

Contenido en ácidos grasos de los lípidos totales, polares y neutros en músculo, hepatopáncreas y ovario del crustáceo *Penaeus kerathurus* (Forsk.) antes y después de la puesta

Gabriel Mourente ⁽¹⁾, María P. Pereiro ⁽²⁾ y Antonio Rodríguez ⁽³⁾

⁽¹⁾ *Biología, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad de Cádiz. Apartado 40, 11510-Puerto Real (Cádiz), España.*

⁽²⁾ *Departamento de Bioquímica y Biología Molecular I, Universidad Complutense de Madrid, 28040 Madrid, España.*

⁽³⁾ *Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía (CSIC). Apartado Oficial, 11510-Puerto Real (Cádiz), España.*

Received May 14, 1990; accepted June 27, 1990.

Total lipid, polar lipid and neutral lipid fatty acid content in muscle, hepatopancreas and ovary of *Penaeus kerathurus* (Forsk.) before and after spawning.

Mourente G., M. P. Pereiro, A. Rodríguez. *Aquat. Living Resour.*, 1990, 3, 243-250.

Abstract

The variation in total lipid, polar lipid and neutral lipid fatty acid content was studied in muscle, midgut gland and ovary of *Penaeus kerathurus* females during the spawning period. The ovary was the organ that presented the greatest decrease in total lipid content (50.9%) which was transferred to eggs during oogenesis. Polar lipid content was higher than neutral lipid in every organ under study. However, neutral lipids decreased much more than polar lipids in both ovary and hepatopancreas during spawning. Total lipid saturated fatty acid content fell by 66.3%, monounsaturated 56.5% and polyunsaturated 62.6%. Fatty acids such as 16:0, 16:1n-7 and 18:1n-9 contributed to a great extent during vitellogenesis. Therefore, 20:5 and 22:6n-3 represented 4 and 4.5% of ovary total lipids respectively in eggs formation.

Keywords : .

Resumen

Se estudió de contenido en ácidos grasos de los lípidos totales, polares y neutros en músculo, hepatopáncreas y ovario de hembras de *Penaeus kerathurus* antes y después de la puesta. El ovario fue el órgano que presentó un mayor descenso del contenido lipídico total (50,9%), que se transfirió a los huevos durante la ovogénesis. En los diferentes órganos estudiados, el contenido de lípidos polares fue superior al de lípidos neutros. Sin embargo, durante la puesta se transfirieron mayores cantidades de lípidos neutros que de polares tanto en el ovario como en el hepatopáncreas. El contenido de los ácidos grasos saturados de los lípidos totales del ovario disminuyó un 66,3%, el de monoinsaturados un 56,5% y el de los poliinsaturados un 62,6%. Ácidos grasos como el 16:0, 16:1n-7 y 18:1n-9 contribuyeron de una forma importante a la composición lipídica de los huevos. Mientras que el 20:5n-3 y el 22:6n-3 significaron un 4% y un 4,5% respectivamente de los lípidos totales del ovario que se aportaron a la puesta.

Palabras claves : *Total lipid, polar lipid, neutral lipid, fatty acid content, muscle, hepatopancreas, ovary, spawning, shrimp, Penaeus kerathurus.*

INTRODUCCIÓN

Estudios previos, histoquímicos y microscópicos han puesto en evidencia una considerable deposición de lípidos durante la maduración ovárica en los crustáceos (Beams y Kessel, 1963; Brodzicki, 1963). Con posterioridad, investigaciones bioquímicas revelaron el incremento de los lípidos durante la maduración ovárica en algunos crustáceos decápodos (Red y Caulton, 1980; Teshima y Kanazawa, 1983), sugiriendo la importancia de los lípidos en el desarrollo de los ovarios durante la maduración. Por otra parte, Brown *et al.* (1979), Middleditch *et al.* (1979; 1980*b*) y Lawrence *et al.* (1980) indicaron que los ácidos grasos poliinsaturados están relacionados con la capacidad de los procesos reproductores en algunos peneidos.

Los lípidos, en términos generales, juegan un papel primordial como fuente de energía, ácidos grasos esenciales y constituyentes celulares en la formación y maduración de los ovarios, embriogénesis, eclosión y desarrollo temprano de las larvas de los animales acuáticos (Holland, 1978). Cahu *et al.* (1986), encontraron una correlación positiva entre el contenido en Hufa ($20:4n-6$, $20:5n-3$ y $22:6n-3$) en la calidad de los huevos y el porcentaje de eclosión en *Penaeus vannamei*. En esta misma especie, Cahu y Quazuguel (1989), observaron que la calidad de los lípidos de la dieta de los reproductores afecta de una manera directa a la reproducción. Asimismo, Teshima *et al.* (1988*a, b*; 1989) demostraron la importancia de los lípidos en los procesos de la reproducción de *Penaeus japonicus*.

Aspectos metabólicos de la reproducción de algunos crustáceos decápodos como *Penaeus kerathurus* (Forsk.) una especie de gran interés comercial en aguas templadas del Atlántico y del Mediterráneo, no son bien conocidos y es por lo que en este trabajo se estudió la variación de los contenidos en lípidos totales, polares y neutros y de sus ácidos grasos en el músculo, hepatopáncreas y ovario de hembras de *P. kerathurus* durante el periodo de puesta.

