

Research Article

Efecto de diferentes frecuencias de alimentación y ayuno, sobre el crecimiento y aprovechamiento nutritivo de *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818)

José Gómez-Peñaranda¹, Lucena Vásquez-Gamboa¹ & Diego Valencia¹

¹Grupo de Investigación en Recursos Zoogénéticos, Universidad Nacional de Colombia
Sede Palmira, Valle del Cauca, Colombia

Corresponding author: José Gómez-Peñaranda (joagomezpe@unal.edu.co)

RESUMEN. Se analizó una posible utilización práctica del crecimiento compensatorio, sometiendo *Piaractus brachypomus* a diferentes frecuencias de alimentación semanal y ayuno. Para este fin, se utilizaron 450 individuos con un peso medio inicial de 20 g dispuestos en cinco tratamientos con tres réplicas. T1 = alimentación a saciedad 5 días y ayuno de 2 días; T2 = alimentación a saciedad 6 días y ayuno de 1 día; T3 = alimentación a saciedad 7 días; T4 = Ayuno 14 días y posterior realimentación a saciedad y T5 = alimentación siguiendo las tablas recomendadas por el fabricante del alimento. Los individuos del tratamiento T1 presentaron los resultados más bajos de peso final y tasa de crecimiento instantánea, respecto a los tratamientos T2 y T3. Esto significó que ayunar dos días a la semana influyó negativamente sobre el crecimiento, pero el ayuno de un día (T2), no lo afectó. La mayor tasa de alimentación diaria se presentó con el tratamiento T4 pero solo con respecto a T3 y T5, debido a un incremento voluntario de ingestión de alimento tras el periodo de ayuno. Por el contrario, no observaron diferencias entre los tratamientos T1, T2 y T3, lo que indica que los individuos de los tratamientos T1 y T2, incrementaron voluntariamente la ingesta tras los días de ayuno igualando la ingesta del tratamiento T3. La composición corporal de los peces no se afectó por los tratamientos, por lo que, tras la realimentación, todas las reservas utilizadas durante el ayuno se restablecieron. Los valores de retenciones de proteína y energía fueron mejores con el tratamiento T5, pues utilizó menor cantidad de alimento y su crecimiento fue similar al resto de tratamientos. Estos resultados indican que sería posible eliminar la alimentación en un día pero aumentando la ración durante el resto de la semana. Sin embargo, los resultados del T5 son relevantes para el cultivo de la especie, ya que el costo de la producción por kilogramo es bajo y la ganancia neta es mayor.

Palabras clave: *Piaractus brachypomus*, alimentación, ayuno, crecimiento, acuicultura.

The effect of different feeding and starvation frequencies on growth utilization and nutrients, for *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818)

ABSTRACT. A possible practical use of compensatory growth, subjecting *Piaractus brachypomus* at different weekly feeding and fasting frequencies was sought. For this purpose, 450 individuals with an initial average weight of 20 g, arranged in five treatments with three replicates, were used. T1 = feed to satiation 5 days and fasting for two days; T2 = feed to satiation 6 days and fasting one day; T3 = feed to satiation 7 days; T4 = fasting 14 days and subsequent feedback to satiety and T5 = power following the manufacturer's recommended food tables. Individuals of T1 treatment had the final weight and instantaneous growth rate lowest results compared to T2 and T3. This meant that fast two days a week influenced growth negatively, but the one-day fast (T2), did not affect it. The daily highest feeding rate was present with treatment T4 but only relative to T3 and T5, due to a voluntary increase in food intake after the fasting period. By contrast, there were no differences between the T1, T2 and T3, which indicate that individuals of T1 and T2 treatments, voluntarily increased intake after fasting days equaling intake T3 treatment. The body composition of the fish was not affected by the treatments, so that after refeeding, all reserves used during fasting were restored. The values of protein and energy retention were better with treatment T5, because it used less food and its growth was similar to the other treatments. These results indicated that feeding could be deleted in one day but increasing ration during the rest of the week. However, the T5 results are relevant to the cultivation of the species, since the production cost of each kilogram is low and net profit is higher.

