

INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Puesta en marcha y validación de prototipo de jaula de cultivo offshore para integración en una plataforma multiusos: Ensayo biológico con especie modelo Dorada (*Sparus aurata*).

Pablo Marro, Javier Roo, Rafael Ginés, Christian Monzón
GIA ECOAQUA ULPGC

ABSTRACT

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), establecidos por las Naciones Unidas en 2015, tienen como objetivo abordar los desafíos globales para 2030, incluyendo la erradicación del hambre, la conservación de la vida marina y el crecimiento económico. La acuicultura, el sector alimentario de más rápido crecimiento a nivel mundial, presenta un inmenso potencial para la expansión mar adentro, requiriendo un desarrollo responsable y sostenible que garantice contribuciones duraderas a los ODS. Los avances tecnológicos han permitido la acuicultura offshore en condiciones más adversas, ofreciendo nuevas oportunidades para la producción de alimentos y el desarrollo económico, especialmente en comunidades costeras y rurales. Este tipo de acuicultura enfrenta desafíos en la adaptación de diseños de infraestructura, operaciones logísticas, mantenimiento y capacitación de personal para operaciones remotas. La integración con la producción de energías renovables marinas, como parques eólicos offshore, supone un enfoque prometedor para reducir la huella de carbono y mejorar la sostenibilidad de la acuicultura. Aquí se presenta el diseño de la jaula piloto del proyecto Aquawind, creado con el objetivo de establecer una instalación que combine la producción de energía renovable marina con la acuicultura en la región del Atlántico. Este estudio se centra en el desarrollo e implementación de un prototipo de jaula de acuicultura offshore adaptada para su integración con el prototipo de energía eólica Wind to Power (W2P).

RESUMEN

El presente estudio pretende poner en marcha un prototipo de jaula de cultivo offshore para integración en una plataforma multiusos. La puesta en marcha requiere el diseño y construcción de la jaula, así como la instalación de todos los sistemas de monitorización, alimentación y sensórica necesarios para la operación en remoto. El objetivo principal del trabajo es demostrar la viabilidad de la jaula piloto operada en remoto, con un mínimo mantenimiento una vez por semana, garantizando el correcto desarrollo y bienestar de la especie cultivada. Para ello se realiza seguimiento de la biometría y crecimiento del animal, histología de músculo, intestino e hígado, así como análisis sanguíneo de factores relacionados con el estrés. Debido a que el estudio todavía está en marcha, los resultados y discusión se mostrarán en el póster final.

INTRODUCCIÓN

La acuicultura actualmente es el sector alimentario de más rápido crecimiento en el mundo (FAO, 2016), y el mar abierto se considera una de las áreas más probables para una expansión a gran escala (Abhinav et al., 2020; Gentry et al., 2017; Morro et al., 2022). Sin embargo, es crucial que la acuicultura se desarrolle de manera responsable y sostenible, teniendo en cuenta los principios de conservación de los ecosistemas marinos y la equidad social para garantizar que contribuya positivamente al logro de los ODS a largo plazo (FAO, 2023). Con este objetivo, los avances en tecnología y métodos de cultivo han hecho posible establecer granjas cada vez más alejadas de la costa y en condiciones más duras, abriendo nuevas áreas y localizaciones para la acuicultura offshore (Dong et al., 2023; Shainee et al., 2012). La acuicultura off-shore por tanto es prometedora para aumentar la oferta de productos del mar y como fuente de nuevo desarrollo económico y empleos para los jóvenes. No obstante, el reto de alejarse de la costa necesita adaptaciones en

los diseños de las estructuras de cultivo, la logística y mantenimiento de la granja y formación de personal para control de estas instalaciones.

Un área de interés particular de la acuicultura offshore es la que promueve combinar su ubicación con las instalaciones de producción de energías renovables marinas como son la eólica marina y reducir la huella de carbono (Buck & Krause, 2013). Esto se alinea con la Directiva 2014/89/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de julio de 2014, por la que se establece un marco para la ordenación del espacio marítimo y se transpuso al ordenamiento jurídico español mediante el Real Decreto 363/2017, de 8 de abril, por el que se establece un marco para la ordenación del espacio marítimo. Esta directiva ha culminado con la aprobación a través del Real Decreto 150/2023, de 28 de febrero, de los planes de ordenación del espacio marítimo (POEM) de las cinco demarcaciones marinas españolas, que serán el principal instrumento para fomentar el crecimiento sostenible de las economías marítimas, el desarrollo sostenible de los espacios marinos y el aprovechamiento sostenible de los recursos marinos.

