

PRODUCTIVE PERFORMANCE OF EXTRUDED AND PELLETTED DIETS IN INTENSIVE REARING OF RAINBOW TROUT, *Oncorhynchus mykiss*.

RENDIMIENTOS PRODUCTIVOS DE DIETAS EXTRUIDAS Y PELLETIZADAS EN CULTIVO INTENSIVO DE TRUCHA ARCOIRIS, *Oncorhynchus mykiss*.

Bórquez R. A., Valdebenito I. N., Dantagnan H.P. y Bariles S. J.

Departamento Cs. de la Acuicultura, Universidad Católica de Temuco, Montt # 056 Temuco, Chile, Fone-fax:

56-45-270902, e-mail: aborquez@uctem.cl

RESUMEN

En este trabajo se evalúa el efecto de una dieta pelletizada y una extruída en el crecimiento, ganancia en peso, índice de conversión (considerando el peso total, el peso eviscerado y el peso eviscerado sin cabeza) y deposición de lípidos (carcasa, músculo y vísceras) de la trucha arcoiris. Los peces fueron cultivados durante 127 días (26 abril al 30 agosto) en tanques circulares de fibra de vidrio de 2,5 m³ con 1,5 cambios por hora, temperatura promedio de 12,5 °C, fotoperiodo natural y alimentación *ad-libitum*. En cada tanque se colocaron 202 peces con un peso y talla promedio de 83,7±15,6g y 19,2±1,0cm, respectivamente. La densidad promedio inicial fue de 6,76kg/m³. Cada tratamiento tuvo una replica y los resultados fueron analizados a través de una ANOVA (P<0,05) y el test de comparación de medias de Tukey. Los peces alimentados con la dieta extruída incrementaron 210,25±1,76% mientras que los alimentados con la dieta pelletizada incrementaron 179,67±0,94% existiendo diferencias altamente significativas entre los valores. La tasa de crecimiento específica para la dieta extruída (1,171%) fue significativamente mayor que la lograda con la dieta pelletizada (1,071%). La mortalidad alcanzada con la dieta extruída fue de 1,76±0,26% y con la dieta pelletizada 1,75±0,75%. Se encontraron diferencias significativas entre las densidades alcanzadas al final del ensayo (pelletizada 24,05±0,19kg/m³ y extruída 27,11±0,10kg/m³). Los índices de conversión mostraron diferencias significativas entre las dietas ensayadas, excepto cuando el cálculo se hizo con el peso sin cabeza y sin vísceras. El costo del alimento por kilo de trucha entera producida fue US\$1,22 para la dieta pelletizada y de US\$1,28 para la dieta extruída. Cuando se considera el costo del alimento por kilo de trucha sin vísceras producida, los valores subieron a US\$1,46 y US\$1,51 para el pellet y extruído respectivamente. Ahora, si se considera el costo en alimento para producir un kilo de trucha sin cabeza y eviscerada, los valores suben a US\$1,78 para el pellet y US\$1,88 para el extruído. Las truchas alimentadas con dietas pelletizadas incrementaron los lípidos en 84%, 7,35% y 51,98% en pescado entero, músculos y vísceras respectivamente. Mientras que, el incremento de los lípidos en las truchas alimentadas con dieta extruída fue de 107.1% para el pescado entero, 31.9% en el músculo y 82,6% en vísceras. Considerando el costo de las dietas extruída y pelletizada y la distribución de los lípidos en el cuerpo del pez durante el periodo de cultivo, se discute la conveniencia del uso de una u otra dieta.

Palabras claves: trucha arcoiris, nutrición de peces, alimentación, dietas extruídas y pelletizadas.

