

## Abstract

This study presents the most relevant zootechnical advances in the protocolisation of the intensive culture of the marine polychaete *Hediste diversicolor*, obtained by our team in the last decade.

## Resumen

En este trabajo se presentan los avances zootécnicos más relevantes para la protocolización del cultivo intensivo del poliqueto marino *Hediste diversicolor*, obtenidos por nuestro equipo en la última década.

## Justificación

El poliqueto *Hediste diversicolor*, es una especie adecuada para la acuicultura industrial debido a su adaptabilidad a amplias condiciones ambientales, su flexibilidad alimentaria y su elevada tasa de crecimiento (Pombo et al. 2018). Esta especie se ha utilizado tradicionalmente como cebo, y en los últimos años se le han dado otros usos como suplemento alimenticio para algunos peces y crustáceos de granjas de acuicultura, promoviendo la maduración de las gónadas y el desove (Pombo et al 2018). Además, esta especie ha suscitado un gran interés como ingrediente alternativo de piensos para la industria de la alimentación acuícola debido a su alto contenido en ácidos grasos insaturados. *H. diversicolor* es también una especie candidata para los sistemas terrestres de acuicultura multitrófica integrada (IMTA), con un alto potencial para la biomitigación de efluentes de piscifactorías superintensivas (Marques et al 2018).

Pombo y colaboradores (2018) han revisado diferentes aspectos del cultivo de *H. diversicolor*. Estos autores sugieren que, a pesar de los avances de las últimas décadas en el conocimiento de la biología y el cultivo de esta especie su producción intensiva no está conseguida y es necesario promover el crecimiento, aumentar la biomasa y retrasar la maduración. En este contexto, en la Polychaete Aquaculture Unit (PAU) del COST-IEO/CSIC, venimos desarrollando técnicas de acuicultura viables para la especie *H. diversicolor*. Durante los últimos 10 años se han estudiado aspectos relacionados con la densidad, la altura del sustrato, la alimentación, la influencia de parámetros ambientales como la temperatura, así como aspectos referidos al manejo que permitirán optimizar la acuicultura de esta especie y de los poliquetos marinos en general.

En este trabajo se describen los avances zootécnicos desarrollados en el cultivo de esta especie para ponerlos a disposición de la comunidad científica, así como dar a conocer los resultados del grupo de investigación con el objetivo de crear sinergias con otros grupos que puedan ver en esta línea una oportunidad para mejorar cualquier aspecto de la industria acuícola u otras industrias agroalimentarias.

## Gestión del stock

### Reproducción y obtención de juveniles

Para la obtención de juveniles, se estabulan entre 250 y 300 ejemplares adultos preferiblemente de >500 mgr., en tanques de 1 m<sup>2</sup> con 20 cm de arena de sílice tamizada a 1 mm, con una tasa de renovación de 5 l/min de agua de mar y son alimentados al 4% con un alimento seco o su equivalente con un alimento húmedo. Al cabo de un mes conseguimos ejemplares juveniles de a partir de 5 segmentos que se sitúan en la capa superficial del sustrato (2 cm superiores), y pueden transferirse a un tanque de engorde. A partir de este tamaño se cuantifican bien mediante la lupa y se pueden trasvasar a un tanque de engorde sin excesivo riesgo de mortalidad. Con los datos acumulados se estima que pueden obtenerse un promedio de 20.000 ± 16.000 juveniles por tanque y mes, durante al menos 8 meses. Probablemente debido al modo de reproducción de la especie (Scaps, 2002) los ejemplares de menor tamaño se encuentran asociados a las galerías de los progenitores y son difíciles de encontrar libres en la capa superficial del tanque.

Para objetivos específicos se exploró la reproducción artificial, y a pesar de haber obtenido alguna puesta fecundada, la complejidad, falta de reproducibilidad de la técnica y el bajo porcentaje de éxito hacen de este tipo de reproducción inadecuado para la producción rutinaria en condiciones de cultivo.

### Preengorde y engorde

Los juveniles detectados en los tanques de reproductores se pueden transferir a tanques de engorde por sifonado en húmedo junto con la arena circundante. Basta con sifonar los 2 cm superiores de arena del tanque de reproductores y transferirlos a un tanque con 2 cm de arena. El espesor de sedimento se vaincrementando a medida que los ejemplares aumentan de tamaño. Los ejemplares obtenidos pueden engordarse inicialmente a una densidad muy superior a 4.000 individuos/m<sup>2</sup>, pero conforme progresa el engorde conviene reducir la densidad hasta los 2.000-4.000 ind/m<sup>2</sup>, al menos en la última etapa antes de cosechar (datos en estudio). También se ha comprobado que el rendimiento se incrementa al engordar las progenies en condiciones separadas del tanque de reproductores respecto a engordarlos en el mismo tanque. En un estudio reciente del grupo (Rasines et al. 2023) se estudia la relación de la altura del sustrato y la densidad en el engorde, concluyéndose que la densidad de 4.000 frente a la de 1.000 individuos/m<sup>2</sup> aumenta la producción en biomasa a pesar de una pérdida de peso medio

