

**VARIACIONES ESTACIONALES SUFRIDAS POR LOS
LIPIDOS NEUTROS Y FOSFOLIPIDOS, PROCEDENTES DEL
MUSCULO, HIGADO Y GONADAS DE LAS TRUCHAS
CAPTURADAS EN DOS ZONAS ACOTADAS DEL RIO
PORMA**

Por M.^a Teresa Fernández Aguado

INTRODUCCION

Tanto el contenido lipídico total como la contribución al mismo de las distintas clases y subclases de lípidos sufren en el pescado amplias variaciones estacionales^{2,3,8}. Estas oscilaciones, que reflejan fundamentalmente las modificaciones sufridas por los lípidos de depósito^{8,9}, han sido ampliamente estudiadas en los músculos de algunas especies, caballa, arenque, sardina y sólo muy excepcionalmente en las vísceras. Tales estudios revelan que en algunas especies actúa como órgano de depósito de los lípidos de reserva el músculo⁸ y en otros el hígado¹⁰ y que, aunque en la mayor parte de los casos las oscilaciones estacionales afectan sólo a los lípidos apolares, en otros la función de lípidos de reserva es cumplida también por los fosfolípidos¹⁴. Estudios de esta naturaleza no son frecuentes en los salmónidos y no se han efectuado en las truchas, en las que sólo han sido parcialmente investigados sus lípidos en las criadas en cautividad. En el presente trabajo se investiga cómo varían los lípidos neutros y los fosfolípidos a lo largo del año en las truchas de vida silvestre (*Salmo fario*) capturadas en dos zonas acotadas del río Porma durante las temporadas de invierno, primavera y otoño.

MATERIAL Y METODOS

Material biológico

Las capturas se efectuaron en dos zonas acotadas del río Porma (Cotos de Remellán y Vegamián). La edad, sexo y peso de cada individuo así como las características biológicas relacionadas con su estado sexual han sido descritas

In. Fac. Vet. León, 1979, 25, 309-316.

en un trabajo previo⁵. Los ejemplares, conservados a refrigeración hasta su traslado al laboratorio, 18-36 horas después de su captura, se evisceraron y decapitaron separándose en dos lotes: machos y hembras y homogeneizándose por separado el tejido muscular, el hígado y las gónadas pertenecientes a cada lote.

Métodos

Los lípidos se extrajeron por el método de FOLCH⁶ y se fraccionaron en columnas de ácido silícico/celita (1/1). La cuantificación de los lípidos apolares obtenidos se efectuó por pesada y la de los fosfolípidos multiplicando su contenido en fósforo por 25. El fósforo se determinó por la técnica de CHEN y TORIBARA⁴.

RESULTADOS

a) Músculo

Como puede apreciarse en las Tablas I y II, tanto el contenido en lípidos neutros como el de fosfolípidos sufre notables variaciones estacionales, oscilando las de los lípidos neutros dentro del rango 0,3-3,3 % del peso fresco y los fosfolípidos en el de 0,3-2 %. La relación lípidos neutros (apolares)/fosfolípidos varía entre 0,4 y 3,3 %.

En los dos cotos estudiados y en ambos sexos se observa, en general, un acusado descenso de los lípidos neutros durante los meses de primavera. La relación lípidos neutros/fosfolípidos es, en todos los casos, mínima en la temporada citada (marzo-abril).

El contenido en fosfolípidos sigue en cambio una marcha distinta, no coincidente en los ejemplares de ambos cotos, alcanzando en los procedentes de Vegamián su tasa máxima en el mes de marzo y la mínima en el de octubre; en los del coto de Remellán el mínimo se alcanza hacia el mes de agosto y los valores máximos en octubre y diciembre.

TABLA I
Contenido en lípidos neutros y fosfolípidos totales del músculo de las truchas (machos y hembras) capturadas en el coto de Vegamián (Lillo)

Fecha de la pesca	MACHOS (mg/100 g)			HEMBRAS (mg/100 g)		
	L. N.	Fosf.	L.N./Fosf.	L.N.	Fosf.	L.N./Fosf.
10-12-72	2.798	944	2,96	1.396	816	1,71
13-03-73	925	1.183	0,78	956	1.504	0,63
20-07-73	1.833	650	2,16	2.312	686	3,37
06-10-73	856	292	2,94	1.671	818	2,04

L.N. = Lípidos neutros.
Fosf. = Fosfolípidos.