ABSTRACT

In this paper is evaluated the effect of a pelleted diet and a extruded diet, on the growth rate, weight gain, food conversion (considering the total weight, the eviscerated weight and the without head and viscera weight) and lipids deposition in carcass, muscle and viscera in rainbow trout. Fish were fed *ad-libitum* during 120 days in circular fiberglass tanks of 2.5 m³ with a water exchange rate of 1.5 volumes/h and average temperature of 12.5 °C. In each tank were put 220 fish of 83.7±15.6g and 19.2±1.0cm. The initial density was 6.77kg/m³. Each treatment with two replications, and the results were analyzed through an ANOVA (P<0.05) and the mean multiple comparisons Tukey test. The fish fed with extruded diet increased 210.25±1.76% while fed them with the pelleted diet increased 179.67±0.94% existing differences highly significantly. The specific growth rate for the extruded diet (1.171%) was significantly greater than achieved it with the pelleted diet (1.071%). There were found significant differences between the reached final densities (pelleted diet 24.05±0.19kg/m³ and extruded diet 27.11±0.10kg/m³). The food conversion show significant differences between the diets tested in the different calculated weight, except for the without head and viscera weight. The food cost by Kg of whole fish was US\$1.22 for the pelleted diet and US\$1.28 for the extruded diet. When it is considered the food cost by eviscerated weight, the value rised to US\$1.46 and US\$1.51 for the pelleted diet and extruded diet, respectively. If it is considered the food cost to produce a Kg trout without head and viscera, the value rised to US\$1.78 for the pelleted diet and US\$1.88 for the extruded diet. The trout fed with pelleted diet increased the lipid contents with respect to the initial content in 84%, 7.35% and 51.98% in whole fish, muscles and viscera, respectively. While, the increase of the lipids in the trout fed with extruded diet was of 107.1% for the whole fish, 31.9% in the muscle and 82,6% in the viscera. Considering the cost of the extruded and pelleted diets and the distribución of the lipids in the body of the fish during the period of cultivation is discussed the convenience of the use of one or the other diet.

Keys word: rainbow trout, fish nutrition, feeding, extruded and pelleted diet.

INTRODUCCIÓN

En 1997, Chile exportó 160.328 T.M. de salmónidos por un valor de 668.471 millones de dólares, donde el 40,3% correspondió a salmón del Atlántico; 29,7% a trucha arcoiris; 27,5% a salmón coho y 0,28% a salmón chinook (Mendez, 1998). Considerando las conversiones nacionales promedio de 1,2 a 1,5 (Bórquez, 1996) la demanda de alimento en 1997 alcanzó aproximadamente las 300.000 T. M. Desde fines de la década del 80 hasta el presente, la industria de alimentos ha orientado su producción a la fabricación de alimentos extruidos, alcanzando casi un 70% en la actualidad (Aquanoticias Internacional, 1997). Las razones de este cambio, están basadas en los resultados europeos que mostraron que las dietas extruidas disminuían significativamente las pérdidas por finos, mejoraban el rendimiento productivo por la posibilidad de agregar niveles superiores de lípidos y daban una mayor flexibilidad para incorporar un amplio tipo de materias primas crudas (Botting, 1991; Hardy y Castro 1992). Sin embargo, el uso de esta nueva tecnología de fabricación de alimento también ha significado un incremento en los costos de producción, pero las ventajas en performance productivo pueden ser muy relativas a la hora de definir como se vende el producto final. De acuerdo a Hardy y Castro (1992), las dietas ricas en materia grasa empleadas en Europa no probaron ser convenientes en el cultivo del salmón del Pacífico en la Columbia Británica, produjeron exceso de grasa visceral, altos niveles de grasa en la carne y una capa oleosa en la superficie del agua, sin embargo, la experiencia europea muestra ventajas significativas en la tasa de crecimiento, en la razón de eficiencia proteica y en la disminución de excretas por las mejoradas conversiones del alimento (Robert et al., 1993; Johnsen y Wandsvik, 1991). En Chile, no existen publicaciones donde se comparen la producción de salmónidos con alimentos pelletizados y extruidos, considerando precio del alimento, rendimiento productivo y la deposición lipídica. Sólo se manejan los antecedentes de las propias empresas salmoneras que entregan positivos efectos en la conversión cuando se utilizan alimentos extruidos (Aquanoticias Internacional, 1997).

En este trabajo se evalúa el efecto de una dieta pelletizado

y una dieta extruída en el crecimiento, ganancia en peso, índice de conversión (considerando el peso total, el peso eviscerado y el peso eviscerado sin cabeza) y deposición de lípidos (carcasa, músculo y vísceras) de la trucha arcoiris. Además, se considera la variable costo en la producción de trucha pan-size.

