

EFFECTO DEL NIVEL DE LIPIDO EN LA DIETA DE TRUCHA ARCOIRIS KAMLOOP *Oncorhynchus mykiss* JORDAN 1892, EN EL CRECIMIENTO, FACTOR DE CONDICION Y COEFICIENTE DE CONVERSION DEL ALIMENTO DURANTE LA FASE DE AGUA DULCE.

Trabajo presentado en las XI Jornadas de Ciencias del Mar, Viña del Mar, mayo 1991

MARITZA LEONARDI (1), ROLANDO VEGA (2) Y EDUARDO TARIFEÑO (1)

Maritza Leonardi, Rolando Vega, Eduardo Tarifeño: Effect of dietary lipids in the rainbow trout Kamloops *Oncorhynchus mykiss* Jordan 1892, on growth, condition factor, and food conversion efficiency, during the freshwater stage.

The availability of carbohydrate calories is very low in rainbow trout, and consequently some dietary proteins are used for energy. Addition of lipids with essential fatty acids (E.F.A.) as an energy source to the diet, therefore is helpful in the effective utilization of dietary proteins. From this viewpoint several feeding experiments were carried out to determine the effect of dietary lipids in the rainbow trout, on growth, condition factor and food conversion efficiency, during the freshwater stage, by feeding with diets containing different amounts of lipids (9-18%) and standard protein levels (57%).

The results indicated that fishes fed with high lipid levels in the diet (15-18%) during the first 12 weeks of feeding (alevin-fingerling) showed a high mortality rate, a fast growth increase, a condition factor relatively high (1.38) and decrease on the efficiency of the food conversion. During the following 12 weeks (parr-presmolt) the mortality rate decreased, the weight increased twice, the condition the decrease (1.25) and the food conversion coefficient was optimized (below 1.0).

We conclude that to assure a good growth rate, the minimum required lipid contents in the diet of the rainbow trout Kamloops during the first two development stage it has to be near of 10%, with an optimum over 18% in the two next stages. Therefore, the protein level in the diet could be diminished without affecting the fish growth, the allowing a reduction on the food production costs.

Key words : *Oncorhynchus mykiss*, feeding, growth, condition factor, food conversion.

1 Universidad Católica de la Ssma. Concepción Departamento de Ciencias del Mar, Casilla 127 Talcahuano, Chile.

2 Pontificia Universidad Católica de Chile, Sede Temuco. Departamento Ciencias y Acuicultura, Casilla 15-D Temuco, Chile.

INTRODUCCION

La composición básica de las dietas secas para salmonídeos comprende principalmente proteínas, lípidos y carbohidratos, dentro de la cual las proteínas de origen animal son adicionadas en mayor porcentaje, debido a la mala utilización de los carbohidratos como energía suplementaria (Singh & Nose 1967; Shimeró et al., 1977 fide Watanabe et al., 1978). Otra alternativa es aumentar el porcentaje de lípidos en la composición de la dieta; sin embargo, altos niveles de lípidos pueden tener efectos negativos para los peces, especialmente cuando los lípidos son altamente saturados, existiendo casos de infiltración grasa en riñones e hígados (Phillips, 1970). Este autor recomienda un máximo de 8% de lípidos como materia seca en la dieta de salmonídeos, mientras que Lee & Sinnuhaber (1972) señalan que el contenido de lípidos no puede ser limitado a un nivel específico sin considerar el tipo de lípidos usados y el contenido de proteínas presentes en la dieta.

Ogino et al. (1976) y Watanabe et al. (1978) citan que la adición equilibrada de lípidos con ácidos grasos esenciales como fuente de energía adicional, contribuyen a una mejor utilización de las proteínas y a su vez juegan un papel importante en el ahorro de las proteínas presentes en la dieta, con el consiguiente reducción en el costo de fabricación de la dieta para peces en cultivo y también en la carga de contaminación hacia el medio.

Por otra parte, se conoce que el óptimo crecimiento en salmonídeos esta

en función de la eficiencia de asimilación de la dieta y en su calidad nutritiva, potenciada por los factores genéticos y ambientales. Se ha demostrado que una buena calidad alimenticia durante las etapas de alevinaje, fingerling y parr es una de las vías de obtener ejemplares más aptos para soportar el cambio futuro de ambiente dulceacuícola a marino, lo que se ha denominado "calidad de smolt".

