

CRECIMIENTO DE TILAPIAS (*OREOCHROMIS NILOTICUS*, L.) CON PIENSOS EXTRUSIONADOS DE DIFERENTE NIVEL PROTEICO

GROWTH OF TILAPIA (*OREOCHROMIS NILOTICUS*, L.) WITH COOKED-EXTRUDED DIETS OF SEVERAL PROTEIN LEVELS

Jover Cerdá, M., L. Pérez Igualada, L. Zaragoza y J. Fernández Carmona

Departamento de Ciencia Animal. Universidad Politécnica. 46071 - Valencia (España).

E-mail: mjover@dca.upv.es

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Extrusión. Proteína. Alimentación peces.

ADDITIONAL KEYWORDS

Extrusion. Protein. Fish feeding.

RESUMEN

Se estudió el aprovechamiento nutritivo y crecimiento de tilapias (*Oreochromis niloticus*) de pesos iniciales 6,6 g (Experimento 1) y 12,2 g (Experimento 2) alimentadas con piensos extrusionados que contenían tres niveles de proteína - 29, 34 y 39 p.100 - y tres niveles de carbohidratos - 48, 43 y 36 p.100 - respectivamente.

No aparecieron diferencias significativas en el crecimiento, índices de conversión y P.E.R. de las tilapias del Experimento 1, mientras que en el Experimento 2, el mayor peso medio final se obtuvo con un nivel proteico de 39 p.100.

En cuanto a la composición corporal, se observó un incremento del contenido en lípidos y una reducción de la proteína corporal a medida que se redujo el nivel proteico del pienso y aumentó el nivel de carbohidratos.

El sexo de las tilapias tuvo un efecto significativo en el crecimiento, pues los machos crecieron más que las hembras.

SUMMARY

Growth and slaughtering parameters of tilapias (*Oreochromis niloticus*), with two initial liveweights (6.6 and 12.2 g), fed on diets containing three levels of protein (29, 34 and 39 percent) and three levels of carbohydrates (48, 43 and 36 percent respectively) were studied.

No significant differences were obtained in growth, conversion index and P.E.R. of smaller tilapias, whereas final liveweight of bigger tilapias fed diet 39 percent of protein was the highest. Body composition was always affected by diets, so low levels of protein (and high levels of carbohydrates) promoted higher lipid and lower protein content. Sex of tilapias had a significant effect on growth, so males presented a bigger final liveweight than females.

INTRODUCCIÓN

La tilapia es un pez teleósteo de

Arch. Zootec. 47: 11-20. 1998.

aguas cálidas cuyas pocas exigencias respiratorias, rápido crecimiento y facilidad para la puesta, la hacen muy interesante para la explotación comercial en piscifactorías, y que está alcanzando un considerable aumento en los países cálidos del sureste asiático.

Los trabajos publicados sobre nutrición de tilapias utilizan peces de pequeño tamaño (del orden de 2 gramos) y piensos fabricados a partir de una masa húmeda (Davis y Stickney, 1978; Anderson *et al.*, 1984), método que dista mucho de tener aplicación industrial, y que no mejora la utilización de los carbohidratos, por lo que en la mayor parte de los trabajos consultados se han utilizado mayoritariamente fuentes de hidratos de carbono parcialmente hidrolizados, como las dextrinas (Mazid *et al.*, 1979; Jauncey, 1982; De Silva y Perera, 1985; El Sayed y Garling, 1988), o almidón (Davis y Stickney, 1978; Tacon *et al.*, 1983), siendo pocos los autores que emplean ingredientes comerciales, como trigo grano y harina de soja (De Silva y Gunaskera, 1989). En general, niveles de proteína entre 25 y 40 p.100 han dado buenos resultados de crecimiento, mejores que con contenidos proteicos inferiores (Davis y Stickney, 1978; De Silva y Perera, 1985), y similares (Jauncey, 1982) o mayores que con niveles más elevados de proteína (De Silva y Perera, 1985).

La fabricación de piensos mediante extrusión mejora la disponibilidad de los carbohidratos de la dieta, pues el tratamiento termomecánico que se produce origina una completa gelatinización de los almidones que mejora su digestibilidad (Millikin,

1982, 1983; Jover y Blas, 1990; Takeuchi *et al.*, 1990; Jeong *et al.*, 1991) lo que permite incluir hidratos de carbono procedentes de materias primas vegetales comunes en la industria de la fabricación de piensos.

