

# Métodos de transporte de paralarvas y adultos de pulpo *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797

L. Fuentes, J. Iglesias, F. J. Sánchez, J. J. Otero, C. Moxica y M. J. Lago

Instituto Español de Oceanografía. Cabo Estay, Canido. Apartado 1552. E-36280 Vigo (Pontevedra), España.  
Correo electrónico: lidia.fuentes@vi.ieo.es

Recibido en octubre de 2005. Aceptado en noviembre de 2005.

## RESUMEN

Con la finalidad de intercambiar ejemplares vivos de *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797 entre centros de investigación o instalaciones de empresas, se han desarrollado dos técnicas de transporte: la primera para el traslado de paralarvas, utilizando bolsas plásticas de 30 l con agua de mar (1/3 de su capacidad) y O<sub>2</sub> (2/3 restantes), y la segunda para adultos de aproximadamente 1 kg de peso, que se introducirían en tubos de PVC de 16 cm de diámetro, revestidos por malla de red y ubicados en un tanque de 200 l con aireación. Los ensayos fueron realizados durante 24 horas a diferentes temperaturas y densidades de estabulación. En el caso de las paralarvas, los mejores resultados (mortalidad inferior al 1 %) fueron obtenidos a una temperatura de aproximadamente 14 °C y con densidades de hasta 3 000 indiv l<sup>-1</sup>; para los adultos se obtuvieron mortalidades menores del 5 % en un rango de temperaturas de 13 a 19 °C y densidades de hasta 165 kg m<sup>-3</sup>.

**Palabras clave:** Temperatura, oxígeno, aireación, densidad, supervivencia.

## ABSTRACT

### *Transportation methods of octopus Octopus vulgaris Cuvier, 1797 paralarvae and adults*

*In order to exchange live samples of the octopus Octopus vulgaris Cuvier, 1797 among research laboratories or companies, two techniques of transportation were developed: the first one for paralarvae, in 30 l plastic bags filled with seawater (1/3) and O<sub>2</sub> (2/3), and the second for adults with a mean weight of about 1 kg, placed in 16 cm diameter PVC tubes covered with mesh in a 200 l tank. Trials were made at different temperatures and densities, during 24 hours. The best results for paralarvae (mortality < 1 %) were obtained with a temperature of about 14 °C at a density up to 3 000 indiv l<sup>-1</sup>, while mortalities lesser than 5 % were obtained for adults in a temperature range of 13 to 19 °C and density of up to 165 kg m<sup>-3</sup>.*

**Keywords:** Temperature, oxygen, aeration, density, survival.

## INTRODUCCIÓN

Desde 1995, en el Centro Oceanográfico de Vigo del Instituto Español de Oceanografía se ha venido desarrollando una investigación orientada a cerrar el ciclo de cultivo del pulpo común *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797 en condiciones experimentales (Iglesias, Sánchez y Otero, 1997; Iglesias

et al., 2000, 2004). Esta investigación se ha extendido a otros centros de investigación y empresas del sector, y esto, en ocasiones, ha hecho necesario disponer de un sistema adecuado para el intercambio de animales vivos entre estas entidades. Otra interesante utilidad del método sería trasladar ejemplares vivos marcados en programas de repoblación de organismos marinos.

El objetivo de este trabajo consistió en establecer una metodología de transporte para adultos y paralarvas de pulpo que, simultáneamente, fuese la más idónea, práctica y económicamente rentable.

En ambos casos, paralarvas y adultos, se tuvo en cuenta la influencia de dos variables consideradas de gran relevancia para las experiencias de transporte: la densidad de carga y la temperatura del agua. Se evaluaron los diferentes métodos a través de los resultados obtenidos en cada uno de ellos, reflejados en los niveles de oxígeno y en la mortalidad.

