

ARS PHARMACEUTICA

REVISTA DE LA FACULTAD DE FARMACIA

UNIVERSIDAD DE GRANADA

Tomo XXVII - Núm. 2

1986

Director:

Prof. Dr. D. Jesús Cabo Torres

Director Ejecutivo:

Prof. Dr. D. José Luis Valverde

Secretario General:

Prof. Dr. D. José Jiménez
Martín

Consejo de Redacción:

D. Manuel Casares Porcel
D.^a M.^a Teresa Correa Sánchez
D.^a M.^a José Faus Dader
D. Jesús González López
D.^a M.^a del Mar Herrador del
Pino
D. Eduardo Ortega Bernaldo
de Quirós

Secretario de Redacción:

D. Antonio Pérez Collado

Redacción y Administración:

Facultad de Farmacia
Granada - España

Dep. Legal: GR. núm. 17-1960

ISSN 0004-2927

Imprime:

Gráficas del Sur, S. A.
Boquerón, 6
Granada 1986

Sumario

PAG.

TRABAJOS ORIGINALES DE LA FACULTAD

- Relación proteína/energía en las dietas para truchas. 1.—Efecto sobre el crecimiento y diversos índices biométricos, por G. Cardenete, M. García, S. Zamora... 119
- Estudio columbimétrico de un derivado (5,4d) pirimidopirimidínico, por R. M. González, L. Crovetto y J. Thomas ... 129
- Aspectos operativos del movimiento browniano y del proceso de ruido blanco, por M. J. Valderrama Bonnet, E. M. Talavera Rodríguez, J. M. Alvarez Pez 135
- La materia médica americana en la obra de Arias de Benavides, por J. L. Valverde, M. T. Bautista Méndez, M. A. Fernández Negri ... 143
- Estudio en disolución de los complejos de la 4,5-diamino-3-metil-2,6-dioxo-1, 2, 3, 6-tetrahidropirimidina con Fe(III) y Cr(III), por A. Matilla Hernández y C. Valenzuela Calahorro ... 153
- Parasitismo intestinal humano en la provincia de Granada, por E. Tenorio Urrios, M. Jiménez Albarrán, J. González Castro ... 163
- Síntesis de derivados de 4, 5, 6, 7-tetrahidroindol, por J. F. Domínguez Seglar, M. M. Herrador del Pino y J. Sáenz de Buruaga Larena ... 167
- Esquema sintaxonómico de la vegetación de riberas de agua dulce en la provincia de Granada (España), por F. Pérez Raya, J. Molero-Mesa y M. Casares Porcel ... 171

TRABAJOS DE COLABORACION

- Estudio cristalográfico de los cálculos renales de la provincia de Málaga, por T. Rodríguez Rebollo, G. Barceló y D. Pérez Rodríguez ... 177
- Influencia del anticoagulante, temperatura y pH sobre la actividad colinesterasa de ganado vacuno y porcino, por M. C. López López, R. Hermoso, M. Monteoliva y L. Thomas 187

- Estudio de la acción hipoglucemiante de las hojas de yambo (***Syzygium jambolanum***) en ratas con diabetes aloxánica, por S. O. Pertenusci, R. A. Lopes, M. A. Sala, G. L. Pozzetti, A. C. Bernardi y A. Cabrera 193
- Estudio y caracterización de algunas 5-E-aldoximino-4-glucosilaminopirimidinas, por A. Sánchez Rodrigo, M. Noguera Montiel, J. Negrillo Pérez y L. González Pérez (Jaén) y M. Melgarejo Sampedro y C. Rodríguez Melgarejo (Granada) 199
- Crítica de Libros... .. 209

TRABAJOS ORIGINALES DE LA FACULTAD

DEPARTAMENTO INTERFACULTATIVO DE FISIOLOGIA ANIMAL

RELACION PROTEINA / ENERGIA EN LAS DIETAS PARA TRUCHAS. I.-EFECTO SOBRE EL CRECIMIENTO Y DIVERSOS INDICES BIOMETRICOS

G. Cardenete, M. García, S. Zamora

RESUMEN

Durante 135 días se han estudiado los efectos de 5 dietas experimentales sobre el crecimiento y diversos índices biométricos en la trucha arcoiris (*Salmo gairdneri*). Se utilizaron dos niveles de proteína en las dietas (47 y 38 por ciento), presentando cada una de ellas una relación proteína / energía distinta.

