

Cambios en el índice de condición y relación longitud-peso durante el ciclo de crecimiento de la dorada (*Sparus aurata* L.) en jaulas marinas

José Alexander Bonilla-Flórez^{1,3}, P. Mayer¹, V.D. Estruch-Fuster², M. Jover-Cerdá¹

¹Grupo de Acuicultura y Biodiversidad, Instituto de Ciencia y Tecnología Animal, Universitat Politècnica de València, Valencia, España.

²Instituto de Investigación para la Gestión Integrada de Zonas Costeras, Universitat Politècnica de València, Escuela Politécnica Superior de Gandía, Grao de Gandía, Valencia, España.

³Grupo de Investigación en Ciencia Animal y Recursos Agroforestales de la Universidad Tecnológica del Chocó, Colombia. Becario Fundación Carolina, España.

email: josealex78@gmail.com

Resumen

En el presente estudio se analizó la variación de la relación longitud-peso e Índice de Condición (K), a lo largo del proceso de crecimiento de la dorada (*Sparus aurata* L.) en condiciones reales de producción en granjas marinas. En total se analizaron 17970 datos de 18 lotes, provenientes de la "Granja Marina Safor" (GRAMASA) localizada en el mar Mediterráneo Occidental, frente a la costa de la ciudad de Gandía (Valencia, España). La relación longitud-peso de la dorada con los datos analizados mostró un crecimiento isométrico con valor medio $b=3,203$, con tendencias a crecimiento alométrico positivo en 13 de los 18 lotes estudiados. En cuanto a la evolución de K en el tiempo se observaron diferencias estadísticamente significativas en todos los lotes (p -valor $<0,05$). Finalmente el análisis de la varianza de K considerando como factores, el peso crítico para la especie (117 g) (Mayer y col., 2012) y la longitud crítica (19,2 cm) arrojan diferencias estadísticamente significativas en 15 de los 18 lotes evaluados, evidenciando la importancia de estas variables en la determinación de patrones de crecimiento de la especie.

Palabras clave: crecimiento en dorada, granjas marinas, índice de condición (K), relación longitud-peso.

Summary

Changes in the condition index and length-weight ratio during gilthead bream's (*Sparus aurata* L.) growing cycle in marine fish-farms

In the present study the length-weight relationship and condition index (K) were analyzed in the growth of gilthead bream (*Sparus aurata* L.) in marine fish-farms. A total of 17970 data from 18 batches were analyzed, data comes from the "Farm Marina Safor" (GRAMASA) located in the Western Mediterranean Sea, in front of the coast of the city of Gandia (Valencia, Spain). The length-weight relationship of the gilthead bream in the processed data showed an isometric growth with average value of $b=3.203$, showing trends to allometric positive growth in 13 of the 18 batches studied. Regarding the evolution of K over time, statistically significant differences in batches (p -value <0.05) were observed. Finally, the analysis of the variance of K considering as factors the critical weight determined by Mayer et al. (2012) for the species (117 g) and the critical length (19.2 cm), showed significant differences in 15 of the 18 evaluated batches, demonstrating the importance of this measure in determining growth patterns of the species in the sampling conditions evaluated.

Key words: sea bream growth, marine fish-farms, condition index (K), length-weight relationship.

Introducción

Entre las variables que se han contemplado en el estudio del crecimiento de los peces se encuentra principalmente el peso corporal y la temperatura (Petridis y Rogdakis, 1996; Cho y Bureau, 1998; Kaushik, 1998; Lupatsch y cols., 1998; Lupatsch y cols., 2003; Mayer y cols., 2008; Mayer y cols., 2009; Dumas y cols., 2010). Sin embargo, son poco frecuentes las investigaciones en las que se incluye la relación longitud-peso (b) y

el índice de condición (K), debido a que se tienen valores conocidos para un número restringido de especies, y la mayoría de las investigaciones han sido orientadas al estudio de poblaciones naturales (Froese, 2006; Rennie y Verdon, 2008; Ramos-Cruz, 2009; Arismendi y cols., 2011; Cifuentes y cols., 2012; Hurtado-Herrera y cols., 2013).

En el caso de los sistemas de producción pesquera, y específicamente en los de dorada, la información sobre la relación longitud-peso e índice de condición es escasa, pudiendo citar a Rogdakis y cols., (2011), quienes al comparar la morfología de individuos de dorada salvaje con los procedentes de piscifactoría y de criadero en Grecia, encontraron que existen diferencias en la morfología y los valores del índice de condición de la especie con relación al origen, siendo mayor en los individuos procedentes de piscifactorías ($K=2,12$). Bavčević y cols. (2010), al determinar los efectos del crecimiento compensatorio debido al aumento en el peso y el tamaño de la estructura de la dorada (*Sparus aurata* L.) en una piscifactoría de Croacia, encontraron variaciones en el índice de condición de los peces con relación a la proporción de alimento suministrado.

En cuanto a la aplicación del conocimiento generado en el tema, se han diseñado diferentes modelos para el estudio del crecimiento de la especie (Mayer y cols., 2008; 2009; 2012), aunque la inclusión del índice K en dichos modelos ha sido prácticamente nula, pese a la información indirecta que proporciona sobre el crecimiento, madurez, reproducción, nutrición y estado de salud de las poblaciones (Cifuentes y cols., 2012), por lo que la utilización de la relación longitud-peso e índice de condición, como variables en condiciones controladas, puede suponer una importante contribución para posteriormente predecir el crecimiento de la especie en sistemas de producción intensivos en acuicultura, su estado de salud y condición reproductiva, aspectos importantes para garantizar la optimización del ciclo de producción. Además, esta información puede ser utilizada en la planificación de la producción durante la fase de diseño de nuevas piscifactorías, así como para organizar y llevar a cabo diversas operaciones de gestión tales como la clasificación y distribución de los peces, la descarga de nuevos lotes, fecha de pesca y también para el cálculo de las raciones diarias de alimentación.