De este modo, el presente estudio en alimentación fue conducido para determinar el efecto de diferentes niveles de lípidos en la dieta de salmonídeos, específicamente en el crecimiento, factor de condición y coeficiente de conversión del alimento en la trucha arcoiris de la variedad Kamloop, *Oncorhynchus mykiss* Kamloop Jordan 1892, durante su fase de desarrollo en agua dulce.

MATERIALES Y METODOS

PECES Y DIETAS.

Los experimentos fueron llevados a cabo en las instalaciones de la Piscicultura Lautaro, estación experimental de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Sede Temuco, (IX Región, Chile) entre los meses de agosto 1989 a marzo 1990.

Se utilizaron 18.000 ejemplares de cepa nacional de trucha arcoiris *Oncorhynchus mykiss* de la variedad Kamloops Jordan 1892, los cuales fueron transferidos después de su eclosión a 10 estanques de cemento de 0,2 m³ con una densidad de 30 kg/m³. Se utilizaron dos estanques por grupo experimental, con un flujo de agua constante de 0,3 l/seg.

TABLA 1. Análisis Químico de las cuatro dietas experimentales de diferentes niveles de lípidos.

Composición Química	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4	Dieta control
Proteínas (%)	59,87	59,87	58,21	57,21	58,26
Materia Grasa (%)	9,97	11,62	15,14	17,68	12,24
Cenizas (%)	12,14	12,82	12,14	11,21	11,84
NaCl (%)	0,83	0,44	0,36	0,93	0,47
Arena (%)	0,2	0,2	0,17	0,24	0,41
Antioxidante ppm	154	95	193	198	125
Vitamina C	6,12	12,84	6,71	7,89	3,78
Porcentaje de energía metabolizable desde lípidos.	22	25	30	34	26

del tiempo. Para estimar diferencias entre las dietas se utilizó un análisis de la varianza ANOVA de una vía, con datos transformados a arcóseno según Zar (1984).

Para describir la naturaleza de las relaciones existentes entre las variables tiempo (edad) y crecimiento (peso-longitud) para cada tipo de dieta, se utilizó el análisis de regresión lineal, en el cual la pendiente (b) indica la tasa de crecimiento correspondiente. Para verificar posibles diferencias de tasa de crecimiento entre las dietas se aplicó un análisis de la COVARIANZA, con el cual se detectan diferencias entre pendientes e interceptos de las relaciones descritas. Luego, para llegar a determinar cual fue la fuente de variación, es decir, qué dieta presenta una tendencia diferente, se aplicó el procedimiento de Comparaciones Múltiples de Tukey, mediante el estadístico "q" (Zar, 1984).

En las medidas del cuerpo, se utilizó el factor de condición K registrándose

cada doce semanas. Este factor expresa la relación volumétrica existentes en función del peso, según la expresión matemática: $K = W/FL^3 \times 100$, donde W = peso neto en gramos y FL = longitud horquilla en cm, según Lagler (1956) y Ricker (1971, 1979).

Para los efectos de registros de alimento consumido y crecimiento, se utilizó el coeficiente de conversión del alimento de criterio comercial (FC) calculado mensualmente, incluyendo el factor mortalidad a la fecha, mediante la fórmula: $FC = DX/DY$; donde DX = alimento seco en kg y DY = incremento en biomasa en kg.

Para estimar posibles diferencias en el factor de condición y el coeficiente de conversión del alimento a través del tiempo entre los tratamientos alimenticios, se utilizó el análisis de la varianza ANOVA de una vía. Luego para determinar la fuente de variación, se aplicó el test a posteriori de Fisher PLDS (Zar, 1984).