En este contexto, ha surgido el proyecto europeo, Aquawind – Diseño y puesta en marcha de un Prototipo innovador de uso múltiple que combina energía renovable marina y acuicultura en el área Atlántica” (GA 101077600) cofinanciado por el Fondo Europeo Marítimo de la Pesca y la Acuicultura (FEMPA), gestionado por la Agencia Ejecutiva Europea para el Clima, Infraestructura y Medio Ambiente (CINEA). El objetivo de AQUAWIND es la puesta en marcha de un pionero proyecto piloto que combina la producción de energía renovable en alta mar y la piscicultura de especies comerciales como dorada y medregal. Se trata de poner en marcha la primera plataforma eólica flotante de España capaz de producir conjuntamente energía eólica y alimentos sostenibles de alto valor reduciendo la ocupación del espacio marino al desarrollar dos actividades en una misma localización.

MATERIAL Y MÉTODOS

La jaula se compone principalmente de la estructura de flotación, barandillas y amarres. Se ha montado la estructura compuesta de dos anillos octogonales de 6 metros de diámetro total exterior a partir de tubos de $\varnothing 200\text{mm}$, 16 soportes y barandilla de tubo de $\varnothing 110\text{mm}$, todo de polietileno de alta densidad (HDPE) termosoldado. La estructura final se ha calculado para una flotabilidad positiva total de 295kg, teniendo en cuenta el peso de la red. Adicionalmente se ha integrado un anillo secundario de tubo de $\varnothing 110\text{mm}$ de HDPE que servirá como punto de unión entre la red y el anillo de flotación principal. La red de aleación de cobre (Acu), como alternativa a redes convencionales, se ha confeccionado a partir del material proporcionado por el proveedor, consistente en paños de red de cobre de cuadrado de 20mm de luz y alambre de 3mm de grosor. Para armar la red se han empleado tres paños de 5x5 m para las paredes del copo y un paño circular de $\varnothing 5\text{m}$ para la base, cosidos meticulosamente con alambre continuo en espiral del mismo material. A su vez, la red ha sido cosida con alambre al anillo secundario superior indicando anteriormente. La instalación está controlada por sistemas de monitorización y control remoto. Estos consisten en una sonda multiparamétrica con sensores de oxígeno, temperatura, profundidad y corriente. Apoyadas por dos cámaras de alta resolución que monitorearan en continuo la instalación. Una cámara aérea para el control exterior de la instalación y una cámara subacuática que puede ser operada por un cabestrante que permite moverla en horizontal y vertical dentro de la jaula controlado por un software específico que permite la grabación y análisis de las imágenes.

PALABRAS CLAVE

Acuicultura offshore, plataforma multipropósito, red de cobre, cultivo en remoto

BIBLIOGRAFÍA

- Abhinav, K. A., Collu, M., Benjamins, S., Cai, H., Hughes, A., Jiang, B., Jude, S., Leithead, W., Lin, C., Liu, H., Recalde-Camacho, L., Serpetti, N., Sun, K., Wilson, B., Yue, H., & Zhou, B.-Z. (2020). Offshore multi-purpose platforms for a Blue Growth: A technological, environmental and socio-economic review. *Science of The Total Environment*, 734, 138256. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138256>
- Dong, S.-L., Dong, Y.-W., Huang, L.-Y., Zhou, Y.-G., Cao, L., Tian, X.-L., Han, L.-M., & Li, D.-H. (2023). Advancements and hurdles of deeper-offshore aquaculture in China. *Reviews in Aquaculture*, n/a(n/a). <https://doi.org/10.1111/raq.12858>
- FAO. (2016). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2016: Contributing to Food Security and Nutrition For All*. FAO. <https://doi.org/10.18356/8e4e0ebf-en>
- FAO. (2023). *Seguimiento de los progresos relativos a los indicadores de los ODS relacionados con la alimentación y la agricultura 2023*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cc7088es>
- Gentry, R. R., Lester, S. E., Kappel, C. V., White, C., Bell, T. W., Stevens, J., & Gaines, S. D. (2017). Offshore aquaculture: Spatial planning principles for sustainable development. *Ecology and Evolution*, 7(2), 733-743. <https://doi.org/10.1002/ece3.2637>
- Morro, B., Davidson, K., Adams, T. P., Falconer, L., Holloway, M., Dale, A., Aleynik, D., Thies, P. R., Khalid, F., Hardwick, J., Smith, H., Gillibrand, P. A., & Rey-Planellas, S. (2022). Offshore aquaculture of finfish: Big expectations at sea. *REVIEWS IN AQUACULTURE*, 14(2), 791-815. <https://doi.org/10.1111/raq.12625>
- Shainee, M., Haskins, C., Ellingsen, H., & Leira, B. J. (2012). Designing offshore fish cages using systems engineering principles. *Systems Engineering*, 15(4), 396-406. <https://doi.org/10.1002/sys.21200>