Las condiciones experimentales fueron las de una piscifactoría y durante el periodo de alimentación, ésta se suministró de forma pareada y posteriormente ad libitum.

La tasa de crecimiento durante el periodo de alimentación pareada se vió condicionada por el nivel energético de la dieta, sin embargo, con alimentación ad libitum, el nivel proteico de las dietas fue el principal causante de la ganancia de peso; no obstante, algunos de los índices biométricos se han visto afectados por el contenido en energía digestible de las dietas.

SUMMARY

The effects of five experimental diets on growth and several biometrical indices in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) were studied during 135 days. Two protein level diet were essayed (47 & 38 per cent) and the protein / energy ratio for every diet was different too.

The experimental conditions were the same of a fishfarm and the feeding period was divided in two parts: pair feed and ad libitum.

The growth rate on the pair feed period was conditioned by the diet energy level without any appreciate effect of the low protein diets. In the ad libitum period the diet protein level was the main factor affecting weight increase; however, some biometrical indices were influenced by the digestible energy of the diets.

INTRODUCCION

Los requerimientos proteicos de los peces carnívoros, caso de la trucha, son muy elevados (1), llegando a representar la ingesta proteica, en condiciones naturales, hasta el 70 por ciento de las calorías de la dieta (2). No obstante, tan solo un 30 por ciento de la energía total ingerida es utilizada para el crecimiento (3), lo que evidencia que parte de la proteína se está utilizando para satisfacer los requerimientos energéticos del animal y no con fines de crecimiento (4). En este sentido, se ha comprobado que la adición a la dieta de otras fuentes energéticas distintas de la proteína, provoca, no sólo una mayor retención de nitrógeno, sino que permite disminuir el porcentaje proteico de las dietas (5) (6) (7); si bien la tasa de crecimiento de los animales puede verse seriamente resentida, si no existe un adecuado ajuste entre la proteína y la energía de la dieta (8) y entre los propios macronutrientes energéticos de ésta (9).

La mayoría de los trabajos realizados en este campo se han llevado a cabo en condiciones de laboratorio: con lotes reducidos de animales de pequeño tamaño y sin atender a la necesidad de que las distintas series de dietas test fueran isonitrogenadas y suministradas en la misma proporción a los animales. Creemos, por tanto, que resulta interesante determinar los efectos que provocan varias dietas con distinta relación proteína / energía sobre el crecimiento, sin que influyan los distintos niveles de ingesta y ensayadas en las condiciones de una explotación piscícola: periodo prolongado de tiempo, lotes amplios, piscinas con agua circulante sin tratamiento y animales en la última etapa de la producción.

MATERIAL Y METODOS

Animales y mantenimiento

Se han utilizado truchas arcoiris (*salmo gairdneri* Rich.) de 13 meses de edad y unos 70 g. de peso medio inicial. Los animales se distribuyeron en 5 piscinas experimentales al aire libre, de tal forma que la carga fuese de 8 kg de trucha / m³ de agua. De este modo, el peso total de truchas de cada lote osciló alrededor de 100 kg de animales.

El agua, procedente de un manantial, se mantuvo a un flujo continuo de 4 l/seg. y presentó valores de oxígeno disuelto de 9.5 ppm a la entrada de las piscinas y 9 ppm a la salida. La temperatura fue prácticamente constante a lo largo del periodo experimental (14 ± 1 °C).