MATERIALES Y METODOS

Se escogieron 12 hembras de *Penaeus kerathurus* maduras y fecundadas de un lote de ejemplares que fueron capturadas durante la época de puesta de esta especie en la zona de reproducción del Golfo de Cádiz, España (Rodríguez, 1985). El mismo día de la captura fueron sacrificadas 3 hembras, siendo el resto depositadas en un tanque de 150 l de capacidad con agua de mar de salinidad al 33 por mil. El agua del tanque se sometió a una elevación de la temperatura de 22 a 27°C (de 3 a 5°C más sobre la temperatura media en el medio natural en la época de puesta) con la finalidad de provocar la puesta por

choque térmico. Al día siguiente se detectó la puesta en cuatro hembras, escogiéndose tres de ellas que habían vaciado completamente sus gónadas, para ser sacrificadas. Tanto un grupo de hembras como el otro, fueron pesadas, medidas y disecionadas, obteniéndose fragmentos del músculo del abdomen, los hepatopáncreas y los ovarios, los cuales fueron congelados en nitrógeno líquido y liofilizados, conservándose a -80°C. El tiempo transcurrido hasta la realización de los análisis no fue en ningún caso superior a los dos meses.

Los lípidos totales (LT) fueron extraídos con cloroformo/metanol (2:1, v/v) y lavados con Cl_2Mg al 0,017% (p/v) de acuerdo al método de Folch *et al.* (1957). La cuantificación se hizo gravimetricamente. Aproximadamente 50 mg de lípidos totales de cada muestra se separaron en lípidos neutros (LN) y lípidos polares (LP) por cromatografía en columna (7 × 80 mm) con Silicagel 40 (Merck, 100-200 μm mesh) acondicionada previamente con cloroformo. Los LN se eluyeron de la columna con 10 volúmenes de cloroformo, mientras que los fosfolípidos se recogieron haciendo pasar 10 volúmenes de metanol (Christie, 1982). Los disolventes se evaporaron al vacío y a 35°C en rotavapor, siendo cuantificados gravimetricamente.

Los ácidos grasos de las distintas fracciones lipídicas se sometieron a transesterificación con trifluoruro de boro-metanol de acuerdo al procedimiento de Morrison y Smith (1964), utilizando ácido nonadecanoico (19:0) como patrón interno. Los ésteres metílicos de los ácidos grasos se analizaron en un cromatógrafo de gases (GC) Perkin-Elmer 3920, equipado con detector de ionización a la llama (FID) y columna capilar Wcot (30 m × 0,25 mm i.d.) Supelcowax-10 con fase estacionaria de polietileno glicol (PEG) de 0,25 μm de espesor. Se utilizó helio como gas portador. El inyector y el detector trabajaron a una temperatura de 250°C, mientras que la temperatura del horno se programó inicialmente a 185°C durante 32 minutos, para subir gradualmente hasta 220°C a razón de 2°C/min donde se mantenía isotermicamente. Los análisis quedaron registrados y cuantificados en una estación de datos de cromatografía Sigma-15 de Perkin-Elmer programada con un método de normalización para análisis de patrón interno. La identificación de los picos se realizó por comparación de los tiempos de retención relativos de patrones conocidos, así como por datos publicados previamente (Ackman, 1986). Los disolventes utilizados fueron de grado analítico y contenían BHT 0,01% (p/v) como antioxidante. En cada grupo de animales (prepuesta y postpuesta), se realizaron tres análisis de cada muestra. El grado de insaturación (UD) se calculó mediante la fórmula [(% monoinsaturados) + 2 (% diinsaturados) + 3 (% triinsaturados) + 4 (% tetrainsaturados) + 5 (% penta-insaturados) + 6 (% hexa-insaturados)]/100.

RESULTADOS

Los datos biométricos de las hembras de *P. kerathurus* utilizadas en este trabajo se muestran en la

Tabla 1. — Valores biométricos de las hembras de *Penaeus kerathurus* utilizadas en este trabajo.

	Prepuesta	Postpuesta
Longitud total (mm)	125.5 ± 9.9	122.3 ± 2.5
Peso total (g)	15.7 ± 2.8	15.2 ± 0.9
Peso del ovario (g)	1.7 ± 0.4	0.4 ± 0.1
Peso del hepatopáncreas (g)	0.6 ± 0.1	0.6 ± 0.1
IG (°)	11.0 ± 0.9	2.8 ± 0.2
IH (°)	4.1 ± 0.2	4.2 ± 0.1

Los resultados son la media ± la desviación estándar de al menos tres muestras diferentes; (a) IG=índice gonadosomático; (b) IH=índice hepatosomático.

