

# DEPARTAMENTO INTERFACULTATIVO DE FISIOLOGIA ANIMAL

## RELACION PROTEINA / ENERGIA EN LAS DIETAS PARA TRUCHAS.

### •II.- EFECTO SOBRE LA COMPOSICION DE DISTINTAS FRACCIONES CORPORALES

G. Cardenete; M. García; S. Zamora

#### RESUMEN

El presente trabajo describe el efecto que 5 dietas experimentales (con diferente relación proteína/energía) producen sobre la composición corporal de la trucha.

Las dietas se suministraron a los animales de forma pareada y posteriormente ad libitum. El periodo experimental fue de 135 días y se llevó a cabo en condiciones de piscifactoria.

Todas las dietas fueron bien toleradas sin que se apreciaran depósitos grasos en exceso en las fracciones corporales estudiadas.

El principal factor que condicionó la composición corporal fue la ingesta energética total.

#### SUMMARY

This study describes the effect of 5 experimental diets (with different protein/energy ratio) on the body composition of trouts.

The diets, suminstred pair feed and ad libitum, were essayed in fishfarm conditions in a 135 days long period.

All diets were well accepted, and a excess of fat deposition on the body fractions studied was not appreciated.

The main factor influencing body composition was the energy whole intake.

#### INTRODUCCION

Los peces carnívoros, alimentados con altas cotas de proteína, utilizan una considerable proporción de ésta para suplir los requerimientos de energía (1). Lógicamente, el nivel energético de la dieta y su relación con la proteína se convierten en factores esenciales para un mejor aprovechamiento de la proteína dietaria.

Es conocido que la adición a la dieta de distintas fuentes energéticas mejora la utilización proteica (2) (3) (4), si bien a largo plazo se puede producir un engrasamiento de la pared corporal (5) (6), así como del hígado y digestivo (7) (8) que podría afectar negativamente a la fisiología del animal.

Hemos decidido ensayar 5 dietas experimentales, fijando de antemano dos niveles proteicos (47 y 38 %), a las que se ha suplementado con fuentes energéticas hasta conseguir 5 dietas diferentes, aunque próximas, en cuanto a su relación proteína/energía. El objeto del presente estudio ha sido comprobar los cambios provocados por las distintas dietas sobre la composición de diversas fracciones corporales del animal, cuando las condiciones de cultivo son las de una explotación piscícola; y al mismo tiempo, dilucidar cual o cuales de los componentes de la dieta son los responsables de dichas alteraciones.

## MATERIAL Y METODOS

### *Animales y mantenimiento.*

Se ha utilizado truchas arcoiris (*Salmo gairdneri*) de 13 meses de edad y 70 gr. de peso medio inicial, procedentes de una piscifactoría local. La población total se distribuyó en cinco lotes amplios de aproximadamente 100 kg. de truchas cada uno.

Las condiciones de mantenimiento, dentro de ser óptimas, fueron las de una explotación piscícola comercial y aparecen descritas en la primera parte de este estudio.

### *Diseño experimental.*

A cada lote se le suministró una dieta experimental durante 135 días. La alimentación fue restringida al 1% diario del peso corporal en el periodo comprendido entre los días 0 y 95 de experimentación. Durante los 40 últimos días los animales fueron alimentados ad libitum.

En los días mencionados (0, 95 y 135), tras un ayuno de 24 horas, se efectuaron controles (denominados O, I y II respectivamente) mediante la captura al azar de 10 animales por cada lote experimental. Sobre esta muestra se determinaron los pesos del animal y de las distintas vísceras y el contenido en proteína, grasa y humedad del hígado, tracto digestivo y resto del cuerpo ("carcasse").

### *Dietas experimentales.*

La composición de las dietas experimentales (ver apartado de Material y Métodos de la parte I) aparece reflejada en la Tabla I.