Diseño experimental

Los animales se adaptaron durante 15 días a las condiciones experimentales; a partir de ese momento la duración total del experimento fue de 135 días. Durante los 95 primeros, a cada lote se le suministró una dieta experimental de manera

restringida: el 1 por ciento de su peso corporal, repartido en dos comidas diarias, durante seis días a la semana. Con ello se obtuvo la seguridad de que todo el alimento ofrecido fue consumido por las truchas. En el resto del periodo experimental, los animales fueron alimentados ad libitum, aunque se mantuvieron el número de comidas diarias y la frecuencia de las mismas.

En los días 0, 95 y 135 de experimentación (controles O, I y II respectivamente), tras un ayuno de 24 horas, se procedió a efectuar un control de peso y a tomar al azar una muestra de 15 animales por lote, sobre los que se determinaron los siguientes parámetros: peso del animal entero, longitudes total y cefálica, pesos del hígado y aparato digestivo, recuento de eritrocitos y valor hematocrito.

Dietas experimentales

De las 5 dietas utilizadas, en 3 de ellas se ha fijado el contenido proteico alrededor del 47 por ciento de proteína bruta, proveniente de harina de pescado blanco. Las 2 dietas restantes conforman un segundo grupo con un 38 por ciento de proteína aproximadamente.

En cuanto al nivel lipídico, suministrado por aceite de pescado, se fijó en el 16 por ciento para 4 de las dietas y en el 7 por ciento para la restante.

Por último, la adición de un 10 por ciento de almidón cocido de maíz a 2 de las dietas, nos permitió establecer la composición final que aparece reflejada en la Tabla I. Hay que resaltar que la dieta 1 es, por su composición, semejante a las utilizadas comercialmente en piscifactoría, por lo que la hemos utilizado como dieta control.

Métodos analíticos

Inmediatamente después de capturar a cada animal, se procedió a extraerle sangre de la vena caudal por medio de una jeringa previamente heparinizada. Sobre esta sangre se determinaron: el valor hematocrito, por centrifugación a 10000xg en capilares heparinizados, durante 5 minutos y el número de eritrocitos, mediante conteo al microscopio en cámara de Neubauer, usando como diluyente el reactivo de Hendricks (10).

Los distintos componentes de las dietas se analizaron:

Humedad.— en estufa a 105 ± 1 °C hasta peso constante.

Cenizas.— por incineración en Mufla a 500 °C hasta peso constante.

Nitrógeno.— según el método de Kjeldahl. Se ha empleado el factor 6.25 para la conversión del nitrógeno en proteína.

Grasa.— extracción con éter sulfúrico por el método de Soxhlet.

Energía bruta.— por incineración en bomba calorimétrica.

Energía digestible.— aplicando a los distintos macronutrientes los valores proporcionados por Watanabe y col. (11).

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	50,5

TABLA I.- Composición de las dietas experimentales. * M.E.L.N.= Materia Extractiva un 10% de almidón.

RESULTADOS Y DISCUSION

El seguimiento sanitario de la población se realizó mediante el recuento de eritrocitos y el valor hematocrito, técnicas habituales en piscifactoría para este tipo de controles. Los valores, reflejados en la Tabla II, se hallan en todo momento dentro de los límites de la normalidad (12 (13) y, como puede apreciarse, no se ven influenciados ni por el tipo de alimentación (restringida o ad libitum), ni por el de dieta, ni por el transcurso del periodo experimental. Desde este punto de vista, todas las dietas experimentales han sido, pese a su diversidad, bien toleradas por los animales.