Results are the mean ± SD of three different samples at least; (a) IG = gonadosomatic index. (b) IH = hepatosomatic index.

tabla 1. No se observaron diferencias significativas con respecto a la longitud total, peso total del cuerpo, peso del hepatopáncreas y el índice hepatosomático entre hembras antes y después de la puesta. Por el contrario, el peso del ovario y el índice gonadosomático mostraron diferencias marcadas entre los dos grupos. El peso de los ovarios fue casi 4 veces superior en las hembras maduras que en las que habían realizado la puesta. Los contenidos en lípidos totales, polares y neutros en músculo, hepatopáncreas y ovario antes y después de la puesta se presentan en la tabla 2, encontrándose que éstos eran mucho más elevados en la prepuesta. El contenido en lípidos totales presentó un descenso mucho más acusado en el ovario (50,9%) que en el músculo o el hepatopáncreas. En todos los casos, los tres órganos presentaron un mayor contenido en lípidos polares que en neutros. El músculo mostró pérdidas similares de lípidos

polares y de lípidos neutros, el hepatopáncreas perdió mayor cantidad de lípidos neutros, mientras que el ovario presentó grandes pérdidas tanto de lípidos neutros como de lípidos polares.

Las proporciones relativas de los ácidos grasos de los lípidos totales, polares y neutros en el músculo de hembras de *P. kerathurus* se presentan en la tabla 3. Los porcentajes de los ácidos grasos de los lípidos totales y de los lípidos polares del músculo, no mostraron grandes diferencias en su composición antes o después de la puesta. Sin embargo, los ácidos grasos monoinsaturados totales de los lípidos neutros decrecieron notablemente debido a la disminución de la proporción de 16:1n-9. Por el contrario, en las proporciones de saturados y poliinsaturados totales se observó un ligero incremento (aumento de los porcentajes de 20:5n-3 y 22:6n-3). El contenido de los ácidos grasos de los lípidos totales del músculo presentó descensos del 45% en los saturados totales, del 54,9% en los monoinsaturados y del 47,1% para los poliinsaturados respectivamente. La cantidad de 20:5n-3 cayó un 55,1%, mientras que el 22:6n-3 perdió un 61,8% (fig. 1). El contenido en ácidos grasos de los lípidos polares del músculo presentó disminuciones del 57,9, 48,1 y 59,3% en los saturados, monoinsaturados y poliinsaturados totales respectivamente. Perdiéndose durante la puesta un 64,4% de 20:5n-3 y un 74,1% de 22:6n-3 de esta misma fracción lipídica. Los ácidos grasos de los lípidos neutros del músculo mostraron una reducción significativa del contenido de los monoinsaturados totales (55,5%), quedando las cantidades de los saturados y los poliinsaturados totales prácticamente invariables.

Las composiciones relativa (%) de los ácidos grasos de los lípidos totales, polares y neutros del hepatopáncreas antes y después de la puesta están representadas en la tabla 4. Los porcentajes de los ácidos grasos de las tres fracciones no presentaron diferencias muy marcadas entre las dos etapas

Tabla 2. — Contenido en lípidos totales, polares y neutros en músculo, hepatopáncreas y ovario de hembras de *P. kerathurus* antes (A) y después (B) de la puesta.

Total lipid, polar lipid and neutral lipid contents in muscle, hepatopáncreas and ovary of *P. kerathurus* females, before (A) and after (B) spawning.

Organos	LT			LP			LN		
	A	B	%	A	B	%	A	B	%
Musculo	3.0	2.3	23.3	2.0	1.6	19.8	0.9	0.7	30.6
Hepato.	10.9	7.8	28.4	6.9	6.1	11.2	3.9	1.6	58.6
Ovario	15.7	7.7	50.9	9.8	5.5	43.9	5.9	2.2	62.6

Los resultados expresan contenidos lipídicos como porcentajes sobre peso seco y son la media de al menos 3 análisis de 3 muestras diferentes. Las desviaciones estándar no se muestran, pero fueron en todos los casos inferiores al 5%. La columna de porcentajes (%) muestra el descenso ocurrido en el contenido lipídico durante la puesta.

Results are the mean of triplicate analysis of 3 different samples and express lipid contents as dry matter percentages. SD are omitted for clarity but were generally less than 5%. The percentage (%) columns show decrease in lipid contents.

Tabla 3. — Porcentajes de los ácidos grasos de los lípidos totales, polares y neutros en el músculo de hembras de *P. kerathurus* antes (A) y después (B) de la puesta.

Total lipid, polar lipid and neutral lipid fatty acid percentages in muscle of P. kerathurus females before (A) and after (B) spawning.

A. grasos	LT		LP		LN	
	A	B	A	B	A	B
14:0	2.3	1.3	1.8	1.1	1.5	1.4
16:0	13.0	16.1	15.2	13.4	6.9	8.9
16:1n-9	3.9	4.3			22.0	4.7
16:1n-7	6.6	6.9	6.5	6.4	4.6	4.9
18:0	7.7	8.3	8.1	7.7	3.0	5.9
18:1n-9	6.2	7.6	6.5	7.3	4.6	4.3
18:1n-7	3.7	2.7	3.7	2.6	1.4	2.1
18:2n-6	1.0	1.7	1.1	1.7	1.1	0.9
18:3n-3	0.4	0.2	0.4	0.2	0.1	0.2
20:4n-6	2.4	2.7	2.3	2.5	4.1	2.3
20:5n-3	12.2	12.0	12.7	11.7	2.9	7.6
22:5n-3	1.1	1.1	1.0	5.5	0.4	1.0
22:6n-3	13.3	11.5	17.4	11.5	1.6	5.1
T. Sat.	28.0	31.5	29.7	28.8	18.2	23.8
T. Mon.	25.0	23.3	21.7	26.1	39.2	27.2
T. Pol.	41.1	39.5	43.3	41.5	22.6	32.2
S. n-9	11.0	9.3	8.3	12.6	27.1	16.0
S. n-7	11.1	4.3	11.3	9.9	8.2	9.5
S. n-6	6.8	7.8	6.3	7.6	10.2	10.2
S. n-3	30.6	26.7	33.7	30.7	9.5	16.1
n-3/n-6	4.5	3.4	5.3	4.0	0.9	1.6
HUFA	32.2	30.2	36.2	33.9	18.2	24.0
UD	2.17	2.01	2.34	2.19	1.25	1.55

