

Abstract

Integrated multi-trophic aquaculture (AMTI) and recirculating aquaculture systems (RAS) are two approaches considered in the EU's strategic plans to improve the sustainability of the sector. At the Santander Oceanographic Centre (COST-IEO/CSIC) we have been working on the design of a pilot RAS to house AMTI configurations. This communication presents the progress made in the design of the system.

Resumen

La acuicultura multitrófica integrada (AMTI) y los sistemas de recirculación en acuicultura (SRA) son dos aproximaciones consideradas en los planes estratégicos de la UE para mejorar la sostenibilidad del sector. Desde el Centro Oceanográfico de Santander (COST-IEO/CSIC) venimos trabajando en el diseño de un SRA piloto para alojar configuraciones AMTI. En este trabajo se presentan los avances en el diseño del sistema.

Introducción

Las directrices estratégicas para una transición ecológica de la acuicultura en la UE (COM/2021/236) contemplan promover el desarrollo de la acuicultura ecológica, así como otros sistemas de acuicultura con un menor impacto ambiental, tales como sistemas de acuicultura multitrófica integrada (AMTI), la diversificación de especies de bajo nivel trófico como moluscos y otros invertebrados, algas y peces herbívoros, o la implementación de sistemas de recirculación en acuicultura (SRA). La AMTI implica la conjunción de cultivos de especies de diferentes niveles tróficos de tal modo que los niveles tróficos inferiores se nutren de los desechos orgánicos o inorgánicos de los niveles tróficos superiores. Hablamos pues de especies alimentadas externamente, normalmente peces o crustáceos, y de especies extractivas capaces de retirar los residuos inorgánicos disueltos (macro- microalgas) o los orgánicos particulados (invertebrados: bivalvos, anélidos, equinodermos, ...) que generan las primeras. A la AMTI se le confieren una serie de beneficios, tales como que contribuye a la conservación, gestión y desarrollo eficaz de la explotación de los recursos vivos acuáticos, a mitigar los efectos ambientales derivados de los cultivos intensivos (eutrofización del agua y enriquecimiento orgánico de los fondos), y que incrementa la productividad de las empresas (diversificación de sus productos, rentabilidad), mejorando en general la sostenibilidad de la actividad. Por consiguiente, los pilares para el desarrollo de la AMTI son la consecución de beneficios tangibles tanto ambientales como económicos.

Las combinaciones de organismos y de sistemas de cultivo para acometer una iniciativa de AMTI son numerosas, y en función de ello estará la capacidad de manejar los residuos y su aprovechamiento. En sistemas de cultivo que se llevan a cabo en mar abierto, como son los cultivos de peces en viveros flotantes, el control sobre los residuos generados es muy limitado, ya que el hidrodinamismo reinante supone una elevada dispersión de los residuos que dificulta que puedan ser capturados eficientemente por eslabones tróficos inferiores ubicados en el entorno de este tipo de granjas. En instalaciones en tierra con sistemas de flujo abierto, el manejo de los residuos del cultivo principal se puede controlar de manera más eficiente que en mar abierto, pero lo cierto es que un porcentaje muy elevado de los mismos acaba escapando del sistema antes de que pueda ser extraído por los niveles tróficos inferiores. Sin embargo, si el sistema es cerrado, es decir, un SRA, existe un mayor control sobre los residuos ya que al permanecer más tiempo en el sistema aumenta la posibilidad de que niveles tróficos inferiores los transformen en biomasa. Los SRA son instalaciones acuícolas en tierra que minimizan el consumo de agua al filtrarla, tratarla, ajustarla y reutilizarla, posibilitando el control de las condiciones de cultivo, la gestión de los residuos y evitando los escapes y sus efectos derivados. Dado que los requerimientos nutricionales y ambientales de las especies que podrían formar parte de un cultivo AMTI son muy variadas, el diseño del SRA debe considerar estas peculiaridades para optimizar el rendimiento. Desde el Centro Oceanográfico de Santander (COST-IEO/CSIC) venimos trabajando en el diseño de un SRA piloto para alojar configuraciones AMTI.

Material y métodos

Se trabaja en un diseño SRA-AMTI (Figura 1) para operar simultáneamente con uno o dos niveles de especies alimentadas externamente (principalmente peces, pero también apto para camarones), con hasta dos niveles de especies extractivas de residuos particulados (invertebrados detritívoros -poliquetos- y filtradores -bivalvos-), y hasta dos niveles de especies extractivas de residuos disueltos (micro-, macroalgas, halófitas), en todos los casos con capacidad de trabajar con lotes por triplicado.