DIETA	1	2	3	4	5
HUMEDAD (%)	7,9	7,4	8,0	8,0	7,4
PROTEINA (%)	48,3	46,4	47,2	38,7	37,9
GRASA (%)	7,0	15,8	15,9	16,1	16,0
MINERALES (%)	14,5	14,1	12,7	11,7	11,3
M.E.L.N.* (%)	22,3	16,3	16,2	25,5	27,4
ENERGIA BRUTA (Kcal/g)	4,5	4,8	5,1	4,8	4,8
ENERGIA DIGESTIBLE (Kcal/g)	2,5	3,1	3,4	2,8	3,0
PROTEINA/ENERGIA (mg proteína/Kcal)	193,2	149,7	140,5	136,3	126,3
CALORIAS DE ORIGEN PROTEICO (%)	77,2	59,5	56,2	54,5	50,6

TABLA I.- Composición de las dietas experimentales. \* M.E.L.N. = Materia Extractiva Libre de Nitrógeno. En el caso de las dietas 3 y 5 incluye un 10 % de almidón.

### Métodos analíticos.

Tras ser sacrificados, a los animales se les extrajo el hígado, separando la vesícula biliar, y el tracto digestivo completo incluyendo los depósitos grasos periviscerales. Una vez pesados, los hígados, al igual que los digestivos, se molieron y se hogeneizaron mecánicamente. En ambos casos se tomaron partes alícuotas para la determinación de humedad, proteína y grasa. Identico tratamiento sufrió la "carcasse" de los animales.

Las técnicas para la determinación de la composición, tanto de las dietas como de los animales, se hallan descritas en el anterior trabajo (parte I).

Como tratamiento estadístico se ha utilizado el test de la t de Student para comparar las medidas de distintas poblaciones.

### RESULTADOS Y DISCUSION

Obviamente, a lo largo del experimento, y puesto que los animales crecen, aumentan los contenidos en la "carcasse" en proteína, grasa y agua. Sin embargo, la velocidad de incorporación de proteína durante el periodo de alimentación ad libitum (Tabla II) e mucho mayor, lo que indica que el crecimiento se hallaba frenado por la restricción de la ingesta en el periodo anterior. La única excepción la constituye la dieta 5, lo cual es lógico si tenemos en cuenta la pequeña ganancia de peso que esas truchas experimentaron durante esta fase (ver parte I).

En valores porcentuales (Tabla III), los cambios son de menor entidad, si bien en todos los casos el porcentaje de humedad disminuye significativamente con respecto al valor inicial ( $p < 0.001$ ) y el de la grasa aumenta ( $p < 0.05$ ), lo que confirma la opinión universalmente admitida para la "carcasse" de que existe correlación negativa entre ambas variables (9) 10).

En cuanto al porcentaje proteico, no existen grandes variaciones tanto a lo largo del periodo experimental como entre los lotes. Parece apreciarse una cierta tendencia global hacia el aumento, si bien es de pequeña entidad y no siempre alcanza significación estadística. Por consiguiente, aunque SATIA (11) informó de que existe una buena correlación entre el nivel proteico de la dieta y el del cuerpo del animal, pensamos, al igual que BUCKLEY y GROVES (12) y GARCIA y col. (13), que este parámetro es, en los peces, relativamente independiente de las condiciones experimentales.

		DIETA				
		1	2	3	4	5
0		11,2	12,9	11,7	12,4	10,8
I		18,4	21,5	21,0	20,0	20,7
II		29,6	36,2	34,7	33,1	25,3

TABLA II.- Contenido proteico (g) de la "carcasse".

Como hemos comentado, el porcentaje de lípidos en el cuerpo del animal tiende a aumentar, de tal manera que, a los 95 días (control I), la relación entre los niveles de grasa promovidos por las distintas dietas es semejante a la que existe entre el contenido de energía digestiva de éstas (Tabla I); lo que es lógico si tenemos en cuenta que durante este periodo se ha igualado el nivel de ingesta de todos los lotes y por tanto, el contenido energético de las dietas asume el papel de la ingesta calórica total, responsable en definitiva de los depósitos grasos (14). Por esto, tras la alimentación ad libitum, las diferencias entre los lotes tienden a atenuarse y la dieta 1, de bajo porcentaje lipídico (7%), llega a superar a otras dietas más grasas; lo que contrasta con la opinión de REINITZ e HITZEL (15), para quienes la proporción de lípidos en el alimento es el factor determinante de la composición corporal. Hay que resaltar que las dietas que poseen almidón presentan, tras este último periodo, menor contenido graso que en el anterior. Si bien estas disminuciones no son estadísticamente significativas, podrían deberse al aumento en la ingestión de carbohidratos digeribles, tal y como reportan FURUICHI y YONE (16) y HILTON y ATKINSON (17).