Los resultados expresan % de ácido graso sobre los ácidos grasos totales (solo se muestran aquellos cuyo porcentaje es superior al 1%) y son la media de análisis por triplicado de 3 muestras diferentes. Las desviaciones estándar fueron en todos los casos inferiores al 5% y no han sido representadas en la tabla. UD expresa el grado de insaturación.

Results express fatty acid percentages (only fatty acids over 1% are shown) and are the mean of triplicate analysis of three different samples. SD are omitted for clarity but were generally less than 5%. UD is the unsaturation degree.

estudiadas, aunque se observaron descensos cuantitativos muy acusados en todas ellas una vez realizada la puesta (fig. 2).

Las proporciones de los ácidos grasos en las distintas fracciones lipídicas antes y después de la puesta del ovario son bastante similares (tabla 5). La excepción la presentaron los saturados totales, ya que sus porcentajes descendieron significativamente, mientras que los de los monoinsaturados aumentaron, tanto en los lípidos totales como en los neutros. La composición de los ácidos grasos de los lípidos polares no reveló diferencias importantes. Sin embargo, los contenidos en ácidos grasos sufrieron descensos muy importantes en las tres fracciones durante la puesta (fig. 3). Las pérdidas que se observaron en los ácidos grasos de los lípidos totales del ovario fueron próximas al 60%, del 40% en los lípidos polares y del 80% para los lípidos neutros.

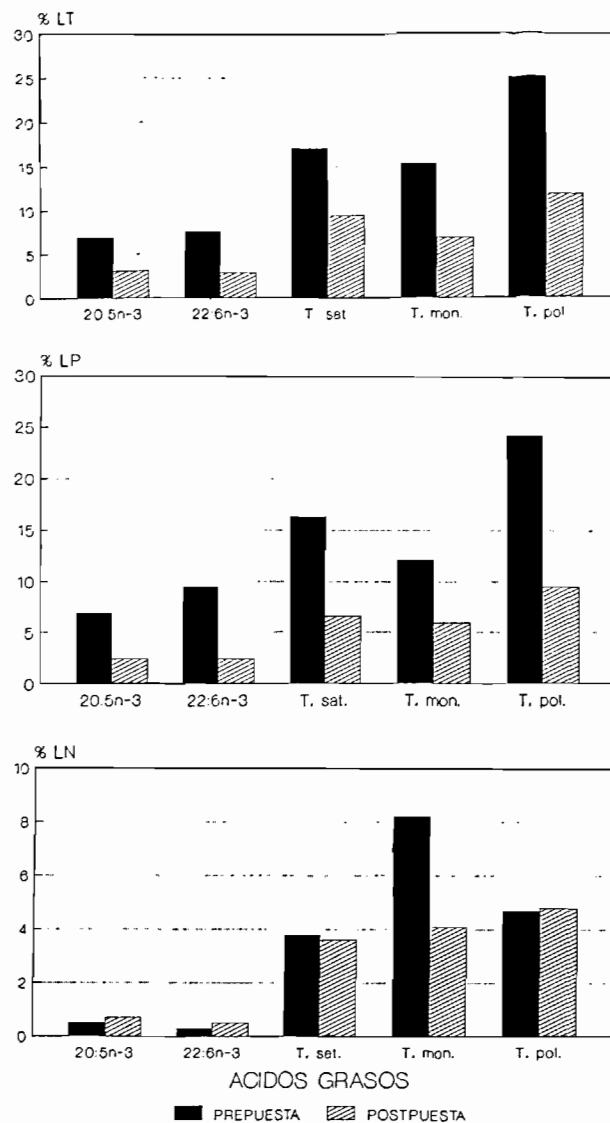


Figura 1. — Contenido en ácidos grasos de los LT, LP y LN en el músculo de hembras de *Penaeus kerathurus* antes y después de la puesta. La cantidad de ácidos grasos se expresa como porcentaje de LT, LP o LN.

TL, PL and NL fatty acid content in muscle of Penaeus kerathurus females before and after spawning. Results are expressed as TL, PL or NL percentages.

DISCUSIÓN

Los datos biométricos que se muestran en la tabla 1 están dentro de las tallas mínimas de maduración dadas para esta especie por Rodríguez (1985). El índice gonadosomático observado en hembras de *P. kerathurus* antes de la puesta fue algo inferior al encontrado en hembras de *P. japonicus* en el mismo estado de maduración (Teshima et al., 1989). El porcentaje de lípidos totales que se transfirieron en

Tabla 4. — Porcentajes de los ácidos grasos de los lípidos totales, polares y neutros en el hepatopáncreas de hembras de *P. kerathurus* antes (A) y después (B) de la puesta.

