

MESA TÉCNICA: WORKSHOP SOBRE PULPO

Hacia el cultivo integral del pulpo de roca (*Octopus vulgaris*)

¹Eduardo Almansa Berro, ²Jesús Cerezo Valverde

¹ Instituto Español de Oceanografía (IEO). Centro Oceanográfico de Canarias. Avd. Espaldón nº1, Dársena pesquera. 38120 S/C de Tenerife.

²Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA).Consejería de Agricultura y Agua de la Región de Murcia. Puerto de San Pedro del Pinatar. 30740 San Pedro del Pinatar. Murcia.

Avances en el cultivo de paralarvas.

El pulpo de roca es una de las especies con mayor interés para acuicultura marina dado su rápido crecimiento, así como su buena adaptación a la cautividad, entre otras características favorables. Sin embargo, la alta mortalidad de las paralarvas representa el principal escollo para el desarrollo de su cultivo a gran escala. Al contrario que los adultos bentónicos, la paralarva recién eclosionada es pelágica. Esta fase del ciclo suele durar unos dos meses, al final de los cuales comienza a adquirir hábitos de vida bentónicos, desarrollando la morfología y el comportamiento típicos de un adulto. Así, las paralarvas que comienza a asentarse suele tener unas 17-20 ventosas (partiendo de 3 ventosas iniciales) y 9 mg de peso (con un índice de crecimiento superior al 8% al día).

Bajo condiciones de cultivo es muy difícil conseguir estos valores y la mortalidad es del 100% en la mayoría de los estudios realizados. Las deficiencias nutricionales se han señalado como la principal causa de estos resultados, aunque hay otros factores que no deben ignorarse para poder optimizar el cultivo de esta especie. Uno de los primeros aspectos a considerar es la calidad de puesta, que se ha demostrado muy variable. Así, el mayor tamaño de las paralarvas recién eclosionadas parece favorecer la viabilidad del cultivo, pero este parámetro muestra una importante variabilidad que parece causada por factores como la zona geográfica, el tamaño y la alimentación de la hembra o la temperatura de incubación, entre otros. Otro de los aspectos importantes son las condiciones de cultivos, las cuales han sido objeto de distintas revisiones previas. De manera resumida, podemos señalar que los mejores resultados se han obtenido con grandes volúmenes (1000 L), tanques de color oscuro, baja densidad de paralarvas, agua verde e iluminación moderada (entre 800-1000 lux). En caso de obtener asentamiento hay que colocar pequeños refugios en el fondo del tanque.

En relación a la alimentación y nutrición, los mejores resultados se han conseguido con zoeas de decápodos que también parecen ser su principal presa en la naturaleza. Sin embargo, el uso de estas zoeas no es viable desde un punto de vista económico y las investigaciones actuales están centradas en el enriquecimiento de artemia, obteniéndose los mejores resultados con el uso de fitoplancton (*Isochrysis* y *Nannochloropsis*, principalmente) o fosfolípidos marinos ricos en ácidos grasos altamente insaturados como el DHA y el EPA. No obstante, estos resultados son aún inferiores a los obtenidos con zoeas de decápodos. En relación al uso de *Artemia* es importante señalar la preferencia por individuos de mayor tamaño (ej. juveniles vs nauplius). Además, los estudios con mejores resultados sugieren que es conveniente una alta densidad de presas, así como asegurar el adecuado enriquecimiento de estas mediante análisis bioquímicos. Respecto al uso de dietas inertes, quedan muchos aspectos por resolver relacionados con la

composición y el tipo de encapsulado. En esta línea, el uso de liofilizado parece más adecuado que el de harinas con tratamiento térmico. Por último, mencionar que, una vez asentadas, las paralarvas suelen alimentarse con músculo y gónadas de crustáceos y moluscos congelados.

