machos. Es generalmente aceptada la existencia en el tejido muscular de una relación inversa entre el contenido en grasa y agua, de tal modo que en algunas especies de pescado, los arenques por ejemplo, podría bastar con determinar el contenido en agua para deducir con gran precisión el de grasa (BRANDES y DIETRICH, 1953). La correlación negativa entre lípidos y agua es, tanto a nivel de especie como de individuo, e incluso de tipo y zona del músculo, tanto más significativa cuanto mayor sea el contenido en grasa (FRONTIER-ABOU, 1969). El coeficiente de regresión hallado en este trabajo para las truchas ofrece un valor absoluto demasiado bajo para que la determinación de lípidos (o agua) sirva para deducir con una precisión razonable el contenido en agua (o lípidos). Suele aceptarse que en todos los sistemas vivos se da una estrecha dependencia entre el contenido en agua y proteína. Esta correlación parece ser negativa en los músculos cuyo contenido en grasa no pasa del 2 % y positiva si el contenido lipídico supera el 5 % del peso del músculo (FRONTIER-ABOU, 1969). En las truchas estudiadas en las que el contenido lipídico oscila frecuentemente entre estas cifras la correlación es negativa, lo que, según FRONTIER-ABOU debe querer decir que las oscilaciones de la riqueza en agua tienen lugar a expensas exclusivamente del agua libre.

El contenido protéico suele sufrir variaciones estacionales menos acusadas que las de la grasa. El porcentaje que del peso total representan las proteínas suele alcanzar en numerosas especies un valor mínimo al final del invierno y durante la primavera y un máximo entre octubre y diciembre (ARÉVALO, 1948; KORDYL, 1951), como en las truchas a que este estudio se refiere. Estas variaciones no son consecuencia de las experimentadas por el contenido en grasa, dado que la época en que la riqueza protéica es mínima se corresponde también con la depleción de grasa del músculo.

Aunque TOMLINSON y GEIGER (1962) han subrayado lo realmente difícil que resulta conocer el contenido en glucógeno de los pescados vivos, y aunque se sabe que éste varía ampliamente y de acuerdo con factores extrínsecos (como condiciones ambientales y aporte de alimentos) e intrínsecos, como el momento de su ciclo sexual, (BLACK y col., 1960 y 1962), se admite, generalmente,

que el contenido de los músculos de los peces en carbohidratos es, «in vivo», claramente inferior al de los mamíferos, y que generalmente oscila entre 0,01 y 0,04 %, frente al 0,05-2 % y aún cifras más altas normales en los músculos de los mamíferos.

El contenido en glucógeno «in vivo» del músculo de la trucha arco iris criada en cautividad varía profundamente con el plano alimenticio, oscilando entre 0,12 y 1,6 %, (HOCHACHKA y SINCLAIR, 1962); BLACK y col. (1962) obtienen también valores de glucógeno en el músculo «in vivo» de las truchas arco iris en reposo, normalmente alimentadas, del 0,12 % tasa que en 5 minutos de actividad muscular intensa queda reducida a un 0,02 %.

Las cifras de glucógeno encontradas en este estudio son mucho más bajas que todas las citadas. La explicación de este hecho parece ser doble: las truchas sometidas a análisis fueron pescadas con anzuelo, y es sabido que, durante su captura entablan una dramática lucha que supone un prolongado e intenso esfuerzo muscular, que debe llevar consigo un agotamiento prácticamente total de sus reservas de glucógeno. Por otra parte, dado el tiempo que en virtud del esquema general de trabajo medió entre la captura y el análisis, el glucógeno medido representa el llamado glucógeno residual, es decir, el que resta tras el conjunto de transformaciones sufridas en el proceso de *rigor mortis*.

La tasa de glucógeno residual determinada es, en cualquier caso, sumamente baja si se compara con la de los mamíferos y aún con la de otras especies de pescados, pero perfectamente explicable en los términos citados.

RESUMEN

La riqueza en agua, lípidos y proteínas del músculo de las truchas de vida silvestre oscila a lo largo del año dentro de los límites siguientes: agua 73-82 %; lípidos 0,9-4,7 %; proteína 16,3-21,6 %. Los valores mínimos de grasa y proteína se alcanzan a finales de invierno y comienzo de primavera. El contenido protéico y lipídico máximo se da al final del verano y comienzo del otoño y desde el comienzo del verano hasta mediados del invierno respectivamente. Se detectaron correlaciones negativas estadísticamente significativas entre el contenido en agua y la riqueza en grasa y proteína.

Las gónadas hembras se cargan de grasa en los meses precedentes a la freza; las de los machos por el contrario se empobrecen en lípidos durante este período.

El contenido lipídico del hígado permanece en cambio bastante estable.

SUMMARY

The water lipid and protein contents of the total muscle tissue of the wild trout *Salmo fario* varies along the year between the following limits: moisture

73-82 %; lipids 0,9-4,7 % protein 16,3-21,6 %. Minimum fat and protein contents are reached at the end of the winter and the beginning of the spring. Maximum protein and lipid contents occurs in late summer and early autumn and from early summer to mid winter respectively.

Negative correlations between water and protein and fat contents are established.