Total lipid, polar lipid and neutral lipid fatty acid percentages in hepatopancreas of *P. kerathurus* females before (A) and after (B) spawning.

A. grasos	LT		LP		LN	
	A	B	A	B	A	B
14:0	3.9	2.6	2.3	2.0	6.1	3.0
16:0	18.4	17.7	16.8	12.9	22.8	21.9
16:1n-9	—	—	—	—	—	—
16:1n-7	8.3	7.8	8.4	8.7	6.6	5.4
18:0	6.5	6.1	7.1	6.5	5.3	4.8
18:1n-9	6.7	7.1	7.4	7.8	5.6	4.4
18:1n-7	5.5	4.9	4.4	4.8	3.9	3.3
18:2n-6	0.7	0.6	0.7	0.7	0.8	0.5
18:3n-3	0.4	0.1	0.4	0.2	0.4	—
20:4n-6	2.3	2.8	2.8	3.3	1.6	1.5
20:5n-3	9.9	10.4	13.7	12.0	5.1	4.0
22:5n-3	1.5	1.3	1.6	1.5	1.3	1.0
22:6n-3	8.4	7.4	10.8	8.8	5.2	2.3
T. Sat.	35.6	33.0	30.0	28.8	33.7	33.4
T. Mon.	26.2	24.9	26.8	29.9	30.0	28.0
T. Pol.	35.4	36.2	40.1	36.1	26.6	18.0
S. n-9	8.1	9.7	8.2	11.0	7.4	7.7
S. n-7	16.1	15.3	14.8	14.8	15.4	10.6
S. n-6	6.4	8.3	6.4	7.6	7.6	5.6
S. n-3	24.5	23.7	30.4	24.8	15.5	12.6
n-3/n-6	3.8	2.8	4.7	3.3	2.0	2.2
HUFA	25.9	25.2	31.9	29.6	16.9	13.7
UD	1.82	1.75	2.14	1.94	1.36	1.07

Los resultados expresan % de ácido graso sobre los ácidos grasos totales (solo se muestran aquellos cuyo porcentaje es superior al 1%) y son la media de tres análisis de 3 muestras diferentes. Las desviaciones estándar fueron en todos los casos inferiores al 5% y no han sido representadas en la tabla. UD expresa el grado de insaturación.

Results express fatty acid percentages (only fatty acids over 1% are shown) and are the mean of triplicate analysis of 3 different samples. SD are omitted for clarity but were generally less than 5%. UD is the unsaturation degree.

la puesta estuvo alrededor del 50 %, una proporción algo inferior a la mostrada por *P. japonicus* (Teshima et al., 1989) durante el mismo periodo. Sin embargo, las pérdidas de los lípidos totales sufridas por el músculo y el hepatopáncreas no fueron en ningún caso tan importantes como las del ovario (tabla 2).

El ovario y el hepatopáncreas presentaron mayores contenidos de lípidos polares que de neutros, tanto antes como después de la puesta, justamente lo contrario a lo observado en hembras de *P. japonicus* por Guary et al. (1970) o Teshima et al. (1989) y en consonancia con lo encontrado por Gehring (1974) y Galois (1984) para especies de habitats tropicales como *Penaeus duorarum* y *Penaeus indicus* respectivamente. Este acúmulo mayoritario de fosfolípidos frente a lípidos neutros en ambos órganos posiblemente es debido a un aumento de la síntesis y