TABLA II
Contenido en lípidos neutros y fosfolípidos totales del músculo de las truchas (machos y hembras) capturadas en el coto de Remellán (Palazuelo)

Fecha de la pesca	MACHOS (mg/100 g)			HEMBRAS (mg/100 g)		
	L.N.	Fosf.	L.N./Fosf.	L.N.	Fosf.	L.N./Fosf.
18-12-72	1.542	1.213	1,27	2.080	1.533	1,36
25-04-73	644	880	0,73	279	635	0,44
04-08-73	2.209	664	3,33	1.226	2.093	0,58
16-10-73	1.127	1.279	0,88	2.386	851	2,80

L.N. = Lípidos neutros.
Fosf. = Fosfolípidos.

b) Hígado

Las oscilaciones estacionales de la riqueza del hígado en lípidos neutros y fosfolípidos queda recogida en las Tablas III y IV.

En lo que se refiere a las piezas capturadas en el coto de Vegamián, el contenido en lípidos neutros del hígado ofrece cifras, y sufre variaciones estacionales que, tanto en los machos como en las hembras son muy similares a las del músculo. El rango dentro del cual oscila es aproximadamente del 1 al 2 % del peso fresco.

Las oscilaciones de los fosfolípidos son en términos relativos mucho menos pronunciadas que en el músculo; variando las tasas globales de estos lípidos entre el 2,5-4 %.

El comportamiento observado en las piezas del coto de Remellán es mucho más errático. El contenido en lípidos neutros sigue una tendencia general que en las hembras es similar a la del músculo, con un mínimo en primavera. En los machos el máximo se alcanza en agosto, no apareciendo el mínimo en primavera como ocurría en el músculo.

En ambos cotos y sexos puede apreciarse que los fosfolípidos son, en general, más abundantes en el hígado que en el músculo y salvo excepciones (hembras del coto de Vegamián y machos del de Remellán, de diciembre) la tasa de fosfolípidos supera, a veces muy acusadamente, a la de los lípidos neutros.

TABLA IV
Contenido en lípidos neutros y fosfolípidos totales del hígado de las truchas (machos y hembras) capturadas en el coto de Vegamián (Lillo)

Fecha de la pesca	MACHOS (mg/100 g)			HEMBRAS (mg/100 g)		
	L.N.	Fosf.	L.N./Fosf.	L.N.	Fosf.	L.N./Fosf.
10-12-72	2.583	2.562	1,01	1.133	2.644	0,43
13-03-73	1.475	3.007	0,49	968	3.163	0,31
20-07-73	1.859	2.603	0,71	2.182	2.913	0,75
06-10-73	1.140	3.396	0,34	1.205	3.164	0,38

L.N. = Lípidos neutros.
Fosf. = Fosfolípidos.

TABLA IV

Contenido en lípidos neutros y fosfolípidos totales del hígado de las truchas (machos y hembras) capturadas en el coto de Remellán (Palazuelo)

Fecha de la pesca	MACHOS (mg/100 g)			HEMBRAS (mg/100 g)		
	L.N.	Fosf.	L.N./Fosf.	L.N.	Fosf.	L.N./Fosf.
18-12-72	885	2.248	0.39	2.262	1.476	1.53
25-04-73	1.278	2.826	0.45	787	3.290	0.24
04-08-73	1.423	3.159	0.45	1.264	1.919	0.66
16-10-73	1.191	2.364	0.50	1.328	2.410	0.55

L.N. = Lípidos neutros.
Fosf. = Fosfolípidos.

c) Gónadas

Las de los machos (Tablas V y VI) se cargan de lípidos neutros durante los meses de primavera y verano, descendiendo luego su riqueza en ellos durante los meses otoñales (en las del coto de Vegamián también durante los meses de invierno).

El contenido en fosfolípidos sigue en los ejemplares del coto de Vegamián la misma tendencia que los lípidos neutros; no sucediendo así en los ejemplares del coto de Remellán, en cuyas gónadas el contenido en fosfolípidos desciende progresivamente de diciembre a octubre. En cualquier caso sus oscilaciones son menos acusadas que las de los lípidos neutros; en las épocas de máxima carga lipídica los fosfolípidos vienen a representar un cuarto del contenido lipídico total, en tanto que en las épocas de depleción sus valores son muy próximos e incluso pueden superar al de los lípidos neutros.

En las gónadas de las hembras (Figs. 1 y 2) los contenidos en lípidos neutros y fosfolípidos son siempre muy similares entre sí y ofrecen idéntica evolución; descienden durante los meses de invierno hasta alcanzar un mínimo, que en el coto de Vegamián tiene lugar en el mes de marzo y en el de Remellán se retrasa hasta el período abril-agosto, ascendiendo luego hasta alcanzar un máximo en los meses otoñales.

