

Evaluación de la alimentación de *Salmo salar* en piscicultura, utilizando dispensadores automáticos

Alfonso Mardones Lazcano* y Diego Gajardo Pérez

Universidad Católica de Temuco, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Acuicultura,
Casilla 15-D, Temuco, Chile.

* email: mardolaz@uct.cl

Resumen

El cultivo de salmones, específicamente *Salmo salar* es una industria que genera aspectos básicos y aplicados destinado a su producción intensiva. En este contexto, el presente estudio evaluó el crecimiento de salmones en cultivo bajo tres condiciones, alimentador manual con alimentación diurna, con alimentación nocturna, y día y noche, y un grupo control con alimentación manual a saciedad. Se encontró menor crecimiento en el grupo control respecto a los tres grupos alimentados con alimentador artificial. Estos resultados concuerdan con las descripciones de la literatura para el hemisferio norte.

Palabras clave: *Salmo salar*, crecimiento, acuicultura.

Introducción

En un sistema intensivo de producción dulceacuícola, donde los peces son cultivados en estanques de cultivo, el alimento artificial es usualmente la única fuente nutricional a la que acceden los peces, por lo tanto la correcta formulación del alimento junto con un adecuado nivel de alimentación son aspectos de suma importancia que no se deben subestimar.

Las fallas en las dietas, usualmente atribuidas a una incorrecta formulación o a deficiencias en su manufactura, han sido a menudo resultado de un pobre manejo del cultivo debido al uso de un tamaño inadecuado de la partícula, deficiencia o exceso de alimentación o a una deficiente frecuencia de alimentación (Dabrowski, 1984; Uys y Hetcht, 1985; Chalron y Bergot, 1986).

El manejo de la alimentación en la acuicultura tiene gran influencia sobre la sustentabilidad económica y ambiental de la industria acuícola (Cho y Bureau, 1998). En el manejo de la alimentación con sólidos, se debe evitar la subalimentación, que inhibe el

crecimiento y promueve la competencia intraespecífica (McCarthy *et al.*, 1992), y también, la sobrealimentación la cual produce pérdidas de alimento (Talbot *et al.*, 1999), afecta la conversión del alimento y puede contribuir a la degradación ambiental (Cho y Bereau, op. cit).

La existencia de sistemas automáticos de alimentación, en los que se puede programar la frecuencia y cantidad de alimento a proporcionar, permiten realizar un seguimiento de los cambios espontáneos en el apetito de los peces en los sistemas de cultivo.

Dentro de este contexto, cambios leves en la eficiencia de producción en una industria de tal magnitud, pueden representar beneficios por miles de dólares. Particularmente la alimentación es uno de los factores más influyentes; una utilización eficiente del alimento se puede traducir en una importante disminución en los costos de producción de alevines (Gélineau *et al.*, 1998).

En este trabajo se ponen a prueba los ritmos diarios de alimentación y sus resultados productivos por medio de distintas frecuencias e intervalos en la entrega de alimento, en un medio de producción intensivo.

Materiales y Métodos

Cultivo de los peces: el experimento se realizó entre el 25 de enero y el 25 de abril del 2012, en una piscicultura de la región de la Araucanía, situada a 56,3°N y 74,9°E, y finalizó previo al ingreso de los alevines de *Salmo salar* a la etapa de manejo de fotoperiodo para su esmoltificación. Cuatro estanques de fibra de vidrio de 100m³ cubiertos con malla rachel fueron utilizados para este experimento; con una tasa de cambio de 0,85; con un caudal medio de 23,6 l*s⁻¹; una concentración de oxígeno que fluctuó entre los 5,5 - 9,4mg*lt⁻¹ y una temperatura entre 6,9 - 7,2°C. Durante el periodo que duró el estudio, no se realizaron transferencias de peces entre estas unidades de cultivo. El experimento consistió en la elección al azar de 3 estanques, más un estanque control, con un n=78131 ± 178 peces, de un peso de W=27,4 ± 0,3g (Tabla 1).