Existen algunos trabajos previos que aportan información interesante y útil a la hora de establecer un método de transporte de pulpo; por ejemplo, Aguado *et al.* (2001) abordaron el efecto de la temperatura sobre la supervivencia en el transporte, estabulación y engorde de *O. vulgaris*. Otras publicaciones se dirigen al análisis de la respiración y el consumo de oxígeno por parte de ejemplares adultos de *O. vulgaris*, en periodo de puesta (Parra, Villanueva y Yúfera, 2000) o no (Cerezo Valverde y García García, 2004), así como al efecto del nivel de oxígeno disuelto sobre el comportamiento respiratorio (Cerezo Valverde y García García, 2005). También se han desarrollado diversas experiencias de crecimiento a diferentes densidades de estabulación (Otero *et al.*, 2001). Si bien es habitual encontrar referencias generales sobre el transporte de peces vivos (Vollmann-Achipper, 1978; Berka, 1986), son escasas las publicaciones que se centran explícitamente en las técnicas de transporte

de cefalópodos; tal es el caso de Bower *et al.* (1999), quienes trabajaron con el calamar *Todarodes pacificus* Steenstrup, 1880, e Ikeda *et al.* (2004) que realizaron experiencias con *Sepioteuthis lessoniana* Ferussac, 1831; en cualquier caso, no se había abordado conjuntamente el transporte de paralarvas y adultos de *O. vulgaris*.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Transporte de paralarvas

Las paralarvas utilizadas, de hasta un día de vida, fueron recogidas con vasos de 1 l en el tanque donde se encontraba la hembra con su puesta y trasvasadas a un tanque cilíndrico de 100 l; el número de paralarvas se estimó a partir de muestras de 50 ml, extrapolando luego al volumen total del tanque.

Los ensayos de transporte de paralarvas fueron llevados a cabo en el interior de bolsas plásticas transparentes, de aproximadamente 30 l de capacidad (figura 1). Las paralarvas fueron introducidas en 10 l de agua de mar suplementada con oxígeno y el resto de la bolsa (2/3 de su volumen) se completó con oxígeno puro. Las bolsas fueron selladas herméticamente cerrando su extremo abierto por medio de cinchas plásticas.

Teniendo en cuenta la modalidad de transporte y la temperatura a la que se iba a realizar el mismo, se diseñaron dos bloques de experiencias replicadas.

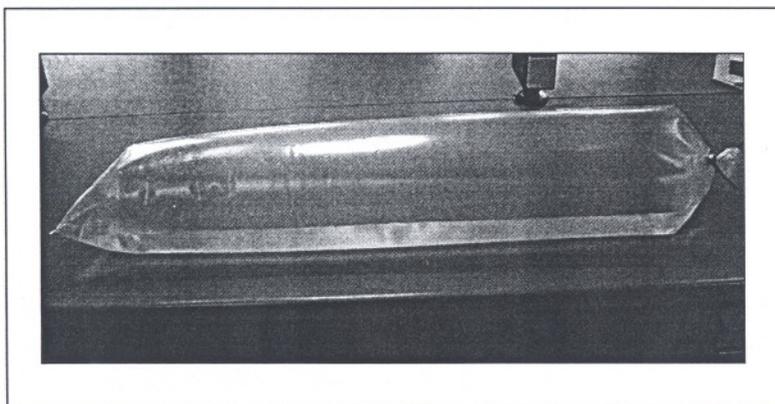


Figura 1. Bolsa de 30 l (1/3 agua salada y 2/3 oxígeno) utilizada para el transporte de paralarvas.

- Mantenimiento de las bolsas en posición horizontal en el interior de una cámara isoterma (13,2-15,6 °C). Se probaron en esta cámara densidades de 100 y 500 paralarvas l<sup>-1</sup> durante 6, 12 y 24 horas. Posteriormente, se aumentaron las densidades hasta 1 000, 2 000, 3 000, 4 000, 5 000 y 6 000 paralarvas l<sup>-1</sup> durante 24 h, y también 4 000 durante 12 h.
- Mantenimiento de las bolsas a temperatura ambiente (15,5-17,6 °C) en el interior de cajas de poliuretano expandido en las que, normalmente, se realiza el transporte real de otros organismos marinos. Bajo estas condiciones se trabajó con densidades de 2 000 paralarvas l<sup>-1</sup> durante 24 h, 3 000 durante 6, 12 y 24 h y 4 000 paralarvas l<sup>-1</sup> durante 12 y 24 h.