En el presente trabajo se comparó el crecimiento de tilapias de dos tamaños iniciales diferentes (6 y 12 gramos) alimentadas con piensos que contenían tres niveles de proteína (30, 35 y 40 p.100) fabricados mediante cocción-extrusión.

MATERIAL Y MÉTODOS

INSTALACIÓN

Se utilizaron 9 depósitos cilíndricos y fondo troncocónico, de 40 litros de capacidad, conectados a un sistema abierto de circulación de agua (tasa de renovación horaria del 20 p.100), tomada de la red de agua potable, eliminando previamente el cloro mediante un filtro de carbón activo, y termorregulada a 26 °C (+/- 1 °C). Cada tanque fue oxigenado mediante un aireador poroso conectado a un sistema general de electrosoplantes, de forma que la concentración de oxígeno disuelto estuvo comprendido entre 8 y 10 mg/l.

PECES

Se comenzó el experimento con un total de 140 tilapias, y tras un periodo de adaptación de 15 días se reclasificaron por tamaños, de forma que se realizaron dos pruebas paralelas. En el Experimento 1 se emplearon 90 tilapias de 6,6 gramos de peso medio inicial distribuidas en 6 tanques, y

CRECIMIENTO DE TILAPIAS CON PIENSOS EXTRUSIONADOS

en el Experimento 2 se utilizaron 39 tilapias de 12,2 gramos de peso inicial repartidas en 3 tanques.

PIENSOS

En ambos experimentos se emplearon 3 piensos isoenergéticos (16,5-17,0 MJ/kg de energía digestible) con un nivel proteico de 30, 35 y 40 p.100 (**tabla I**). Los piensos se fabricaron mediante cocción-extrusión con un extrusor bi-tornillo CLEXTRAL BC-45 a una temperatura de 120 °C. La distribución del alimento se realizó *a saciedad* en 5 tomas diarias (9,00-11,30- 14,00- 16,30 y 19,00 horas), de forma cuidadosa para evitar pérdidas. El posible alimento no consumido y las heces eran eliminados después de

cada toma abriendo la válvula inferior del tanque.

TÉCNICAS ANALÍTICAS. ÍNDICES CALCULADOS.

La duración de los experimentos fue de 60 días, al final de los cuales se pesaron individualmente todos los peces, determinándose el sexo mediante las características morfológicas externas, pues esta especie presenta un marcado dimorfismo sexual, con un jaspeado dorsal característico en los machos. De cada lote se tomaron 10 peces para medir los parámetros corporales y analizar la composición corporal (AOAC, 1990). Los índices de crecimiento, aprovechamiento nutritivo y parámetros corporales se calcula-

Tabla I. *Materias primas y composición inmediata de los piensos experimentales.* (Raw ingredients and proximate analysis of experimental diets).

	Pienso 30	Pienso 35	Pienso 40
Materias primas (g/Kg)			
Harina de pescado	125	170	220
Levadura de cerveza	125	170	220
Turtó de soja	125	170	220
Tercerillas de trigo	510	380	200
Cascarilla de arroz	50	45	75
Aceite de pescado	60	60	60
Mezcla vitamínico-mineral	5	5	5
Composición inmediata (1)			
Proteína bruta	29,14	34,20	39,05
Extracto etéreo (lípidos)	8,47	9,45	8,97
Fibra bruta	6,87	6,15	7,19
Cenizas	7,09	7,29	8,70
M.E.L.N. (2)	48,43	42,91	36,09
Energía digestible (3)	16,8	17,0	16,5

(1) En p.100 respecto de la materia seca

(2) Materias extractivas libres de nitrógeno

(3) MJ/Kg, calculados en base a los coeficientes oxalóricos: 17,6 kJ/g de proteína y M.E.L.N. y 36,7 kJ/g de lípidos

ron en base a las siguientes expresiones:

*Tasa de crecimiento: $SGR = 100[\ln(\text{peso medio final}/\text{peso medio inicial})/\text{tiempo}]$