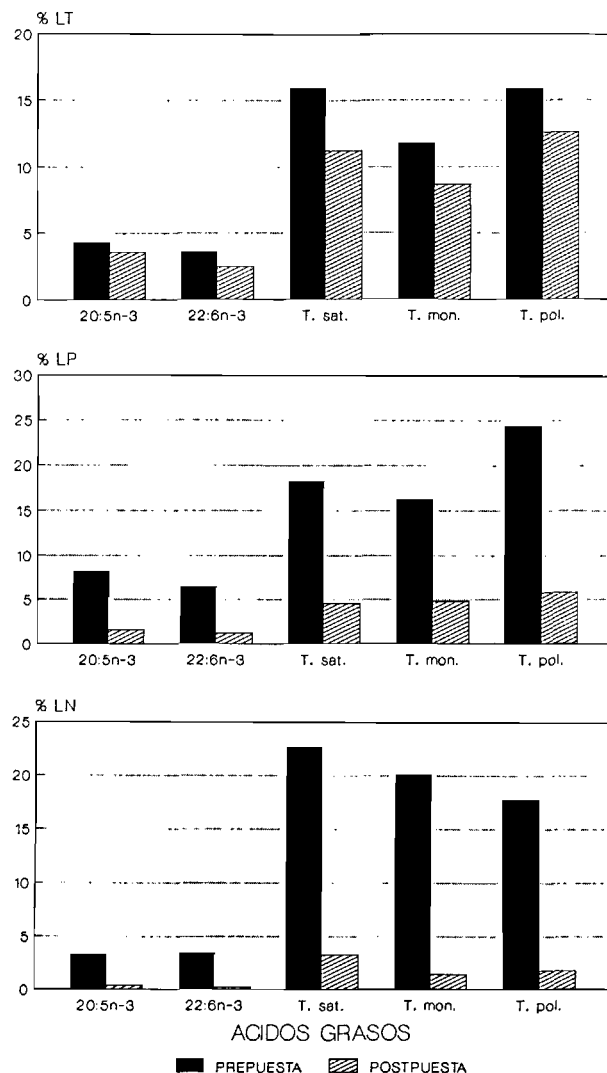


Figura 2. — Contenido en ácidos grasos de los LT, LP y LN en el hepatopáncreas de hembras de *Penaeus kerathurus* antes y después de la puesta. La cantidad de ácidos grasos se expresa como porcentaje de LT, LP o LN.

TL, PL and NL fatty acid content in hepatopancreas of *Penaeus kerathurus* females before and after spawning. Results are expressed as TL, PL or NL percentages.

almacenamiento simultáneo con un descenso de los lípidos polares circulantes en la hemolinfa y/o a disminución en procesos de catabolismo y secreción de éstos (Gilbert y O'Connor, 1970). Asimismo, sería de gran interés conocer el papel que desempeñan los lípidos de la dieta y los procesos de absorción de éstos en la acumulación de las distintas fracciones lipídicas.

La disminución en el contenido de los ácidos grasos de los lípidos totales del ovario después de la muestra presentó descensos del 66,3% para los

Tabla 5. — Porcentajes de los ácidos grasos de los lípidos totales, polares y neutros en el ovario de hembras de *P. kerathurus* antes (A) y después (B) de la puesta.

Total lipid, polar lipid and neutral lipid fatty acid percentages in ovary of P. kerathurus females before (A) and after (B) spawning.

A. grasos	LT		LP		LN	
	A	B	A	B	A	B
14:0	5.1	2.7	3.3	2.4	8.0	5.2
16:0	17.9	14.3	15.2	13.6	20.5	15.2
16:1n-9		2.9		2.6	-	12.0
16:1n-7	8.4	8.3	8.4	8.4	8.0	7.9
18:0	5.6	5.1	7.1	5.7	3.6	3.0
18:1n-9	9.6	10.0	10.5	10.2	8.3	8.8
18:1n-7	4.2	4.0	4.2	4.5	3.8	3.2
18:2n-6	0.7	0.6	0.8	0.6	0.7	0.6
18:3n-3	0.4	0.1	0.5	0.2	0.4	0.1
20:4n-6	1.9	2.4	2.4	2.8	1.2	1.6
20:5n-3	9.7	11.7	12.1	13.5	5.9	6.9
22:5n-3	1.6	1.3	1.8	1.3	1.2	1.4
22:6n-3	9.7	9.2	9.1	10.1	4.7	6.4
T. Sat.	33.5	24.0	31.6	29.3	37.5	29.8
T. Mon.	28.9	31.6	29.1	30.7	28.4	37.9
T. Pol.	35.1	36.8	35.1	35.7	25.8	28.1
S. n-9	11.5	14.2	11.6	14.2	9.7	23.5
S. n-7	13.8	13.8	13.8	14.3	14.9	13.0
S. n-6	5.3	7.6	5.4	5.3	5.6	7.3
S. n-3	27.1	25.8	25.6	27.4	7.6	17.1
n-3/n-6	5.1	3.4	4.7	5.1	1.3	2.3
HUFA	27.4	29.6	28.4	30.4	18.5	21.6
UD	1.88	1.96	1.91	1.99	1.49	1.60

Los resultados expresan % de ácidos grasos sobre los ácidos grasos totales (solo se muestran aquellos cuyo porcentaje es superior al 1%) y son la media de análisis por triplicado de tres muestras diferentes. Las desviaciones estandar fueron en todos los casos inferiores al 5% y no se han representado en la tabla. UD expresa el grado de insaturación.

Results express fatty acid percentages (only fatty acids over 1% are shown) and are the mean of triplicate analysis of 3 different samples. SD are not represented but were generally less than 5%. UD is the unsaturation degree.

saturados totales y del 56,5% para los monoinsaturados totales. Ácidos grasos saturados como el palmítico (16:0) o monoinsaturados como el 16:1n-7 y el 18:1n-9 contribuyeron de una forma importante a la composición de los lípidos de los huevos de *P. kerathurus*. Los ácidos grasos poliinsaturados totales del ovario del ovario descendieron un 62,6%. El 20:5n-3 experimentó una disminución del 59,7% y el 22:6n-3 un 67,1%, lo que significa un 4% y un 4,5% de los lípidos totales del ovario respectivamente. Los ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga de la serie n-3 son necesarios en la vitelogenésis de penaeidos (Middle-ditch et al., 1980b), habiéndose comprobado que las carencias de ellos en las dietas de reproductores de *Penaeus vannamei* fueron causantes de baja calidad en los huevos producidos con malos índices de eclosión (Cahu et al., 1986; Cahu y Quazugel, 1989). Por otra parte, estos HUFA de la serie n-3