En todos los casos se controlaron los valores iniciales y finales de temperatura y oxígeno disuelto en el agua que contenía a las paralarvas, así como la mortalidad registrada en cada experiencia.

La mortalidad, una vez concluido el periodo del hipotético transporte, se estimó contando las paralarvas muertas depositadas en el fondo; cuando el número era manifiestamente elevado, los registros se realizaron por estimaciones volumétricas.

### Transporte de adultos

Con estos ensayos se pretendía reproducir el método de transporte utilizado habitualmente para organismos marinos vivos en viajes simulados de 24 horas. Las condiciones de los tanques son similares a las utilizadas por los camiones de transporte de peces o crustáceos equipados con sistema de temperatura controlada y aireación continua.

Los ejemplares fueron introducidos en tubos de PVC de 16 cm de diámetro, revestidos con malla de red (figura 2) y ubicados en un tanque de 200 l. Para el suministro de aireación se dispuso en el fondo del tanque una estructura rectangular formada por tubo poroso, conectada mediante una tubería plástica a una conducción que proporcionaba 100 l de aire comprimido por minuto (figura 3).

La concentración de oxígeno fue medida cada hora en el transcurso de un día completo, salvo ciertos intervalos de 2 horas en tramos horarios nocturnos. El sensor utilizado para las mediciones consistió en un electrodo conectado a un medidor de oxígeno disuelto (Oxyguard Handy Delta).

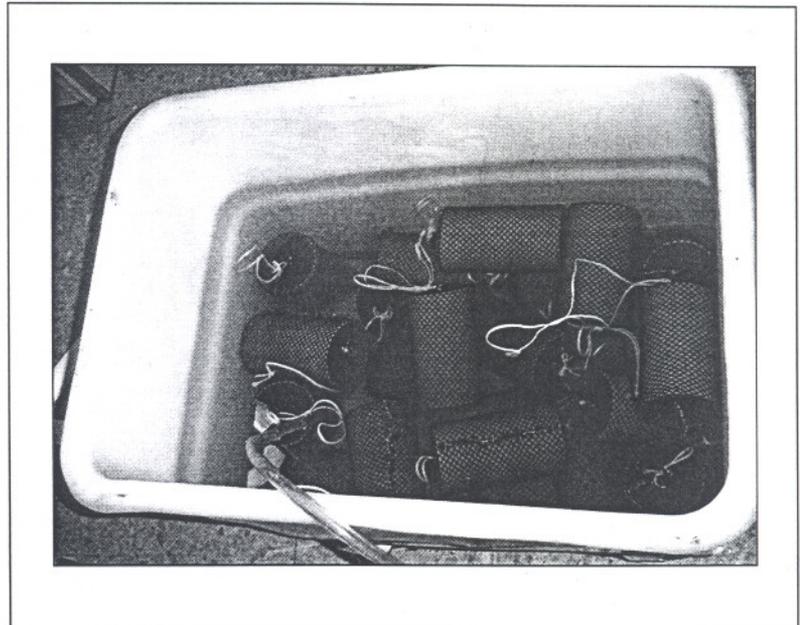


Figura 2. Pulpos adultos introducidos en tubos de PVC revestidos de malla.