*Índice de conversión: $IC = \text{peso pienso ingerido}/\text{incremento biomasa}$

*Razón de eficiencia proteica: $PER = \text{incremento biomasa}/\text{peso proteína ingerida}$

*Longitud estándar: longitud desde el extremo de la mandíbula al inicio de la aleta caudal

*Altura máxima: altura corporal medida al inicio de la aleta dorsal

*Anchura máxima: anchura corporal medida en la vertical de la aleta dorsal

*Índice hepatosomático: $HSI = 100(\text{peso hígado}/\text{peso corporal})$

*Índice digestivo: $DSI = 100(\text{peso aparato digestivo vacío}/\text{peso corporal})$

*Grasa visceral: $GV = 100(\text{peso grasa peri-visceral}/\text{peso corporal})$

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados se analizaron empleando el programa Statgraphic (1989) mediante Análisis de la Varianza utilizando el Test LSD para la comparación de medias. En el Experimento 1 se consideró la media de los dos lotes de cada pienso, pero en la Experimento 2, solo pudo analizarse el peso final a partir del único lote de cada tipo de pienso.

RESULTADOS

EXPERIMENTO 1

Analizados los resultados de crecimiento y aprovechamiento nutritivo

(**tabla II**), no existieron diferencias significativas entre los piensos experimentales para ninguno de los parámetros analizados, aunque puede observarse que se obtuvieron valores ligeramente mayores de tasa de crecimiento y eficiencia proteica, y el menor índice de conversión con el pienso que contenía un 30 p.100 de proteína. Durante esta experiencia no se produjeron bajas.

Los parámetros biométricos, índices y composición corporales se exponen en la **tabla II**. Se observaron diferencias significativas ($p < 0,01$) para la longitud y altura de las tilapias, de forma que los peces alimentados con el pienso 40 p.100 de proteína resultaron mas pequeños. En cuanto a la composición corporal de las tilapias sacrificadas al final del ensayo, aparecieron diferencias para los contenidos en proteína, grasa y cenizas, siendo interesante destacar que los peces alimentados con un menor nivel proteico (30 p.100) presentaron una mayor cantidad de grasa corporal y un menor contenido de proteína.

En este ensayo apareció un 30 p.100 de machos y un 70 p.100 de hembras, sin que se observasen diferencias de esta proporción entre los tratamientos. Cuando se analizaron los pesos finales de las tilapias en función del sexo aparecieron diferencias significativas ($p < 0,001$) presentando los machos un mayor peso medio (20,2 g) que las hembras (14,5 g). Para cada sexo, no aparecieron diferencias de crecimiento (**tabla IV**) respecto del nivel proteico del pienso.

EXPERIMENTO 2

En la **tabla III** aparecen los re-

CRECIMIENTO DE TILAPIAS CON PIENSOS EXTRUSIONADOS

Tabla II. Resultados de crecimiento, eficacia nutritiva, índices y composición corporal de las tilapias del experimento 1. (Results of growth, nutritive performance, slaughtering parameters and body composition of the Trial 1).

	Pienso 30	Pienso 35	Pienso 40	Niv.Sig. (1)
Crecimiento				
Peso medio inicial (g)	6,32 (0,34)	6,66 (0,32)	6,79 (0,33)	n.s.
Peso medio final (g)	17,44 (0,96)	16,55 (0,91)	14,69 (0,69)	n.s.
Incremento peso medio (g)	11,12 (1,69)	9,89 (0,03)	7,90 (1,55)	n.s.
Tasa de crecimiento (p.100/d)	1,70 (0,26)	1,52 (0,0)	1,29 (0,14)	n.s.
Incremento de biomasa (p.100)	180,3	148,5	115,4	n.s.
Eficacia nutritiva				
Índice de conversión	1,68 (0,19)	1,87 (0,05)	2,34 (0,38)	n.s.
Razón de eficiencia proteica	2,07 (0,23)	1,57 (0,43)	1,12 (0,18)	n.s.
Índices corporales				
Longitud estándar (cm)	7,83 (0,17) ^a	7,66 (0,16) ^a	7,16 (0,12) ^b	**
Altura corporal (cm)	3,03 (0,67) ^a	3,23 (0,09) ^a	2,76 (0,05) ^b	*
Anchura corporal (cm)	1,35 (0,03)	1,40 (0,03)	1,31 (0,02)	n.s.
Índice hepatosomático (p.100)	2,03 (0,17)	2,36 (0,21)	2,02 (0,18)	n.s.
Índice digestivo (p.100)	4,61 (0,21)	4,37 (0,30)	3,95 (0,15)	n.s.
Grasa visceral (p.100)	1,74 (0,16)	1,66 (0,20)	1,22 (0,16)	n.s.
Composición corporal				
Materia seca (p.100)	30,28 (0,50)	30,12 (0,76)	29,32 (0,24)	n.s.
Proteína bruta (p.100 mat. seca)	54,12 (0,11) ^a	55,49 (0,38) ^b	56,56 (0,19) ^b	**
Grasa bruta (p.100 mat. seca)	27,30 (0,60) ^a	25,31 (0,95) ^{ab}	22,31 (0,65) ^b	*
Cenizas (p.100 mat. seca)	14,51 (0,14) ^a	15,45 (0,13) ^a	17,02 (0,44) ^b	*