MATERIALES Y METODOS

Este ensayo se realizó, durante 127 días (26 abril al 30 agosto), en la Piscicultura Los Laureles de la Universidad Católica de Temuco. Los peces fueron cultivados en cuatro estanques circulares de fibra de vidrio de 2,5m³ autolimpiantes. Los estanques eran abastecidos por gravedad manteniendo una tasa de cambio de 1,5, la temperatura durante el ensayo varió entre 9,6 y 14,5°C y fotoperiodo natural. En cada estanque se dispusieron 202 peces de 83,7±15,6g y 19,2±1,0cm, a dos estanques se les suministró una dieta extruída y a los dos restantes una dieta pelletizada, ambas de una misma fabrica (Tabla 1). La alimentación fue a saciedad dos veces al día (8:30 y 16:30h) contabilizando el alimento entregado en cada oportunidad. La densidad inicial promedio fue de 6,76kg/m³. Mensualmente, los peces de cada tratamiento eran muestreados para registrar el crecimiento en talla y peso. Al final del ensayo se registró en cada estanque la biomasa total, la biomasa eviscerada, y la biomasa eviscerada sin cabeza. Para determinar el incremento de grasa en los peces alimentados con uno y otro alimento, al inicio y al final del ensayo, se analizó la composición proximal de pescado entero, vísceras y músculo. Los análisis proximales fueron realizados en el Instituto de Agroindustrias de la Universidad de la Frontera y en el Instituto de Nutrición y Tecnologías de los Alimentos de la Universidad de Chile. El índice de conversión (I.C.) y la razón de eficiencia proteica (P.E.R.) se calculó según Parker (1987). La pigmentación muscular se determinó mediante tabla Roche en la región dorsal media del filete. La tasa de crecimiento específico se calculó de acuerdo a la ecuación de Ricker (1975). Los resultados de producción obtenidos con ambas dietas fueron comparados a través de un análisis de la varianza (ANOVA) y el test de comparación de medias de Tukey (P<0.05).

Tabla 1. Composición proximal (media±d.e.) de la dieta extruída y pelletizada utilizadas en el estudio. Los resultados se expresan en porcentaje y en base húmeda.

NUTRIENTES EN %	ANALISIS		BOLSA	
	PELLET	EXTRUIDO	PELLET	EXTRUIDO
Humedad	8.39±0.34	6.35±1.65	9.0 (max)	6.0 (max)
Proteína N x 6,25	44.50±0.30	40.20±2.7	47.0 (min)	45.0 (min)
Extracto etéreo	13.32±0.83	21.10±1.5	16.0 (max)	20.0 (max)
Fibra	3.39±0.60	3.25±1.95	2.5 (max)	3.0 (max)
Cenizas	9.92±0.20	9.75±1.75	12.0 (max)	12.0 (max)
E. N. N.	20.48±1.59	19.35±0.20	13.5 (max)	14.0 (max)
Costo promedio por %/kg	—————	—————	450,36 (US\$1,07)	614,80 (US\$1,46)

RESULTADOS

La Fig. 1 muestra el crecimiento mensual de las truchas alimentadas con ambas dietas, al término del ensayo los peces alimentados con la dieta pelletizada alcanzaron un peso promedio de $302,93 \pm 48,66$ g y los alimentados con la dieta extruída un peso promedio de $341,51 \pm 56,75$ g, encontrán-

dose diferencias significativas entre estos valores. La densidad de cultivo alcanzada después de los cuatro meses de cultivo fue significativamente diferente entre las dietas, con la dieta pelletizada se alcanzó $24,05 \pm 0,19$ kg/m³ y con la dieta extruída $27,11 \pm 0,10$ kg/m³.