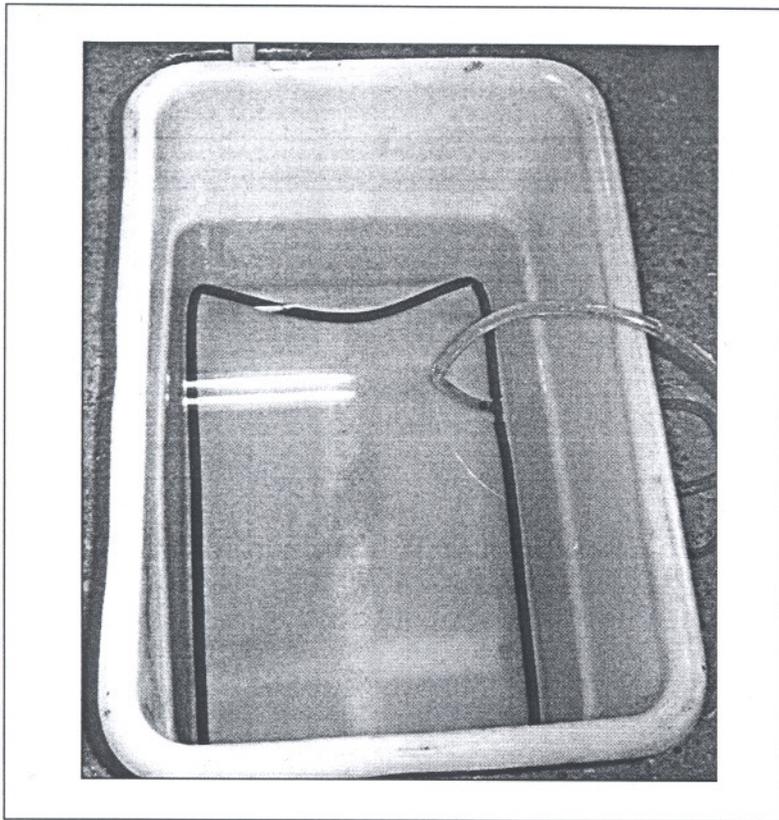


Figura 3. Sistema de aireación a través de tubo poroso para transporte de adultos.

La mortalidad fue estimada al cabo de una semana de finalizar cada uno de los ensayos de transporte, una vez transferidos los pulpos (a las 24 horas) a tanques en circuito abierto de agua salada a temperatura ambiente. La densidad a la que se mantuvieron los ejemplares en el periodo posterior al transporte fue de, aproximadamente,  $10 \text{ kg m}^{-3}$ , y el alimento suministrado fue una ración diaria de cangrejo *Carcinus maenas* L., 1758 equivalente al 7 % de su peso; los tanques disponían de refugios consistentes en tubos de PVC en número suficiente para todos los individuos.

Las condiciones de transporte simuladas oscilaron entre 50 y  $165 \text{ kg m}^{-3}$  de densidad de carga y temperaturas de 13,3 a 19,5 °C. Los pesos medios de los ejemplares utilizados oscilaron entre 0,85 y 1,10 kg.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Transporte de paralarvas

Los resultados de mortalidad obtenidos en los ensayos de transporte de paralarvas, así como los

valores iniciales y finales de oxígeno disuelto, se exponen en la tabla I.

Al no disponer de información previa sobre el transporte de paralarvas de pulpo, se optó, inicialmente, por utilizar densidades de 100 a 500 paralarvas  $\text{l}^{-1}$ . En estos primeros ensayos, realizados en la cámara isoterma, se observa que con estas densidades la mortalidad es prácticamente nula, no superando valores de 0,20 % en todas las pruebas realizadas a 6, 12 y 24 horas (tabla Ia).

En la siguiente fase se decidió continuar probando con densidades mayores (1 000, 2 000 y 3 000 paralarvas  $\text{l}^{-1}$ ) y con duraciones más elevadas (12 y 24 horas). Con estas densidades se obtuvo una ligera mortalidad, todavía insignificante (entre 0,02 y 0,35 %).