RESULTADOS

La tasa promedio de supervivencia en la trucha arcoiris K. (*Oncorhynchus mykiss* Kamloops) registrada durante el presente trabajo, fue de 98,63% (ds=0,33), mientras que la tasa de mortalidad fue de 1,37% (ds=0,1). Diferencias significativas en supervivencia ($F= 8,652$, $P< 0,005$) y

mortalidad ($F= 8,274$, $P< 0,006$) entre los tratamientos alimenticios fueron detectados sólo durante el período I (alevín-fingerling) registrándose una mayor mortalidad en aquellos individuos alimentados con dietas de mayores contenidos grasos ($> 12\%$), (Fig. 1). En las fases presmolt y smolt (período II) no hubo diferencias.

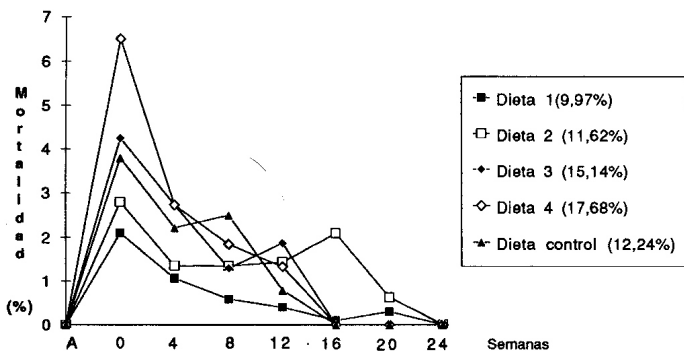


Figura 1. Porcentaje de mortalidad en ejemplares de *Oncorhynchus mykiss* Kamloops alimentados con dietas de diferentes niveles de lípidos (%) durante 24 semanas.

La ganancia promedio en peso e incremento en longitud de los peces durante las 24 semanas de duración del experimento con los diferentes tratamientos alimenticios, se muestra en las figuras 2 y 3. El incremento en longitud y la ganancia en peso obtenida por los peces muestran similar patrón de crecimiento, siendo aquellos ejemplares alimentados con dietas de alto contenido graso, aquellos de mayor peso y longitud. Diferencias significativas

fueron estimadas en la ganancia en peso e incrementos en longitud a través del tiempo, entre los tratamientos alimenticios durante las 12 semanas ($F=7,954$, $P< 0,001$ y $F=6,494$, $P< 0,001$ respectivamente) y 24 semanas de experimentales ($F=21,584$, $P< 0,001$ y $F=7,508$, $P< 0,001$) indicando cambios en crecimiento a través del tiempo según el tipo de alimento suministrado a partir de las 12 primeras semanas de alimentación.

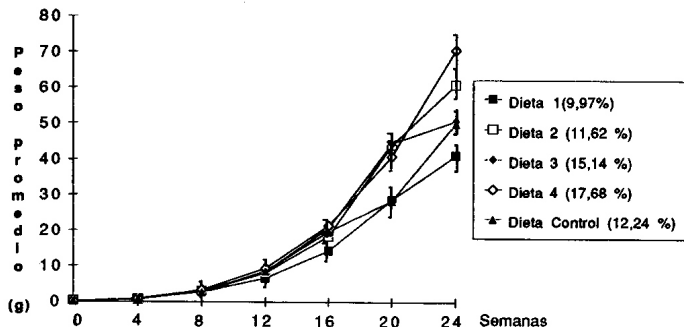


Figura 2. Ganancia en peso (g) en ejemplares de *Oncorhynchus mykiss Kamloops* alimentados con dietas de diferentes niveles de lípidos (%) durante 24 semanas.

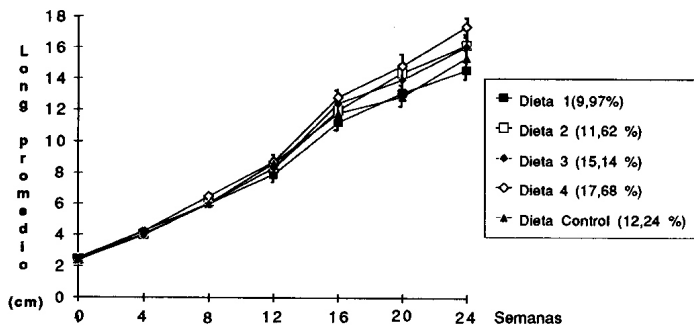


Figura 3. Incrementos en longitud (cm) en ejemplares de *Oncorhynchus mykiss Kamloops* alimentados con dietas de diferentes niveles de lípidos (%) durante 24 semanas.