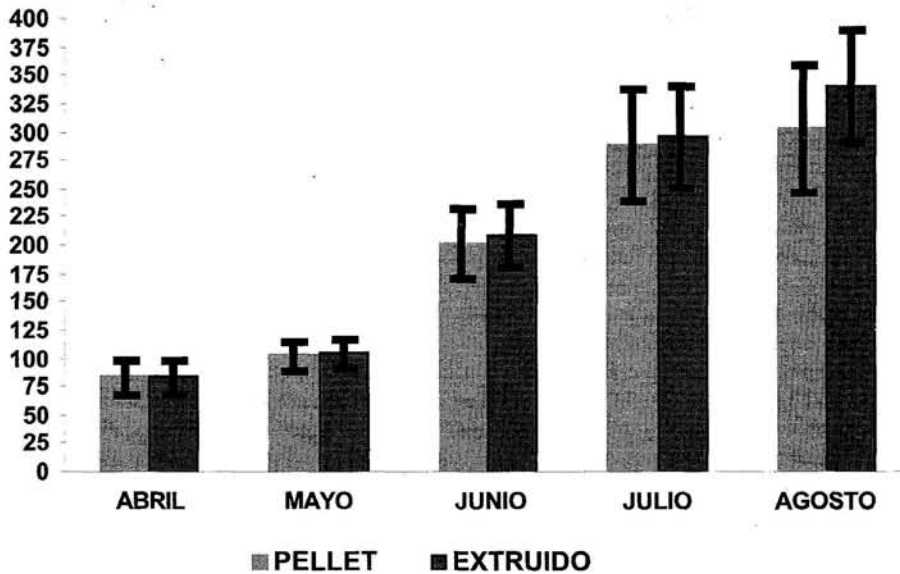


Figura 1. Crecimiento mensual (media±d.e.) en peso de truchas alimentadas con dietas pelletizada y extruída.

Después de 127 días de cultivo, el porcentaje de incremento en peso fue significativamente mayor con la dieta extruída, el % incremento en talla no difirió entre las dietas (Tabla 2). La Tasa de Crecimiento Específico alcanzó $1,17\%$ /día para

la dieta extruída y $1,07\%$ /día para la dieta pelletizada, con diferencias altamente significativas entre ellas. No hubieron diferencias en la pigmentación entre las truchas alimentadas con uno u otro alimento.

Tabla 2. Resultados productivos (media±d.e.) en trucha arcoiris alimentadas con dietas pelletizada y extruída.

ALIMENTOS	% DE INCREMENTO		CRECIMIENTO Pez entero eviscerado	CONVERSION (Kg alim./kg pescado)			COLOR
	Peso	Talla %/día		Pez sin cabezas	Pez eviscerado Roche	Tabla	
PELLET	$261,92 \pm 4,72$	$49,01 \pm 0,57$ a	$1,071 \pm 0,01$ a	$1,22 \pm 0,01$ a	$1,46 \pm 0,01$ a	$1,78 \pm 0,05$ a	13,5
EXTRUIDO	$308,01 \pm 4,20$	$52,50 \pm 0,83$ b	$1,171 \pm 0,01$ b	$0,94 \pm 0,05$ b	$1,11 \pm 0,06$ b	$1,38 \pm 0,09$ a	13,5

El P.E. R. para la dieta pelletizada alcanzó un valor de $0,957 \pm 0,01$ y para la dieta extruída un valor de $0,720 \pm 0,04$. El Índice de Conversión (I. C.) calculado considerando la ganancia en peso total, la ganancia de peso eviscerado y la ganancia en peso eviscerado sin cabeza para ambas dietas se muestra en la Tabla 2, solamente el I. C. calculado con la ganancia en peso eviscerada sin cabeza no mostró diferencias significativas entre las dietas. Sin embargo, los pesos

finales de las trucha entera, eviscerada y eviscerada sin cabeza mostraron diferencias significativas entre ambas dietas (Fig. 2).