En esta investigación se analizó la relación longitud-peso e índice de condición en el crecimiento de individuos de dorada (*Sparus aurata* L.) en condiciones reales de producción en granjas marinas, con el propósito de determinar el tipo de crecimiento que presenta la especie y evaluar la variación del índice de condición, información útil para la descripción y posterior predicción del crecimiento de la especie a lo largo de todo un ciclo de producción.

Materiales y métodos

Descripción de los datos

Para el desarrollo de esta investigación se procesaron 17970 datos de 18 lotes de dorada (*Sparus aurata* L.), producidos durante los años 1998, 1999 y 2000, en la "Granja Marina Safor" (GRAMASA) localizada en el mar Mediterráneo Occidental, frente a la costa de la ciudad de Gandía (Valencia, España). Los lotes se encontraban en jaulas flotantes de 16 m de diámetro y 10 m de profundidad, a dos millas de la costa, con profundidad de agua de 20 m. Durante el ciclo de producción se registró diariamente la temperatura del agua obteniendo un mínimo de 13,2 °C en febrero y máximo de 26,5 °C en septiembre. El número de peces por jaula (n) varió entre 69500 y 263000 individuos.

Las muestras de cada lote fueron tomadas por el personal técnico de la empresa en diferentes momentos del ciclo de producción (generalmente cada mes), registrándose el peso y longitud de aproximadamente 240 doradas en cada lote y muestreo. El valor

medio de la densidad final se situó en el intervalo de 15 a 25 kg/m³. Las doradas se alimentaban 6 días a la semana y dos veces al día, con dos dietas comerciales (43/21 y 44/17, % de proteína / % lípidos) siguiendo la recomendación de los proveedores, que se fueron ajustando a lo largo del estudio en función de los peces y la temperatura. En la primera fase de crecimiento, el alimento fue distribuido a mano y después mediante cañones neumáticos instalados en los barcos.

De todos los lotes disponibles se seleccionaron 18 que contaban con datos completos y tamaño final comercial. En la Tabla 1 se muestran el número original del lote, el tiempo máximo de producción, el número total de individuos por lote (n) y los pesos y longitud media inicial y final para cada uno de los lotes durante el estudio. Teniendo en cuenta los ciclos completos de crecimiento, los pesos se situaron en el rango de 10,5 a 552 g y las longitudes entre 7,94 hasta 31 cm.

Análisis de datos

Con los datos disponibles, se estimó la relación longitud-peso por lote y entre los lotes y las doradas menores y mayores del peso crítico determinado para la especie (Mayer y cols., 2012), para ellos se aplicaron regresiones mínimo cuadráticas, calculando los valores a y b de la ecuación $P = a \cdot L^b$ (Froese, 2006), donde P es el peso total en gramos y L la longitud en cm. Asumiendo que la longitud es una magnitud lineal y el peso debe ser aproximadamente proporcional a cubo de la talla, si un individuo mantiene su forma al crecer, entonces el crecimiento es isométrico ($b=3$). Cuando $b>3$, los individuos de mayor talla han incrementado su peso en mayor proporción que su longitud, presentando crecimiento alométrico positivo. En cambio, cuando $b<3$, los individuos incrementan preferencialmente su longitud relativa más que su peso (o crecimiento alométrico negativo). Se consideran especies de crecimiento isométrico las que fluctuaron dentro de los valores $b=2,5$ y $b=3,5$ (Carlander, 1969; Froese, 2006).

El índice de condición por individuo, que es una estimación del estado nutricional del pez, de su grado de engorde, se estimó mediante el índice de Fulton (K) (Ricker, 1975): [$K = (P/L^3) \cdot 100$], donde P es el peso corporal húmedo en gramos y L la longitud en cm. Posteriormente, se aplicó una prueba ANOVA simple para determinar la variación en el tiempo de K por lote y la relación entre el índice de condición y el peso crítico. Todos los cálculos y análisis estadísticos descritos fueron realizados mediante el Programa estadístico STATGRAPHICS PLUS, versión 5.1.

Resultados

Curvas de crecimiento

Las curvas de crecimiento de la dorada para cada lote expresadas en los valores medios de peso y longitud, muestran diferentes patrones de crecimiento con relación al tiempo de inicio de la producción, el cual coincide con cambios en la temperatura del agua (Fig. 1).

Relación Longitud – Peso

Los valores del coeficiente de crecimiento b , muestran el crecimiento de los individuos de dorada presentes en los lotes estudiados (Tabla 1). De los 18 lotes analizados, 4 presentaron un crecimiento isométrico (O-6, O-8, O-9 y O-10) y 13 crecimiento alométrico positivo con valores de $b>3$, sugiriendo que en estos casos los individuos incrementaron su peso en mayor proporción que su longitud, al contrario de lo observado en O-7 el único lote con crecimiento alométrico negativo, en los que los individuos incrementan su longitud relativa más que su peso.

Tabla 1. Caracterización de los lotes usados en el estudio: número de lotes, tiempo máximo de producción, número total de individuos (M), valores medios del peso y longitud inicial y final, y parámetros de la relación entre longitud (L) y peso (P) ($P = a \cdot L^b$), R^2 es el coeficiente de correlación obtenido para individuos de dorada (*Sparus aurata* L.), provenientes de la "Granja Marina Safor" (GRAMASA).

