

EFFECTO DE LA FRECUENCIA DE ALIMENTACIÓN SOBRE EL CRECIMIENTO, LA UTILIZACIÓN DEL ALIMENTO Y LA COMPOSICIÓN LIPÍDICA DEL MÚSCULO DE DORADA (*Sparus aurata*).

L. ROBAINA¹, A. FERNÁNDEZ VAQUERO², J.M. VERGARA¹, M.S. IZQUIERDO¹, D. MONTERO¹ & E.GIMFERRER³.

¹ Departamento de Biología, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Campus Universitario de Tafira, 35017, Las Palmas de Gran Canaria.

² Instituto Canario de Ciencias Marinas, Consejería de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias, Apdo. 56, Telde, Gran Canaria.

³ EWOS-PROVIMI, Crta. Burgos-Palencia Km. 98.7, Dueñas 34210, Palencia.

RESUMEN: Juveniles de dorada, *Sparus aurata*, de 42 g de peso medio inicial fueron alimentados con una dieta comercial suministrada por EWOS-PROVIMI (47% proteína, 18% lípidos, 9% ceniza, 1,8% fibra), estableciéndose 4 tratamientos con el mismo porcentaje de alimentación y distinta frecuencia alimenticia: I (1 toma/día: 11:00), II (2 tomas/día: 08:00 y 14:00), III (3 tomas/día: 08:00, 11:00 y 17:00) y IV (4 tomas/día: 08:00, 11:00, 14:00 y 17:00). Tras un período de 15 semanas de alimentación, se evaluó la influencia de los diferentes tratamientos sobre el crecimiento de los peces, la utilización del alimento y la composición lipídica en músculo. Únicamente aquellos peces alimentados una sola vez al día mostraron significativamente peor tasa de crecimiento y mayor contenido en lípidos musculares en comparación con los otros tratamientos.

Palabras clave: dorada, frecuencia alimenticia, composición lipídica, nutrición.

SUMMARY: EFFECT OF FEEDING FREQUENCY ON THE GROWTH, FEED UTILIZATION AND MUSCLE LIPID COMPOSITION IN GILTHEAD SEABREAM (*Sparus aurata*).-Gilthead seabream juveniles, *Sparus aurata*, of 42 g mean initial body weight were fed a commercial diet (47% protein, 18% lipid, 9% ash, 1.8% fibre), at 4 different feeding frequencies: I (1 time/day 11:00), II (2 times/day: 08:00 and 14:00), III (3 times/day: 08:00, 11:00 and 17:00) and IV(4 times/day: 08:00, 11:00, 14:00 y 17:00) at the same feeding rate. After 15 weeks, fish growth, feed utilization and muscle lipid composition were determined for the different treatments. Only those fish fed one meal a day showed significantly poorer growth and higher muscle lipid content when compared to those fish fed at the other feeding frequencies. Key words: gilthead seabream, feeding frequency, lipid composition, nutrition.

INTRODUCCIÓN

Los peces pueden adaptar su metabolismo a diferentes regímenes alimenticios, frecuencias de alimentación y cantidad de alimento. Una adecuada alimentación, que garantice una buena calidad del producto final y optimice la producción, es requisito fundamental en la producción comercial de peces marinos. En granjas comerciales los peces son generalmente alimentados de acuerdo a las tablas de alimentación suministradas por los productores de pienso comerciales.

El aumento en la frecuencia de alimentación está relacionado con un aumento en el crecimiento, mejor utilización del alimento y mejor supervivencia en carpa (*Cyprinus carpio*) (OMAR & GÜNTHER, 1987), trucha arcoiris (*Salmo gairdneri*) (KAUSHIK & GOMES, 1988) y pez gato (*Ictalurus punctatus* R.) (ANDREWS & PAGE, 1975), aunque algunos estudios no han encontrado una relación directa entre estos parámetros (BERGOT 1979; WEBSTER *et al.*, 1992).