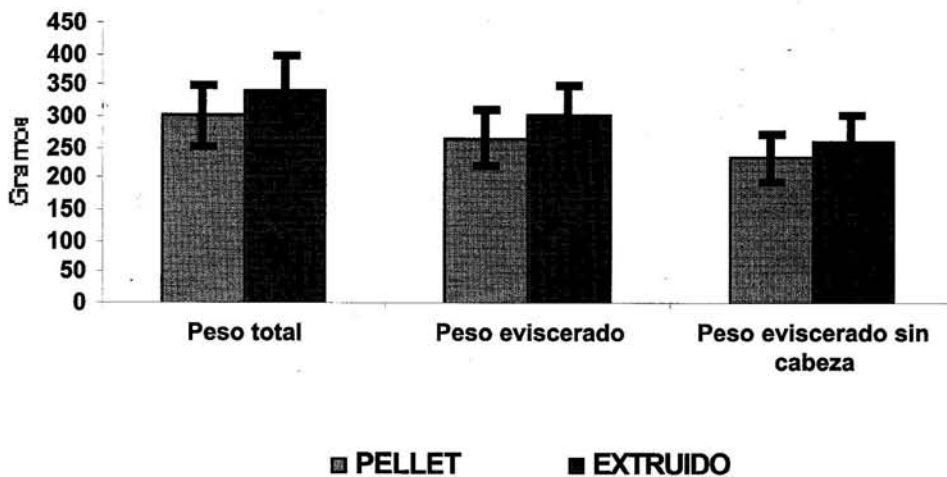


Figura 2. Peso final en la cosecha (media±d.e.) de trucha arcoiris alimentada con dietas peletizada y extruida durante 127 días de cultivo.

En las Tablas 3 se muestra el análisis proximal del pescado entero, vísceras y músculo de las truchas alimentadas con la dieta extruida y peletizada. Para la dieta peletizada el incremento en lípidos fue de 84% en el pescado entero, 7,35%

en el músculo y 51,98% en las vísceras. Para la dieta extruida el incremento en los lípidos fue de 107,10% en el pescado entero, 31,90% en el músculo y 82,60% en las vísceras.

Tabla 3. Composición proximal (media±d.e.) de la carcasa de truchas alimentadas con dietas peletizadas y extruidas.

NUTRIENTES EN %	COMPOSICION INICIAL DEL PEZ			COMPOSICION FINAL DEL PEZ					
				PELLET			EXTRUIDO		
	Pescado			Pescado			Pescado		
	entero	Músculo	Visceras	Entero	Músculo	Visceras	entero	Músculo	Visceras
Humedad	75,67	71,30	69,20	69.05±0.15	71.10±0.40	59.00±0.6	67.85±0.15	68.85±1.15	51.2±1.0
Proteína N x 6,25	73,16	59,60	52,00	56.70±2.15	67.49±0.59	29.14±0.06	52.57±0.38	64.76±2.12	19.27±0.02
Extracto etéreo	18,70	25,30	41,80	34.41±1.30	27.16±0.14	63.53±1.14	38.73±0.34	33.38±0.38	76.33±0.39
Fibra	0,33	1,07	—	0.35±0.25	—	—	0.39±0.24	—	—
Cenizas	7,08	9,90	2,50	6.79±0.04	5.36±0.46	2.44±0.04	6.69±0.50	4.95±0.62	1.75±0.14
E. N. N.	0,73	4,13	3,70	1.77±1.06	—	4.89±1.04	1.63±0.69	0.31±0.31	2.67±0.27
Materia Seca	24,33	28,70	30,80	30.97±0.15	28.90±0.40	41.00±0.6	32.15±0.15	31.15±1.15	48.80±1.0

En la Tabla 4 se muestra el costo en alimento para producir un kilogramo de pescado entero, eviscerado o eviscerado sin cabeza. Para determinar dichos costos se utilizaron los I. C. respectivos entregados en la Tabla 2 y el precio por kilo del alimento peletizado y extruido utilizado en el ensayo. De acuerdo a los resultados de este estudio, resulta más barato producir un kilo de trucha con alimento peletizado

que con un extruido. La producción de un kilo de pescado entero es 5,18% más cara con alimento extruido, mientras que la producción de un kilogramo de pescado eviscerado es sólo 3,78% más caro con la dieta extruida. Finalmente, un kilogramo de pescado eviscerado sin cabeza, incrementa el costo con la dieta extruida en un 5,9%.

Tabla 4. Costo en alimento por kilogramo de pescado producido, entero eviscerado y eviscerado sin cabeza.