TABLA V

Contenido en lípidos neutros y fosfolípidos totales de las gónadas de las truchas (machos y hembras) capturadas en el coto de Vegamián (Lillo)

Fecha de la pesca	MACHOS (mg/100 g)			HEMBRAS (mg/100 g)		
	L.N.	Fosf.	L.N./Fosf.	L.N.	Fosf.	L.N./Fosf.
10-12-72	1.995	1.143	1.75	4.402	4.236	1.04
13-03-73	984	257	3.87	1.606	2.042	0.79
20-07-73	4.329	1.662	2.60	2.398	3.564	0.67
06-10-73	2.084	1.338	1.56	4.273	5.697	0.75

L.N. = Lípidos neutros.
Fosf. = Fosfolípidos.

TABLA VI

Contenido en lípidos neutros y fosfolípidos totales de las gónadas de las truchas (machos y hembras) capturadas en el coto de Remellán (Palazuelo)

Fecha de la pesca	MACHOS (mg/100 g)			HEMBRAS (mg/100 g)		
	L.N.	Fosf.	L.N./Fosf.	L.N.	Fosf.	L.N./Fosf.
18-12-72	1.617	1.894	0.85	3.945	4.312	0.91
25-04-73	5.058	1.749	2.89	1.486	2.091	0.71
04-08-73	5.055	1.436	3.52	1.347	3.564	0.77
16-10-73	1.699	1.097	0.33	4.280	5.072	0.84

L.N. = Lípidos neutros.
Fosf. = Fosfolípidos.

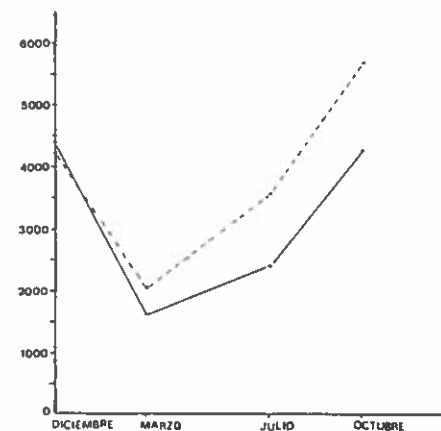


Figura 1.-Variación de los lípidos neutros y fosfolípidos de gónadas hembras de las truchas capturadas en distintas estaciones en el coto de Vegamián (Lillo). Lípidos neutros —, fosfolípidos - - -.

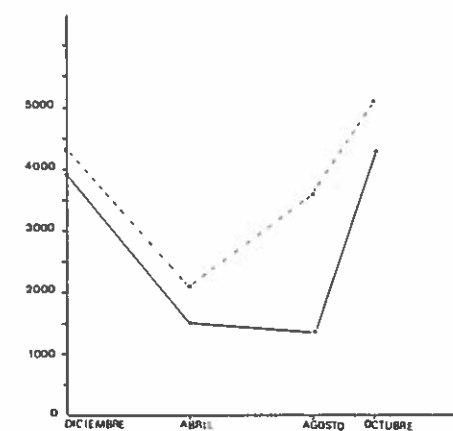


Figura 2.-Variación de lípidos neutros y fosfolípidos de gónadas hembras de las truchas capturadas en distintas estaciones en el coto de Remellán (Palazuelo). Lípidos neutros —, fosfolípidos - - -.

DISCUSION

Es bien sabido que los peces sufren profundas oscilaciones estacionales de su riqueza en lípidos, dependientes fundamentalmente de la naturaleza y abundancia de la dieta que reciben y del estado sexual en que se encuentren.

Tales oscilaciones tienen lugar a expensas de los lípidos de reserva, función generalmente desempeñada por los glicéridos, sufriendo unas veces el impacto de tales oscilaciones el músculo y otras el hígado, dependiendo de cuál de estos tejidos actúe de depósito lipídico.

No siempre, sin embargo, son los lípidos neutros los que sufren las oscilaciones estacionales más acusadas; en ocasiones, como ocurre tanto en el músculo como en el hígado de la *Clupea spratus*, las oscilaciones estacionales tienen lugar de tal modo que tienden a compensarse las sufridas por los fosfolípidos y por los lípidos apolares¹⁴.