(1) Nivel significación: **= $p < 0,01$; *= $p < 0,05$; n.s.=no significativo. Medias con diferentes letras son estadísticamente diferentes al 95 p.100 (ANOVA y Test LSD).

(Valor medio y error estándar entre paréntesis)

sultados de crecimiento y aprovechamiento nutritivo. Existieron diferencias significativas ($p < 0,01$) para el peso medio final, de forma que las tilapias alimentadas con un 40 p.100 de proteína presentaron un mayor peso. Asimismo, los mejores valores de tasa de crecimiento (SGR), incremento de biomasa y PER se obtuvieron con el pienso 40 p.100 P.B., mientras que el mejor índice de conversión se obtuvo con el nivel de 35 p.100 de proteína,

aunque tales resultados no pudieron ser analizados estadísticamente. La supervivencia fue del 100 p.100.

En cuanto a los índices corporales (**tabla III**), tanto la longitud, altura y anchura fueron significativamente mayores ($p < 0,01$) en las tilapias alimentadas con el pienso 40. Para el resto de los índices no aparecieron diferencias, aunque es interesante destacar el mayor contenido en grasa visceral de las tilapias que consumieron el pienso 30.

Tabla III. Resultados de crecimiento, eficacia nutritiva, índices y composición corporal de las Tilapias del experimento 2. (Results of growth, nutritive efficiency, slaughtering parameters and body composition of the Trial 2).

	Pienso 30	Pienso 35	Pienso 40	Niv.Sig. (1)
Crecimiento				
Peso medio inicial (g)	12,50 (0,44)	11,96 (0,61)	12,20 (0,50)	n.s.
Peso medio final (g)	23,05 (0,94) ^a	26,07 (1,27) ^a	33,04 (2,18) ^b	**
Incremento peso medio (g)	10,55	14,11	20,84	-
Tasa de crecimiento (p.100/d)	1,02	1,30	1,66	-
Incremento de biomasa (p.100)	84,4	118,0	170,8	-
Eficacia nutritiva				
Índice de conversión	1,78	1,43	1,56	-
Razón de eficiencia proteica	1,91	2,04	2,21	-
Índices corporales				
Longitud estándar (cm)	8,79 (0,14) ^a	9,06 (0,19) ^a	9,72 (0,27) ^b	**
Altura corporal (cm)	3,26 (0,05) ^a	3,34 (0,06) ^a	3,71 (0,08) ^b	**
Anchura corporal (cm)	1,52 (0,03) ^a	1,62 (0,03) ^b	1,74 (0,27) ^c	**
Índice hepatosomático (p.100)	1,90 (0,18)	1,83 (0,10)	1,74 (0,27)	n.s.
Índice digestivo (p.100)	4,47 (0,25)	4,59 (0,22)	4,60 (0,36)	n.s.
Grasa visceral (p.100)	2,10 (0,43)	1,45 (0,19)	1,62 (0,20)	n.s.
Composición corporal				
Materia seca (p.100)	29,31	28,59	29,85	-
Proteína bruta (p.100 mat. seca)	54,03	56,39	56,54	-
Grasa bruta (p.100 mat. seca)	25,12	23,25	21,79	-
Cenizas (p.100 mat. seca)	16,32	16,31	17,26	-

(1) Nivel significación: **=p<0,01; *=p<0,05; n.s.=no significativo. Medias con diferentes letras son estadísticamente diferentes al 95 p.100 (ANOVA y Test LSD).