Por otro lado, diferentes autores han encontrado una relación inversa entre el aumento en la frecuencia alimenticia y el contenido lipídico del músculo. YAO *et al.* (1994) encontraron resultados de este tipo en juveniles de ayu (*Plecoglossus altivelis*), sugiriendo que el metabolismo lipídico puede verse altamente influenciado por la frecuencia de alimentación.

El presente trabajo se plantea para determinar la influencia de la frecuencia alimenticia a una tasa de alimentación fija sobre el crecimiento, utilización del alimento y composición lipídica muscular en la dorada, *Sparus aurata*, especie ampliamente cultivada a nivel comercial en todo el área mediterránea.

MATERIAL Y MÉTODOS

Condiciones experimentales

El presente experimento fue llevado a cabo en la planta experimental de cultivos marinos del Instituto Canario de Ciencias Marinas (Gobierno de Canarias). Se emplearon doradas provenientes de una empresa local, ADSA, de entre 41 y 42 g de peso medio, repartidas al azar tras un período de aclimatación de 1 semana en 12 tanques de 1m³ (80 individuos / tanque). Los valores de temperatura y concentración de oxígeno a lo largo del ensayo oscilaron entre 22.1 y 23.8 °C, y 6.9 y 8.1 mg/l, respectivamente.

Los peces fueron alimentados con una dieta comercial de 3mm, (47% proteína, 18% lípidos, 1.8% fibra y 9% ceniza) según los siguientes tratamientos:

Tratamiento	Nº de tomas/día	Horas de alimentación
1	1	11:00
2	2	08:00 y 14:00
3	3	08:00, 11:00 y 17:00
4	4	08:00, 11:00, 14:00 y 17:00

El porcentaje de alimento suministrado al día fue del 2% de la biomasa para los distintos tratamientos, ajustando este valor al máximo ingerido por los peces alimentados con el Tratamiento 1. Se realizaron muestreos mensuales de peso con los que evaluar las tasas de crecimiento y de corregir las tasas de alimentación. En función de los índices de conversión así obtenidos se realizó la estimación del crecimiento semanal.

Parámetros biológicos y análisis bioquímicos

Al final del experimento y tras 24 horas de inanición todos los peces fueron pesados, determinándose entre otros parámetros las siguientes relaciones: índice de conversión del alimento (Incremento de peso / Alimento ingerido), coeficiente de variación de peso (Desviación

estándar / Peso medio). Además fueron extraídas muestras del músculo de 8 peces de cada tanque, siendo almacenados a -80°C para su posterior análisis.

El contenido en lípidos totales se determinó utilizando el método descrito por FOLCH *et al.*, (1957). Estos lípidos fueron posteriormente transesterificados en medio ácido (CHRISTIE, 1982), siendo los esteres metílicos así obtenidos identificados y cuantificados mediante cromatografía de gases (Shimadzu GC14A).

Análisis estadísticos

Los datos se sometieron a un análisis de varianza de una vía (ANOVA), siendo las diferencias entre las medias comparadas con el Test de Scheffe con un intervalo de confianza del 95% ($P < 0.05$).

RESULTADOS

La Tabla I muestra los resultados de crecimiento e índice de conversión obtenidos para los distintos tratamientos experimentales. Una menor frecuencia de alimentación para un mismo porcentaje de alimento produjo una disminución gradual en el peso final de los peces, siendo significativamente menor para aquellos que fueron alimentados una sola vez al día, con respecto a los alimentados 3 y 4 veces al día. Esto vino acompañado por unos peores valores de los índices de conversión y de las tasas de crecimiento diario, no llegando sin embargo a ser las diferencias significativas. Por el contrario, no se encontró influencia de los coeficientes de variación del peso en relación con el aumento de la frecuencia alimenticia, siendo homogénea la supervivencia en todos los casos.