Keywords: *Piaractus brachypomus*, feeding, fasting, growth, aquaculture.

INTRODUCCION

La tasa de crecimiento de los peces suele estar limitada por la disponibilidad de alimento en el medio que puede ser escaso o inexistente (Wootton, 1998; Biler *et al.*, 2007). Cuando el suministro de alimento se reanuda después de un período de ayuno o de restricción de alimento, los peces y otros animales muestran un crecimiento acelerado que se describe como crecimiento compensatorio (Jobling, *et al.*, 1994; Ali *et al.*, 2003; Jobling, 2010). El crecimiento compensatorio puede manifestarse en diferentes formas como: exceso de compensación (Hayward *et al.*, 1997), compensación total (Nikki *et al.*, 2004), compensación parcial (Heide *et al.*, 2006), o compensación nula (Hayward *et al.*, 1997). A su vez, es un incremento en la ingesta de alimento lo que provoca un comportamiento llamado “hiperfágico” y una mejora en la eficiencia de la conversión alimenticia en el periodo de restablecimiento de la alimentación (Russell & Wootton, 1992; Gaylord & Gatlin, 2001; Eroldogan, 2006a). Sin embargo, otros autores manifiestan que la respuesta compensatoria del crecimiento aumenta la ingesta de alimento sin ninguna mejora en la eficiencia de la conversión del alimento (Hayward *et al.*, 1997; Nikki *et al.*, 2004; Eroldogan, 2006b). La compensación alimenticia en el periodo de realimentación es muy variable, dependiendo de la especie y de la estrategia de alimentación, incluida la duración e intensidad de la privación del alimento. Un estudio preliminar en *Piaractus mesopotamicus* indicó que esta especie incrementa su tasa de crecimiento durante el periodo de realimentación posterior a un ayuno prolongado (Souza *et al.*, 2000). Para entender este comportamiento, es necesario determinar la ingesta de alimento y el crecimiento después de un período de restricción del alimento. Muchos estudios de crecimiento compensatorio en peces han usado una sola fase de ayuno seguido de una alimentación a saciedad para obtener una respuesta compensatoria (Dobson & Holmes, 1984; Paul *et al.*, 1995; Nicienza & Metcalfe, 1997; Egea-Nicolás *et al.*, 2002). Otros estudios han utilizados ciclos de ayuno y de realimentación a saciedad para investigar la dinámica del crecimiento compensatorio (Kindschi, 1988; Jobling *et al.*, 1993; Henriette *et al.*, 2012; Kocabas *et al.*, 2013). Un régimen de alimentación posterior a un periodo de ayuno temporal, se podría utilizar como una estrategia alimenticia para reducir los costos de producción en algunas especies de peces (Sung-Yong *et al.*, 2013).

La respuesta del crecimiento compensatorio puede ser influenciada por la composición de la dieta, el sexo y estado de madurez del animal, severidad de la restricción alimentaria, temperatura y salinidad (Quinton & Blake, 1990; Fernández-Borras *et al.*,

1995). Rueda *et al.* (1995), con *Pagrus pagrus*, observaron un incremento en la hiperfagia cuando los periodos de ayuno fueron mayores. En diferentes especies de salmón se ha conseguido una compensación total del peso perdido después de un período de ayuno (30 días), respecto a animales alimentados sin restricción (Jobling *et al.*, 1994; Nicienza & Metcalfe, 1997). Egea-Nicolás *et al.* (2002), estudiaron el comportamiento de *Diplodus puntazo* sometido a un ayuno de 17 días seguido de un periodo de alimentación de 18 días respecto a un grupo no ayunado. Durante el periodo de ayuno la tasa específica de crecimiento se hace negativa, pero tras el periodo de realimentación, esta tasa se duplica, la tasa de alimentación relativa aumenta y el índice de conversión mejora con respecto a los no ayunados. Sin embargo, aunque la evolución de los pesos a lo largo del experimento puso de manifiesto la tendencia a la recuperación del peso por parte de los animales que estuvieron en ayuno, estos no consiguieron igualar el peso de los no ayunados.