En relación a los requerimientos nutricionales, se ha prestado mucha atención a los lípidos ya que suelen ser el factor limitante en el uso de la artemia. Estudios recientes dentro del proyecto OCTOPHYS (MICIIN-AGL-2010-22120-C03) han mostrado que el pulpo tiene poca o nula capacidad de síntesis de ácidos grasos poliinsaturados como el DHA, EPA o ARA, los cuales presentan un alto contenido en los diferentes tejidos de estos animales, sugiriendo un importante requerimiento de estos ácidos grasos en la dieta. Estos datos se ven reforzados por el hecho de que el perfil de ácidos grasos de las zoeas de decápodos muestra mayor similitud con las paralarvas que el de la *Artemia* (aunque esta haya sido enriquecida). En relación a las proteínas, los estudios realizados, muestran que el perfil de aminoácidos de la *Artemia* es similar al de las zoeas y paralarvas, lo que sugiere que sus principales requerimientos en este aspecto podrían estar cubiertos. No obstante, el suplemento de aminoácidos disueltos en el agua del tanque ha mostrado una mejora en la supervivencia, lo que sugiere que son necesarios más estudios en este aspecto. Otro nutriente importante sería el cobre, que es esencial para la respiración de estos animales al formar parte de sus pigmentos respiratorios y cuyos contenidos en la artemia son mucho menores que en las zoeas de decápodos. Para terminar, hay que resaltar la necesidad de estudiar los requerimientos de vitaminas que apenas se han abordado (exceptuando la vitamina A y E).

Otro de los problemas en el cultivo de paralarvas es la falta de marcadores que nos den una información precisa y cuantificable sobre el estado de a paralarva y nos permita mejorar la valoración de los distintos tratamientos. Entre estos marcadores, se están examinando algunos como enzimas digestivas (tripsina, quimiotripsina, etc.), el sistema de defensa antioxidante, las proteínas de estrés térmico o el índice RNA/DNA. También se están realizando análisis masivos de datos (proteómica) con el fin detectar nuevos tipos de estos marcadores. Otra línea de investigación que aportaría información muy valiosa a este respecto es la secuenciación del genoma de cefalópodos, el cual se está llevando a cabo a través de dos consorcios internacionales.

Finalmente, el repaso de la bibliografía pone de manifiesto la poca información que hay en algunos aspectos de este cultivo, como los estudios sobre patología y respuesta inmune,. Así mismo, es necesario estudiar las principales causas y efectos del estrés en las paralarvas, analizando cómo afecta al crecimiento y la supervivencia y como varía con la edad. Es por tanto necesario seleccionar biomarcadores que nos permitan cuantificar este estrés. Todos estos aspectos están, a su vez, íntimamente relacionados con la valoración del bienestar animal en las paralarvas, aspecto que ha sido recientemente regulado por la Unión Europea en su directiva 2010/63/EU, la cual incluye a la investigación experimental con los cefalópodos.

En conclusión, el éxito del cultivo de las paralarvas de pulpo pasa por cubrir los elevados requerimientos que tienen debido a su elevado índice de crecimiento y su estilo de vida planctónico; teniendo en cuenta, no solo el tipo de nutriente, sino también la capacidad de la paralarva para digerirlos, absorberlos y metabolizarlos. Por otro lado, son necesarios más estudios en relación a las condiciones ambientales óptimas, sus posibles cambios a lo largo del desarrollo de la paralarva y a las diferencias en la calidad de puesta de los reproductores.

Situación actual en el desarrollo de piensos para el engorde del pulpo de roca.