Sistemas y regímenes de alimentación: cada unidad fue alimentada según los datos obtenidos por tablas de alimentación determinadas por la empresa, con un SGR proyectado de 1,01% y un porcentaje de eficiencia del 1%; el alimento utilizado fue un extruido 2,0 mm. Se utilizó el sistema de alimentación automática Arvo-tec T Drum 2000 feeder, provistos de una

tolva con capacidad de 50 kg y control de velocidad para la distribución homogénea de los pellets.

Las unidades seleccionadas fueron alimentadas mediante tres tratamientos diferentes, el primero se dividió la ración diaria en 8 intervalos de 3h, dosificando el total de alimento diario en dichos intervalos (Figura 1), en el 2do tratamiento, la alimentación de intensificó durante en atardecer (Figura 2), mientras que en el 3er tratamiento, se alimentó de forma constante durante todo el día (Figura 3); el control consistió en alimentación a saciedad, en forma manual.

Resultados

Luego de realizado el experimento y la toma de muestras, se realizó un análisis estadístico mediante la prueba de Friedman y la prueba de comparación múltiple de Dunn, apreciándose diferencias significativas en los pesos finales según el registro. El control, alimentación manual a saciedad, obtuvo un crecimiento menor al de los otros tres tratamientos alimentados automáticamente (Tabla 2).

Tabla N°1

Diseño del experimento llevado a cabo en el presente estudio

	Grupos			
	control	tratamiento 1	tratamiento 2	tratamiento 3
Estanque	1007	1001	1003	1005
Número	78054	78003	78335	78323
Peso(g)	17,9	18,4	18,0	18,3
Biomasa(kg)	1397,2	1435,2	1410	1441,1
C.V.	9,4	9,2	9,5	9,5
Volumen(m ³)	100,0	100,0	100,0	100,0
Densidad(kg m ⁻³)	13,9	14,3	14,1	14,4

Pesos finales: el grupo control alimentado de forma manual y a saciedad presenta diferencia sobre todos los grupos alimentados automáticamente y con distintas estrategias,

además la estrategia N°2, la cual intensifica la dosificación del alimento durante el atardecer, presenta menor crecimiento que las estrategias N°1 y N°3 (Figura 4).

Tabla 2

Resultados del experimento llevado a cabo en el presente estudio.

	Grupos			
	control	tratamiento 1	tratamiento 2	tratamiento 3
Estanque	1007	1001	1003	1005
Número	77850	77833	77990	77998
Peso(g)	44,5	50,3	49,9	50
SGR	1,01	1,12	1,13	1,12
Biomasa(kg)	3464,3	3915,0	3891,7	3899,9
C.V.	13,2	10,4	11,1	13,2
Volumen(m ³)	100,0	100,0	100,0	100,0
Densidad(kg m ⁻³)	34,6	39,1	38,9	39,0

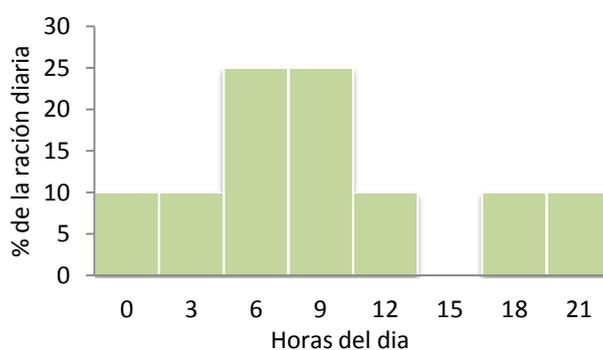


Figura 1. Tratamiento 1. Dosificación de la alimentación diaria acentuada en el amanecer.