LOTE	TIEMPO (Días)	N	Peso (g)		Longitud (cm)		R^2	a	b
			Medio inicial	Medio final	Media inicial	Media final			
O-3	373	2127	49,9 +/- 1,32	379,1 +/- 7,14	14,6 +/- 0,13	27,7 +/- 0,18	96,570	0,008	3,229
O-4	430	1950	43,5 +/- 1,33	552,5 +/- 20,34	13,9 +/- 0,15	31,0 +/- 0,36	97,796	0,010	3,191
O-5	335	1900	55,5 +/- 1,43	333,1 +/- 6,75	15,2 +/- 0,11	26,4 +/- 0,16	96,576	0,012	3,128
O-6	426	1895	30,2 +/- 0,65	458,5 +/- 18,24	12,2 +/- 0,01	29,6 +/- 0,38	97,970	0,017	3,007
O-7	399	1514	10,5 +/- 0,47	310,8 +/- 8,72	7,94 +/- 0,16	26,4 +/- 0,25	98,125	0,029	2,834
O-8	350	1469	34,6 +/- 1,12	342,3 +/- 14,62	12,8 +/- 0,12	26,5 +/- 0,33	96,763	0,017	3,008
O-9	291	1256	25,5 +/- 0,75	316,3 +/- 13,21	11,3 +/- 0,12	25,6 +/- 0,36	97,966	0,019	2,974
O-10	278	850	26,7 +/- 1,11	343,8 +/- 13,53	11,4 +/- 0,17	26,2 +/- 0,36	96,821	0,019	2,948
O-17	238	411	45,1 +/- 4,27	421,9 +/- 19,71	13,7 +/- 0,41	27,7 +/- 0,45	97,434	0,011	3,183
R-1	280	471	30,5 +/- 1,99	356,2 +/- 17,13	12,8 +/- 0,16	27,1 +/- 0,42	97,663	0,006	3,374
R-2	279	480	23,2 +/- 1,18	349,2 +/- 10,86	11,1 +/- 0,16	27,3 +/- 0,23	98,470	0,008	3,272
R-3	237	412	32,8 +/- 2,65	397,7 +/- 15,72	12,9 +/- 0,28	26,9 +/- 0,43	97,963	0,006	3,379
R-4	322	420	18,3 +/- 1,32	320,7 +/- 17,69	10,5 +/- 0,21	26,2 +/- 0,46	98,378	0,007	3,289
R-6	272	633	22,9 +/- 0,81	363,0 +/- 15,08	11,8 +/- 0,13	26,4 +/- 0,46	98,616	0,005	3,437
R-7	267	546	37,9 +/- 1,69	367,4 +/- 17,30	13,7 +/- 0,19	27,1 +/- 0,47	97,645	0,005	3,414
R-8	242	540	32,1 +/- 1,50	321,8 +/- 14,23	13,2 +/- 0,22	26,7 +/- 0,31	97,723	0,006	3,318
R-9	234	492	30,8 +/- 1,53	344,5 +/- 20,43	12,6 +/- 0,22	25,9 +/- 0,69	97,516	0,006	3,367
R-10	228	604	43,4 +/- 1,65	315,6 +/- 16,76	14,2 +/- 0,19	25,9 +/- 0,53	97,495	0,007	3,304

Evolución en el tiempo del índice de condición

El ANOVA del índice K para cada uno de los lotes resultó estadísticamente significativo (p -valor $< 0,05$), aunque con tendencias diferentes como se ha podido observar en la Figura 2. Únicamente en el lote O-7 el mayor valor de K se presentó para pesos menores de 117 g, mientras que en los lotes O-6, O-8 y O-9 no hubieron diferencias significativas y para el resto de los lotes se observan los valores máximos de K , al final de la etapa de producción con pesos superiores a los 117 g (Fig. 2).

La mayoría de los lotes evaluados mostraron cambios en la dinámica de crecimiento a partir de un peso crítico de 117 g (Mayer y cols., 2012), que en nuestro estudio correspondió con una longitud corporal de 19,2 cm. Con excepción de los lotes O-6, O-8 y O-9, los lotes analizados presentaron diferencias significativas (p -valor $< 0,05$), de modo que el valor de K para las doradas con una longitud menor a 19,2 cm y peso inferior a 117 g, fue claramente menor ($K(L \leq 19,2) = 1,56$) que en las que presentaron una longitud y peso mayor a 19,2 cm y 117 g respectivamente ($K(L > 19,2) = 1,81$). El caso contrario se produjo en el lote O-7, donde los individuos pequeños exhibieron los mayores valores de K (Fig. 3).

Relación entre el índice de condición y la pendiente b

La relación que se establece entre K y b , muestra que los valores de K en doradas menores a 117 g disminuyen significativamente (ANOVA: $F(1) = 5,61$; $p = 0,03$) a medida que aumenta la pendiente. El coeficiente de correlación (-0,51) muestra una relación moderada entre K y b . Sin embargo, cuando las doradas alcanzaron un peso mayor a 117 g, la relación no fue significativa (ANOVA: $F(1) = 2,95$; $p = 0,11$) (Fig. 4), presentando el coeficiente de correlación un menor valor (-0,39).