(Valor medio y error estándar entre paréntesis)

Respecto a la composición corporal de las tilapias, se puede observar que el nivel proteico aumentó y el de grasa disminuyó con el incremento de proteína del pienso.

En este lote se obtuvo un 61 p.100 de individuos machos y un 39 p.100 de hembras, manteniéndose dicha proporción para los tres piensos. Cuando se analizaron los pesos finales en función del sexo, aparecieron diferencias (p<0,001) presentando los machos un mayor peso medio (30,0 g) que las

hembras (22,7 g). El efecto del contenido proteico de la dieta (**tabla IV**) no resultó significativo para las hembras, pero si para los machos (p<0,01) los cuales alcanzaron mayores pesos a medida que aumentó la proteína del pienso.

DISCUSIÓN

Las tasas de crecimiento específico (SGR) obtenidas en el presente traba-

CRECIMIENTO DE TILAPIAS CON PIENSOS EXTRUSIONADOS

jo fueron en promedio más altas para las tilapias del Experimento 1, 1,5 p.100/día frente a 1,3 p.100/día en el Experimento 2, lo cual es lógico pues las tilapias más jóvenes tienen una mayor tasa de crecimiento. Tacon *et al.* (1983) obtuvieron unos resultados similares, con valores de 8,0- 2,8 y 1,6 p.100/día para tilapias de 0,01- 0,8 y 4,0 gramos de peso inicial respectivamente. Asimismo Jover *et al.* (1993) citaron valores de SGR del orden de 2,6 p.100/día para tilapias de 0,09 g de peso. Otros autores obtuvieron tasas de crecimiento superiores, entre 2,6 y 3,0 p.100/día para peces de 4 g (Wee y Ng, 1986), entre 3,0 y 5,0 p.100/día para tilapias de 3,7 g (Wang *et al.* 1985), mientras que Anderson *et al.* (1984) cita valores inferiores, entre 1,5 y 2,5 p.100/día para peces de 2,0 gramos.

No aparecieron diferencias signifi-

cativas en los crecimientos, índices de conversión y P.E.R. del Experimento 1, por lo que en principio podría considerarse el 30 p.100 como el nivel proteico óptimo para la alimentación de la tilapia. Estos resultados solo serían estrictamente comparables con los obtenidos por De Silva y Gunaskera (1989), pues las tilapias que emplearon alcanzaron pesos similares a los de la presente prueba, y así estudiando la sustitución de proteína animal por proteína de origen vegetal, consiguieron buenos resultados de incremento de peso, índice de conversión y P.E.R. con niveles proteicos del 25 p.100 y 30 p.100, lo que estaría de acuerdo con lo obtenido en la presente prueba. Comparando con ensayos realizados utilizando peces de menor tamaño, los resultados coincidirían con los citados por De Silva y Perera (1985) y Wang *et al.* (1985), quienes lograron los mejo-

Tabla IV. Efecto de la proteína dietaria sobre el peso medio final de machos y hembras de las Tilapias en los experimentos 1 y 2. (Effect of dietary protein on final weight of male and female in Trials 1 and 2).

	Pienso 30	Pienso 35	Pienso 40	Niv.Sig. (1)
Experimento 1				
Peso medio final machos (g)	21,85	21,04	16,56	n.s.
(30 p.100 machos)	(1,43)	(1,54)	(2,09)	
Peso medio final hembras (g)	14,89	14,63	14,12	n.s.
(70 p.100 hembras)	(0,85)	(0,84)	(0,63)	
Experimento 2				
Peso medio final machos (g)	23,44 ^a	29,11 ^b	38,31 ^c	**
(61 p.100 machos)	(1,05)	(0,88)	(2,23)	
Peso medio final hembras (g)	22,50	20,50	25,13	n.s.
(39 p.100 hembras)	(1,80)	(1,51)	(0,66)	

(1) Nivel significación: **= $p < 0,01$; *= $p < 0,05$; n.s.=no significativo. Medias con diferentes letras son estadísticamente diferentes al 95 p.100 (ANOVA y Test LSD). (Valores medios y error estándar entre paréntesis).

res crecimientos con contenidos de proteína del 30 p.100. Algunos autores también citaron buenos crecimientos con bajos niveles proteicos, así Shiau y Huang (1989) no obtuvieron diferencias significativas para el crecimiento de tilapias híbridas (*O. niloticus* x *O. aureus*) alimentadas con piensos que contenían 24, 32, 40, 48 y 56 p.100 de proteína, frente a contenidos proteicos de 16 y 8 p.100 PB.