Con el fin de averiguar la densidad máxima de transporte, se continuó incrementando la densidad de paralarvas hasta 4 000 paralarvas  $\text{l}^{-1}$  durante 12 y 24 horas, y se detectó una mortalidad que alcanzaba ya valores considerables (3 % y 18,90 %), siendo todavía mayor con 5 000 y 6 000 paralarvas  $\text{l}^{-1}$  (59,60 y 58,20 % respectivamente) (tabla Ia).

Tabla I. Mortalidad de paralarvas de *O. vulgaris* en bolsas con atmósfera de oxígeno en distintas condiciones de densidad y temperatura. (a): en cámara isoterma a 13,2-15,6 °C; (b): en cajas de poliuretano expandido a temperatura ambiente de 15,5-17,6 °C. (n): número de réplicas; (T<sub>i</sub>): temperatura inicial en °C; (T<sub>f</sub>): temperatura final en °C; (O<sub>2</sub>i): oxígeno inicial en mg l<sup>-1</sup>; (O<sub>2</sub>f): oxígeno final en mg l<sup>-1</sup>.

(a)							
Densidad (paralarvas l <sup>-1</sup> )	Duración (h)	n	T <sub>i</sub>	T <sub>f</sub>	O <sub>2</sub> i	O <sub>2</sub> f	Mortalidad (%)
100	6	2	13,3	13,6	14,4	24,2	0,15 ± 0,07
100	12	2	13,3	13,6	12,8	25,1	0,20 ± 0,00
100	24	2	13,3	13,3	15,7	25,6	0,10 ± 0,00
500	6	2	13,4	13,6	9,8	20,3	0,02 ± 0,03
500	12	2	13,5	13,5	9,7	24,5	0,00 ± 0,00
500	24	2	13,4	13,2	9,5	28,1	0,09 ± 0,07
1 000	24	2	14,2	13,4	9,3	21,1	0,35 ± 0,04
2 000	24	2	14,0	13,3	7,6	19,6	0,10 ± 0,03
2 875	24	2	14,3	13,5	7,0	15,0	0,02 ± 0,01
4 000	12	1	15,4	14,2	11,6	14,2	3,00
4 000	24	2	15,6	14,2	12,8	14,0	18,90 ± 17,54
5 000	24	2	15,6	14,3	9,8	9,2	59,60 ± 33,37
6 000	24	2	15,6	14,6	10,2	9,0	58,20 ± 6,32
(b)							
Densidad (paralarvas l <sup>-1</sup> )	Duración (h)	n	T <sub>i</sub>	T <sub>f</sub>	O <sub>2</sub> i	O <sub>2</sub> f	Mortalidad (%)
2 000	24	2	15,5	17,5	12,1	18,7	0,04 ± 0,06
3 000	6	2	15,6	16,3	12,8	15,6	0,06 ± 0,04
3 000	12	2	15,5	16,7	10,4	16,7	0,11 ± 0,04
3 000	24	1	15,7	17,6	12,5	14,9	32,00
4 000	12	1	15,7	17,5	12,2	17,1	0,06
4 000	24	2	15,7	17,6	10,4	7,4	48,85 ± 19,30

En el caso de los ensayos con las bolsas plásticas transparentes en cajas de poliuretano expandido a temperatura ambiente (tabla Ib), las mortalidades relevantes (32 %) comenzaron a observarse en las bolsas con 3 000 paralarvas l<sup>-1</sup> durante 24 horas, mientras que a 12 horas la mortalidad fue relativamente baja (0,11 %). Los ensayos con 4 000 paralarvas l<sup>-1</sup> y 24 horas de transporte simulado, se registró una mortalidad elevada (48,85 %), no aceptable para un sistema de transporte adecuado.

Tanto en las experiencias realizadas en cámara isoterma como en las bolsas a temperatura ambiente, se observó que las mortalidades más elevadas se obtienen a densidades de 4 000 a 6 000 paralarvas y duraciones de transporte de 24 horas (tabla I).