TABLA I. Efecto de la frecuencia de alimentación sobre el crecimiento e índices de conversión de dorada.*

Frecuencia de alimentación (nº tomas al día)	1	2	3	4
Peso inicial (g)	41.79 _a	41.65 _a	41.67 _a	42.08 _a
Peso final (g)	156.68 _a	160.80 _{ab}	163.20 _b	163.62 _b
Alimento total ingerido (g)	10619 _a	10869 _a	10548 _a	10868 _a
Índice de Conversión	1.21 _a	1.17 _a	1.19 _a	1.18 _a
Supervivencia (%)	96.6 _a	96.5 _a	96.7 _a	93.7 _a
Coefficiente de variación inicial	0.174 _a	0.182 _a	0.168 _a	0.170 _a
Coefficiente de variación final	0.135 _a	0.126 _a	0.109 _a	0.124 _a

*Valores en la misma línea con diferentes subíndices fueron significativamente diferentes ($P < 0.05$).

Según se observa en la Tabla II no se encontraron diferencias significativas tanto en el contenido de lípidos del músculo como en la composición de los ácidos grasos de los mismos. Únicamente la alimentación de los peces una sola vez al día ocasionó un contenido en lípidos en el músculo más elevado que en el resto de los casos si bien éste no llegó a ser significativo.

TABLA II. Efecto de la frecuencia de alimentación sobre el contenido en lípidos y la composición de los ácidos grasos (% Total ácidos grasos) del músculo de dorada.*

Frecuencia de alimentación (nº tomas al día)	1	2	3	4
Lípidos en músculo (%)	25.57 _a	17.42 _a	19.83 _a	20.99 _a
Saturados	24.741 _a	22.643 _a	24.662 _a	23.368 _a
Monoenólicos	35.111 _a	35.898 _a	36.292 _a	37.534 _a
n-3	19.188 _a	17.711 _a	17.699 _a	18.514 _a
n-6	9.272 _a	8.797 _a	9.011 _a	9.413 _a
n-9	17.378 _a	18.017 _a	18.720 _a	19.015 _a
n-3 HUFA	15.993 _a	14.590 _a	14.588 _a	15.346 _a

*Valores en la misma línea con diferentes subíndices fueron significativamente diferentes (P<0.05).

DISCUSIÓN

El crecimiento y la producción de peces cultivados generalmente depende de la densidad de cultivo, el consumo diario de alimento y la frecuencia de alimentación (KAYANO *et al.*, 1993). Según indican KONO & NOSE (1971), el óptimo régimen alimenticio depende de la especie y el tamaño del estómago de la misma. En el caso de la dorada y en las condiciones de cultivo del presente experimento, se observa un incremento gradual en el peso final de los peces con el incremento de la frecuencia alimenticia con que se les suministra una misma cantidad de alimento, observándose además una tendencia a la acumulación lipídica en músculo en aquellos peces de menor crecimiento (Tratamiento 1), si bien las diferencias no llegaron a ser significativas.

De acuerdo con algunos autores como JOBLING (1983), el aumento de la frecuencia de alimentación mejora el crecimiento y la eficacia alimenticia, posiblemente por la reducción en la formación de jerarquías en la población. MCCARTHY *et al.* (1992) sugiere que la tendencia a la formación de jerarquías y variabilidad en el consumo individual disminuye cuando se incrementa la disponibilidad del alimento. Otros autores sin embargo, coincidiendo con los resultados del presente trabajo, no encuentran una influencia clara del régimen alimenticio sobre los coeficientes de variación de pesos de los peces (NAKAGAWA *et al.*, 1995; THOMASSEN & FJAERA, 1996).

Una baja frecuencia alimenticia podría causar cambios metabólicos que depriman la asimilación proteica y aumenten los lípidos musculares. GRAYTON & BEAMISH (1977) muestran este tipo de resultados trabajando con trucha arco iris (*Salmo gairdneri*), observándose, aunque sin diferencias significativas, una tendencia a la acumulación lipídica muscular al disminuir la frecuencia de alimentación. Según KAYANO *et al.* (1993), esto es debido a que a bajas frecuencias de alimentación se produce una reducción en la tasa de digestión de la proteína

dietaria, favoreciéndose la acumulación de grasa en el músculo y la utilización de los productos de la digestión proteica con fines energéticos.