Las oscilaciones estacionales del contenido lipídico del músculo observadas afectan a ambos tipos de lípidos, pero lo hacen con mayor intensidad los lípidos apolares, que sufren una acusada depleción de diciembre a octubre, más profunda en las hembras que en los machos. Las variaciones experimentadas por el contenido en fosfolípidos son mucho menos acusadas y no tan regulares como, ni paralelas a, las sufridas por los lípidos neutros (como queda revelado por las intensas modificaciones sufridas por el cociente lípidos neutros/fosfolípidos), circunstancia ésta bastante generalizada en el pescado^{8,9,12}.

A la vista de los datos presentados parece claro que los fosfolípidos no son utilizados en las truchas objeto de estudio, al igual que ocurre en ciertos músculos de algunas especies de peces (salmón caballa, sardina)⁸, como fuente energética, salvo en condiciones de extrema penuria.

Aunque el contenido en lípidos neutros ha descendido en el músculo de las hembras, en los meses de la freza, a valores que suponen 1/10 de los alcanzados en el otoño, el de los fosfolípidos es del mismo orden en ambas estaciones. En qué medida tales oscilaciones sean subsidiarias de la abundancia o escasez de alimentos, o dependan del ciclo sexual, es extremadamente difícil de decidir, aunque el hecho de que los lípidos neutros tiendan a presentar dos máximos, uno en los meses de verano y otro a finales de otoño y principios de invierno, y que la época de la freza, enero-abril⁷, no vaya además de acompañada precedida en uno o dos meses, como en muchas especies de peces, por un descenso en la riqueza lipídica⁸ sugieren que las oscilaciones estacionales obedecen fundamentalmente a las sufridas por la abundancia de la dieta; apoyan esta tesis los datos relativos al contenido del tubo gastrointestinal de las truchas de estos cotos publicados por ALVAREZ¹ que demuestran que la dieta es muy rica y variada en los meses de primavera-verano y precaria en los meses de invierno.

A grandes rasgos, las oscilaciones estacionales en el contenido lipídico del hígado, aunque cuantitativamente menos acusadas, ofrecen características idénticas a las del músculo, revelando que al igual que en otros pescados y como era de esperar de su escasa riqueza en grasa, el hígado de las truchas no desempeña en modo alguno un papel de depósito de lípidos de reserva.

Al igual que se ha señalado en la caballa⁸, es digno de destacar que el contenido en fosfolípidos, tanto expresado en términos de peso fresco como en términos de lípidos totales, es notablemente más elevado en el hígado que en el músculo.

Las oscilaciones, no muy acusadas, del contenido en fosfolípidos del hígado y músculo, que tienden a alcanzar un mínimo en julio-agosto parecen acordes con la sugerencia de que durante el período de formación de los huevos se produce una movilización de los fosfolípidos¹³.

Las oscilaciones del contenido en lípidos neutros y fosfolípidos de las

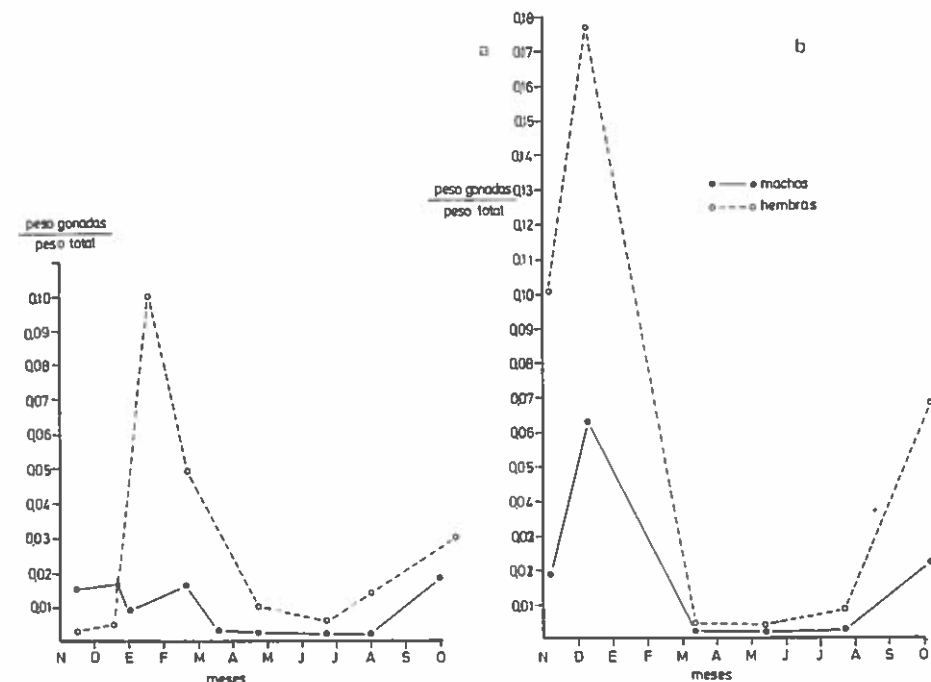


Figura 3.—Representación de la media de peso gónadas/peso total de las capturas efectuadas en distintas estaciones en: a) coto de Remellán. b) coto de Vegamián. (De M. T. Fernández y J. Burgos⁶).

