

Influencia del número de días de ayuno a la semana sobre el crecimiento, el índice de conversión y la supervivencia en el Pulpo de Roca (*Octopus vulgaris* Cuvier, 1797)

Benjamín García García, Jesús Cerezo Valverde

IMIDA-Acuicultura. Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente de la Región de Murcia
Apdo. 65, 30740 San Pedro del Pinatar, Murcia (España)
e-mail: benjamin.garcia@carm.es

Resumen

En tres grupos de 5 ejemplares de pulpos aislados se han seguido tres estrategias distintas de alimentación: Grupo 1 ayunaron 2 días a la semana (Sábado y Domingo); Grupo 2, ayunaron un día a la semana (Domingo) y Grupo 3, no ayunaron ningún día a la semana. El ensayo tuvo una duración de 37 días y en todos los casos se suministró cangrejo congelado como alimento. La supervivencia fue del 100% y no existieron diferencias significativas en el crecimiento ($p < 0,05$). Sin embargo, en el grupo que ayunó dos días a la semana se obtiene la tasa de alimentación más baja y, por consiguiente, el índice de conversión más satisfactorio. En los dos grupos que ayunaron uno o dos días se observa una mayor ingesta los días que son alimentados, particularmente el día después del ayuno. Por otro lado, para analizar si un día de ayuno afecta a la supervivencia, se estabularon ejemplares de unos 900 g juntos en dos tipos de tanques: *raceway* y de sección circular. En el primero se dio de comer todos los días y en el segundo se estableció un día de ayuno a la semana, y, en ambos, un día se suministraba cangrejo y otro día boga. Los resultados de crecimiento e índice de conversión fueron muy satisfactorios (912 y 1133 g/mes y 4,73 y 3,22 de IC) y la supervivencia fue igual en los dos lotes, del 91,7%.

Summary

Influence of number of fasting days per week on conversion index and survival of common octopus (*Octopus vulgaris* Cuvier, 1797)

In three groups of five octopus, three different feeding strategies were followed: fasting for two days a week (Saturday and Sunday) (Group 1); fasting for one day a week (Sunday) (Group 2) and no fasting (Group 3). The experiment lasted 37 days and frozen crab was used as feed in all the groups. Survival was 100% and there were no significant differences in growth ($P < 0.05$). However, Group 1 (two days of fasting) provided the lowest feeding rate and, therefore, the most satisfactory conversion index. Both fasting groups fed more on the days following their respective fasts, particularly on the first day. In another experiment examples weighing 900 g were kept together in two types of tank: *raceway* and circular to analyse whether one day of fasting had any effect on survival. In the first, feed was provided every day and in the second feed was withheld on one day a week. The growth rates and conversion indices were satisfactory (912 and 1133 g/month and 4,73 and 3,22 CI), while survival was equal in both groups (91,7%).

Introducción

Los resultados obtenidos tanto a nivel experimental en jaulas (Rama Villar y cols, 1997; Tuñón y cols, 2001; Rodríguez y cols, 2003) y tanques (Iglesias y cols, 2000; García García y Aguado, 2002; Aguado y García García, 2002), así como a nivel industrial (Rey Méndez, 1999) han puesto de manifiesto el gran potencial que tiene el engorde del pulpo de roca en España. Sin embargo, son muchos los aspectos, tanto de tipo biológico como técnico, que aún hay que estudiar para que se pueda consolidar un sector industrial.

En el cultivo en mar, mediante jaulas flotantes u otro tipo de estructuras, se puede dar la circunstancia de que durante uno o más días no se pueda alimentar a los ejemplares en cultivo por razones muy diversas: temporal, averías de la embarcación, suministro del alimento, etc. Por otro lado, puede interesar por cuestiones de disponibilidad de personal (periodos de descanso del personal, turnos, etc.) no suministrar el alimento un día a la semana, generalmente los domingos y determinados días festivos. Este caso en particular afecta, en mayor o menor medida, también a nivel de los experimentos en centros de investigación. En peces se ha estudiado ampliamente los efectos de los ayunos prolongados y el crecimiento compensatorio (Rueda, 2002), pero existe muy poca información sobre cuál es el efecto cuando el ayuno es intermitente, un día a la semana, por ejemplo. En el caso de cefalópodos, y particularmente en el pulpo es un aspecto prácticamente no estudiado.