Cuando el pez es alimentado una sola vez al día, éste recibe una gran cantidad de alimento en una toma, pudiendo resultar pequeño el tracto digestivo para acomodar una gran cantidad de comida. En estos casos la lipogénesis podría verse activada, aumentando la acumulación lipídica (YAO *et al.*, 1994). NAKAGAWA *et al.* (1995) determinando la actividad lipogénica en dorada roja (*Pagrus major*), mostró que una elevada frecuencia alimenticia parece deprimir la actividad de los enzimas lipogénicos, disminuyendo la acumulación lipídica. Esto coincide con las observaciones realizadas en ratas, donde se muestra que una elevada frecuencia alimentaria podría deprimir la actividad lipogénica y tener efectos en el almacenamiento de lípidos (COHN & JOSEPH, 1960; PHILIPPENS *et al.*, 1977). Altas frecuencias alimenticias tienden a acelerar la glicolisis y gluconeogénesis, y a deprimir la lipogénesis (NAKAGAWA *et al.* 1995).

Un incremento de la actividad enzimática lipogénica, asociada a una reducción en la digestión proteica cuando los peces son alimentados a bajas frecuencias, podría explicar el bajo crecimiento y la tendencia a la acumulación lipídica obtenida en el presente experimento para los peces alimentados una sola vez al día.

CONCLUSIONES

Atendiendo a los resultados del presente trabajo, y en las condiciones de cultivo que se citan, podría concluirse como recomendación el utilizar una frecuencia alimenticia con juveniles de dorada de tres tomas al día, para un porcentaje de alimentación fijo. El suministro del alimento repartido en cuatro tomas no supuso ninguna mejora significativa en el crecimiento y conversión del alimento, con el consiguiente incremento en el coste de producción. Por el contrario, frecuencias alimenticias inferiores a tres tomas al día, ocasionaron un crecimiento inferior y un mayor contenido en lípidos en músculo en el caso del Tratamiento 1.

AGRADECIMIENTOS

Los autores del presente trabajo agradecen la colaboración de las empresas EWOS-PROVIMI y Alevines y Doradas S.A. (ADSA).

BIBLIOGRAFÍA

- ANDREWS, J.W. & PAGE, J. W. 1975, *Trans. Am. Fish. Soc.*, 104:317-321
BERGOT, F. 1979, *Aquaculture*, 18:157-167
CHRISTIE, W. W. 1982. *Lipid analysis*. Pergamon press. Oxford.
COHN, C. & JOSEPH, D. 1960, *Metabolism*, 9: 492-500.
FOLCH, J., M. LEES & G. H. SLOANE-STANLEY. 1957, *J. Biol. Biochem.*,226: 497-509.
PHILIPPENS, K. M. H., H. VON MAYERSBACH, & L. E. SCHEVING, 1977, *J. Nutr.*, 107:

176-193.

GRAYTON, B. D. & F. W. H. BEAMISH, 1977, *Aquaculture*, 11: 159-172.

JOBLING, K., 1983, *J. Fish Biol.*, 23. 177-185.

KAUSHIK, S. J. & E. F. GOMES, 1988, *Aquaculture*, 73:207-216.

KAYANO, Y., S. YAO, S. YAMAMOTO & H. NAKAGAWA, 1993, *Aquaculture*, 110: 274-278.

KONO, H. & Y. NOSE, 1971, *Bull. Jpn. Sco. Sci. Fish.*, 37:169-175.

MCCARTHY, I. D., C. G. CARTER, & D. F. HOULIHAN, 1992, *J. Fish Biol.*, 41: 257-263.

NAKAGAWA, H., T. TAKEDA, T. UMINO, M. G. MUSTAFA & H. YAMASHITA, 1995, *J. Fac. Appl. Biol. Sci.*, 34: 167-178.

OMAR, E. A. & K. D. GÜNTHER, 1987, *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 57, 172-180.

THOMASSEN, J. M. & S. O. FJAERA, 1996, *Aquacultural Engineering*, 15, 2:149-157.

WEBSTER, C. D., H. TINDWELL, & D. H. YANCEY, 1992, *Prog. Fish-Cult.*, 54: 92-96.

YAO, S.-J., T. UMINO, & H. NAKAGAWA, 1994, *Fisheries Sci.*, 60: 667-671.