		DIETA				
		1	2	3	4	5
HUMEDAD (%)	0	76,6	76,1	74,6	75,5	74,1
		$\pm 0,5$	$\pm 0,7$	$\pm 0,5$	$\pm 0,9$	$\pm 0,2$
	I	75,1	72,1	73,1	73,2	73,4
		$\pm 0,4$	$\pm 0,5$	$\pm 1,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,4$
	II	73,0	70,1	70,4	71,7	71,3
		$\pm 0,7$	$\pm 0,5$	$\pm 0,7$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$
PROTEINA (%)	0	17,7	18,4	17,4	17,3	17,5
		$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,4$	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$
	I	18,4	18,6	17,1	17,9	17,9
		$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,5$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$
	II	18,4	18,2	18,0	18,4	18,4
		$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,1$
GRASA (%)	0	5,4	5,5	6,3	6,0	5,5
		$\pm 0,5$	$\pm 0,6$	$\pm 0,8$	$\pm 0,8$	$\pm 0,2$
	I	6,0	8,8	9,2	7,6	7,7
		$\pm 0,5$	$\pm 0,7$	$\pm 1,0$	$\pm 0,1$	$\pm 0,5$
	II	8,9	9,7	8,0	8,2	6,9
		$\pm 0,7$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,5$

TABLA III.-Composición porcentual de la "carcasse" en agua, proteína y grasa.

Por lo que respecta al hígado (Tabla IV), aunque se aprecian oscilaciones en el contenido de agua, proteína y grasa, éstas no son en general muy importantes, por más que lleguen a veces a alcanzar significación estadística. Si existe un aumento en la proporción de grasa ( $p < 0.05$ ) para todas las dietas ensayadas, que parece ser independiente de éstas y del tipo de alimentación. Interesa resaltar que ninguna de nuestras dietas ha producido cambios en la composición del hígado como para no poder ser asimilados por el animal. En este sentido, nuestros resultados difieren por los obtenidos por otros autores (18) (19), quienes, para dietas con niveles lipídicos semejantes a los ensayados, observan mayores acúmulos de grasa en hígado. Por consiguiente, podemos afirmar que todas las dietas han sido bien toleradas por las truchas.

		DIETA				
		1	2	3	4	5
HUMEDAD (%)	0	77,5	77,0	76,7	76,6	75,3
		$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$
	I	73,8	75,7	75,5	75,8	75,3
		$\pm 0,1$	$\pm 0,4$	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$
	II	77,5	76,6	76,5	76,6	76,6
		$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$
PROTEINA (%)	0	16,2	17,2	16,2	16,9	16,7
		$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,1$	$\pm 0,3$	$\pm 0,2$
	I	15,9	15,2	15,0	16,2	14,7
		$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,2$	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$
	II	16,4	16,5	15,5	16,0	15,1
		$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$
GRASA (%)	0	5,5	4,1	4,4	3,5	3,3
		$\pm 0,1$	$\pm 0,6$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,4$
	I	7,0	6,3	6,0	5,5	7,3
		$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,3$
	II	5,3	5,9	6,5	5,7	5,6
		$\pm 0,1$	$\pm 0,3$	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$

TABLA IV.- Composición porcentual del hígado en agua, proteína y grasa.

Al estudiar la composición del tubo digestivo (Tabla V), nuevamente nos encontramos con que existe una relación inversa entre los valores porcentuales de grasa y agua, como ya se había descrito para la "carcasse".

Los contenidos proteicos, si bien sufren ligeras variaciones, no parecen oscilar en un sentido definido, aunque se puede apreciar una leve tendencia hacia la disminución, que podría estar provocada por la importancia de los acúmulos grasos que se observan. Así, si expresamos los resultados en sustancia seca (Figura 1), encontramos, para todas las dietas, descensos en el contenido proteico e incrementos en el de grasa, de forma tal que ambos parámetros guardan entre sí una relación inversa, de la misma manera que ya había sido indicado para animales enteros (15) (20). Todo esto confirma, una vez más, la extraordinaria capacidad del digestivo de los peces magros para acumular grasa (18) (21).