En cuanto a la evolución ponderal de las truchas (Tabla III), las diferencias de peso entre los lotes al final del periodo de alimentación restringida son muy pequeñas, si bien se aprecia que los incrementos porcentuales de peso parecen estar más relacionados con el contenido en energía digestible de las dietas (Tabla I) que con cualquier otro parámetro de las mismas. En el periodo de alimentación ad libitum, los aumentos porcentuales de peso son (con excepción del lote 5) del mismo orden que los anteriores, pese a la menor duración de esta etapa. Este hecho indica que el crecimiento se hallaba realmente frenado por la restricción de la ingesta en

DIETA	0		I		II	
	H*	E**	H	E	H	E
1	26,6	1002	32,7	1194	36,1	1119
	<u>+2,6</u>	<u>+86</u>	<u>+1,7</u>	<u>+67</u>	<u>+2,2</u>	<u>+58</u>
2	37,0	945	31,6	1104	30,8	1245
	<u>+2,3</u>	<u>+48</u>	<u>+1,6</u>	<u>+27</u>	<u>+1,9</u>	<u>+61</u>
3	36,2	1156	31,5	1256	38,2	921
	<u>+1,8</u>	<u>+67</u>	<u>+1,4</u>	<u>+76</u>	<u>+1,8</u>	<u>+17</u>
4	31,0	1040	30,8	1179	30,3	1104
	<u>+2,7</u>	<u>+99</u>	<u>+1,8</u>	<u>+61</u>	<u>+1,9</u>	<u>+70</u>
5	30,1	1038	31,8	1186	33,4	1287
	<u>+2,6</u>	<u>+123</u>	<u>+1,9</u>	<u>+66</u>	<u>+1,8</u>	<u>+75</u>

TABLA II.- Efecto del tipo de dieta y de alimentación sobre el Valor Hematocrito y Recuento de Eritrocitos. * H= Valor Hematocrito (%). ** E= Número de eritrocitos ($\times 10^3$)

el periodo anterior. Las diferencias entre los distintos lotes se acentúan, observándose la mejor aceptación y aprovechamiento de las dietas con un mayor contenido proteico (1, 2 y 3) frente a las dietas 4 y 5 de menor porcentaje en proteína. Resultados que concuerdan con los de CHO y col. (14) y GARCIA y col. (8), quienes obtuvieron menores tasas de crecimiento al disminuir la proteína de las dietas para truchas, pese a haber suplementado el nivel energético de aquellas.

Las dietas que contienen almidón (3 y 5) promueven un menor crecimiento que sus homólogas suplementadas solamente con grasa (2 y 4). Este hecho, especialmente patente en el caso de la dieta 5, podría estar provocado, al menos en parte, por el almidón que causa una disminución de la digestibilidad global, al acelerar la velocidad de tránsito de la dieta por el intestino (15).

Hemos tratado de comprobar si estos crecimientos eran armónicos, calculando para ello los índices habitualmente utilizados en biometría. A lo largo del periodo experimental el crecimiento de la cabeza y del resto del cuerpo (fracción comestible) es proporcional, por lo que las ligeras variaciones que se aprecian en el Índice Cefálico (Tabla IV) creemos que carecen de significación funcional, aunque lleguen a alcanzarla en algún momento desde el punto de vista estadístico.

DIETA	PERIODO			% GANANCIA PESO (0-I)	% GANANCIA PESO (I-II)
	0	I	II		
1	67,6 +1,9	107,9 +4,0	180,4 +11,9	59,6	67,2
2	75,7 +2,2	122,9 +6,4	215,7 +10,3	62,3	75,5
3	72,8 +2,9	126,8 +7,5	213,8 +10,5	74,2	68,6
4	77,6 +1,8	125,1 +6,3	196,8 +8,0	61,2	57,3
5	69,7 +1,5	115,5 +5,0	150,6 +9,4	65,7	30,5

TABLA III.—Evolución ponderal. Peso medio de las truchas (g).