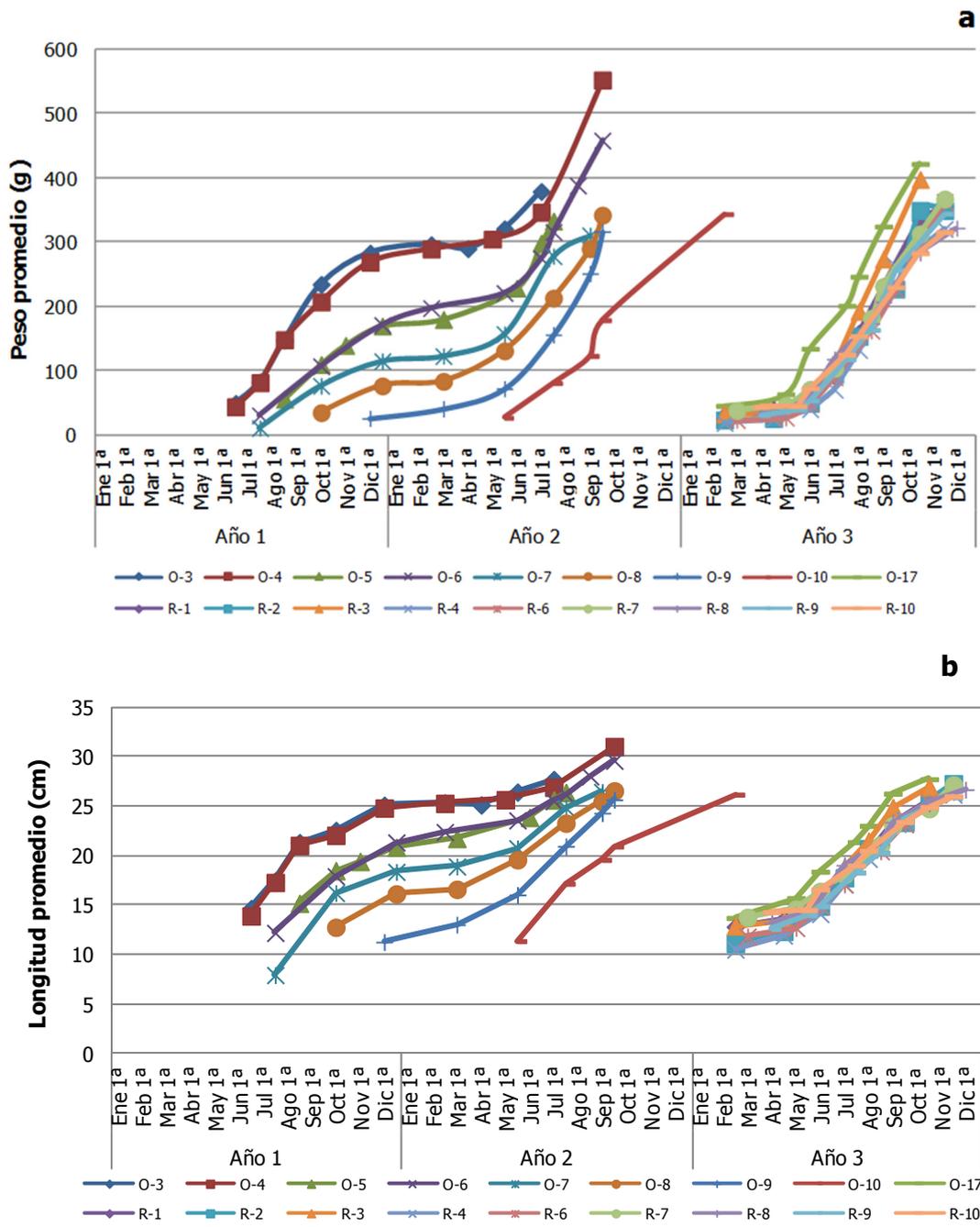


Figura 1. Curvas de crecimiento peso-tiempo (a) y longitud-tiempo (b) de la dorada de GRAMASA.

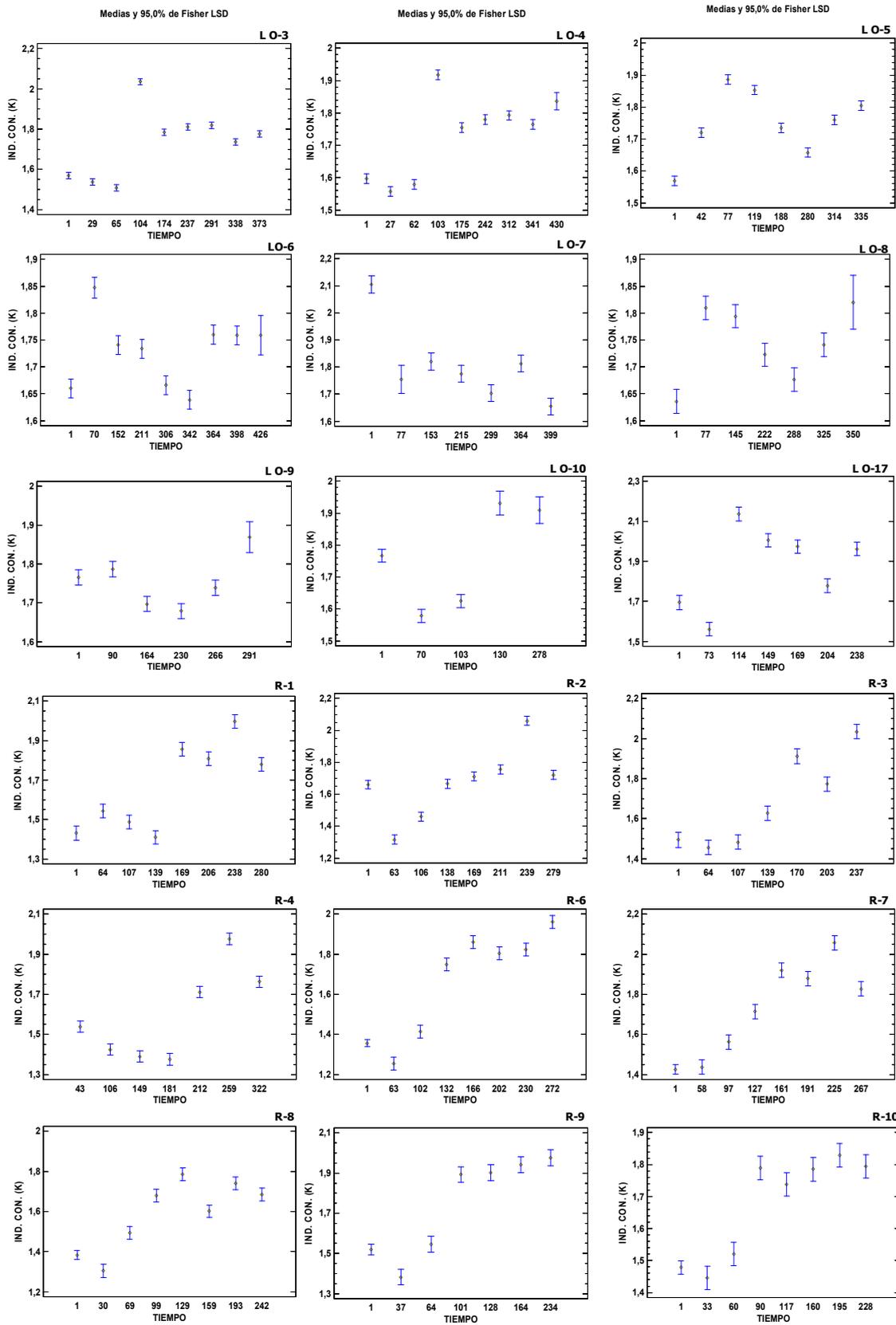


Figura 2. Evaluación del índice de condición K de la dorada de GRAMASA para los lotes evaluados.