El objeto del presente trabajo es, por un lado, determinar en ejemplares aislados si un número bajo de días de ayuno a la semana (1 y 2) afecta al crecimiento y al IC y, por otro lado, en ejemplares estabulados en grupo estudiar el efecto de un día de ayuno a la semana sobre la supervivencia.

Material y métodos

Experimento 1

Se utilizaron 15 ejemplares machos de pulpo que se distribuyeron en 15 tanques de 400 l. Estos se alimentaron de tres formas distintas y por grupos de 5 ejemplares:

- Grupo 1, ayunaron 2 días a la semana (sábado y domingo);
- Grupo 2, ayunaron un día a la semana (domingo) y
- Grupo 3, no ayunaron ningún día a la semana.

Como alimento se utilizó cangrejo que cada día se suministró en exceso de tal forma que al día siguiente se pesaba el alimento no consumido para calcular por diferencia el alimento ingerido; en el caso del cangrejo se estimó que la fracción comestible representa el 50%. El experimento tuvo una duración de 37 días. Los 15 tanques funcionaron en un circuito cerrado. La temperatura varió entre 16 y 20°C con un valor promedio de 17,4°C; el oxígeno disuelto no descendió del 80%; la salinidad se mantuvo prácticamente constante en torno a 38 ppm; y el fotoperiodo fue el natural. Al final del estudio todos los pulpos se pesaron y se calculó el incremento en peso, tasa relativa de alimentación (TRA) en % y día, tasa relativa de crecimiento ($TRC = 100 \cdot (\ln P_f - \ln P_i) / t$) en % y día, y el índice de conversión (alimento consumido/ incremento de peso).

Para analizar la variación de la ingesta día a día a lo largo del experimento se calculó la tasa absoluta de alimentación (TAA: g de alimento consumido por ejemplar y día) instantánea (día a día) como un porcentaje del alimento consumido cada día por cada ejemplar y el peso corporal estimado de ese ejemplar a partir del valor de la TRC obtenido para él.

La diferencia entre grupos de datos se valoró mediante un ANOVA para una $p < 0,05$, que se complementó mediante el análisis de rango múltiple LSD.

Experimento 2

Por otro lado, se prepararon tres lotes experimentales con grupos de pulpos juntos en el mismo tanque: Lote R en el que se estabularon 12 pulpos en un tanque tipo *raceway* (3 500 l) de 5,5x1x1 con un volumen útil de agua de 3 500 l. Todos los ejemplares eran machos y se alimentaron todos los días de la semana, un día se suministraba boga y otro cangrejo (Cerezo y García García, 2003). El Lote C estuvo formado por dos grupos de 6 pulpos distribuidos en dos tanques de sección circular y de 1 400 l de volumen útil; también se suministró un día cangrejo y otro boga, pero no se daba de comer los domingos. En ambos casos para determinar la cantidad de alimento a suministrar cada día se tenía en cuenta que el sobrante en el fondo fuera el mínimo. Por razones ajenas al estudio el tiempo de duración de los dos ensayos fue distinto; en el lote R fue de 77 días y en el lote C de 58, comenzando este último 13 días después.

Aproximadamente cada 30 días se muestrearon todos los ejemplares y se determinó el incremento en peso, tasa relativa de alimentación (TRA) en % y día, tasa relativa de crecimiento (TRC = $100 \cdot (\ln P_f - \ln P_i) / t$) en % y día, y el índice de conversión (alimento consumido/ incremento de biomasa).