		DIETA				
		1	2	3	4	5
HUMEDAD (%)	0	76,2	71,8	71,3	73,8	74,3
		$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,9$
	I	71,8	63,3	59,9	63,7	69,6
		$\pm 0,1$	$\pm 0,4$	$\pm 0,1$	$\pm 0,4$	$\pm 0,9$
	II	63,7	64,3	57,1	61,0	60,7
		$\pm 0,7$	$\pm 0,3$	$\pm 0,3$	$\pm 0,6$	$\pm 0,6$
PROTEINA (%)	0	12,3	11,3	11,7	12,6	12,0
		$\pm 0,1$	$\pm 0,3$	$\pm 0,1$	$\pm 0,3$	$\pm 0,2$
	I	13,9	10,8	11,0	12,2	11,5
		$\pm 0,2$	$\pm 0,1$	$\pm 0,4$	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$
	II	11,7	11,5	10,8	11,7	11,3
		$\pm 0,2$	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,1$
GRASA (%)	0	10,3	16,5	16,3	12,8	13,3
		$\pm 0,1$	$\pm 0,3$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,4$
	I	14,2	25,7	29,2	24,5	19,7
		$\pm 0,8$	$\pm 0,4$	$\pm 0,6$	$\pm 0,6$	$\pm 0,5$
	II	26,3	24,5	28,1	28,0	27,2
		$\pm 0,5$	$\pm 0,5$	$\pm 0,3$	$\pm 0,6$	$\pm 0,7$

TABLA V.- Composición porcentual del tracto digestivo en agua, proteína y grasa.

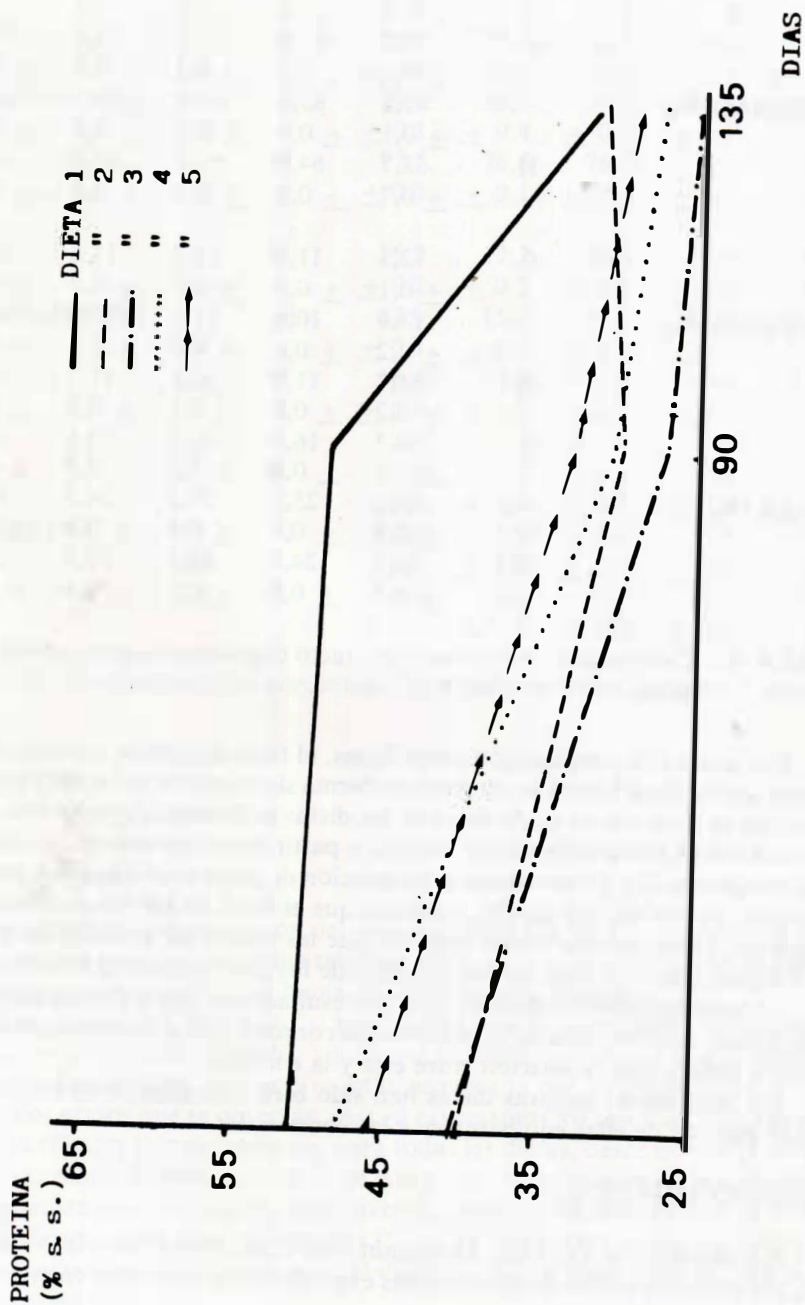
En cuanto a la comparación entre dietas, al final del primer periodo, sorprende que la dieta 5 haya acumulado de forma significativa ( $p < 0.001$ ) menos grasa que la 4, mientras que el resto de las dietas se ordenan, unavez más, según su nivel de energía digestible; es más, a partir de este momento, las dietas más energéticas (2 y 3) mantienen la proporción de grasa en el digestivo, pese a la mayor ingesta de éste periodo, mientras que el resto de las dietas tienden a igualarlas. Estas peculiaridades sugieren que las pautas de acúmulo de grasa en el tejido digestivo podrían ser distintas de las que rigen en la "carcasse".