de los ejemplares, especialmente acusado en la etapa final del engorde. Dependiendo de si el objetivo es obtener biomasa u obtener ejemplares de gran tamaño (cebo) se puede variar la densidad en la fase final del engorde. Además, aunque no se encontraron diferencias significativas entre cultivar con 6 y 12 cm de columna de arena, la tendencia apunta a que es más conveniente la mayor altura, ya que parece que a media que los ejemplares crecen una altura menor podría afectar a la supervivencia y por tanto a la biomasa producida.

Otro aspecto ensayado con implicaciones zootécnicas en el cultivo de la especie ha sido la frecuencia de alimentación. Durante las primeras etapas del cultivo el rendimiento es mejor cuanto menor es la frecuencia, sobre todo en estadios juveniles de la especie, aunque el suministro de la ración semanal puede ser dividida en 3 tomas a lo largo de la semana sin una pérdida notable de rendimiento a medida que los ejemplares crecen (Rasines et al. 2023).

Los tiempos considerados adecuados para cosechar antes de empezar a reflejar mortalidad por reproducción oscila entre los 3 y los 4 meses a partir de la siembra de juveniles en los tanques de engorde con temperaturas entre 13 y 20 grados, y los resultados medios de producción basados en distintos cultivos realizados en el centro indican que pueden producirse  $486 \pm 236$  gr/m<sup>2</sup>/mes. El resultado de las cosechas presenta mucha variabilidad de tallas, y a partir del tercer mes, especialmente con densidades bajas de cultivo y temperatura alta, pueden encontrarse animales de más de 500 mgr. con los que iniciar un nuevo ciclo reproductivo. Si el propósito es obtener biomasa, conviene no extender el cultivo más allá de un peso medio en torno a 300-350 mg, asegurándonos en tal caso que la mayoría de ejemplares no entran en fase reproductiva.

### Conclusiones

Las características biológicas de la especie han permitido desarrollar el ciclo biológico en cautividad en nuestras instalaciones sin grandes complicaciones (tolerancia a variaciones ambientales, facilidad para reproducirse en cautividad, adaptación a fuentes de alimentación comercial, etc.). El mayor reto ha sido la puesta a punto de aspectos técnicos para el manejo de las distintas etapas del ciclo de cultivo. El IEO-CSIC cuenta actualmente con una instalación adecuada para la investigación con *Hediste diversicolor* a distintas escalas y con un elevado nivel de control sobre los parámetros de cultivo (Temperatura, salinidad, fotoperiodo, etc.).

### Líneas futuras

Actualmente el grupo de investigación del centro está centrado en la valorización de subproductos de industrias agroalimentarias mediante la producción de biomasa de poliqueto con el objetivo de producir harinas de poliqueto que puedan integrarse en alimentación animal. Además, el grupo tiene el objetivo de integrar esta especie en distintos modelos de sistema de recirculación que pueda aplicarse a distintas configuraciones IMTA de acuicultura.

### Bibliografía

Pombo, A.; Baptista, T.; Granada, L.; Ferreira, S.M.F.; Gonçalves, S.C.; Anjos, C.; Sá, E.; Chainho, P.; Cancela da Fonseca, L.; Fidalgo e Costa, P.; et al. Insight into aquaculture's potential of marine annelid worms and ecological concerns: A review. *Rev. Aquac.* 2018, 12, 107–121. <https://doi.org/10.1111/raq.12307>.

Marques, B.; Lillebø, A.I.; Ricardo, F.; Nunes, C.; Coimbra, M.A.; Calado, R. Adding value to ragworms (*Hediste diversicolor*) through the bioremediation of a super-intensive marine fish farm. *Aquac. Environ. Interact.* 2018, 10, 79–88. <https://doi.org/10.3354/aei00255>

Scaps, P. A review of the biology, ecology and potential use of common ragworm *Hediste diversicolor* (O.F. Müller) (Annelida: Polychaeta). *Hydrobiologia* 470, 203-218.

Rasines, I; Martín, I. E.; Aguado Giménez, F. Effects of Rearing Density, Substrate Height, and Feeding Frequency on Growth and Biomass production of *Hediste diversicolor*. ***Aquaculture Journal*. 2023, 3, pp. 121 - 132. DOI: 10.3390/aquacj3020011**

### Agradecimientos

Estos trabajos han sido financiados por el FEMP (proyecto AMTI, 2021-2023), y por el Plan Complementario de Ciencias Marinas ThinkInAzul, financiado por el Gobierno de España con fondos NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) y el Gobierno de Cantabria.