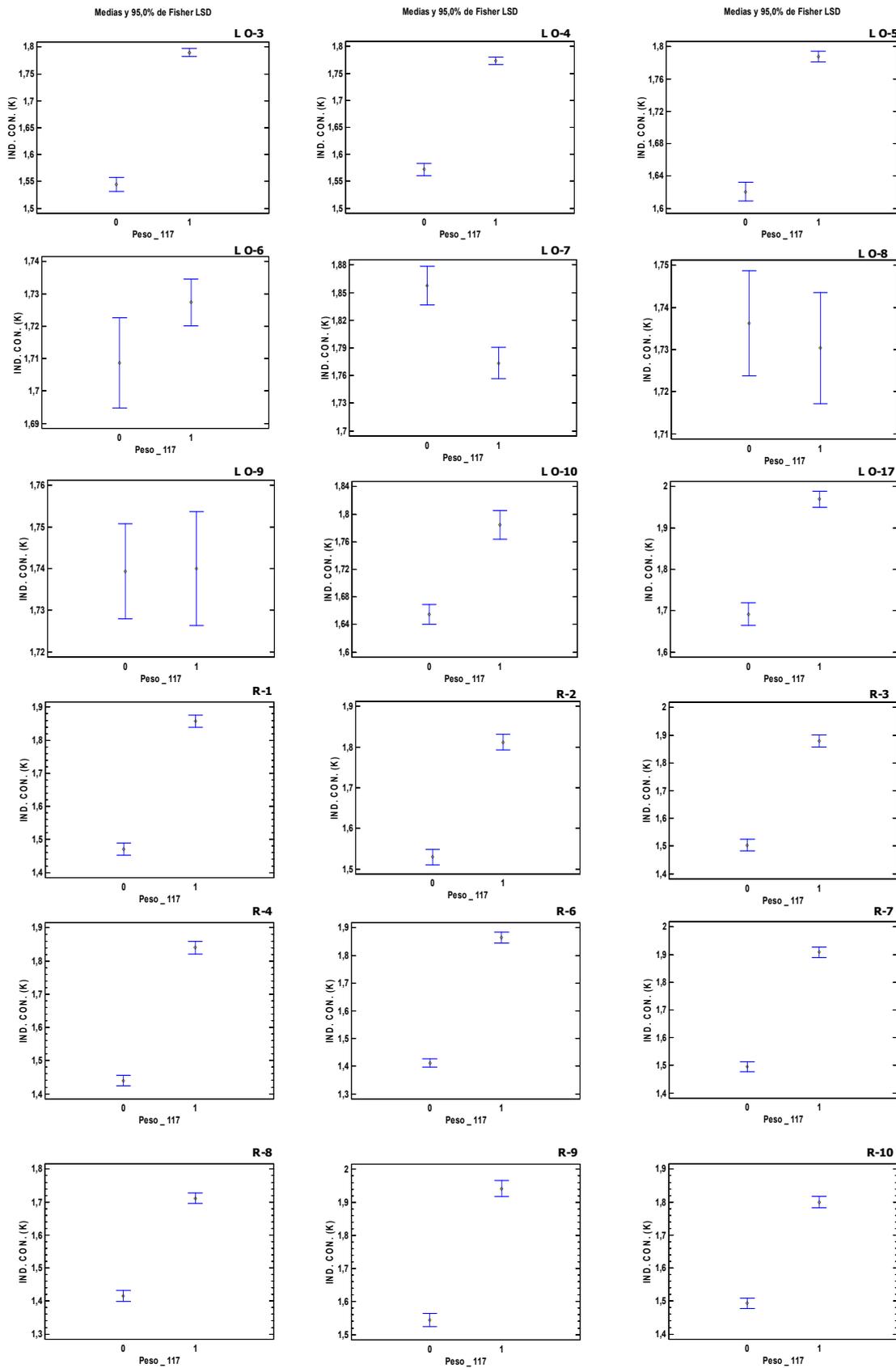


Figura 3. Variación del índice de condición K en relación al peso crítico P_c (0: $P_c < 117$ y 1: $P_c \geq 117$) o longitud crítica, L_c (0: $L_c < 19,2$ y 1: $L_c \geq 19,2$) de las doradas de GRAMASA.