A la salida del módulo de peces parte del agua es tratada con un *skimmer* específicamente diseñado para maximizar la recuperación de material particulado, el cual es dirigido hacia los módulos de cultivo de

invertebrados donde se recircula para extender el tiempo de disponibilidad de los residuos particulados, mientras que el resto del caudal puede ser dirigido bien a filtración mecánica y biológica (nitrificación del $\text{NH}_3\text{-NH}_4^+$ a $\text{NO}_2^-/\text{NO}_3^-$) para su posterior envío al módulo de cultivo de algas con mayor afinidad por $\text{NO}_2^-/\text{NO}_3^-$ (p.ej. Laminariales), o derivarse al módulo de cultivo de algas con mayor afinidad por $\text{NH}_3\text{-NH}_4^+$ (p.ej. Ulvales). En cualquiera de los casos, el agua retorna al módulo de peces previo paso por un reactor electroquímico que elimina los restos tanto de $\text{NH}_3\text{-NH}_4^+$ como parte de los de $\text{NO}_2^-/\text{NO}_3^-$ que no hubiesen sido extraídos por los productores primarios, y por un desgasificador para eliminar tanto el N_2 como el CO_2 residuales de los procesos electroquímicos y metabólicos respectivamente.

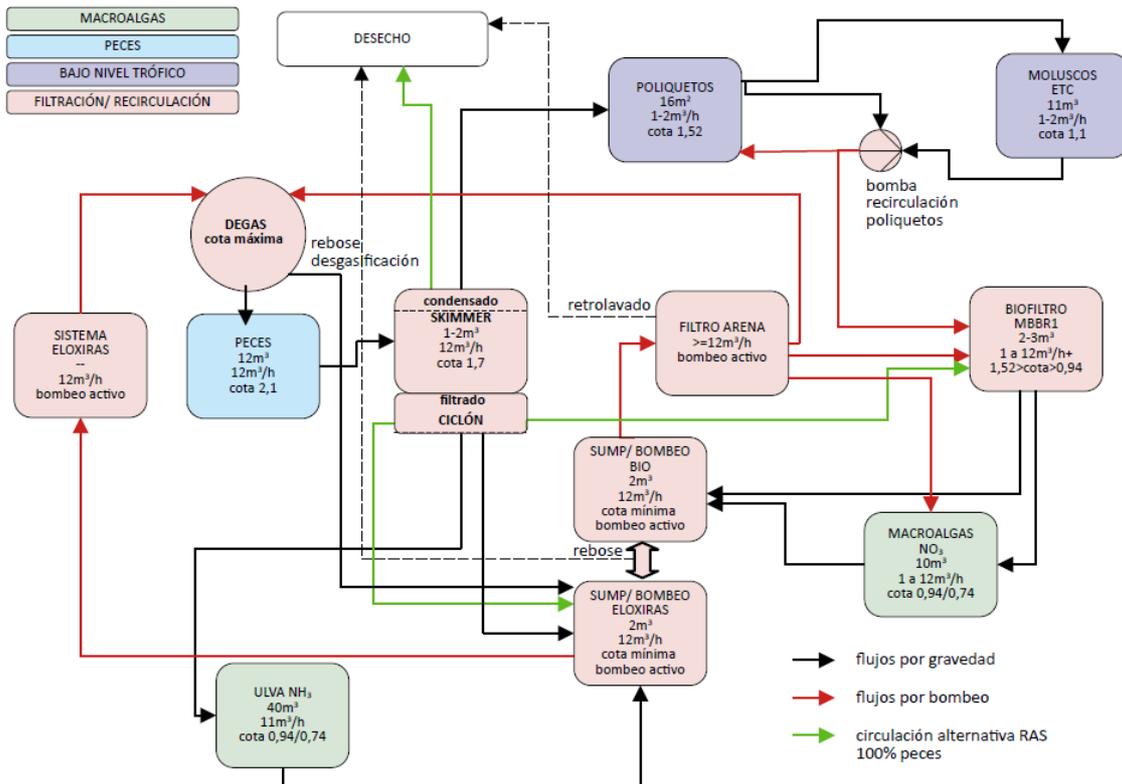


Figura 1: Esquema de flujos en el diseño de SRA-AMTI.

Resultados.

El resultado es un sistema SRA-AMTI sumamente versátil con capacidad para llevar a cabo investigación con la replicación mínimamente requerida incluyendo especies de distintas estrategias y requerimientos tróficos, que permita realizar un seguimiento pormenorizado de la eficiencia de todos los elementos incluidos en el diseño, particularmente los relacionados con la gestión de los residuos particulados, así como plantear experiencias a escala piloto a la carta para la industria acuícola, con el fin de impulsar el desarrollo de sistemas de cultivo basados en la economía circular y en la sostenibilidad.

Bibliografía.

COM/2021/236. Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones: Directrices estratégicas para una acuicultura de la UE más sostenible y competitiva para el período 2021-2030 (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2021:236:FIN>).

Agradecimientos

Este estudio es parte del Plan Complementario de Ciencias Marinas ThinkInAzul, financiado por el Gobierno de España con fondos NextGenerationEU (PRTR-C17.I1) y el Gobierno de Cantabria.