gónadas de los machos son de difícil interpretación. En los ejemplares procedentes del coto de Remellán las gónadas se cargan de lípidos apolares entre diciembre y abril al tiempo que se empobrecen, aunque sólo ligeramente, en fosfolípidos (conviene señalar que los machos analizados procedentes de este coto manifiestan diferencias estacionales mínimas en lo que se refiere a la relación peso gónadas/peso total 1 (véase Fig. 3). Las de los machos del coto de Vegamián manifiestan, en cambio, en el citado período un empobrecimiento gonadal acusado tanto en los lípidos apolares como en los fosfolípidos, siendo estos últimos los más afectados. Las tasas de ambos tipos de lípidos sube, sin embargo, de inmediato hasta alcanzar un máximo en julio para descender luego de octubre a abril.

En las gónadas hembras, los datos de ambos cotos parecen más concordantes revelando un empobrecimiento que afecta similarmente a ambas clases de lípidos (aunque algo menos acusado en los fosfolípidos) durante la época de la freza.

En general las gónadas, especialmente las de las hembras, son más ricas en fosfolípidos que el músculo pero sólo superan en este sentido al hígado cuando están cargadas de huevos maduros.

RESUMEN

Se estudiaron las variaciones estacionales sufridas por los lípidos neutros y fosfolípidos procedentes del músculo, hígado y gónadas de truchas (*Salmo fario*), machos y hembras, capturadas en el río Porma (León).

Se observó que las variaciones más acusadas fueron las experimentadas por los lípidos neutros del músculo siendo menos pronunciadas las sufridas por los del hígado y gónadas.

La zona de captura y la estación influyen notablemente en la concentración de fosfolípidos del músculo, hígado y gónadas.

SUMMARY

Muscle, liver and gonads content in neutral lipids and phospholipids of male and female river trout (*Salmo fario*) from the river Porma, León (Spain) and its seasonal evolution are studied.

Substantial seasonal differences were found in muscles and less pronounced in liver and gonads both in males and females in respect to neutral lipids.

Zone of capture and season time have a remarkable influence on phospholipids concentration of muscle, liver and gonads.

BIBLIOGRAFIA

- 1) ALVAREZ, P. (1975).-Tesis Doctoral Facultad de Biológicas (León). Universidad de Oviedo.
- 2) ACKMAN, R. G. y EATON, C. A. (1971).-Can. Inst. Cd. Technol., **4**: 169.
- 3) ACKMAN, R. G. (1973).-F. A. O. Techn. Fishery Products Bull., **7**.
- 4) CHEN, P. S., TORIBARA, T. Y. y WARNER, H. (1959).-Anal. Chem., **28**: 1.756.
- 5) FERNÁNDEZ, M. y BURGOS, J. (1977).-An. Fac. Vet., **23**: 135.
- 6) FOLCH, J., LEES, M. y STANLEY, G. H. S. (1957).-J. Biol. Chem., **226**: 497.
- 7) FROST, E. W. y BROWN, M. E. (1971).-La trucha (pág. 72). Ed. Academia S. L. (León).
- 8) HARDY, R. y KEAY, J. N. (1972).-J. Food Technol., **7**: 125.
- 9) HARDY, R. y MACKIE, P. (1969).-J. Sci. Ed. Agric., **20**: 193.
- 10) JANGAARD, P. M., ACKMAN, R. G. y SIPOS, J. G. (1967).-J. Fish. Res. Bd. Can., **24**: 613.
- 11) KATADA, M., ZAMA, K. y IGARASHI, H. (1959).-Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., **24**: 905.
- 12) LOVERN, J. A. (1938).-Biochem. J., **32**: 676.
- 13) MCCARTNEY, B. (1957).-Fish. Res. Bull. N. Y., **30**: 42.
- 14) VIVIANI, R., CORTESI, P., CRISFEG, G., MANCINI, L., POLETTI, R. y BORGATTI, A. R. (1968). Riv. Ital. Sostanze grase, **45**: 779.