En cuanto al Índice de Nutrición (Tabla IV), al término del periodo de alimentación restringida, los valores se mantienen prácticamente iguales entre sí y con respecto a los iniciales; salvo los de los lotes 2 y 3 que son mayores ($p < 0.05$), coincidiendo con el mayor contenido en energía digestible de estas dietas. Tras la alimentación ad libitum todos los índices aumentan significativamente ($p < 0.02$), evidenciando que se incrementa más el diámetro que la longitud del cuerpo, lo que en definitiva revela una adecuada utilización de las dietas empleadas. Los valores máximos se obtienen nuevamente para las dietas 2 y 3 y, al igual que en el periodo anterior, el índice más elevado corresponde a la dieta que ha promovido un mayor aumento de peso (2 y 3 respectivamente).

Estos hechos parecen sugerir que las dietas de mayor contenido energético podrían estar propiciando un cierto acúmulo de grasa en el cuerpo del animal que, por otra parte, no debe ser excesivo dado que todos los datos se hallan enmarcados por los citados, para esta especie, por varios autores (16) (7).

Naturalmente, la mayor parte del incremento de peso corresponde a la "carcasse" (alrededor del 90 por ciento), representando los aumentos de digestivo e hígado menos del 10 y del 2 por ciento respectivamente.

		DIETA					
		1	2	3	4	5	
<u>I.C.*</u>	0	20,7 +0,2	20,1 +0,2	20,3 +0,2	20,0 +0,2	20,2 +0,2	
	I	21,1 +0,3	21,8 +0,3	21,9 +0,5	21,0 +0,3	20,8 +0,2	
	II	20,2 +0,3	21,1 +0,5	20,3 +0,3	20,3 +0,3	21,4 +0,2	
	<u>I.N.**</u>	0	10,4 +0,3	10,3 +0,1	10,2 +0,1	10,5 +0,3	10,6 +0,1
		I	10,5 +0,1	10,8 +0,2	11,5 +0,3	10,5 +0,2	10,5 +0,3
		II	11,9 +0,2	13,3 +0,9	12,3 +0,2	11,3 +0,2	11,4 +0,2

TABLA IV.- Efecto del tipo de dieta y de alimentación sobre los Índices Cefálico (I.C.) y de Nutrición (I.N.). *I.C.= 100xlong. cefálica/long. total. ** I.N.= 1000x peso (g)/long. total³ (cm)

En cuanto a la Relación Hepatosomática (Figura 1), normalmente aumenta al ir creciendo los animales (8), como sucede con las truchas sometidas a alimentación restringida; en cambio, en las alimentadas ad libitum este incremento tiende a verse disminuído, lo que se explica fácilmente en base al mayor y más rápido crecimiento corporal de las truchas en esta fase. Hay que destacar que, al final del periodo experimental, son las dietas 3 y 5 las que presentan la Relación Hepatosomática más alta con respecto a las otras, si bien solo existe significación estadística ($p < 0.01$) para el caso de la dieta 3. Cabe suponer que la adición de carbohidratos digeribles a estas dietas promueva una mayor deposición de glucógeno en el hígado de los animales, como ha sido descrito anteriormente (17) (18) (19).