	COSTO EN ALIMENTO POR KILO DE PEZ PRODUCIDO			
	PRECIO	Pez entero	Pez eviscerado	Pez eviscerado
	\$/kilo	\$/kilo	\$/kilo	Sin cabezas
ALIMENTOS				\$/kilo
PELLET	450,36	549,43 (US\$1,22)	657,52 (US\$1,46)	801,64 (US\$1,78)
EXTRUIDO	614,8	577,91 (US\$1,28)	682,43 (US\$1,51)	848,43 (US\$1,88)
NOTA: \$450/US\$				

DISCUSION

Los resultados obtenidos en este estudio muestran que los alimentos con una mayor densidad de energética, provocan una mejor respuesta productiva en la trucha arcoiris, lo que no se diferencia de los resultados obtenidos con otros salmónidos (Métailler et al., 1989; Johnsen y Wandssvik, 1991; Robert et al., 1993) y de los propios resultados actuales de la salmicultura chilena (Aquanoticias Internacional, 1997). De hecho, con el alimento extruido la biomasa total producida y la velocidad de crecimiento fue significativamente mayor que con la dieta peletizada. Si bien los niveles de lípidos en vísceras y músculo son sensiblemente mayores en las truchas alimentada con la dieta extruida, la mejor performance productiva no se explica sólo por la mayor deposición lipídica visceral, pues al comparar la biomasa de pescado eviscerado sin cabeza en ambas dietas, la producción fue significativamente menor con la dieta peletizada. Lo importante de este hecho es que lípidos dietarios tienen un efecto más significativo en el ahorro de las proteínas que los carbohidratos (Brauge et al., 1994) y además mejoran el coeficiente de utilización proteica (Métailler, et al., 1989). En este estudio el P. E. R. calculado para la dieta extruida fue un 32,9% mejor que con la dieta peletizada.

Las tasas de crecimiento específico alcanzadas con ambas dietas fueron altas si se les compara con los resultados de Robert et al. (1993) que obtuvo tasas entre 0,84%/día a 0,88%/día con dietas extruidas de alta energía. La diferencias encontradas en el índice de conversión y P.E.R. entre las dietas extruida y peletizada utilizada en este estudio confirman que la disminución de la relación proteína/energía conducen a mejorar la utilización de los nutrientes (Robert et al. 1993), esto se refleja en una disminución del I.C. y P.E.R. en la dieta extruida con lo cual se incrementa la retención de proteína y la no utilización de ellas con propósitos energéticos.

El mayor deposición de lípidos en los peces alimentados con la dieta extruida es sin duda consecuencia del nivel en la dieta, sin embargo, la trucha arcoiris independiente de la

dieta tiende a depositar un mayor nivel lipídico corporal en comparación con la trucha café y el salmón coho (Métailler et al. 1989). Dietas con niveles lipídicos altos conducen a mejorar significativamente la tasa de crecimiento, en este estudio la dieta extruida incremento 9,33% la tasa de crecimiento respecto de la dieta peletizada, Arzel et al. (1993) con dietas de 21 a 29% de lípidos incremento la tasa de crecimiento en trucha café solo en un 4,8%.

Aún cuando los resultados productivos obtenidos con la dieta extruida fueron significativamente mejores que con la dieta peletizada. Esta última mostró resultados superiores a los encontrados por Heinen et al. (1993) al evaluar dietas comerciales peletizadas en U.S.A.

Si bien los rendimientos en producción son mayores con el alimento extruido, los resultados de la Tabla 4 nos muestran que el costo en alimento para producir un kilo de pez entero o eviscerado es más barato con la dieta peletizada. Esto se explica porque el costo de la dieta extruida es un 36.6% más cara que la dieta peletizada. Para el presente estudio, una diferencia en precio entre ambas dietas de sólo 28% recién haría ventajosa la opción de la dieta extruida (\$580,0 o US\$1,38/kilo). Las dietas extruidas de alta energía, a parte de presentar mejores índices de crecimiento y deposición proteica, reducen la cantidad de materia organica de las heces y disminuyen la excreción de N y P al medio ambiente (Johnsen y Wandsvik, 1991; Romero y Manríquez, 1993), no afectando la calidad del filete con un régimen de alimentación controlado (Johnsen et al. 1993).

CONCLUSIONES

1. Existen diferencias significativas en el crecimiento, I. C. y P.E.R. de las truchas alimentadas con las dietas ensayadas. Obteniéndose mejores rendimientos productivos con la dieta extruida.
2. El I. C. es significativamente diferente entre las dietas cuando se considera el peso total y el peso eviscerado. Sin

embargo, las diferencias no son significativas cuando se calcula con el peso eviscerado sin cabeza.