Para otras especies de tilapia, diversos autores citaron unos requerimientos proteicos ligeramente superiores a los anteriores, así Jauncey (1982) obtuvo los mejores crecimientos e índices de conversión para *Sarotherodon mossambicus* de 2 g de peso inicial con dietas que contenían un 40 p.100 de proteína, mientras que para *Tilapia aurea* de 0,34 g (Davis y Stickney, 1978) y *Tilapia zillii* de 1,65 g (Mazid *et al.*, 1979) se consiguieron los resultados mejores con un 35 p.100 de proteína, aunque sin diferencias significativas en ambas especies respecto del nivel proteico del 30 p.100.

En la mayoría de los trabajos, los mayores crecimientos se lograron utilizando dextrinas o almidón como fuente de hidratos de carbono digestibles. Davis y Stickney (1978) y Wang *et al.* (1985) citaron los mejores resultados con dietas de hasta un 20 p.100 de almidón, mientras que Anderson *et al.* (1984), que estudiaron diversos niveles y fuentes de carbohidratos dietarios, obtuvieron los mejores crecimientos e índices de conversión con 40 p.100 de sacarosa, 25 y 40 p.100 de dextrina y 40 p.100 de almidón. Por otra parte, De Silva y Gunaskera (1989) obtuvieron buenos resultados con un 45 p.100

de harina de trigo (36 p.100 de carbohidratos aproximadamente). En el presente estudio, los buenos resultados obtenidos con niveles de hasta un 48 p.100 de carbohidratos (procedentes de materias primas sin tratar como tercerillas de trigo y torta de soja fundamentalmente) pueden explicarse por el efecto pregelatinizador de la cocción-extrusión.

Aunque los resultados no son concluyentes por la falta de réplicas en los tratamientos, los mejores crecimientos obtenidos en el Experimento 2 con el pienso que contenía un 40 p.100 de proteína, lo que podría resultar en parte contradictorio con el Experimento 1, podrían explicarse por el mayor porcentaje de machos existentes en el ensayo 2 respecto al ensayo 1, 61 y 30 p.100 respectivamente, los cuales tuvieron un mayor crecimiento y por tanto unas mayores necesidades de proteína, de hecho el nivel proteico no fue significativo para las hembras (pesos finales de 22, 20 y 25 gramos para los niveles proteicos de 30, 35 y 40 p.100 respectivamente), pero sí para los machos de la Experiencia 2, que crecieron más con el 40 p.100 de proteína (23, 28 y 38 gramos).

En cuanto a la composición corporal de las tilapias, los piensos menos proteicos y, por tanto con mayor nivel de hidratos de carbono, dieron lugar en ambas pruebas a peces con menor contenido de proteína y mayor porcentaje de grasa, resultados que coinciden con los citados por Shiau y Huang (1989) y Jauncey (1982). Este efecto de aumento de la grasa corporal a medida que aumentan los carbohidratos dietarios, citado en numerosas espe-

CRECIMIENTO DE TILAPIAS CON PIENSOS EXTRUSIONADOS

cies de peces, se debe a su capacidad de sintetizar lípidos a partir de los hidratos de carbono no utilizados directamente como fuente de energía, se ha observado también al incrementar el contenido de lípidos de la dieta (El Sayed y Garling, 1988).

Parece por tanto, que se corrobora que los piensos con 30 p.100 de proteí-

na dan buenos resultados, y que la extrusión de los cereales evita el uso de dietas semipurificadas, e incluso permite incluir mayores contenidos de carbohidratos que los recomendados por otros trabajos. El sexo tuvo un efecto significativo en el peso final, por lo que habría que diferenciar machos y hembras en ulteriores trabajos.

BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, J., A.J. Jackson, A.J. Matty and B.S. Capper. 1984. Effects of dietary carbohydrate and fibre on the tilapia *Oreochromis niloticus* L. *Aquaculture*, 37: 303-314.
- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis, 15th Edn. Association of Official Analytical Chemist, Arlington VA, 1298 pp.
- Davis, A.T. and R.R. Stickney. 1978. Growth responses of *Tilapia aurea* to dietary protein quality and quantity. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 107: 479-483.
- De Silva, S.S. and M.K. Perera. 1985. Effects of dietary protein level on growth, food conversion, and protein use in young *Tilapia nilotica* at four salinities. *Transactions of the American Fisheries Society*, 114: 584-589.
- De Silva, S.S. and R.M. Gunaskera. 1989. Effect of dietary protein level and amount of plant ingredient (*Phaseolus aureus*) incorporated into the diets on consumption, growth performance and carcass composition in *Oreochromis niloticus* L. fry. *Aquaculture*, 80: 121-133.
- EL-Sayed, A.F.M. and D.L., Jr. Garling. 1988. Carbohydrate-to-lipid ratios in diets for *Tilapia zillii* fingerlings. *Aquaculture*, 73: 157-163.
- Jauncey, K. 1982. The effects of varying dietary protein level on the growth, food conversion, protein utilization and body composition of juvenile tilapias (*Sarotherodon mossambicus*). *Aquaculture*, 27: 43-54.
- Jeong, K., T. Takeuchi and T. Watanabe. 1991. Improvement of nutritional quality of carbohydrate ingredients by extrusion process in diets of red sea bream. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 57, 1543-1549.
- Jover, M. y E. Blas. 1990. Tecnología de Fabricación de Piensos I: Acuicultura. *Mundo Ganadero*, 5: 63-66.
- Jover, M., L. Zaragoza, L. Pérez and J. Fernández. 1993. Resultados preliminares de crecimiento de tilapias (*Oreochromis niloticus*) alimentadas con piensos extrusionados de diferente contenido en proteína. Actas IV Congreso Nac. Acuicult. 155-160.
- Mazid, M.A., Y. Tanaka, T. Katayama, M. Asadur Rahnan, K.L. Simpson and C.O. Chichester. 1979. Growth response of *Tilapia zillii* fingerlings fed isocaloric diets with variable protein levels. *Aquaculture*, 18: 115-122.
- Millikin, M.R. 1982. Effects of dietary protein concentration on growth, feed efficiency, and

- body composition of age-0 striped bass. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 111: 373-378.
- Millikin, M.R. 1983. Interactive effects of dietary protein and lipids on growth and protein utilisation of age-0 striped bass. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 112: 185-193.
- Shiau, S.Y. and S.L. Huang. 1989. Optimal dietary protein level for hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) reared in seawater. *Aquaculture*, 81: 119-127.
- Statgraphic, 1989. Statistical Graphics System Corp., Version 4.0, USA.
- Tacon, A.G., K. Jauncey, A. Falaye, M. Pantha, I. MacGowan and E.A. Stafford. 1983. The use of meat and bone meal, hydrolysed and soybean meal in practical fry and fingerling diets for *Oreochromis niloticus*. I International Symposium on Tilapia in Aquaculture. Tel Aviv University Press, 356-365.
- Takeuchi, T., K.S. Jeong and T. Watanabe. 1990. Availability of extruded carbohydrate ingredients to rainbow trout *Oncorhynchus mikiss* and carp *Cyprinus carpio*. *Nippon Suisan Gakkaishi* 56, 1839-1845.
- Wang, K.W., T. Takeuchi and T. Watanabe. 1985. Effect of dietary protein levels on growth of *Tilapia nilotica*. *Bulletin of the japanese society of scientific fisheries*, 51: 133-140.
- Wee, K.L. and L.T. Ng. 1986. Use of cassava as an energy source in a pelleted feed for the tilapia, *Oreochromis niloticus* L. *Aquaculture and Fisheries Management*, 17: 129-138.

Recibido: 4-7-96. Aceptado: 9-2-98.

Archivos de zootecnia vol. 47, núm. 177, p. 20.