El objetivo del presente estudio fue analizar el efecto de diferentes frecuencias de alimentación semanal, alternadas con periodos de ayuno temporal, sobre una respuesta del crecimiento compensatorio en *Piaractus brachyomus*, para determinar un régimen de alimentación óptimo y rentable.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 450 individuos de *Piaractus brachyomus* con un peso medio de 20 g, distribuidos en 15 estanques experimentales de 1000 L de capacidad, con 30 peces por tanque. El estudio se realizó en el Laboratorio Agropecuario Mario González Aranda de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. El fotoperiodo se mantuvo en forma natural (12 h/12 h). Las condiciones del agua en los estanques fueron: 28°C, 6,0 mL⁻¹ de oxígeno disuelto, nitrógeno amoniacal <0.1 mg L⁻¹ y recambio total de los estanques cada 4 h en circuito abierto. El periodo experimental fue de 150 días. Se definieron cinco tratamientos distribuidos al azar en quince unidades experimentales, de la siguiente forma: (1) T1 = alimentación a saciedad durante 5 días y ayuno de 2 días, (2) T2 = alimentación a saciedad durante 6 días y ayuno de 1 día, (3) T3 = alimentación a saciedad durante 7 días, (4) T4 = ayuno 14 días a partir del día 28 de inicio del estudio y posterior realimentación a saciedad, y (5) T5 = alimentación siguiendo la tabla recomendada por el fabricante del alimento (cuando la tasa de alimentación diaria era superior a la necesidad de alimento de los peces, se detenía la alimentación y el sobrante no se registró como ingerido).

A los peces se les suministró un alimento comercial con 34% proteína, 8% grasa, 6% fibra, 12% ceniza, y

12% humedad. El alimento se proporcionó manualmente en dos raciones (9:00 y 15:30 h), y se llevó registro diario de ingesta de alimento. Durante el periodo experimental, los peces fueron pesados individualmente en cinco ocasiones, a los 30, 60, 87, 117 y 150 días. Luego de cada muestreo se ajustó semanalmente la tasa de alimentación para el grupo T5, de acuerdo al modelo matemático para simular el crecimiento, $Pf = [Pi^{1/3} + (CCT \text{ Suma grados día})^3]$, donde $CCT = [(Pf^{1/3} - Pi^{1/3}) / \text{Suma grados día}]$ propuesto por Cho & Bureau (1998). Los parámetros utilizados para evaluar el crecimiento y el aprovechamiento nutricional fueron: peso final, tasa de crecimiento instantánea (TCI), tasa de alimentación diaria (TAD) e índice de conversión del alimento (ICA). Los análisis de composición corporal se realizaron siguiendo la metodología de la AOAC (1990) para materia seca, cenizas, proteína y grasa bruta. Los resultados del componente económico fueron analizados mediante el índice de conversión económica (ICE) e índice de rentabilidad económica (IRE).

Para comparar los resultados entre los tratamientos se aplicó un análisis ANOVA con medidas repetidas empleando como factores el tratamiento y tiempo, siendo cada réplica la unidad experimental. Se utilizó el programa estadístico SAS® (Statistical Analysis System Institute, 2006).

RESULTADOS

En la Figura 1, se observa la evolución de los pesos medios, alcanzando pesos finales entre 462 y 500 g. La supervivencia al final del estudio no fue inferior al 95% en todos los tratamientos, produciéndose las bajas al inicio del estudio. En la Tabla 1 se muestran los valores de crecimiento y eficiencia nutritiva al final del estudio. Tanto el peso final como la TCI presentaron diferencias significativas, de forma que los individuos alimentados 5 días a la semana y ayuno de 2 días (T1), obtuvieron el menor valor pero solo respecto a T3; entre los demás tratamientos no se presentaron diferencias significativas. Los valores más altos de TAD e ICA, se presentaron en los individuos del T4, los cuales sufrieron pérdidas promedio de 2,2 g en el periodo de ayuno de 14 días, esto influyó negativamente sobre el aprovechamiento alimenticio pero no sobre el crecimiento al igualar los pesos de los demás tratamientos. Los mejores valores de ICA se obtuvieron con el tratamiento T5 que suministraba la tabla de alimentación recomendada por el fabricante toda la semana, esta observación se evidencia, si se compara con el tratamiento que alimentaba a saciedad los mismos días (T3).