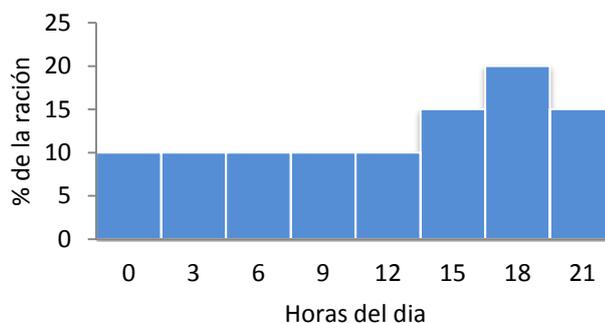


Figura 2: Tratamiento 2. Dosificación de la alimentación diaria acentuada en el atardecer.



Figura 3: Tratamiento 3. Dosificación de la alimentación diaria constante.

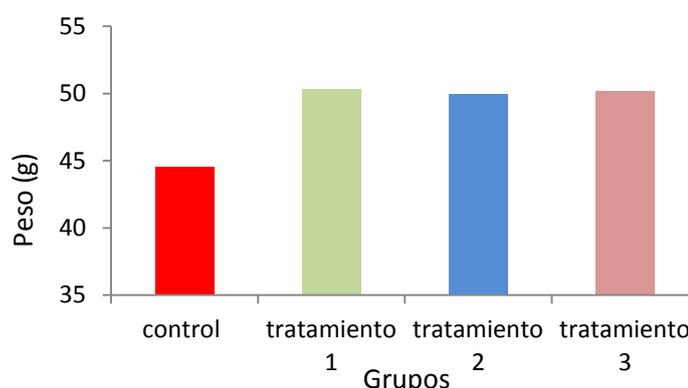


Figura 4: Pesos promedios finales de los distintos grupos.

Discusión

El salmón del atlántico exhibe flexibilidad y adaptabilidad en su alimentación, y su apetencia puede variar según factores ambientales (fotoperiodo, temperatura, etc.) e intra específicos (velocidad digestión, edad, etc.) pues, cambios diarios o estacionales son reconocidos en la especie (Noble *et al.*, 2007), el efectivo conocimiento de estos cambios de apetencia y la adaptabilidad de los ritmos de alimentación puede colaborar en la eficiencia en el consumo del alimento y por ende retribuir en una menor pérdida de este, mejorando factores productivos como la conversión del alimento y el crecimiento (Paspatis y Boujard, 1996).

Al poner a prueba las variaciones diarias en la apetencia de los ejemplares, intensificando la alimentación tanto en el atardecer como en el amanecer, produce un acostumbamiento de los organismos. Disminuyendo la intensidad de la luz durante días de invierno, puede producir preferencias en la alimentación en *Oncorhynchus mykiss* (Noble *et*

al., op. cit), sin embargo durante el verano en períodos de semi-oscuridad como el amanecer y el atardecer no se presenta claridad en los ritmos de apetencia.

Se han reportados registros de alimentación predominante en el amanecer (Hoar, 1942; Browman y Marcotte, 1986; Paspatis y Boujard, 1996), otros estudios reportan aumento en la alimentación durante el crepúsculo (Higgins y Talbot, 1985) o alimentación arrítmica (Jørgensen y Jobling, 1993; Kadri *et al.*, 1997).

En este estudio se observó mayor crecimiento en peso de los individuos, en el tratamiento 1 (alimentación intensificada durante el amanecer) y en el tratamiento 3 (administración constante durante todo el día), los análisis de varianza arrojaron diferencias significativas entre estos 2 grupos y el tratamiento 2 (alimentación intensificada durante el atardecer). En el grupo control, arrojó crecimientos significativamente menores, alimentado manualmente a saciedad, el suministro de alimento total durante el experimento fue un 20% inferior en comparación con los otros 3 tratamientos, debido a errores de percepción visual del operario, cumplimiento de horarios, entre otros.

Estudios han informado de efectos perjudiciales de la subalimentación, sobre el crecimiento (Quinton y Blake, 1990) y el factor de condición de los peces (Gregory y Wood, 1999; Pierce *et al.*, 2001).