El peso medio en cada grupo se relacionó con el tiempo de cultivo mediante el análisis de regresión, ajustando las observaciones del lote R a la ecuación $\ln P = a + b \cdot t$ y las del lote C (media de los dos tanques) a la ecuación $\ln P = a + b \cdot (t + 13)$, donde P es el peso medio de los ejemplares en experimentación y t el tiempo del ensayo en días.

Resultados

Experimento 1

El crecimiento observado en general es satisfactorio y es similar al encontrado para esta especie cuando es alimentada con cangrejo y con una temperatura del agua de 17°C (Aguado y García García, 2002). La supervivencia en los tres grupos experimentales fue del 100%.

No existieron diferencias significativas ($p < 0,01$) entre los valores medios de peso inicial, peso final, incremento en peso y la TRC (Tabla 1). Sin embargo, sí se observaron diferencias significativas en la TRA y el IC (Tabla 1). Entre los grupos 2 y 3 no existieron diferencias significativas ($p > 0,05$) en estos últimos índices, pero sí entre estos dos grupos y el grupo 1. En el grupo 1 (dos días de ayuno) se obtienen los valores más bajos de TRA e IC (Tabla 1).

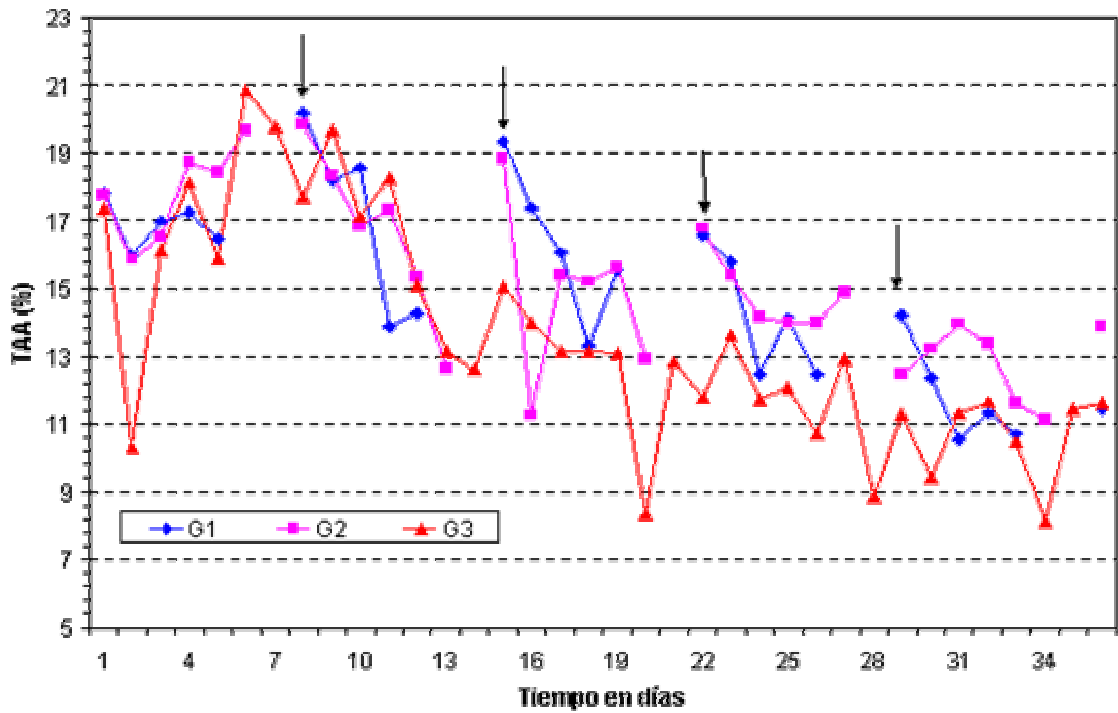
Tabla 1. Resultados de crecimiento, tasa de alimentación e índice de conversión en función del número de días de ayuno a la semana.