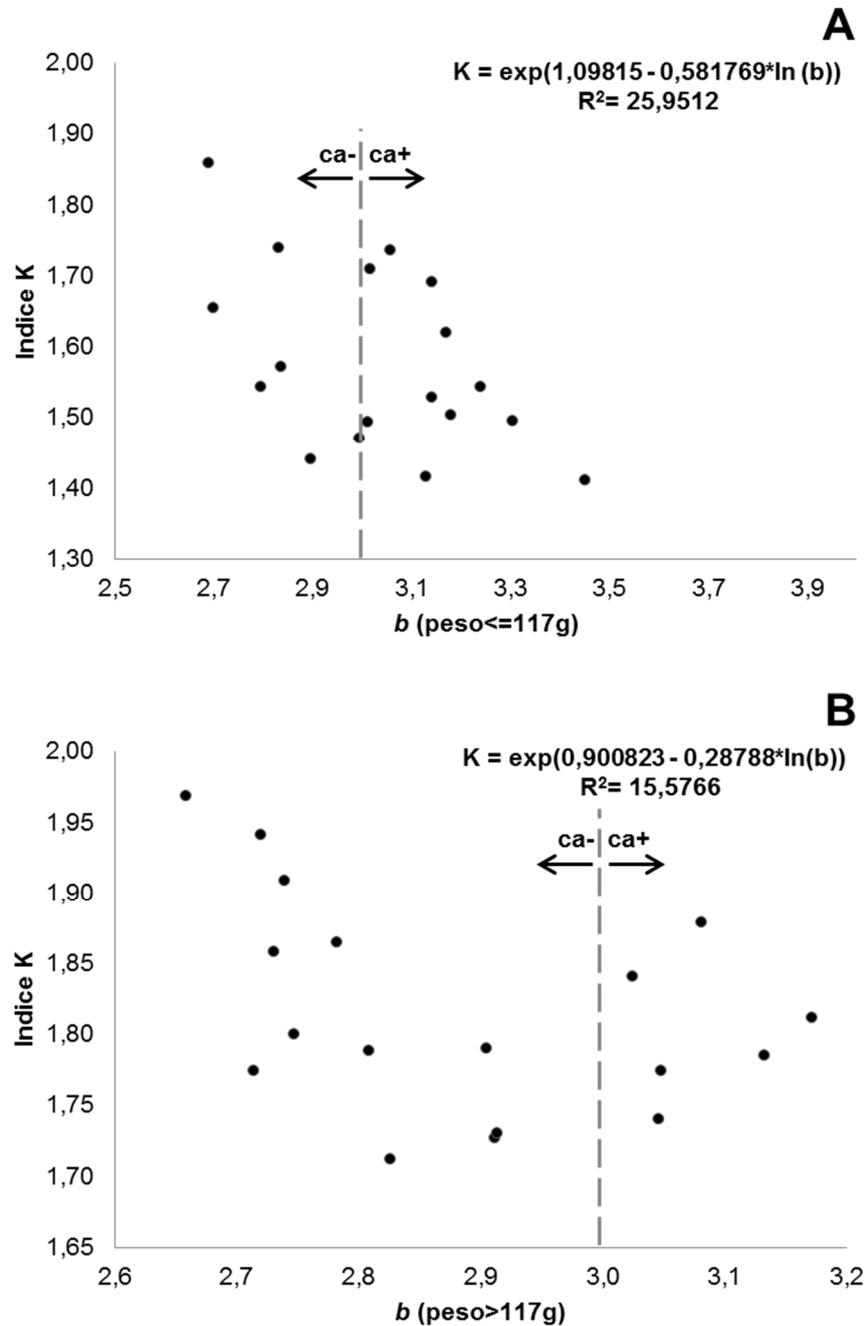


Figura 4. Relación de la influencia del parámetro b de la relación Longitud – Peso y el índice K de las doradas menores (**A**) y mayores (**B**) del peso crítico y tendencias de crecimiento de los individuos: alométrico positivo (ca+) y alométrico negativo (ca-).

Discusión

Aunque la mayoría de los científicos pesqueros y acuícolas actuales no consideran la investigación sobre las relaciones peso-longitud un aspecto relevante (Froese, 2006), se ha demostrado que ésta arroja resultados interesantes sobre los patrones de crecimiento y estado reproductivo de las especies (Felipa y cols., 2016; Hadj-Taieb y cols., 2013; Ramos-Cruz, 2009; Cifuentes y cols., 2012; Chaoui y cols., 2006; Arias, 1980). Para este estudio, los valores de b (2,834-3,437) de la relación longitud-peso indica el crecimiento isométrico de los individuos en todos los lotes, corroborando los resultados obtenidos por otros autores en ambientes naturales (Hadj-Taieb y cols., 2013; Ramos-Cruz, 2009;

Chaoui y cols., 2006) e incluso en condiciones artificiales (Felipa y cols., 2016; Gómez, 2016). No obstante, las diferencias obtenidas entre los lotes tal y como afirma Froese (2006), ha podido ser consecuencia de las variaciones tanto en el número de individuos como en las condiciones intrínsecas de cada lote. Al respecto, Arias (1980), al estudiar el crecimiento y reproducción de la dorada en esteros de Cádiz, observó diferencias significativas de talla y peso en relación con el estero en que se han criado los individuos, variaciones que según el mismo autor se deben tanto a las características propias de cada estero (superficie, profundidad, abundancia de presas alimenticias), como al régimen de funcionamiento (densidad de peces, renovación de agua) de los mismos.

Por otro lado, los valores de $b > 3$, obtenidos para la mayoría de los lotes, reflejan el aumento progresivo de la masa corporal de los peces desde el inicio del proceso de producción, lo que permite una mayor ganancia en peso, proporcional a cierta potencia de longitud, comportamiento que según Froese (2006) es común en peces. Así mismo el menor valor de b , obtenido en el lote O-7, evidencia la mayor evolución de las doradas pequeñas, lo que puede estar relacionado con el peso y la longitud presentada en el inicio de la producción, pues tal y como lo reportó Froese (2006), $b < 3$ se puede presentar cuando los individuos pequeños están en mejor condición nutricional que los grandes durante los muestreos.

Los resultados de este estudio muestran los mayores valores de b (Tabla 1), reportados hasta el momento en sistemas de producción para individuos de la especie e incluso para individuos salvajes. Hadj-Taieb y cols., (2013) reportan un valor de $b = 3,080$ para doradas salvajes en el golfo de Gabes, Túnez. Chaoui y cols., (2006), al estudiar el crecimiento y la reproducción de la dorada en Mellah, una laguna de norte-este de Argelia, obtuvo un coeficiente de alométrico para la relación talla-peso de $b = 3,067$. Esto confirma los beneficios que se obtienen en los sistemas de producción al controlar algunas de las variables (temperatura y disponibilidad de alimentos entre otras), que afectan la dinámica de crecimiento de la dorada.

La tendencia del incremento del índice K en el tiempo, refleja el proceso de desarrollo de la especie, pues se considera fuerte la sensibilidad de este índice con respecto al peso, razón por la cual es de esperar que con el aumento de peso, la ración de mantenimiento descienda y la tasa de pérdida de peso también (Gerking, 1971), lo que seguramente permitió el mayor registro del índice en las etapas finales del proceso de producción durante el estudio.

Al comparar los valores de K , con relación al peso crítico propuesto por Mayer y cols., (2012), se evidenció en la mayoría de los lotes la existencia de diferencias estadísticamente significativas, mostrando bajos valores de K durante los primeros días de vida de los peces lo que puede deberse al crecimiento compensatorio, potencial genético, al crecimiento alométrico, a los nutrientes, a la fisiología de la reproducción, al igual que a las variaciones presentadas en el crecimiento de las especies con relación al estado de desarrollo (Mayer y cols., 2012; Dumas y cols., 2007; Arias, 1980). Westernhagen y Rosenthal (1981) relacionaron el descenso del índice de condición en las etapas iniciales de la vida postlarval de la dorada con el proceso de aprendizaje sobre cómo obtener el alimento y mejorar el éxito de captar la presa.