En resumen, este experimento sugiere que durante estaciones de verano - otoño alevines parr de salmón del atlántico, pueden adaptar su apetencia para así ser alimentado con mayor intensidad durante el alba o alimentados constantemente durante todo el día por medio de alimentadores automáticos, sin mostrar diferencias significativas ($p \geq 0.05$) en su crecimiento. Al intensificar el suministro de alimento durante el crepúsculo o alimentando manualmente, se denota un perjuicio en el crecimiento de los peces estadísticamente significativo.

Bibliografía

Browman H.I. and B.M. Marcotte. 1986. Diurnal feeding and prey size selection in Atlantic salmon, *Salmo salar*, alevins. *Developmental Environmental Biology of Fishes* 7, 269–284.

Charlon N. and P. Bergot. 1986. An improved automatic dry food dispenser for fish larvae. *Progressive Fisheries Culturist* 48: 156-158.

Cho C.Y. and D.P. Bureau. 1998. Development of bioenergetic models and the Fish-PrFEQ software to estimate production, feeding ration and waste output in aquaculture. *Aquatic Living Resources* 11, 199–210.

Dabrowski K. and R. Bardega. 1984. Mouth size and predicted food size preferences of larvae of three cyprinid fish species. *Original Research Article. Aquaculture*, 40: 41-46.

Gélineau A., G. Corraze and T. Boujard. 1998. Effect of restricted ration, time-restricted access and reward level on voluntary food intake, growth and growth heterogeneity of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed on demand with self-feeder s. *Aquaculture* 167, 247–258.

Talbot C., Corneillie S. and O. Korsøen. 1999. Pattern of feed intake in four species of fish under commercial farming conditions: implications for feeding management. *Aquatic Resources* 30, 509–518.

McCarthy I.D., Carter C.G. and D.F. Houlihan. 1992. The effect of feeding hierarchy on individual variability in daily feeding of rainbow trout, (*Oncorhynchus mykiss*) (Walbaum). *Journal of Fisheries Biology* 41: 239–256.

Noble S., Kadri D.F., Mitchell R. and F.A. Huntingford. 2007. The impact of environmental variables on the feeding rhythms and daily feed intake of cage-held 1+ Atlantic salmon parr (*Salmo salar*). *Aquaculture* 269: 290 – 298.

Paspatis M. and T. Boujard. 1996. A comparative study of automatic feeding and self-feeding in juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets of different energy levels. *Aquaculture* 145: 245–257.

Hoar W.S. 1942. Diurnal variations in feeding activity of young salmon and trout. *Journal of Fisheries Research Board Canada*. 6: 90–101.

Higgins P.J. and C. Talbot. 1985. Growth and feeding in juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). In: Cowey, C.B., Mackie, A.M., Bell, J.G. (Eds.), *Nutrition and Feeding in Fisheries* Academic Press, London, pp. 243–263.

Jørgensen E.H. and M. Jobling. 1993. The effect of exercise on growth, food utilisation and osmoregulatory capacity of juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Aquaculture* 116, 233 –246.

Kadri S., Metcalfe N.B., Huntingford F.A. and J.E. Thorpe. 1997. Daily feeding rhythms in Atlantic salmon II: size-related variation in feeding patterns of post smolt under constant environmental conditions. *Journal of Fisheries Biology* 50, 273–279.

Quinton J.C. and R.W. Blake. 1990. The effect of feed cycling and ration level on the compensatory growth response in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Journal of Fisheries Biology* 37, 33–41.

Gregory T.R. and C.M. Wood. 1999. Interactions between individual feeding behaviour, growth, and swimming performance in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed different rations. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 56, 479–486.

Pierce A.L., Beckman B.R., Shearer K.D., Larsen D.A. and W.W. Dickhoff. 2001. Effects of ration on somatotrophic hormones and growth in coho salmon. *Comparative Biochemistry and Physiology B* 128, 255–264.

Uys P.W. and T. Hecht. 1985. Evaluation and preparation of an optimal dry feed for the primary nursing of *Clarias gariepinus* larvae (Pisces: Clariidae). *Original Research Article Aquaculture*, 47: 173-183.