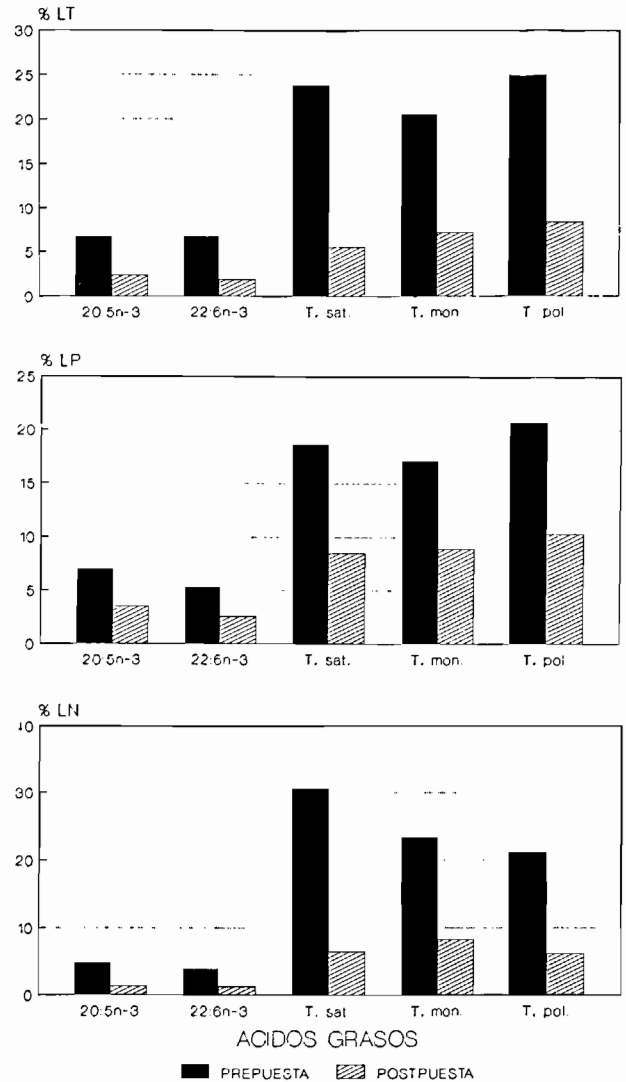


Figura 3. — Contenido en ácidos grasos de los LT, LP y LN en el ovario de hembras de *Penaeus kerathurus* antes y después de la puesta. La cantidad de ácidos grasos se expresa como porcentaje de LT, LP o LN.

TL, PL and NL fatty acid content in ovary of Penaeus kerathurus females before and after spawning. Results are expressed as TL, PL or NL percentages.

(20:5n-3 y especialmente el 22:6n-3) se ha probado que son de gran importancia en el desarrollo de las estructuras de membranas y de la actividad del sistema nervioso del embrión y de la futura larva en algunas especies de crustáceos (Chapelle, 1986). Por lo tanto, es necesaria la acumulación de lípidos adecuados en el ovario, durante el período de la maduración, para garantizar la cantidad y la calidad de lípidos necesarios para obtener puestas de buena calidad (Teshima et al., 1988a, b; 1989).

El hepatopáncreas está considerado como el principal órgano de almacenamiento de lípidos en

los crustáceos. Los lípidos neutros ingeridos durante la época de la maduración son transformados enzimáticamente en diglicéridos y monoglicéridos que serán posteriormente convertidos en fosfolípidos en las células del hepatopáncreas (Chang y O'Connor, 1983). Estos fosfolípidos sintetizados serían puestos en circulación a través de la hemolinfa y transportados a otros tejidos, sobre todo al ovario, para su utilización o bien conversión a triglicéridos y almacenamiento (Chang y O'Connor, 1983). Al llegar a la puesta, existe un acúmulo de lípidos en el hepatopáncreas, que se redistribuyen por la hemolinfa a todo el organismo una vez depositada ésta, para paliar las pérdidas lipídicas que se producen durante la reproducción. Esto explicaría el descenso que se observa en las diferentes fracciones lipídicas estudiadas en hepatopáncreas de hembras de *P. kerathurus* durante la puesta.

Los lípidos del músculo también experimentan un descenso en su contenido en la reproducción, siendo de destacar la disminución de aproximadamente el 50 % de los ácidos grasos monoinsaturados totales de los lípidos neutros. Este descenso, se puede deber al catabolismo de éstos para la obtención de energía. Mientras que es difícil explicar la disminución observada por los ácidos grasos de los lípidos totales y polares.

Sería pues de gran interés, analizar la evolución de las diferentes clases de lípidos y sus contenidos en ácidos grasos en los diferentes órganos de *P. kerathurus* a lo largo de la maduración sexual y de la reproducción. Asimismo, queda por estudiar la influencia de la composición lipídica de la dieta en los períodos anteriormente citados, tanto en ejemplares salvajes como en cultivados de esta especie de gran interés comercial, cuyo cultivo podría ser ostensiblemente mejorado.