La tasa de crecimiento en peso y longitud en la trucha arcoiris Kamloops estimada a través de la dieta control fue de $b=0,88$ y $0,286$, respectivamente (Tabla 2). Al igual que las ganancias en peso e

incrementos en longitud, se obtuvo una mayor tasa de crecimiento en aquellos individuos alimentados con dietas que contienen un mayor porcentaje de lípidos presente en ellas (18%) y una menor tasa

de crecimiento en aquellos peces alimentados con sólo un 10% de lípidos en la dieta (Figs. 4 y 5). Mediante el análisis de la Covarianza se detectó sólo diferencias entre las pendientes de la

relación peso-tiempo ($F=13,2$; F de tabla=2,37) pero diferencias en la relación longitud-tiempo ($F=1,742$; F de tabla=2,37) no fueron detectadas.

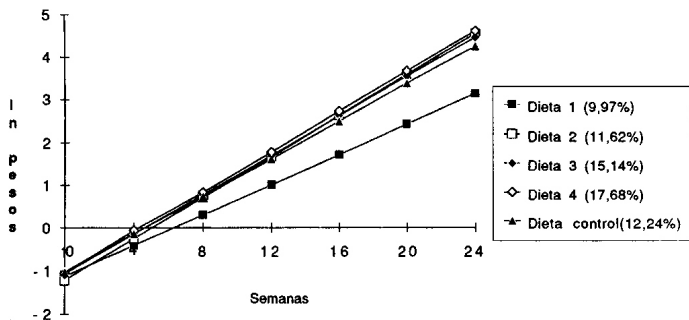


Figura 4. Curva de crecimiento en peso (g) en ejemplares de *Oncorhynchus mykiss* Kamloops alimentados con dietas de diferentes niveles de lípidos (%) durante 24 semanas.

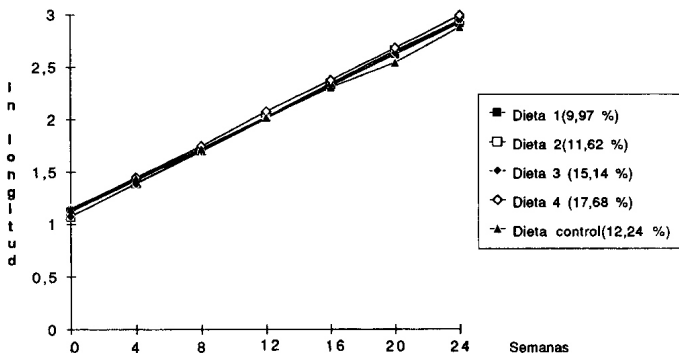


Figura 5. Curva de crecimiento en longitud (cm) en ejemplares de *Oncorhynchus mykiss* Kamloops alimentados con dietas de diferentes niveles de lípidos (%) durante 24 semanas.

El método de Comparaciones Múltiples de Tukey, demostró que la única dieta que presentó una relación "distinta" al resto fue la dieta 1 con sólo

9,97 % de lípidos (Tabla 3), siendo estos peces los que presentaron una menor tasa de crecimiento durante el experimento.

TABLA 2. Ecuaciones simples, coeficientes de determinación y número de individuos analizados en las relaciones descritas para cada una de las dietas experimentales ($P < 0.001$, b de la ecuación distinta de cero).

Tipo de dieta	Tiempo - Peso		Tiempo - Longitud		
	x	y	x	y	
Dieta 1	Y = 1,118 + 0,871x r ² = 0,92 n = 200		Y = 1,123 + 0,3x r ² = 0,896 n = 200		P < 0.001
Dieta 2	Y = 1,21 + 0,961x r ² = 0,948 n = 200		Y = 1,074 + 0,317x r ² = 0,947 n = 200		P < 0.001
Dieta 3	Y = 1,067 + 0,923x r ² = 0,929 n = 200		Y = 1,075 + 0,312x r ² = 0,892 n = 200		P < 0.001
Dieta 4	Y = 1,052 + 0,946x r ² = 0,935 n = 200		Y = 1,141 + 0,309x r ² = 0,928 n = 200		P < 0.001
Dieta control	Y = 1,019 + 0,88 r ² = 0,912 n = 200		Y = 1,149 + 0,286x r ² = 0,903 n = 200		P < 0.001