Si bien, el propósito de Mayer y cols. (2012) fue el de desarrollar un nuevo enfoque en el crecimiento de la dorada en condiciones de producción comercial basado en el coeficiente térmico de crecimiento, la significativa variación de índice K observada en los lotes considerando el tiempo y el peso crítico, apoya su propuesta sobre la existencia real de un valor crítico para el peso de la dorada (alrededor de 117 g), lo que podría marcar la transición entre las dos dinámicas de crecimiento de la especie propuestas por los autores.

Por otro lado, el hecho de que los lotes O-6, O-8 y O-9 no hayan mostrado diferencias significativas en los valores de K con relación al tiempo, se atribuyen a la gran variabilidad de los datos. Asimismo, el comportamiento inverso de los valores de K en el lote O-7, refleja la mejor condición de las doradas pequeñas con relación a las grandes, hecho que se atribuye a las variaciones en temperatura a la que fue sometido este lote durante el proceso de producción y posiblemente por el menor peso inicial de los individuos, coincidiendo con Mayer y cols. (2012), donde se asegura que los factores que influyen en la dinámica y la diversidad de crecimiento de la especie son el cambio estacional de la temperatura del agua y la distribución inicial del peso de los peces. Además, como se menciona anteriormente en Froese (2006), la mejor condición nutricional de los peces pequeños en relación con los grandes puede reflejarse en un valor de $b < 3$, situación presentada en este estudio, lo que confirma la relación existente entre las variables.

No obstante, es importante mencionar que la regresión entre el índice K y el coeficiente b de la relación peso-longitud de los individuos de dorada con valores de peso crítico menor a 117 g, mostraron un descenso significativo del crecimiento, a la vez que exhibieron los mayores valores del índice de condición. La relación de estas variables permitió el establecimiento de dos patrones de crecimiento de la especie a partir de su peso crítico, lo que podría relacionarse con la variación de la temperatura durante el proceso de producción, que a su vez está incidido por el tiempo de inicio de la producción. Resultado que coincide con Mayer y cols. (2009), quienes encontraron que los lotes de dorada presentan distintos patrones de crecimiento en los que la distribución de los valores de peso evolucionan regularmente a partir de la distribución inicial (homogéneos) e irregularmente con dinámicas de evolución singulares (heterogéneos).

Según Hadj-Taieb y cols. (2013), las variaciones en el crecimiento de la especie pueden atribuirse a las diferencias en el tamaño del individuo, a los métodos usados para evaluar la ecuación de crecimiento y a las diferentes condiciones ambientales. Asimismo, Rielo (2013), asegura que solamente cuando se analizan los efectos intersujetos se puede sospechar cierta interacción entre el efecto de la estacionalidad y el peso inicial sobre el índice de condición. Bavčević y cols. (2010), al estudiar el crecimiento compensatorio de dorada en jaulas marinas, encontraron que el índice K de los individuos de *Sparus aurata*, disminuyó en 0,21 g/cm con restricciones alimenticias prolongadas a 30 días, lo que evidencia la influencia del manejo de producción sobre la condición de la especie.

Aunque la mayoría de los autores están de acuerdo en la incidencia de las condiciones ambientales en el crecimiento de las especies, algunos estudios presentan resultados contradictorios sobre la importancia de factores ontogénicos. Por ejemplo Rogdakis y cols. (2011), al estudiar las variaciones morfológicas presentadas en individuos de dorada procedentes de "hatchery" desarrollados en granjas marinas y salvajes, encontraron que el lugar donde se desarrollen los individuos de dorada inciden en sus caracteres morfológicos independientemente de su origen genético, lo cual contradice a Loy y cols. (1999), quienes al estudiar los efectos de las diferentes condiciones de cría de larvas y postlarvas en los caracteres de morfología externa y morfoanatómicos en ejemplares adultos de *Sparus aurata*, encontraron que el origen de los individuos sí incide en las características morfológicas expresadas por el adulto. En este mismo sentido, Jauralde y cols. (2015), destacan que las diferencias en la morfología de doradas (*Sparus aurata*) en función del proveedor de alevines, podría ser una fuente de errores sistemáticos en la determinación del peso medio cuando éste se estima a partir del tamaño del pez, por lo que los modelos que contemplan la variable peso deberían ser adaptados a las características de cada proveedor.

Conclusiones

El valor de b de relación peso – longitud de los individuos de dorada estudiados muestra un crecimiento isométrico, con una clara tendencia a aumentar en peso con relación a la longitud.

Las variaciones en el índice de condición (K) expresado en los lotes, ponen en manifiesto la existencia de diferencias en el crecimiento de los individuos evaluados, que para la especie equivale a un peso de 117 g confirmando lo encontrado por Mayer y cols. (2012), comportamiento que en nuestros datos se establece a partir de alcanzar los 19,2 cm de longitud.

La variación observada en el índice de condición (K) entre lotes durante el estudio, evidencia su importancia como parámetro de evaluación del estado de los individuos de dorada analizados, pudiendo ser considerado como una variable relevante a incluir en los diferentes modelos de crecimiento diseñados para la especie, pues responde de forma sensible a las variaciones fisiológicas y ambientales presentadas en el sistema de producción. Además, se hace necesario comprobar su utilidad para comparar cambios estacionales del estado nutricional de los individuos en los que se incluyan variables relacionadas con las condiciones externas del sistema de producción (origen de los alevines, tipo de alimentación, temperatura efectiva, etc.) y con la fisiología de la especie (analizar con detalle la asimilación del alimento consumido).