	Grupo 1 (2 días ayuno/semana)	Grupo 2 (1 día ayuno/semana)	Grupo 3 (0 días ayuno)
Peso inicial	621 ± 135 ^a	619 ± 124 ^a	632 ± 115 ^a
Peso final	1468 ± 222 ^a	1299 ± 233 ^a	1409 ± 205 ^a
Incremento Peso	847 ± 89 ^a	680 ± 145 ^a	777 ± 144 ^a
TRA	10,29 ± 0,52 ^a	12,61 ± 0,58 ^b	13,01 ± 0,88 ^b
TRC	2,35 ± 0,20 ^a	2,01 ± 0,28 ^a	2,18 ± 0,32 ^a
IC	4,68 ± 0,52 ^a	6,66 ± 0,87 ^b	6,40 ± 0,95 ^b

Valores en la misma línea y con diferente superíndice son significativamente diferentes ($p < 0,05$)

Al analizar la variación de los valores medios de TAA calculados día a día a lo largo de todo el periodo experimental, se observa que hasta el día 15, que ha habido un periodo de ayuno, la TAA instantánea varía de forma similar en los tres grupos experimentales y a partir de este día los valores tienden en general a ser superiores en los grupos 1 y 2 (Figura 1).

Figura 1. Variación de la tasa absoluta de alimentación (TAA) instantánea en los tres grupos de pulpos y a lo largo del experimento. Las flechas indican el día después del ayuno (lunes).



Los valores medios de TAA instantáneos obtenidos el primer lunes (Tabla 2) no son significativamente diferentes en los tres grupos ($p > 0,05$), pero el segundo, tercer y cuarto lunes el valor medio es significativamente más bajo en el Grupo 3.

Tabla 2. Valores medios de TAR obtenidos los lunes de cada una de las semanas del experimento.

Lunes	Grupo 1 (2 días ayuno/semana)	Grupo 2 (1 día ayuno/semana)	Grupo 3 (0 días ayuno)
Primero	20,21 ± 0,39 ^a	19,84 ± 1,56 ^a	18,02 ± 0,79 ^a
Segundo	19,35 ± 1,01 ^a	18,83 ± 1,93 ^a	14,26 ± 2,62 ^b
Tercero	16,57 ± 0,58 ^a	16,78 ± 0,79 ^a	12,28 ± 2,92 ^b
Cuarto	14,20 ± 1,22 ^a	12,46 ± 2,34 ^{ab}	11,49 ± 2,98 ^b

Valores en la misma línea y con diferente superíndice son significativamente diferentes ($p < 0,05$)

Cuando se comparan los valores medios obtenidos de lunes a viernes en general los resultados son similares (Tabla 3).

Tabla 3. Valores medios de TAR obtenidos de lunes a viernes de cada una de las semanas del experimento.

Semana	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
	(2 días ayuno/semana)	(1 día ayuno/semana)	(0 días ayuno)
Primera	16,89 ± 1,29 ^a	17,47 ± 2,57 ^a	16,05 ± 3,89 ^a
Segunda	17,04 ± 4,02 ^a	17,53 ± 3,05 ^a	17,72 ± 1,83 ^a
Tercera	16,33 ± 2,50 ^a	15,26 ± 4,22 ^a	13,53 ± 2,34 ^b
Cuarta	14,27 ± 1,96 ^a	14,86 ± 1,83 ^a	12,30 ± 2,52 ^b
Quinta	11,82 ± 2,08 ^a	12,92 ± 2,03 ^a	11,11 ± 2,87 ^a

Valores en la misma línea y con diferente superíndice son significativamente diferentes ($p < 0,05$)

Experimento 2

En el lote R (comían todos los días) se produjo una sola baja que se registró durante los primeros días del ensayo, siendo por tanto la supervivencia del 91,7%. En el Lote C se produjo también una baja en el tanque circular 2, siendo también por tanto la supervivencia del 91,7%.