TABLA 3. Valores de q para el test de Tukey, en la variable peso, q de tabla (* 0.005 *, 5) = 3,858, ns = no significativo, s = significativo

DIETAS	DIETA 2	DIETA 3	DIETA 4	DIETA CONTROL
DIETA 1	7,308 s	6,822 s	7,59 s	5,380 s
DIETA 2		1,637 ns	0,652 ns	3,417 ns
DIETA 3			1,274 ns	2,273 ns
DIETA 4				3,531 ns

El factor de condición promedio de los peces sometidos al efecto de los diferentes niveles de lípidos en la dieta al comienzo del experimento, a las 12 semanas y a las 24 semanas, se muestran en la tabla 4, observándose a las 12 semanas un factor de condición levemente más alto en peces alimentados con altos niveles de lípidos en su dieta, condición que cambia a las 24 semanas, en aquellos ejemplares, quienes presentan un factor de condición más bajo, siendo estas diferencias no

significativas entre tratamientos alimenticios durante el tiempo experimental ($F= 1,53$, $P> 0,205$) Por el contrario, en la tabla 4 se observa un aumento del factor de condición a las 12 semanas y una disminución de éste a las 24 semanas, dichas diferencias a través del tiempo para cada una de los tratamientos en particular fueron altamente significativos ($F=8,906$, $P< 0,001$, indicando una fluctuación del factor en el tiempo independiente del tipo de dieta.

TABLA 4. Factor de condición promedio ($K = \text{peso en g/ longitud en cm } 3 \times 100$) (+ ds.) en *Oncorhynchus mykiss* K., con dietas de diferentes contenidos de lípidos.

Dietas	Comienzo del experimento	12 semanas	24 semanas
DIETA 1	1,429 ($\pm 0,125$)	1,376 ($\pm 0,249$)	1,262 ($\pm 0,212$)
DIETA 2	1,276 ($\pm 0,10$)	1,283 ($\pm 0,293$)	1,286 ($\pm 0,234$)
DIETA 3	1,43 ($\pm 0,11$)	1,641 ($\pm 0,525$)	1,078 ($\pm 0,325$)
DIETA 4	1,098 ($\pm 0,09$)	1,384 ($\pm 0,594$)	1,25 ($\pm 0,065$)
DIETA CONTROL	1,245 ($\pm 0,178$)	1,046 ($\pm 0,455$)	1,196 ($\pm 0,196$)

La tabla 5 indica los promedios de coeficientes de conversión del alimento. Diferencias significativas se estimaron en el coeficiente de conversión del alimento durante el tiempo experimental entre los ejemplares alimentados con los diferentes tratamientos ($F= 2,635$, $P<0,04$) y en ejemplares alimentados con un mismo tratamiento ($F= 2,938$, $P< 0,0226$). La mayor eficiencia de conversión del alimento correspondió a los ejemplares sometidos a la dieta 4 (Fisher PLSD, $P< 0,05$), no descartando el buen nivel de los coeficientes restantes.

El posible efecto patológico del exceso de lípido en la dieta fue analizado por intermedio de un examen veterinario que indicó que no hubo daño a nivel hepático en los peces sometidos a los diferentes tratamientos alimenticios.

DISCUSION

Los experimentos con diferentes contenidos de lípidos y proteínas en dietas para salmonídeos están siendo conducidos por más de diez años,

TABLA 5. Factor de conversión promedio mensual en trucha arcoiris (*O. mykiss*, K.) alimentada con dietas de diferentes niveles de lípidos (%) durante el tiempo experimental.