La conclusión más inmediata de estos resultados es que la ingesta calórica total es más determinante de la composición corporal que el porcentaje proteico de la dieta y que la relación entre éste y la energía.

Por otra parte, nuestras dietas han sido bien toleradas en su conjunto, siendo algunas de ellas equiparables a las comerciales.

#### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a D. Julio Domezain Fau (Industria Piscícola Navarra, S.L.) la generosa cesión de los animales e instalaciones utilizados en este estudio.





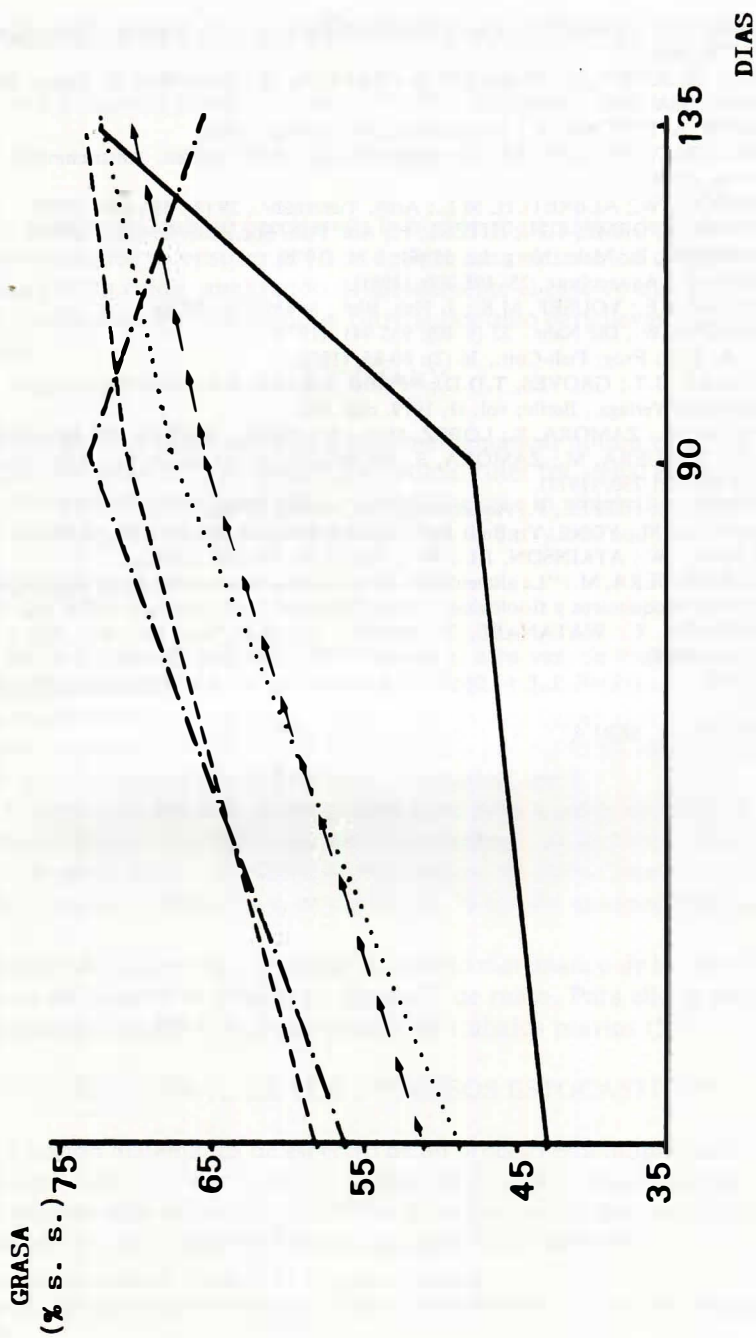


Fig. 1.- Composición porcentual en sustancia seca del digestivo.

## BIBLIOGRAFIA

1. COWEY, C.B.; SARGENT, J.R.; "Fish Physiology", 1.<sup>a</sup> ed. Academic Press, New York; vol. VIII, pág. 2.
2. DE LA HIGUERA, M; MURILLO, A.; VARELA, G.; ZAMORA, S.; *Comp. Biochem. Physiol.*, 56A: 37-41, (1977).
3. PIEPER, A; PFEFFER, E.; *Aquaculture*, 20: 323-332, (1980).
4. HARTFIELD, W.; SCHULZ, D.; GREUEL, E.; *Fette. Seifen. Anstrichmittel*, 83 (5): 195-196, (1981).
5. STEFFENS, W.; ALBRETCH, M.L.; *Arch. Tierernähr.*, 29 (9): 597-604, (1979).
6. REINITZ, G; ORME, L.H.; HITZEL, F.; *Am. Fish. Soc.*, 108: 204-207, (1979).
7. AUSTRENG, E.; *Meld. Norg. L.*, 55 (6): 1-14, (1976).