El crecimiento observado y el IC en los dos lotes experimentales (Tabla 4) es también satisfactorio y se encuentra dentro de lo esperado cuando el alimento no es limitante y el rango de temperatura el adecuado (Aguado y García García, 2003), obteniéndose incrementos de peso en torno a 1 kg al mes. Las ecuaciones obtenidas de la relación peso corporal y tiempo de engorde son

$$\text{Lote R: } P = 913,7 \cdot e^{0,0163 \cdot (t)}; \quad R^2 = 0,999; \quad p < 0,05.$$

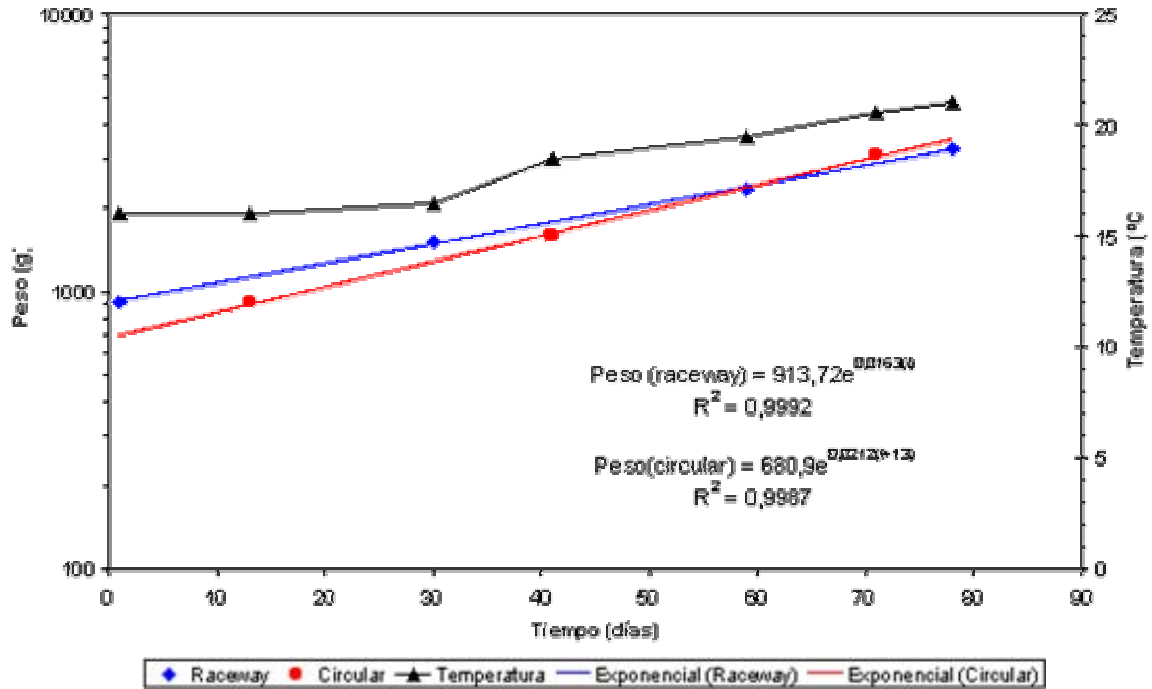
$$\text{Lote C: } P = 680,9 \cdot e^{0,0212 \cdot (t+13)}; \quad R^2 = 0,999; \quad p < 0,05.$$

Tabla 4. Resultados de crecimiento, tasa de alimentación e índice de conversión en los ensayos de engorde con pulpos juntos en tanques raceway y circulares.

	Lote R (Raceway)	Lote C (Circular 1)	Lote C (Circular 2)	Lote C (Promedio Circular)
Tiempo (días)	77	58	58	58
Peso inicial (g)	920	906	911	908 ± 4
Peso final (g)	3260	3317	2880	3098 ± 309
IP (Incremento Peso) (g)	2340	2411	1969	2190 ± 313
IP/MES (g)	912	1247	1018	1133 ± 162
TRC (% día)	1,64	2,24	1,98	2,11 ± 0,18
TRA B (% día)	3,74	4,30	4,26	4,28 ± 0,03
TRA CFC (% día)	5,02	3,95	3,87	3,91 ± 0,05
TRA CE (% día)	10,03	7,89	7,75	7,82 ± 0,10
TRA B+CFC (% día)	4,38	4,12	4,07	4,09 ± 0,04
TRA B +CE (% día)	6,88	6,10	6,00	6,05 ± 0,07
IC B+CFC	3,01	2,09	2,27	2,18 ± 0,12
IC B+CE	4,73	3,10	3,35	3,22 ± 0,18
Supervivencia (%)	91,7	100	83,3	91,7