Female gonads increase their fat content during the prespawning months; on the contrary the lipid content of male gonads decreases along the same period. The liver lipid content is quite stable along the whole year.

BIBLIOGRAFIA

- ACKMAN, R. G. (1973).-*FAO Tech. Fishery Products. Bull.* **7**.
 ACKMAN, R. G. (1974).-*Recent. Adv. Human. Nutr.*
 ALEXANDER, K. M. (1970).-*Fis. Technology*, **7**, 81.
 ANON. (1962).-*Boln. Inst. esp. Oceanogr.* **8**, 107.
 ARÉVALO, A. (1948).-*Bol. Inst. esp. Oceanogr.* **8**, 13.
 BLACK, E. C., ROBERTSON, A. C., HANSLIP, A. R. y CHIU, W. G. (1960).-*J. Fish. Res. Bd. Can.* **17**, 487.
 BLACK, E. C., CONNOR, A. R., LAM, K. C. y CHIU, W. G. (1962).-*J. Fish. Res. Bd. Can.* **19**, 409.
 BLAXTER, J. H. S. y HOLLIDAY, F. G. T. (1963).-*Avd. mar. Biol.* **1**, 261.
 BLAXTER, J. H. S. (1970).-En «*Marine Ecology*» **1**, p. 213. Kinne O. Ed. Wiley-Interscience. London.
 BOGUČIKI, M. y TRZESINSKI, P. (1950).-*J. Conseil permanent Intern. Exploration. mer*, **16**, 208.
 BRANDES, C. H. y DIETRICH, R. (1953).-*Fette und Seifen.* **55**, 533.
 BRETT, J. R. (1970).-En «*Marine Ecology*» **1**, p. 554. Kinne, O. Ed. Wiley-Interscience. London.
 FOLCH, J., LEES, M. y STANLEY, G. H. S. (1957).-*J. Biol. Chem.* **226**, 497.
 FRAGA, F. (1955).-*Inv. Pesq.* **2**, 21.
 FRONTIER-ABOU, D. (1969).-*Am. Nutr.* **23**, 313.
 GRUGER, E. H., Jr., NELSON, R. W. y STANSBY, M. E. (1964).-*J. Am. Oil. Chem. Soc.* **41**, 662.
 HARDY, R. y KEAY, J. N. (1972).-*J. Food Technol.* **7**, 125.
 HOCHACHKA, P. W. y SINCLAIR, A. C. (1962).-*J. Fish. Res. Can.* **19**, 127.
 HORNELL, J. y RAMASWAMI, N. M. (1924).-*Madras Fisheries Bull.* **17**, 129.
 JACQUOT, R. (1961).-En «*Fish as Food*» vol. I, p. 149-152. Brongstrom, G. Ed. Acad. Press. N. Y.
 KATADA, M., ZAMA, K. y IGARASHI, H. (1960).-*Bull. Jap. Sci. Soc. Fish.* **26**, 425.
 KORDYL, E. (1951).-*Rep. Sea Fish Inst. Gdynia* **6**, 145.
 KRIVOBOK, M. N. (1964).-*Vop. Ikhiol.* **4**, 483.
 LEVANIDOV, J. P. (1950).-*Rybnoe Khozy* **26**, 37.
 LOVERN, J. A. y WOOD, M. A. (1937).-*J. Mar Biol. Assoc. U. K.* **22**, 281.
 MEESEMACKER, R. y SOHIER, Y. (1956).-*Rap. Lab. Froid et Cons. Maroc.* **67**.
 MORAWA, F. W. (1954).-*Fischwit.* **11**, 325.
 NOGUCHI, E. y BITO, M. (1953).-*Bull. Jap. Soc. Sci. Fish* **19**, 525.
 ROE, J. H. (1955).-*J. Biol. Chem.* **212**, 325.
 SADDLER, T. B., KOSKI, K. V. y CARDWELL, R. D. (1972).-*Lipids* **7**, 90.
 SEIFTER, S., DAYLON, S., NOVIC, B. y MUNTWILER, E. (1950).-*Arch. Biochem.* **25**, 191.
 STANSBY, M. E. (1962).-En «*Fish in Nutrition*» p. 55. Heen, E. y Krezen, R. Eds. Fishing News Ltd. London.
 STANSBY, M. E. (1967a).-*J. Am. Oil Chem. Soc.* **44**, 64.
 STANSBY, M. E. (1967b).-«*Fish Oils: Their Chemistry, Technology, Stability, Nutritional Properties and Uses*». Avi Publ. Co., Westport. London.
 STANSBY, M. E. (1969).-*World Rev. Nutr. Diet* **11**, 46.
 STANSBY, M. E. (1973).-*J. Am. Diet Assoc.* **63**, 625.
 SUDAN, F. (1965).-«*La conservation par le froid des poissons, crustacés et mollusque*». pp. 22-31. Baillière, J. B. et fils, Eds. Paris.
 TOMLINSON, N. y GEIGER, S. E. (1962).-*J. Fish. Res. Bd. Can.* **19**, 997.
 VENKATARAMAN, R. y CHARI, S. T. (1953).-*Proc. Indian Acad. Sci.* **37**, 224.