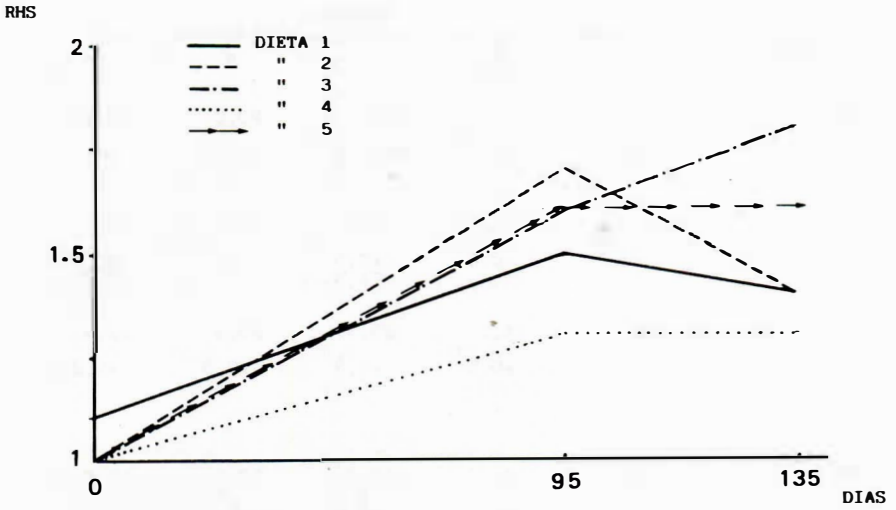


FIGURA 1.- Evolución de la Relación Hepatosomática (RHS).
 $RHS = 100 \times \text{peso hígado (g)} / \text{peso trucha (g)}$

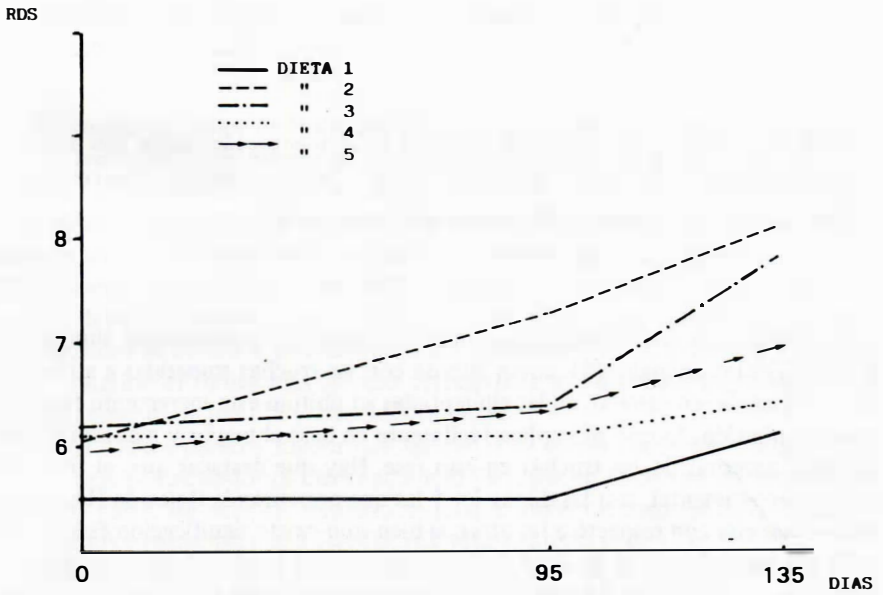


FIGURA 2.- Evolución de la Relación Digestosomática (RDS).
 $RDS = 100 \times \text{peso digestivo (g)} / \text{peso trucha (g)}$

Por lo que respecta a la Relación Digestosomática (Figura 2), si bien, como en el caso anterior, durante el periodo de alimentación restringida los valores tienden al aumento, éste es menos pronunciado debido, sin duda, a la acumulación de grasa en el digestivo (8) y a la escasa densidad de ésta. Durante el segundo periodo los incrementos se hacen mayores en todos los lotes, coincidiendo con el aumento en la alimentación (ad libitum), el cual provoca mayores depósitos de lípidos en el tejido graso peridigestivo según ELLIOT (20). Los índices Digestosomáticos finales más elevados corresponden a las dietas 2 y 3, lo que no es de extrañar dado que para POSTON (21), DE LA HIGUERA y colaboradores (22) y BUCKLEY y GROVES (23) el acúmulo lipídico corporal de estos animales está directamente relacionado con el nivel energético de la dieta (Figura 2).

Así pues, cuando la ingesta se ve limitada, el nivel energético de la dieta se presenta como el principal responsable del crecimiento, con relativa independencia del porcentaje proteico, lo que evidencia un cierto efecto de "ahorro" de la proteína provocado por la suplementación energética de las dietas. En estas condiciones, se puede disminuir el contenido en proteína de los piensos sin que se resienta la ganancia de peso de los animales, la cual es incluso superior a la provocada por la dieta de composición semejante a la comercial.