8. LEGER, C.; *Aquaculture*, 25: 195-206, (1981).
9. DENTON, J.E.; YOUSEF, M.K.; *J. Fish. Biol.*, 8: 489-499, (1976).
10. STEFFENS, W.; *Die Nahr.*, 23 (9/10): 935-941, (1979).
11. SATIA, B.P.; *Prog. Fish-Cult.*, 36 (2): 80-85, (1974).
12. BUCKLEY, J.T.; GROVES, T.D.D.; "Finfish Nutrition & Fishfeed Technology", 1.<sup>a</sup> ed. Heenemann Verlags., Berlin; vol. II, 1979, pág. 335.
13. GARCIA, M.; ZAMORA, S.; LOPEZ, M.A.; *Ars Pharm.*, XXII (3): 343-354, (1981).
14. DE LA HIGUERA, M.; ZAMORA, S.; MURILLO, A; VARELA, G.; *Anal. Bromatol.*, XXIX (2): 221-230, (1977).
15. REINITZ, G.; HITZEL, F.; *Aquaculture*, 19: 243-252, (1980).
16. FURUICHI, M.; YONE, Y.; *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 46 (2): 225-227, (1980).
17. HILTON, J.W.; ATKINSON, J.L.; *Br. J. Nutr.*, 47: 597-607. (1982).
18. DE LA HIGUERA, M.; "La alimentación de la trucha con dietas de alto nivel graso: aspectos nutritivos, bioquímicos y fisiológicos". Tesis Doctoral. Univ. Granada. 1974. pág. 119.
19. TAKEUCHI, T.; WATANABE, T.; OGINO, C.; *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 44 (6): 677-681, (1978).
20. REINITZ, G.; ORME, L.E.; LEMM, C.A.; HITZEL, F.; *Am. Fish. Soc.*, 107: 751-754. (1978).
21. CREACH, Y.; SERFATY, A.; *J. de Physiologie*, 68: 245-260, (1974).