Período Experimental		Coeficientes de Conversión				
Datos	Semanas	Dieta 1 (9.97%)	Dieta 2 (11.62%)	Dieta 3 (15.14%)	Dieta 4 (17.68%)	Dieta control (12.24%)
5-Sep - 5-Oct	4	1,045	0,86	1,058	1,179	1,032
5-Oct - 5-Nov	4	1,281	1,019	1,235	1,014	0,8115
5-Nov - 5-Dic	4	1,755	1,07	1,357	1,311	1,254
5-Sep - 5-Dic	12	1,35	0,99	1,21	1,16	1,03
5-Dic - 5-Ene	4	0,904	0,8225	0,607	0,62	0,69
5-Ene - 5-Feb	4	0,698	1,306	0,645	0,623	0,915
5-Feb - 5-Mar	4	1,844	0,783	1,782	0,944	0,991
5-Dic - 5-Mar	12	1,152	0,98	0,9	0,731	0,91
5-Sep - 5-Mar	24	1,25	0,98	1,05	0,944	0,965

paralelo con el crecimiento de los cultivos de los salmonídeos. Sofisticadas dietas han sido elaboradas para salmonídeos, pretendiendo lograr máximas eficiencias de conversión, pero la mayoría de estos estudios no han considerado la biología del pez (Austreng & Storebakken, 1984).

Como resultados de estudios en alimentación de la trucha arcoiris, Phillips (1970) recomienda un máximo de un 8% de lípidos como materia grasa seca en la dieta de salmonídeos, sin que cause daño al pez. Austreng & Macland (1977) indican que la trucha arcoiris puede tolerar altos niveles de grasa presente en su dieta, en rangos de tolerancia desde un 5 al 20%, no afectando la salud del pez. Austreng &

Storebakken (1984) señalan que el óptimo nivel de grasa en la dieta para salmonídeos como la trucha arcoiris estaría cerca de un 16% a un 18% y las proteínas ser reducidas a un 35%, resultados obtenidos también por Ogino et al. (1976) y Watanabe et al (1978).

En el presente estudio, se observó un aumento de la mortalidad diferencial durante la semana 0 en todos los ejemplares alimentados bajo distintos niveles de lípidos (período I), que puede ser explicado por el estrés de primera alimentación, causando una alta mortalidad puesto que pasan de una alimentación endógena a una alimentación exógena, lo cual implica un cambio interno en la fisiología de la alimentación; o por el tipo de dieta

suministrada (% de lípidos en la composición química de la dieta) provocando una mortalidad diferencial durante este período (alevin-finger) producto del alimento altamente graso. Como es sabido, los salmonídeos hacen uso por períodos de semanas de las reservas energéticas lipídicas presentes en su saco vitelínico y el cambio de su "dieta natural del saco" la cual es altamente grasa, a un alimento seco cuyos niveles energéticos no siempre son los apropiados, les puede causar alteraciones fisiológicas que muchas veces les provoca la muerte (Lee & Sinnhuber, 1972). La disminución posterior de la tasa de mortalidad es lógica ya que el pez crece y se fortalece. La alta mortalidad obtenida en el presente estudio en los peces alimentados con altos contenidos energéticos (18% lípidos) a saciedad durante el período I y su posterior estabilización a 0 durante el período II, sería explicada por el tipo de alimento suministrado, indicando por un lado, un exceso de lípido suministrados durante sus primeras semanas de alimentación y por otro lado, la condición acumulativa adquirida en estos ejemplares, siendo estos más grandes en tamaño y resistentes al stress del manejo, como al de enfermedades, situación observada en otros peces en cultivo (Austreng, 1977).

La modificación de la tasa de crecimiento de la trucha arcoiris en nuestro experimento, por medio del suministro de alimento altamente energético, durante su desarrollo en agua dulce, coinciden con los resultados obtenidos por Takeuchi & Watanabe (1979). El mayor crecimiento bruto en peso y longitud obtenido con la dieta 4

(18% de lípidos) podría estar indicando un nivel mínimo de requerimientos lipídicos de un 10%, puesto que bajo este nivel el crecimiento se reduce un 50%, en comparación con la alimentación con 18% de lípidos.

Como se demuestra en este estudio, las tasas de crecimiento en peso y longitud de los peces fueron continuas e incrementaron proporcionalmente a través del tiempo pero las diferencias establecidas sólo en la tasa de crecimiento en peso entre los distintos tratamientos alimenticios indica la acción efectiva de la dieta grasa en el incremento en peso del pez pero no en la talla de éste.