Con alimentación sin restricciones, es el nivel proteico de la dieta el que parece estar directamente relacionado con el incremento de peso, si bien, el contenido en energía digestible de las dietas condiciona la proporcionalidad en el aumento de peso de las distintas fracciones corporales.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Industria Piscícola Navarra S.L. y a su Director D. Julio Domezain Fau, la ayuda prestada y la generosa cesión de las instalaciones y animales empleados en este estudio.

BIBLIOGRAFIA

1. OGINO, C.; Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 46 (3): 385-388, (1980).
2. PHILLIPS, A.M. Jr.; LIVINGSTON, D.L.; POSTON, H.A.; Fish. Res. Bull., 29: 6-7, (1966).
3. BRETT, J.R.; GROVES, T.D.D.; "Fish Physiology"; primera ed. Academic Press, New York; vol. VIII, 1979, pág. 338.
4. COWEY, C.B.; SARGENT, J.R.; "Fish Physiology"; primera ed. Academic Press, New York; vol. VIII, 1979, pág. 2.
5. DE LA HIGUERA, M.; MURILLO, A.; VARELA, G.; ZAMORA, S.; Comp. Biochem. Physiol., 56A: 37-41, (1977).
6. STEFFENS, W.; ALBRECHT, M.L.; Arch. Tierernähr., 29 (9): 597-604, (1979).
7. REINITZ, G.; Prog. Fish-Cult., 42 (4): 218-222, (1980).
8. GARCIA, M.; ZAMORA, S.; LOPEZ, M.A.; Ars Pharm., XXII (3): 343-354, (1981).
9. REFSTIE, T.; AUSTRENG, E.; Aquaculture, 25: 35-49, (1981).

10. GHITTINO, P.; "Piscicultura e Ittiopatologia", primera Ed. Riv. Zootec., Turín; vol. I, 1969, pág. 25.
11. WATANABE, T.; TAKEUCHI, T.; OGINO, C.; "Finfish Nutrition & Fishfeed Technology"; primera ed. Heenemann Verlags, Berlín; vol. I, 1979, pág. 113.
12. DENTON, J.E.; JOUSEF, M.K.; *Comp. Biochem. Physiol.*; 51A: 151-153, (1975).
13. MCCARTHY, D.M.; STEVENSON, J.P.; ROBERTS, M.S.; *J. Fish. Biol.*, 7: 215-219, (1975).
14. CHO, C.Y.; SLINGER, S.J.; BAYLEY, H.S.; *J. Nutr.*, 106 (11): 1547-1556, (1976).
15. SPANNHOF, L.; PLANTIKOW, H.; *Aquaculture*, 30: 95-108, (1983).
16. LEE, D.J.; PUTNAM, G.B.; *J. Nutr.*, 103 (2): 916-922, (1973).
17. BERGOT, F.; *Aquaculture*, 18: 157-167, (1979).
18. HILTON, J.W.; ATKINSON, J.L.; *Br. J. Nutr.*, 47: 597-607, (1982).
19. FURUICHI, M.; YONE, Y.; *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 46 (2): 225-229, (1980).
20. ELLIOT, J.M.; *J. Anim. Ecol.*, 45: 273-289, (1976).
21. POSTON, H.A.; *Prog. Fish-Cult.*, 37 (4): 257-261, (1975).
22. DE LA HIGUERA, M.; ZAMORA, S.; MURILLO, A.; VARELA, G.; *Anal. Bromatol.*, XXIX (2): 221-230, (1977).
23. BUCKLEY, J.T.; GROVES, T.D.D.; "Finfish Nutrition & Fishfeed Technology" primera ed. Heenemann Verlags, Berlín, vol. II, 1979, pág. 335.