Bibliografía

1. Arias, A. (1980). Crecimiento, régimen alimentario y reproducción de la dorada (*Sparus aurata* L.) y del robalo (*Dicentrarchus labrax* L.) en los esteros de Cádiz. *Inv. Pesq.*; 44(1): 59-83.
2. Arismendi, I., Penaluna, B., Soto, D. (2011). Body condition indices as a rapid assessment of the abundance of introduced salmonids in oligotrophic lakes of southern Chile. *Lake and Reservoir Management*; 27(1): 61-69.
3. Bavčević, L., Klanjšček, T., Karamarko, V., Aničić, I., Legović, T. (2010). Compensatory growth in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) compensates weight, but not length. *Aquaculture*; 301(1): 57-63.
4. Carlander, K. D. (1969). Handbook of freshwater fishery biology. *The Iowa State University Press, Ames, IA*. V01, pp. 752.
5. Chaoui, L., Kara, M. H., Faure, E., Quignard, J. P. (2006). Growth and reproduction of the gilthead seabream *Sparus aurata* in Mellah lagoon (north-eastern Algeria). *Scientia Marina*; 70(3): 545-552.
6. Cho, C. Y., Bureau, D. P. (1998). Development of bioenergetic models and the Fish-PrFEQ software to estimate production, feeding ration and waste output in aquaculture. *Aquatic Living Resources*; 11(4): 199-210.
7. Cifuentes, R., González, J., Montoya, G., Jara, A., Ortíz, N., Piedra, P., Habit, E. (2012). Relación longitud-peso y factor de condición de los peces nativos del río San Pedro (cuenca del río Valdivia, Chile). *Gayana (Concepción)*; 76: 86-100.
8. Dumas, A., France, J., Bureau, D. P. (2007). Evidence of three growth stanzas in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) across life stages and adaptation of the thermal-unit growth coefficient. *Aquaculture*; 267(1): 139-146.
9. Dumas, A., France, J., Bureau, D. (2010). Modelling growth and body composition in fish nutrition: where have we been and where are we going? *Aquaculture Research*; 41(2): 161-181.
10. Felipa, G., Walter, B. L. A. S., Alcántara-Bocanegra, F. (2016). Relación longitud-peso, factor de condición y tabla estándar del peso de mil alevinos de Gamitana "*Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818)" criados en estanques artificiales. *Folia Amazónica*; 25(1): 17-24.
11. Froese, R. (2006). Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*; 22(4): 241-253.
12. Gerking, S. D. (1971). Influence of rate of feeding and body weight on protein metabolism of bluegill sunfish. *Physiology Zoology*; 44(1): 9-19.
13. Gómez, S. E. (2016). Las relaciones longitud peso en algunos peces tropicales de acuario. *Revista AquaTIC*; 41: 1-7.

14. Hadj-Taieb, A., Ghorbel, M., Hadj-Hamida, N. B., Jarboui, O. (2013). Sex ratio, reproduction, and growth of the gilthead sea bream, *Sparus aurata* (Pisces: Sparidae), in the Gulf of Gabes, Tunisia. *Ciencias Marinas*, 39(1): 101-112.
15. Jauralde, I., De Jesús, J., García-Crespo, A., Gómez, L., Martínez-Llorens, S., Tomás, A., Estruch, V. D., Comas, J., Jover, M. (2015). Influencia del proveedor de alevines en la morfología y el modelo de estimación del peso de la dorada mediante VICASS. Póster presentado al XV Congreso Nacional y I Congreso Ibérico de Acuicultura. Huelva, España.
16. Hurtado-Herrera, M., Domínguez-May, R., Gasca-Leyva, E. (2013). Efecto de la estructura de tallas bajo un modelo dinámico de población utilizando curvas características. *Abstraction and Application Magazine*, 9: 11-18.
17. Kaushik, S.J. (1998). Nutritional bioenergetics and estimation of waste production in non-salmonids. *Aquatic Living Resources*, 11(4): 211-217.
18. Loy, B. A., Boglione, C., Cataudella, S. (1999). Geometric morphometrics and morpho-anatomy: a combined tool in the study of sea bream (*Sparus aurata*, sparidae) shape. *Journal of Applied Ichthyology*, 15(3): 104-110.
19. Lupatsch, I., Kissil G.W., Sklan, D., Pfeffer, E. (1998). Energy and protein requirements for maintenance and growth in gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). *Aquaculture Nutrition*, 4(3): 165-173.
20. Lupatsch, I., Kissil, G.W., Sklan, D. (2003). Defining energy and protein requirements of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) to optimize feeds and feeding regimes. *Israeli Journal of Aquaculture*, 55: 243-257.
21. Mayer, P., Estruch, V., Blasco, J., Jover, M. (2008). Predicting the growth of gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) farmed in marine cages under real production conditions using temperature-and time-dependent models. *Aquaculture Research*, 39(10): 1046-1052.
22. Mayer, P., Estruch, V., Martí, P., Jover, M. (2009). Use of quantile regression and discriminant analysis to describe growth patterns in farmed gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Aquaculture*, 292(1): 30-36.
23. Mayer, P., Estruch, V. D., Jover, M. (2012). A two-stage growth model for gilthead sea bream (*Sparus aurata*) based on the thermal growth coefficient. *Aquaculture*, 358: 6-13.
24. Petridis, D., Rogdakis, L. (1996). The development of growth and feeding equation for seabream, *Sparus aurata* L., culture. *Aquaculture Research*, 27(6): 413-419.
25. Ramos-Cruz, S. (2009). Relación longitud-peso y factor de condición en el barrilete negro *Euthynnus lineatus* (Kishinouye, 1920) (Perciformes: Scombridae), capturado en el litoral de Oaxaca, Mexico. *Rev. Invest. Mar*, 30(1): 45-53.
26. Rennie, M., Verdon, R. (2008). Evaluation of condition indices for the lake whitefish, *Coregonus clupeaformis*. *North American Journal of Fisheries Management*, 28: 1270-1293.
27. Ricker, W. E. (1975). Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Bd. Can.*; 191: 1-382.
28. Rielo, Z. J. A. (2013). *Desarrollo de un modelo matemático para la evaluación del proceso de crecimiento y engorde en los cultivos comerciales de dorada (Sparus aurata, L.)*. Tesis Doctoral Publicada, Universitat de Valencia, Valencia.
29. Rogdakis, Y. G., Koukou, K. K., Ramfos, A., Dimitriou, E., Katselis, G. N. (2011). Comparative morphology of wild, farmed and hatchery-released gilthead sea bream (*Sparus aurata*) in western Greece. *International Journal of Fisheries and Aquaculture*, 3(1): 1-9.