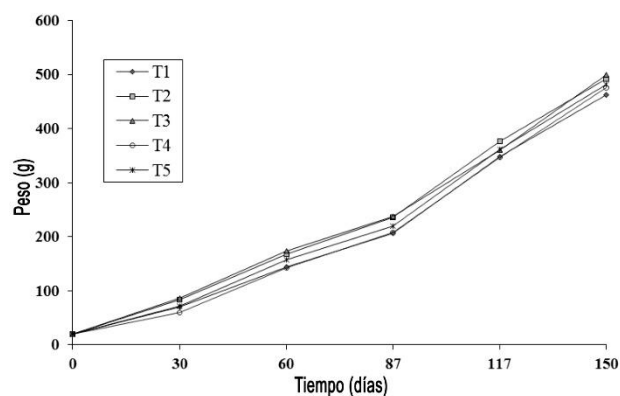


Figura 1. Evolución de los pesos medios (g), durante el periodo de estudio.

Las frecuencias de alimentación no influyeron significativamente sobre la composición corporal (Tabla 2). El régimen de alimentación influyó en la retención de proteína y energía, el grupo T5 fue el que mayor retención de proteína y energía obtuvo, respecto a los demás que no presentaron diferencias entre sí (Tabla 2).

El costo en la alimentación que significó incrementar un kg de peso (ICE), fue mayor en el T4 que sometió los individuos a un ayuno severo, a diferencia del tratamiento T5 que resultó menor en comparación con los demás tratamientos que no presentaron diferencias entre sí. Al considerar el peso final, el precio de venta y el ICE, se calculó el IRE para evaluar la rentabilidad en términos económicos de cada tratamiento. Los tratamientos T2, T3 y T5 produjeron la mayor rentabilidad (Tabla 3).

DISCUSIÓN

Los resultados demostraron que la frecuencia de alimentación afectó de forma significativa tanto al peso medio final como al TCI (Tabla 1). Los individuos del tratamiento T1, presentaron un valor más bajo de TCI, respecto a los demás tratamientos, este comportamiento indicó que ayunar los peces dos días a la semana influyó negativamente sobre el crecimiento, pero el ayuno de un día (T2), no afectó dicho crecimiento. Por otra parte, el ayuno prolongado de 14 días (T4), no tuvo un efecto negativo sobre el peso medio final, ya que la pérdida de peso en el periodo de ayuno no fue alto (2,2 g) y el periodo de realimentación fue suficiente para recuperar el peso perdido. Estos resultados coinciden con Power *et al.* (2000), que tras ayunar lotes de *Sparus aurata* durante 21 días y ofreciendo una posterior realimentación, incrementaron de forma rápida su peso, pero no llegaron a igualar a los lotes no ayunados. Takahashi *et al.* (2011) determinaron los efectos de ci-

Tabla 1. Crecimiento y aprovechamiento nutritivo de *Piaractus brachypomus*. Media de tres réplicas por tratamiento. Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre las medias. $P < 0,05$). Covariable: peso medio inicial. ^wTasa de crecimiento instantáneo (% día⁻¹), TCI: $100 \times \ln(\text{peso final} / \text{peso inicial}) / \text{días}$ ^xTasa de alimentación diaria (g 100 g ind⁻¹ día⁻¹), TAD: $100 \times \text{ingesta total (g)} / \text{biomasa media (g)} \times \text{día}$. ^yÍndice de conversión del alimento, ICA: $\text{ingesta total de alimento (g)} / \text{incremento de la biomasa (g)}$.