El promedio ligeramente más alto en crecimiento y mortalidad a las 12 semanas de alimentación en aquellos individuos alimentados con altos niveles de lípidos presentes en sus dietas comparado con aquellos alimentados con niveles menores podría estar indicando que el nivel de lípidos mínimo para la trucha arcoiris Kamloops, estaría alrededor de un 10% de lípidos durante el período I que comprende las fases alevinaje fingerling, puesto que su mortalidad es baja y su crecimiento bueno. Durante el período II a las 24 semanas no existen las diferencias en mortalidad manteniéndose sólo aquellas en crecimiento producto del alimento altamente energético suministrado (18%), otorgando un crecimiento del doble en peso, esto podría indicar que el nivel mínimo requerido por la trucha arcoiris K, durante el período II que comprende las fases parr-pre-smolt sería no menos del 10% y su óptimo estaría cercano a los 18% y más.

Las diferencias establecidas en el factor de condición a través del tiempo experimental al igual que aquellas estimadas entre individuos alimentados con una misma dieta a través del tiempo experimental, puede ser explicado, por las fluctuaciones térmicas ambientales entre un período y otro durante el tiempo experimental, y por otro lado el aumento en el incremento en longitud y pérdida de peso entre las 20 y 24 semanas de alimentación, producto del comienzo de un cambio fisiológico y morfológico del estado de pre-smolt a smolt.

El coeficiente de conversión promedio del alimento según el criterio comercial, obtenido en nuestros experimentos fue ligeramente más alto que los obtenidos por Austreng (1979) en la misma especie. Los valores del coeficiente de conversión observados a las 4 semanas de alimentación, fluctuaron entre 0,9 y 1,0 lo cual indica una efectiva aceptación del alimento por del pez. Las diferencias significativas observadas en el coeficiente de conversión entre los tratamientos alimenticios, está relacionada con el porcentaje de lípidos presente en el alimento, observándose un coeficiente de conversión del alimento óptimo en los individuos sometidos a la dieta 4, no descartando el buen nivel de conversión del alimento con las otras dietas. Las diferencias observadas entre los individuos sometidos a una misma dieta podrían ser atribuidas al factor temperatura en el medio y variedad biológica poblacional.

Se ha comprobado que cuando los salmonídeos son alimentados a saciedad regulan la ingestión de los alimentos de

acuerdo al contenido energético de ellos (Johnsen & Wandsvik, 1991). Nuestros resultados indicaron una mejora en la conversión de los alimentos a medida que se aumenta su contenido energético como lípidos, mejorando quizás la utilización de las proteínas. A su vez, esta mejora del coeficiente de conversión del alimento debido al aumento de grasa presente en la dieta y con ello la posible reducción del nivel proteico de la dieta, debería como consecuencia reducir la carga eutroficante de contaminación hacia el medio ambiente, por el menor suministro de alimento y su menor pérdida hacia al medio.

Altos niveles de lípidos de buena calidad adicionados a la dieta, quizás, reducen la utilización de energía desde las proteínas por su eficiente utilización reflejado en su rápido crecimiento y ausencia de daño patológico producto del tipo de alimento, dando así mejores resultados económicos para el cultivador por una parte (menor gasto de alimento) y para el productor de alimento, por otra (menor costo de producción).

De este modo, el uso de una buena calidad y apropiada proporción de lípidos presentes en la dieta, sumado a una estabilidad de las grasas mediante un antioxidante, es esencial para asegurar buenos resultados.

Basado en los resultados obtenidos, podría a futuro realizarse ensayos de selección de razas de peces que utilicen eficientemente altos niveles de lípidos en sus dieta, pudiendo obtener un producto de calidad a través de la crianza selectiva.

Finalmente no se debe olvidar que en los salmonídeos un buen desarrollo en la fase de agua dulce condiciona positivamente muchos de los cambios

futuros de los peces en la fase marina. Una buena nutrición es una alternativa para conseguirla.