3. No existe diferencia en la pigmentación entre ambas dietas.

4. El incremento de la grasa visceral y muscular es significativamente mayor con el alimento extruído.

5. Aún cuando los rendimientos en producción son mayores con el alimento extruído. El costo en alimento por kilo de pez entero o eviscerado producido es más barato con el pellet. Esto es por que el costo de la dieta extruída utilizada en el ensayo es un 36.6% más cara que la dieta peletizada.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Dr. Albert Tacon por la revisión del presente manuscrito y a la Dirección de Investigación de la Universidad Católica de Temuco por el finaciamiento de este estudio a través del Proyecto DIUCT 96-3-02.

BIBLIOGRAFIA

- Aquanoticias Internacional. 1997. Alimentos para peces: se ajusta el mercado. Aquanoticias Internacional 37: 7-25.
- Arzel, J.; Cardinal, M.; Cornet, J.; Metailler, R. y J. C. Guillaume. 1993. Nutrition of brown trout (*Salmo trutta*) reared in seawater, effect of dietary lipid on growth performances, body composition and fillet quality. World Aquaculture '93, Torremolinos-España 26-28 mayo. 1993. Special Publication Europe Aquaculture Society Nº 19 p. 309.
- Bórquez, A.; Valdebenito, I.; Dantagnan, P. y J. Bariles. 1997. Producción y Alimentación de Salmónidos Cultivados en América Latina y el Caribe. FAO-FIRI. Circular de Pesca Nº 918. 88p.
- Botting, Charles C. 1991. Extrusion technology in aquaculture feed processing. Dean M. Akiyama and Ronnie K. H. Tan Eds. Proceeding of the aquaculture feed processing and nutrition workshop. Thailand and Indonesia september 19-25 pp 129-137.
- Brauge, C.; Medale, F.; y G. Corraze. 1994. Effect of dietary carbohydrate levels on growth, body composition and glycemia in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* reared in seawater. Aquaculture 123(1-2): 109-120.
- Hardy, R. W. y E. Castro. 1992. La industria chilena de alimentos para salmones. Aquanoticias Internacional 15: 4-23.
- Heinen, John M. and J. A. Hankins. 1993. Evaluation of four commercial diets for rainbow trout. The Progressive Fish-Culturist 55: 265-269.
- Johnsen, F.; Hillestad, M. and E. Austreng. 1993. High energy diets for Atlantic salmon. Effects on pollution. Fish Nutrition and Practice. Kaushik, S. J. and Luquet Eds. Symposium Fish Nutrition and Feeding, Biarritz, France, 24-27 junio. Institut National de la Recherche Agronomique Nº 61: 391-401.
- Johnsen, Freddy. y Asmund Wandsvik 1991. Dietas de alta energía en el cultivo de peces. Chile Pesquero 63: 25-30.
- Metailler, R.; Gabaudan, J. y J. C. Guillaume. 1989. Compared nutrition of (*Oncorhynchus mykiss*), brown trout (*Salmo trutta*) and coho salmón (*Oncorhynchus kisutch*). Effect of crude protein and lipids levels. Council Meeting of the International Council for the Exploration of the Sea, The Hague, Netherlands, October 5, 1989. ICES Council Meeting Collected Papers 14 pp.
- Parker, Nick C. 1987. Feed conversion indices: Controversy or Convention?. The Progressive Fish-Culturist 49: 161-166.
- Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Fishery Board Canada Bulletin 191: 1-382.
- Robert, N.; Le Gouvello, R.; Mauviot, J. C.; Arroyo, F.; Aguirre, P. y S. J. Kaushik. 1993. Use de extruded diets inintensive trout culture: Effects of protein to energy ratios on growth, nutrient utilization and flesh and water quality. Fish Nutrition and Practice. Kaushik, S. J. and Luquet Eds. Symposium Fish Nutrition and Feeding, Biarritz, France, 24-27 junio. Institut National de la Rechêrche Agronômique Nº 61: 497-500.
- Romero, J. S. y J. A. Manriquez. 1993. Esfuerzos desarrollados en Chile para disminuir el impacto ecológico de la alimentación en centros de cultivo de peces. Acuicultura y Medio Ambiente. Seminario Internacional. 2-3 de septiembre 1993. Fundación Chile 9pp.