Como se muestra en la Figura 2 no parecen existir diferencias de crecimiento en los dos lotes. No obstante, la TRC es mayor en el lote C (2,11%) que en el lote R (1,64), y como la tasa de alimentación es menor en el lote C que en el R, el IC más favorable se obtiene en C.

Figura 2. Crecimiento en peso de los lotes R y C y ajuste de las observaciones a un modelo del tipo $\ln P = A + B \cdot t$, donde P es el peso corporal en g y t el tiempo en días. También se muestra la variación de la temperatura del agua.



Discusión

En el experimento 1 se observa que los ejemplares que ayunaron dos días tienen un crecimiento que no es significativamente distinto del obtenido en los grupos que ayunaron 1 día y ningún día, pero, sin embargo, la tasa de alimentación es significativamente menor que la observada en estos dos grupos y, por consiguiente, el índice de conversión del alimento es significativamente más satisfactorio (4,4 en el Grupo 1 frente a 6,7 y 6,4 en los Grupos 2 y 3 respectivamente). No obstante, los ejemplares sometidos a ayuno, uno o dos días a la semana, lo compensan con un aumento de la ingesta cuando se les suministra el alimento, particularmente el día siguiente (lunes), aunque el resto de días de la semana tienden también a tener una mayor ingesta. Los ejemplares no sometidos a ayuno alguno se podría considerar que fueron alimentados a saciedad, mientras que los otros dos grupos se encontrarían por debajo de la saciedad al no ser alimentados uno o dos días y, presumiblemente por ello, el IC sea en los primeros el más desfavorable. En peces se ha descrito que el óptimo del IC (o la eficacia de alimentación) se obtiene con valores ligeramente inferiores a la saciedad (Brett y cols, 1969; García García y cols, 1993), y es posible que en estas circunstancias y con esta especie se produzca un fenómeno similar.

Establecer un día de ayuno a la semana tampoco parece que influya sobre la supervivencia cuando los ejemplares se encuentran juntos en el mismo tanque. Durante el desarrollo del experimento no se observó un aumento de agresividad en los ejemplares que ayunaban el domingo (lote C). En ambos lotes el crecimiento ha sido

muy satisfactorio, similar o superior al descrito en ensayos en jaulas en condiciones equiparables al menos en lo que se refiere a composición del alimento (incluyendo crustáceos), pesos iniciales de los ejemplares (700 a 1000 g) y duración de los ensayos (2 a 4 meses) similares. Así, Rama Villar y cols. (1997) obtienen un crecimiento de 475 g/mes; Tuñón y cols. (2001) de 644 y 990 g/mes; Rodríguez y cols. (2003) 210 y 882 g/mes; Rey Méndez y cols. (2003) 603 g/mes; y en el presente trabajo el crecimiento ha sido de 912 y 1 133 g/mes.

Entre los factores que han influido en estos resultados de crecimiento, y también de IC, se puede encontrar un régimen de temperaturas más adecuado para el crecimiento de esta especie (16-20°C (Aguado y García García, 2003)); la estrategia de alimentación (un día cangrejo y otro boga (Cerezo y García García, 2003)) y la composición del mismo (3,7%-4,3% de boga el día que come este alimento, e, igualmente 3,9-5,2% de fracción comestible de cangrejo). En términos de composición promedio de macronutrientes del alimento consumido viene a representar unos valores en materia húmeda del 19% de proteínas y del 2-3% de lípidos (Cerezo y García García, 2003).