Parámetros	Tratamientos					P
	T1	T2	T3	T4	T5	
Peso inicial (g)	20	20	20	20	20	0,11
Peso final (g)	462 ^b	492 ^{ab}	500 ^a	475 ^{ab}	482 ^{ab}	0,05
TCI ^w (% día ⁻¹)	2,09 ^b	2,14 ^a	2,15 ^a	2,11 ^{ab}	2,12 ^b	0,01
TAD ^x (g 100 g ind ⁻¹ día ⁻¹)	1,44 ^{ab}	1,48 ^{ab}	1,42 ^b	1,53 ^a	1,34 ^c	0,02
ICA ^y	1,41 ^{ab}	1,39 ^{ab}	1,35 ^b	1,47 ^a	1,28 ^c	0,02

Tabla 2. Composición corporal (media de tres réplicas por grupo). Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre las medias $P < 0,05$). ^yRetención de proteína (%) = $(\text{incremento de proteína corporal, g}) \times 100 / (\text{ingestión proteica, g})$, ^zRetención de energía (%) = $(\text{incremento de energía corporal, KJ}) \times 100 / (\text{ingestión de energía, KJ})$.

Parámetros	Tratamientos					P
	T1	T2	T3	T4	T5	
Composición corporal						
Materia seca (%)	39	40,8	41	39,8	40,7	0,79
Proteína (% wm)	46,1	46,9	46,4	45,8	45,7	1,02
Grasa (% wm)	48,5	48,9	48,8	48	47,5	1,5
Cenizas (% wm)	10,9	10,1	10	10,3	10,6	0,9
Retención de nutrientes						
Retención de proteína ^y (%)	28,7 ^b	28,9 ^b	29,4 ^b	28,08 ^b	32,67 ^a	0,04
Retención de energía ^z (%)	36,13 ^b	38,74 ^{ab}	38,85 ^{ab}	35,31 ^b	41,58 ^a	0,05

culos repetitivos de restricción de alimentos y realimentación durante 36 días, en individuos de *Piaractus mesopotamicus*. Los resultados indicaron que los peces sometidos a períodos cíclicos de ayuno de 3 días y realimentación restringida por 3 días en uno de los tratamiento y realimentación a saciedad 3 días en el otro, los peces ayunados no pudieron alcanzar el peso de los peces alimentados diariamente a saciedad, presentando un valor menor de TCI. Kocabas *et al.* (2013) evaluaron el crecimiento y aprovechamiento nutritivo de individuos de *Salmo trutta labrax*, sometidos a regímenes de ayuno de 5, 10 y 15 días y alimentación 10 días; parámetros como el peso final y TCI fueron significativamente más bajos en los tratamientos ayunados respecto al tratamiento control (no ayunados). A su vez, los resultados de este estudio, contrastan con los resultados obtenidos por Marlyn *et al.* (2014), donde individuos de *Chanos chanos* sometidos a periodos de ayuno cortos, mostraron igual crecimiento que los no ayunados (control), mientras que individuos ayunados en periodos más largos, exhibieron pesos más bajos. Por el contrario, no coinciden con los obtenidos por Rueda *et al.* (1995), los cuales sometieron *Pagrus pagrus* a cuatro diferentes

ayunos (0, 7, 14 y 28 días); que tras la realimentación, alcanzaron el peso medio final de los no ayunados no observándose diferencias significativas.

Los valores de tasa de alimentación diaria (TAD), mostraron diferencias significativas entre algunas de las frecuencias de alimentación. El mayor valor de TAD se presentó con el tratamiento T4 pero solo respecto a T3 y T5, debido a un incremento excesivo de la ingestión de alimento voluntario tras el periodo de ayuno. Al respecto, el tratamiento T5, presentó el menor valor, debido a que no se consideró el exceso de alimento en los días en que los peces no consumían la ración total, cuantificando solo el alimento ingerido y no el total de la ración recomendada por el fabricante. Por el contrario, no surgieron diferencias de TAD entre los tratamientos T1, T2 y T3, lo que indica que los individuos de los tratamientos T1 y T2, que ayunaban uno y dos días respectivamente, incrementaron voluntariamente la ingesta tras los días de ayuno igualando la ingesta de los individuos no ayunados (T3) (Tabla 1). Este hecho tiene una gran importancia práctica, pues sería posible eliminar la alimentación dos días, pero aumentando la ración durante el resto de la