LITERATURA CITADA

- Aoac, 1984. Official Methods of Analysis of the Associations of Official Analyst Chemists. 1094 pp.
- Austreng, E. 1977. Fett og protein i for til laksefisk IV. Proteininnhold i torrfor til laksunger (*Salmo salar* L.) Meld Norg. Landbrhogsk. 56(19):10 pp. (Nor/Eng).
- Austreng, E. 1979. Fett og protein i for til laksefisk. VI. Fordoyelighet of forutnyttelse hos regnbueaure (*Salmo gairdneri* R.) ved ulikt fettinnhold i foret. Meld. Nor. Landbr Hogsk/58(2), 12pp.
- Austreng, E. y K. T. Macland, 1977. Virkning av torrfor óg vatfor med ulikt proteininnhold pa smak og kjemisk sammensetning av regnbueaure. Husdyrforsokmotet 1977, Aktuelt Fra. Landbruksdepartementets opplysningstjeneste (2):381-386 Nor.
- Austreng, E. & T. Refstie, 1979. Effect of varying dietary protein level in different families of rainbow trout. *Aquaculture*, 18:145-156.
- Austreng, E. & T. Storebakken, 1984. Practical formulation of salmonid diets with emphasis on fat and protein. Acts of the Norwegian-French workshop of aquaculture, Brest 5-8 Dec 1984. 71-92 pp.
- Austreng, E.T. Storebakken, & T. Asgrd, 1987. Growth rates estimate for cultured Atlantic salmon and rainbow trout. *Aquaculture* 60:157-160 pp.
- Brett, J.R., 1979. Environmental factor and growth In: W.S. Hoar, D.J. Randall and J.R. Brett, (Editors) *Fish Physiology* Vol. VIII, Academic Press. N.Y. 599-675 pp.
- Instituto Nacional de Normas (INN), 1980. Norma Chilena Oficial. Harina de pescado. Determinación de materia grasa 526 pp.
- Johnsen, F. & A. Wandsvik, 1991. High energy diets in the fish farming industry. *Chile Pesquero*, 63, (abril-mayo). 25-30.
- Lagler, K.F, 1956. *Freshwater Fishery Biology*. WMC Brown Company publishers:421 pp.
- Lee, D. J. & R. O. Sinnhuber, 1972. Lipid requirements. In: J.E. Halver (ed) *Fish Nutrition*, pp 145-180. Academic Press, New York and London.

- Ogino, C., J.Y. Chiou, y T. Takeuchi, 1976. Protein nutrition in fish VI. Efects of dietary energy sources on the utilization of protein by rainbow and carp. Bull Japan. Soc. scient Fish 42:213-218.
- Phillips, A.M. y D.R. Brockway, 1959. Dietary calories the production of trout in hatcheries Prog Fish. Cult 21:3-16.
- Phillips, A.M. 1970. Trout feeds and feeding Manual of fish culture 3. B. 5 Bureau of sport fisheries and wildlife, Washington, 49. pp.
- Ricker, W.E., 1971. Methods for assessment of fish production in fresh water. IBP Hand-book 3 Blackwell Scientific Publicatons:348 pp.
- Ricker, W.E., 1979. Growth rates and models. In: W.S. Hoar, D.J. Randall and J.R. Brett (Ed.) Bioenergetics and Growth. Fish Physiology Vol VII, Academic Press. N.Y. 677-743 pp.
- Shimero, S. H Hosokawa, M. Takeda, y H.Kajiyama, 1980. Effects of calorie to protein rations in formulated diet on the growth, feed conversion and body composition of young yellow tail. Bull. Japan. Soc. scient. Fish, 46: 1083-1087.
- Singh, R.R. y T. Nose, 1967. Digestibility of carbohydrates in young rainbow trout. Bull Freshwater Fish-Res. Lab, 17:21-25.
- Takeuchi, T. y T. Watanabe, 1979. Effect of excess amounts of essential fatty acids on growth of rainbow trout. Bull Japan. Soc Scienn.Fish. 45:1517-1519.
- Watanabe, T. Takeuchi, y C. Ogino, 1978. Studies on the sparing effect of lipids on dietary protein in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) Proc. World. Symp on Finfish nutrition and Fishfeed Technology. Hamburg. 20-23. june. pp. 113-125.
- Zar, J.H. 1984. Biostatistical Analysis. Second edition. Prentice- Hall INC, Englewood Cliffs, N.Y. 718 pp.