En definitiva el crecimiento no parece estar influenciado por los días de ayuno en las condiciones del presente experimento, además se mejora el IC. Tampoco se traduce en un aumento de la mortalidad, ni cuando los ejemplares están aislados, ni cuando son engordados en grupo; en este último caso al menos con un solo día de ayuno a la semana. Por otro lado, la estrategia de alimentación seguida en el ensayo de engorde es adecuada para mejorar los rendimientos de engorde.

Agradecimientos

Proyecto financiado por JACUMAR a través de los Planes Nacionales de Cultivos Marinos.

Bibliografía

1. Aguado, F. y B. García García. (2003). Growth and food intake models in *Octopus vulgaris* Cuvier (1797): influence of body weight, temperature, sex and diet. *Aquaculture Internacional*, 10:361-2002
2. Brett, J.R., J.E. Shelbourn y C.T. Shoop. (1969). Growth rate and body composition of fingerling sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka*, in relation to temperature and ration size. *J. Fish. Res. Board Can.*, 26:2363-2394
3. Cerezo, J. y B. García García. (2003). Crecimiento y aprovechamiento nutritivo de dietas compuestas de distinto porcentaje de cangrejo y boga en el pulpo de roca (*Octopus vulgaris*, Cuvier 1797). IX Congreso Nacional de Acuicultura. Cádiz, del 11 al 16 de mayo de 2003. 255-256
4. García García, B. y F. Aguado. (2002). Influence of diet on ongrowing and nutrient utilization in the common octopus (*Octopus vulgaris*). *Aquaculture*, 211:171-182
5. García García, B., J. Moreno y M.J. Rosique. (1993). Rate of feeding, growth and gross efficiency in juveniles of yellowtil (Seriola dumerilii). En: *Production, environment and quality. Bordeaux Aquaculture'92*. G. Barnabé y P. Kestemont. European Aquaculture Society. Special Publication N° 18, Ghent, Belgium, 255-260.
6. Iglesias, J., F.J. Sánchez, J.J. Otero y C. Moxica. (2000). Culture of octopus (*Octopus vulgaris*, Cuvier): Present knowledge, problems and perspectives. *Proc. Sem. CIHEM Network Opt. Mediter.* 47:313-332
7. Rama-Villar, A., V. Faya-Angueira, C. Moxica y M. Rey-Méndez. (1997). Engorde de pulpo (*Octopus vulgaris*) en batea. En: *Actas del VI Congreso Nacional de Acuicultura*. J. de Costa, E. Abellán, B. García García, A. Ortega, S. Zamora. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. 245-250

8. Rey Méndez, M. (1999). El cultivo del pulpo. Trow Informa, Primavera, 20-23
9. Rey-Méndez, M., E. Tuñón y M. Luaces-Canosa. (2003). Estudio de los efectos del peso inicial y el sexo sobre el comportamiento, la mortalidad y el crecimiento del pulpo (*Octopus vulgaris*, Cuvier 1797) en cultivo industrial. IX Congreso Nacional de Acuicultura. Cádiz, del 11 al 16 de mayo de 2003. 276-277
10. Rodríguez, C., J.E. Carrasco. y M. Rodríguez. (2003). Engorde de juveniles de pulpo (*Octopus vulgaris*, Cuvier 1797) en jaulas. IX Congreso Nacional de Acuicultura. Cádiz, del 11 al 16 de mayo de 2003. 268-269.
11. Rueda, F.M. (2002). Estudio del ayuno como desencadenante del crecimiento compensatorio en el *Pagrus pagrus* (L.). Tesis doctoral. Universidad de Murcia. 393 pp
12. Tuñón E., A. Parada, C. Caeiro y M. Rey-Méndez. (2001). Estudio comparativo basado en la dieta diferenciada para el engorde de pulpo *Octopus vulgaris*, Cuvier 1797; en una explotación industrial. En: IV Foro dos Recursos Mariños e da Acuicultura das Rías Galegas. M. Rey-Méndez, J. Fernández Casal y M. Izquierdo Rodríguez. 255-269