Tabla 3. Parámetros económicos de *Piaractus brachypomus*. Media de tres réplicas por tratamiento, Letras diferentes indican diferencias estadísticas entre las medias $P < 0,05$. ^yÍndice de conversión económica, ICE = ingesta total del concentrado (kg) x *costo del alimento (\$ kg⁻¹) / incremento de la biomasa (kg), *Costo del alimento: 1250 (\$ kg⁻¹) Fuente: DANE. ^zÍndice de Rentabilidad Económica, IRE = peso final (kg) x *precio de venta (\$ kg⁻¹) - ICE (\$ kg⁻¹ ind) x incremento de peso (Kg); *Precio de venta calculado para *Piaractus brachypomus*: 6,180 (\$ kg⁻¹). Fuente: DANE.

Parámetros	Tratamientos					P
	T1	T2	T3	T4	T5	
ICE ^y (\$ kg ind ⁻¹)	1762,5 ^{ab}	1737,5 ^b	1687,5 ^b	1837,5 ^a	1600 ^c	0,05
IRE ^z (\$ ind ¹)	2052,1 ^b	2194,9 ^a	2254,0 ^a	2074,7 ^b	2214,5 ^a	0,02

semana. En cuanto al ICA, el tratamiento T5 presentó los mejores valores, mientras que el tratamiento de individuos sometidos al ayuno prolongado T4 los peores, pero sólo frente a T5 y T3, debido a que el ayuno provocó un comportamiento hiperfágico al principio de la realimentación con una mayor TAD que no causó un mejor crecimiento. Egea-Nicolás *et al.* (2002), ayunando lotes de *Diplodus puntazzo* durante 17 días seguidos de una realimentación, ponen de manifiesto la rápida recuperación del peso por parte de los peces ayunados, aunque no consiguen igualar al de los no ayunados, al respecto, otros valores como TAD e ICA fueron superiores en los tratamientos ayunados.

La composición corporal de los peces no resultó afectada por la frecuencia de alimentación (T1, T2 y T3) ni por el ayuno prolongado (T4), por lo que, tras la realimentación, todas las reservas utilizadas durante el ayuno se restablecieron. Los valores de retenciones de proteína y energía fueron mejores con el tratamiento T5 frente a los demás, resultando del todo razonable considerando que los peces utilizaron menor cantidad de alimento, lo aprovecharon mejor y el crecimiento fue similar al resto de tratamientos, como lo demuestra su ICA más bajo. Divanach *et al.* (1997) realizaron el seguimiento sobre la concentración de lípidos y proteínas totales en *Pagrus pagrus* tras un ayuno de 42 días, la recuperación de los valores previos al ayuno se ve influenciada por su duración y por los días destinados a la realimentación. Ling-Qing *et al.* (2014) demostraron que un ayuno prolongado de 32 días en *Silurus meridionalis*, afectó su contenido de lípidos, carbohidratos y proteínas, y que la realimentación permite una recuperación parcial de todos los componentes. Los porcentajes de lípidos en el músculo en *Piaractus mesopotamicus*, presentaron una tendencia a disminuir en los tratamientos que se sometieron a ciclos de ayuno y realimentación durante 36 días (Takahashi *et al.*, 2011).

El ICE fue superior con el tratamiento que sometió los individuos a un ayuno severo (T4), debido a que el consumo de alimento fue más alto en comparación con

los demás tratamientos, sin lograr un mejor crecimiento; incrementando el costo de la alimentación como era de esperarse. Al considerar la rentabilidad de cada tratamiento mediante el IRE, los tratamientos que alimentaron los individuos 6 y 7 días (T2 y T3) y el tratamiento (T5) que distribuyó la tasa recomendada por el fabricante de manera restringida, fueron los que alcanzaron una mayor rentabilidad. Los valores de TCI e ICA, fueron significativamente inferiores en los grupos de individuos ayunados en periodos largos.