La mortalidad se empieza a observar a densidades de 3 000 paralarvas l<sup>-1</sup> y 24 horas de duración: donde a temperaturas de alrededor de 14 °C (cámara isoterma) prácticamente no existe mor-

talidad (0,02 %), a temperatura ambiente (aproximadamente 17 °C) se incrementa sustancialmente (32 %).

En relación a la concentración de oxígeno, en la mayoría de los ensayos el valor final aumenta considerablemente debido a la introducción de oxígeno puro en el interior de las bolsas y a su consiguiente difusión al agua. Sin embargo, en las experiencias donde se observan mortalidades notables, la concentración final de oxígeno se ha mantenido en los valores iniciales o se ha reducido.

Consecuentemente, la interrelación entre densidad elevada, aumento de temperatura y reducción de oxígeno puede haber sido la causante de las mortalidades observadas.

No se han localizado referencias bibliográficas sobre experiencias previas de transporte de paralarvas de pulpo, por lo que los aportados en este trabajo deben constituir un punto de partida en esta nueva línea de investigación. Sin

embargo, es necesario señalar que todas las experiencias de transporte llevadas a cabo, han sido realizadas con paralarvas nacidas el mismo día o de un día de vida, por lo que sería interesante continuar investigando en un futuro sobre las condiciones de transporte de paralarvas de edades más avanzadas.

### Transporte de adultos

La figura 4 muestra la evolución del oxígeno en las distintas experiencias en el transcurso de las 24 horas. En ella se observa que, en todas las cargas y temperaturas evaluadas, la concentración de oxígeno se mantiene bastante estable durante todos los ensayos, lo que indica que la aireación es suficiente para asegurar unos niveles de oxígeno adecuados para la supervivencia.

El resumen de los resultados relativos a la supervivencia observada en todos los ensayos realizados se expone en la tabla II. En general, todas las experiencias han resultado satisfactorias, registrándose unas tasas de supervivencia superiores al 95 %; en todo caso, las escasas mortalidades detectadas fueron debidas a intentos de fuga por parte de los ejemplares y no a las condiciones existentes en el tanque de transpor-

te. El oxígeno disuelto se mantuvo durante las 24 horas dentro de unos niveles considerados seguros (superiores a 7 mg l<sup>-1</sup>).

Se observa que, incluso a alta densidad (160-165 kg m<sup>-3</sup>), los valores de oxígeno no bajaron de 7 mg l<sup>-1</sup> al cabo de 24 horas y las supervivencias fueron del 95 y 100 % respectivamente. La supervivencia alcanzada es superior a la obtenida por Aguado *et al.* (2001) y probablemente esto se deba al hecho de haber transportado los pulpos encerrados individualmente en tubos envueltos con malla, lo cual obstaculiza o impide la agresión entre los ejemplares y, por tanto, reduce la mortalidad. Aunque Bower *et al.* (1999) realizaron un transporte del calamar *T. pacificus* en bolsas individuales, su método encarece el procedimiento y limita el número máximo de ejemplares transportados en comparación con el método descrito en el presente trabajo; además, dichos autores observaron que la duración máxima que no provocaba mortalidad era de 10 horas. Por otro lado, Ikeda *et al.* (2004), trabajando con *S. lessoniana* obtuvieron supervivencias del 83,3 % en periodos de 22-23 horas al transportar 24 ejemplares; aunque no se aportan datos sobre las densidades utilizadas, sí encuentran mayor supervivencia en contenedores de mayores dimensiones.