Formatos de pienso que generan crecimientos significativos

Durante los últimos cinco años se han desarrollado distintos formatos de pienso con los que se han obtenido crecimientos significativos en el pulpo de roca. Los piensos para cefalópodos deben ser estables en agua y con una textura firme y homogénea (no granular), además de presentar cierta flexibilidad para evitar su disgregación al ser manipulados. Igualmente, se debe evitar la presencia de sustancias químicas que pudieran provocar rechazo. Según su contenido en agua, los piensos pueden clasificarse en húmedos, semihúmedos o secos. Los primeros presentan una humedad similar a las dietas naturales (64-83 %), obteniéndose tasas de crecimiento específicas (TCE) que oscilan entre 0,22 y 1,50 %P/día. Todos éstos tienen en común la utilización de una pasta de pescado, crustáceos o moluscos mezclada con distintos tipos de aglomerantes (alginatos o gelatinas), resultando finalmente en un pienso de textura apropiada para su manipulación e ingestión. Los piensos semihúmedos (41-54 % de humedad) presentan partes aproximadamente iguales de agua e ingredientes secos, incluyendo harinas, liofilizados o concentrados de proteína. Las TCE obtenidas han oscilado entre 0,39 y 1,03 % P/día. Los piensos secos (< 20 % humedad) obtenidos mediante extrusión, tal y como se elaboran para peces, presentan una baja aceptabilidad y ofrecen crecimientos moderados (0,57-0,67 %P/día). En todo caso, es destacable el elevado aprovechamiento nutritivo que el pulpo hace de los piensos semihúmedos y secos formulados, con índices de eficacia alimentaria entre el 80 y 116 % del alimento consumido. Estos resultados sugieren que los esfuerzos deberían encaminarse hacia la mejora de la ingesta, mediante la optimización de texturas o inclusión de atrayentes, más que a la búsqueda de una composición nutritiva óptima.

Aceptabilidad de ingredientes e influencia del tratamiento térmico

La aceptabilidad de los piensos se ha visto modificada por el tratamiento térmico al que son sometidos los ingredientes. Los piensos que incorporan en su formulación liofilizados y yema de huevo en polvo presentan mejores tasas de ingesta, crecimiento y aprovechamiento nutritivo respecto de aquellos que incorporan harinas animales (pescado, cangrejo o krill) o vegetales. Estos resultados son independientes de la composición nutritiva de los piensos. No obstante, si la harina de pescado es elaborada a menos de 60°C los resultados son comparables a los obtenidos con liofilizados, con coeficientes de digestibilidad de la dieta del 95 % (datos no publicados). Los resultados sugieren que la peor aceptabilidad de los piensos formulados con harinas parece estar relacionada con la elevada temperatura que se emplea en su proceso de elaboración. En el caso de los piensos secos extrusionados, que emplean harinas y elevadas temperaturas, los efectos negativos se atenúan por la inclusión de yema de huevo en polvo como atrayente.

Evidencias sobre la utilización de lípidos polares y neutros

Aunque los cefalópodos presentan en su composición bioquímica un bajo contenido en lípidos totales, presentan un elevado contenido en lípidos polares respecto de otros organismos acuáticos. A partir de dietas naturales y otras artificiales, en las que se ha podido modificar el contenido de grasa, se ha comprobado la capacidad limitada del pulpo para digerir estos nutrientes, disminuyendo drásticamente cuando el contenido en la dieta sobrepasa el 15 % de lípidos en sustancia seca. Es destacable que la digestibilidad de todos los lípidos polares está comprendida entre un 80 y 100 % para dietas que presentan hasta un 5 % de lípidos polares totales. En el caso de los lípidos neutros, la digestibilidad se mantiene elevada (>80 %) hasta el 11 % de lípidos neutros. Los

resultados obtenidos sugieren el interés de elaborar dietas con una mayor relación lípidos polares/lípidos neutros y la búsqueda de materias primas con elevado contenido en lípidos polares.

Capacidad de utilización de los carbohidratos incluidos en los piensos

A partir de ensayos de ayuno se ha comprobado que los carbohidratos y lípidos pueden contribuir con un 10 y 26 % al gasto energético en situación de rutina, respectivamente, y el 64 % restante procedería de las proteínas. En este sentido, es interesante retomar los estudios sobre la relación proteína/energía en piensos para cefalópodos. Los resultados sobre la incorporación de glucosa o almidón al 5 % en estos piensos han demostrado que el contenido de glucógeno en glándula digestiva y músculo se duplica al suministrar la dieta con glucosa. Igualmente, con esta dieta se consigue aumentar la retención de proteína hasta un 25 % respecto de una dieta sin carbohidratos añadidos. Es destacable la elevada digestibilidad de los carbohidratos en forma de glucosa (>90 %) y la baja digestibilidad en forma de almidón (1 %), la cual podría deberse a la elaboración de los piensos a baja temperatura (<45°C).

Resumen de la sesión de cultivo de pulpo.