Los resultados de este experimento sugieren una aplicación práctica del crecimiento compensatorio. Es posible dejar de alimentar *Piaractus brachypomus* durante un día a la semana (periodos cortos) sin afectar el crecimiento ni los parámetros nutritivos y económicos, siempre que los peces puedan incrementar la ración durante los días siguientes. Por otra parte, la alimentación restringida mostró los mejores resultados económicos, siempre y cuando no se considere el exceso de alimento en los días en que los peces no consumen la ración total, cuantificando solo el alimento ingerido y no el total de la ración recomendada por el fabricante.

AGRADECIMIENTOS

Al laboratorio experimental “Mario González Aranda” de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira por sus instalaciones para el desarrollo de este estudio.

REFERENCIAS

- Ali, M., A.G. Nicieza & R.J. Wootton. 2003. Compensatory growth in fishes: a response to growth depression. *Fish Fish.*, 4(2): 147-190.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1990. Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, 1298 pp.
- Biler, P.U., J.D. Dutil, H. Lemieux, F. Belanger & L. Bitetera. 2007. Phenotypic flexibility of digestive

- system in Atlantic cod *Gadus morhua*. Comp. Biochem. Physiol. B, 146: 174-179.
- Cho, C. & D. Bureau. 1998. Development of bioenergetic models and the Fish-PrFEQ software to estimate production, feeding ration and waste output in aquaculture. Aquat. Living Resour., 11(4): 199-210.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE). 2014. [http://www.dane.gov.co/index.php/indices-de-precios-y-costos/indice-de-precios-al-productor-ipc]. Reviewed: 16 March 2016.
- Divanach, P., F.M. Rueda, F.J. Martínez, S. Zamora, P.Y. Le Bail & M. Kentouri. 1997. Influencia del ayuno y la realimentación sobre diversos metabolitos y la hormona del crecimiento en el Pargo, *Pagrus pagrus*. Actas del VI Congreso Nacional de Acuicultura, Cartagena, pp. 375-379.
- Dobson, S.H. & R.M. Holmes. 1984. Compensatory growth in the rainbow trout, *Salmo gairdneri*. J. Fish Biol., 25: 649-656.
- Egea-Nicolás, M.A., F. Rueda-González, F.J. Martínez-López & B. García-García. 2002. Efecto de la realimentación tras un periodo de ayuno sobre el crecimiento en el sargo picudo *Diplodus puntazzo* (Cetti, 1777). Bol. Inst. Esp. Oceanogr., 18(4): 357-362.
- Eroldogan, O.T., M. Kumlu, G.A. Kiris & B. Sezer. 2006a. Compensatory growth response of *Sparus aurata* following different starvation and refeeding protocols. Aquacult. Nutr., 12: 203-210.
- Eroldogan, O.T., M. Kumlu & B. Sezer. 2006b. Effects of starvation and re-alimentation periods on growth performance and hyperphagic response of *Sparus aurata*. Aquacult. Res., 37: 535-537.
- Fernández-Borras, J., A. Requena & I. Marimon. 1995. Efecto de un corto ayuno y realimentación en el metabolismo de la dorada. Actas de V Congreso Nacional de Acuicultura, Barcelona, pp. 487-491.
- Gaylord, T.G. & D.M. Gatlin. 2001. Dietary protein and energy modifications to maximize compensatory growth of channel catfish *Ictalurus punctatus*. Aquaculture, 194: 337-348.
- Hayward, R.S., D.B. Noltie & N. Wang. 1997. Use of compensatory growth to double hybrid sunfish growth rates. T. Am. Fish. Soc., 126: 316-322.
- Heide, A., A. Foss, S.O. Stefansson, I. Mayer, B. Norberg, B. Roth, M.D. Jenssen, R. Nortvedt & A.K. Imsland. 2006. Compensatory growth and fillet crude composition in juvenile Atlantic halibut: effects of short term starvation periods and subsequent feeding. Aquaculture, 261: 109-117.