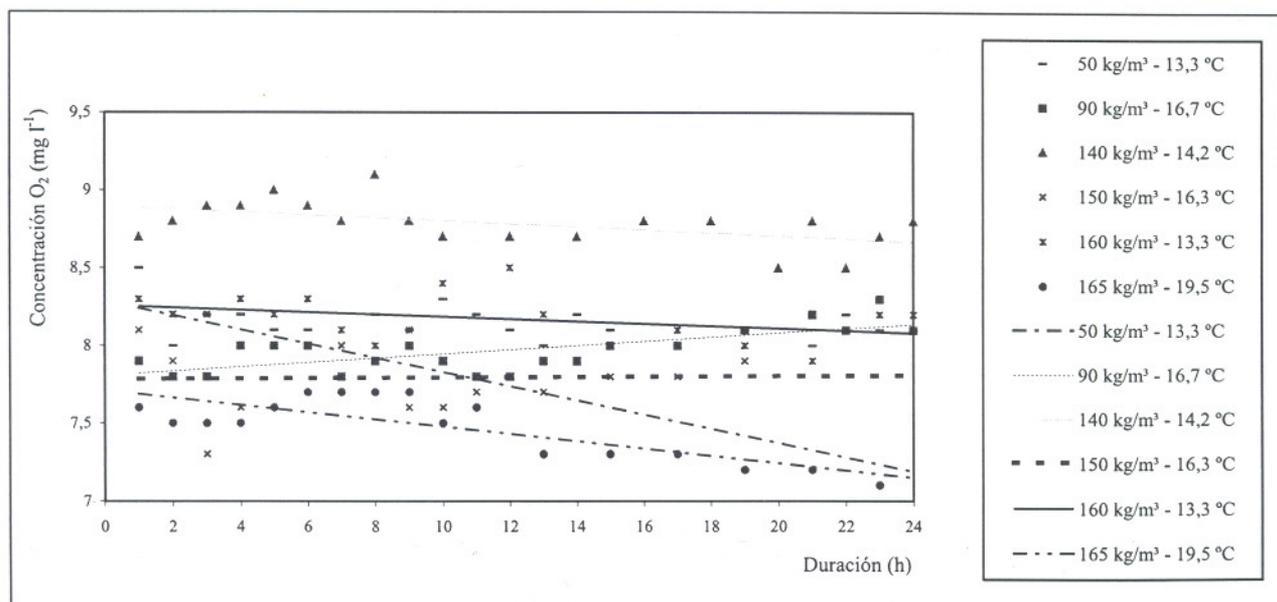


Figura 4. Variación de la concentración de oxígeno en el transcurso de 24 horas a diferentes cargas (kg/m<sup>3</sup>) y temperaturas iniciales (°C) en la simulación de transportes de adultos.

Tabla II. Valores de supervivencia obtenidos en cada uno de los ensayos de simulación de transporte de ejemplares adultos.

Ensayo n.º	Peso medio (kg)	Carga (kg m <sup>-3</sup> )	Temperatura (°C)	Supervivencia (%)
1	0,85	50	13,3	100
2	0,89	90	16,7	100
3	1,00	160	13,5	95
4	1,10	165	19,5	100
5	1,08	150	16,3	96
6	1,10	140	14,2	100

## CONCLUSIONES

### Paralarvas

A la vista de los resultados obtenidos en los dos bloques de ensayos de transporte de paralarvas realizados en este trabajo, se concluye que la utilización de bolsas plásticas transparentes, con 1/3 de su volumen de agua de mar saturada en oxígeno y con los 2/3 restantes completados con oxígeno puro, manteniendo la temperatura alrededor de los 14 °C y densidades larvarias no superiores a las 3 000 paralarvas l<sup>-1</sup>, resulta ser un método útil para transportes de hasta 24 horas de duración, puesto que, con él, se obtienen supervivencias próximas al 100 %.

### Adultos

Los datos obtenidos en los ensayos de transporte de adultos evidencian que introduciendo ejemplares de aproximadamente 1 kg de peso en tubos de PVC envueltos en bolsas de malla y sumergidos en recipientes con aireación, es posible llevar a cabo transportes de hasta 24 horas de duración con densidades de estabulación muy elevadas (hasta 165 kg m<sup>-3</sup>).