REFERENCIAS

- Ackman R. G. 1986. WCOT (capillary) gas-liquid chromatography. In: Analysis of oils and fats. R. J. Hamilton, J. B. Rosell ed., Elsevier applied science publ. Ltd. London, 137-206.
- Bcans H. W., R. G. Kessel, 1963. Electron microscope studies on developing crayfish oocytes with special reference to the origin of yolk. *J. Cell. Biol.*, **18**, 621-649.
- Brodzicki S., 1963. Localization of lipids and α -ketolic steroids in the ovary of crustacea. *Folia Histochem. Cytol.*, **1**, 259-268.
- Brown A., J. McVey, B. S. Middleditch, A. L. Lawrence, 1979. Maturation of the white shrimp (*Penaeus setiferus*) in captivity. *Proc. World Maricult. Soc.*, **10**, 435-444.
- Cahu C., C. Fauvel, Aquacop, 1986. Effect of food fatty acid composition of *P. vannamei* broodstock on egg quality. International Council for the Exploration of the Sea. Mariculture Committee. C. M., F: 28.
- Cahu C., P. Quazuguel, 1989. Lipid metabolism of *Penaeus vannamei* brood stock: Influence of dietary lipids. EAS Special Publication, **10**, 45-46.
- Chang E. S., J. D. O'Connor, 1983. Metabolism transport of carbohydrates and lipids. In: The biology of crustacea, L. H. Mantel ed., Academic Press, New York, Vol. 5, 263-287.
- Chapelle S., 1986. Aspects of phospholipids metabolism in crustaceans as related to changes in environmental temperatures and salinities. A review. *Comp. Biochem. Physiol.*, **84 B**(4), 423-439.
- Christie W. W., 1982. In: Lipid Analysis, 2nd edition. Pergamon Press, New York.
- Folch J., M. Lees, G. H. Sloane-Stanley, 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, **226 A**, 497-509.
- Galois R. G., 1984. Variation de la composition lipidique tissulaire au cours de la vitellogenèse chez la crevette *Penaeus indicus* Milne Edwards. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **84**, 155-166.
- Gehring W. R., 1974. Maturation changes in the ovarian lipid spectrum of the pink shrimp, *Penaeus duorarum duorarum* Burkenroad. *Comp. Biochem. Physiol.*, **49 A**, 511-524.
- Gilbert L. I., J. D. O'Connor, 1970. Lipid metabolism and transport in arthropods. In: Chemical Zoology, M. Florkin, B. T. Scheer eds., Academic Press, New York, **5**, 229-254.
- Guary J. C., M. Kayama, Y. Murakami, 1974. Lipid class distribution and fatty acid composition of prawn *Penaeus japonicus* Bate. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, **40**, 1027-1032.
- Holland D. L., 1978. Lipid reserves and energy metabolism in the larvae of benthic marine invertebrates. In: Biochemical and Biophysical Perspectives in Marine Biology, D. C. Malins, J. R. Sargent eds., Academic Press, New York, **4**, 85-123.
- Lawrence A. L., Y. Akamine, B. S. Middleditch, G. Chamberlain, D. Hutchins, 1980. Maturation and reproduction of *Penaeus setiferus* in captivity. *Proc. World Maricult. Soc.*, **11**, 481-487.
- Middleditch B. S., S. R. Missler, D. R. Ward, J. P. McVey, A. Brown, A. L. Lawrence, 1979. Maturation of penaeid shrimp: Dietary fatty acids. *Proc. World Maricult. Soc.*, **10**, 472-476.
- Middleditch B. S., S. R. Missler, H. B. Hines, D. C. Ward, A. L. Lawrence, 1980. Metabolic profiles of penaeid shrimp: Dietary lipids and ovarian maturation. *J. Chromatogr.*, **195**, 359-368.
- Morrison W. R., L. M. Smith, 1964. Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetals from lipids with boron-trifluoride methanol. *J. Lipid Res.*, **5**, 600-608.
- Read G. H. L., M. S. Caulton, 1980. Changes in mass and chemical composition during the moult cycle and ovarian development in immature and mature *Penaeus indicus* Milne Edwards. *Comp. Biochem. Physiol.*, **66 A**, 431-437.
- Rodríguez A., 1985. Biología del langostino *Penaeus kerathurus* (Forsk., 1775) del Golfo de Cádiz. I Reproducción. *Inv. Pesq.*, **49**, 581-595.

- Teshima S., A. Kanazawa, 1983. Variation in lipid during the ovarian maturation of the prawn. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, **49**, 957-962.
- Teshima S., A. Kanazawa, S. Koshio, K. Horinouchi, 1988 *a*. Lipid metabolism in destalked prawn *Penaeus japonicus*: induced maturation: and accumulation of lipid in the ovaries, *Nippon Suisan Gakkaishi*, **54**, 1115-1122.
- Teshima S., A. Kanazawa, S. Koshio, K. Horinouchi, 1988 *b*. Lipid metabolism in destalked prawn *Penaeus japonicus*: induced maturation: and transfer of lipid reserves the ovaries, *Nippon Suisan Gakkaishi*, **54**, 1123-1129.
- Teshima S., A. Kanazawa, S. Koshio, K. Horinouchi, 1989. Lipid metabolism of the prawn *Penaeus japonicus* during maturation: variation in lipid profiles of the ovary and hepatopancreas. *Comp. Biochem. Physiol.*, **92B**, 45-49.