- Henriette, H., A.K. Imsland, A. Foss, E. Vikingstad, M. Bjørnevik, C. Solberg, B. Roth, B. Norberg & M. Powell. 2012. Effect of different feeding regimes on growth in juvenile Atlantic cod, *Gadus morhua* L. Aquaculture, 364: 298-304.
- Jobling, M. 2010. Are compensatory growth and catchup growth two sides of the same coin. Aquacult. Int., 18: 501-510.
- Jobling, M., E.H. Jorgensen & S.T. Siikavuopio. 1993. The influence of previous feeding regime on the compensatory growth response of maturing and immature Arctic charr *Salvelinus alpinus*. J. Fish Biol., 43: 409-419.
- Jobling, M., O.H. Meloy, J. Dos Santos & B. Christiansen. 1994. The compensatory growth response of the Atlantic cod: effects of nutritional history. Aquacult. Int., 2: 75-90.
- Kindschi, G.A. 1988. Effect of intermittent feeding on growth on rainbow trout, *Salmo gairdneri*. Aquacult. Fish Manage., 19: 213-215.
- Kocabas, M., N. Bascinar, M. Kayim, H. Er & H. Sahin. 2013. The effect of different feeding protocols on compensatory growth of black sea trout salmo *trutta labrax*. N. Am. J. Aquacult., 75(3): 429-435.
- Ling-Qing, Z., F. Shi-Jian, L. Xiu-Ming, L. Feng-JiE, L. Bin, C. Zhen-Dong & Z. Yao-Guang. 2014. Physiological and morphological responses to the first bout of refeeding in southern catfish *Silurus meridionalis*. J. Comp. Physiol. B., 184: 329-346.
- Marlyn, L.I. & A. E. Serrano. 2014. Effect of cyclic feeding on compensatory growth in milkfish *Chanos chanos* juveniles. Elba Bioflux, 6(1): 22-28.
- Nicienza, A.G. & N.B. Metcalfe. 1997. Growth compensation in juvenile Atlantic salmon: responses to depressed temperature and food availability. Ecology, 78: 2385-2400.
- Nikki, J., J. Pirhonen, M. Jobling & J. Karjalainen. 2004. Compensatory growth in juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) held individually. Aquaculture, 235: 285-296.
- Paul, A.J., J.M. Paul & R.L. Smith. 1995. Compensatory growth in Alaska yellowfin sole, *Pleuronectes asper*, following food deprivation. J. Fish Biol., 46: 442-448.
- Power, D., M.J. Melo & C.R. Santos. 2000. The effect of food deprivation and refeeding on the liver, thyroid hormones and transthyretin in sea bream. J. Fish Biol., 56: 374-387.
- Quinton, J.C. & W. Blake. 1990. The effects of feed cycling and ration level on the compensatory growth response in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. J. Fish Biol., 37: 34-41.
- Rueda, F.M., F.J. Martinez-Lopez, S. Zamora-Navarro, P. Divanach & M. Kentouri. 1995. Crecimiento compensatorio en *Pagrus pagrus* en la re-alimentación después del ayuno. Actas del VI Congreso Nacional de Acuicultura, Cartagena, pp. 447-452.

- Russel, N.R. & R.J. Wootton. 1992. Appetite and growth compensation in the European Minnow, *Phoxinus phoxinus* (Cyprinidae), following short periods of restriction. *Environ. Biol. Fish.*, 34: 227-285.
- Souza, V.L., E.G. Oliveira & E.C. Urbinati. 2000. Effects of food restriction and refeeding on energy stores and growth of pacu, *Piaractus mesopotamicus* (Characidae). *J. Aquacult. Trop.*, 15(4): 371-379.
- Sung-Yong, O., K. Min-Suk, K. Joon & B.A. Venmathi. 2013. Effects of feed restriction to enhance the profitable farming of blackhead seabream *Acanthopagrus schlegelii schlegelii* in Sea Cages. *Ocean Sci. J.*, 48(3): 263-268.
- Takahashi, L.S., J.D. Biller, E. Criscuolo-Urbinati & E.C. Urbinati. 2011. Feeding strategy with alternate fasting and refeeding: effects on farmed pacu production. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 95: 259-266.
- Wootton, R.J. 1998. Ecology of teleost fishes. Chapman and Hall, London, 392 pp.

Received: 28 January 2015; Accepted: 2 May 2016