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido desarrollado con fondos de los proyectos Cultivo del pulpo del Plan Nacional de la Junta Asesora de Cultivos Marinos (Jacumar) y Optimización del proceso de engorde del pulpo en jaulas y cultivo de paralarvas con zooplancton, de Proyectos de Estímulo a la Transferencia de Resultados de Investigación (PETRI) del Plan Nacional de I+D+i.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguado, F., F. M. Rueda, M. A. Egea, M. D. Hernández, F. Faraco y B. García. 2001. Efecto de la temperatura sobre la supervivencia en el transporte, estabulación y engorde de *Octopus vulgaris* Cuvier (1797) en el Mediterráneo occidental. En: *Convergencia entre Investigación y Empresa: Un reto para el siglo XXI*. H. Fernández-Palacios y M. Izquierdo (eds.). *Monografías del Instituto Canario de Ciencias Marinas* 4: 174-179.
- Berka, R. 1986. The transport of live fish. A review. *EIFAC Tech. Pap.* 48: 52 pp. FAO. Roma.
- Bower, J. R., Y. Sakurai, J. Yamamoto y H. Ishii. 1999. Transport of the ommastrephid *Todarodes pacificus* under cold-water anesthesia. *Aquaculture* 170 (2): 127-130.
- Cerezo Valverde, J. y B. García García. 2004. Influence of body weight and temperature on post-prandial oxygen consumption of common octopus (*Octopus vulgaris*). *Aquaculture* 233: 599-613.
- Cerezo Valverde, J. y B. García García. 2005. Suitable dissolved oxygen levels for common octopus (*Octopus vulgaris* Cuvier, 1797) at different weights and temperatures: analysis of respiratory behaviour. *Aquaculture* 244: 303-314.
- Iglesias, J., J. J. Otero, C. Moxica, L. Fuentes y F. J. Sánchez. 2004. The completed life cycle of the octopus (*Octopus vulgaris*, Cuvier) under culture conditions: paralarval rearing using Artemia and zoeae, and first data on juvenile growth up to 8 months of age. *Aquaculture International* 12: 481-487.
- Iglesias, J., F. J. Sánchez y J. J. Otero. 1997. Primeras experiencias sobre el cultivo integral del pulpo (*Octopus vulgaris* Cuvier) en el I.E.O. En: *Actas del VI Congreso Nacional de Acuicultura* (9-11 julio, 1997. Cartagena, Murcia, España). J. Costa, E. Abellán, B. García, A. Ortega y S. Zamora (eds.): 221-226. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España.
- Iglesias, J., F. J. Sánchez, J. J. Otero y C. Moxica. 2000. Culture of octopus (*Octopus vulgaris*): present knowledge, problems and perspectives. *Cahiers Options Méditerranéennes* 47: 313-322.
- Ikeda, Y., Y. Ueta, I. Sakurazawa y G. Matsumoto. 2004. Transport of the oval squid *Sepioteuthis lessoniana*

- Ferussac, 1831 in Lesson 1830-1831 (Cephalopoda: Loliginidae) for up to 24 and subsequent transfer to an aquarium. *Fisheries Science* 70 (1): 21-27.
- Otero, J. J., C. Moxica, F. J. Sánchez y J. Iglesias. 2001. Engorde de pulpo (*Octopus vulgaris* Cuvier) a diferentes densidades de estabulación. En: *Convergencia entre Investigación y Empresa: Un reto para el siglo XXI* H.
- Fernández-Palacios y M. Izquierdo (eds.). *Monografías del Instituto Canario de Ciencias Marinas* 4: 180-183.
- Parra, G., R. Villanueva y M. Yúfera. 2000. Respiration rates in late eggs and early hatchlings of the common octopus, *Octopus vulgaris*. *J. Mar. Biol. Ass. (UK)* 80: 557-558.
- Vollmann-Achipper, F. 1978. *Transporte de peces vivos*. Acribia. Zaragoza, España: 96 pp.