
OBJETIVO 6.2

Evaluar, modelizar y mitigar los riesgos e interacciones ambientales para una acuicultura resiliente y sostenible: desde la selección de sitio hasta la trazabilidad del producto.

Conexión con las líneas de actuación del plan nacional

Líneas de actuación A2: Acuicultura sostenible, inteligente y de precisión

Actuación A2.17: Desarrollo y aplicación de nuevas soluciones tecnológicas (biosensores, IoT, boyas, robots submarinos, transmisión de señal inalámbrica en el medio marino, mejora de la oxigenación y dinámica de fluidos, muestreadores pasivos de residuos, machine learning etc.) para la automatización del mantenimiento de infraestructuras de cultivo y la digitalización y modelización de la producción de peces y moluscos en diferentes sistemas productivos. Incluye

- I. Integración de los resultados de plataformas ómicas, tecnológicas y medioambientales para un conocimiento más detallado de los efectos del cambio climático sobre los cultivos y poder así mitigar las emisiones de carbono, los escapes, la eutrofización y la contaminación del medio marino
- II. Pruebas de concepto de nuevas soluciones de ingeniería (adaptadas a nivel regional) para mitigar los efectos del cambio climático (aumento de la frecuencia de temporales, DANAs, etc.) sobre las infraestructuras y la producción en acuicultura.

Actuación A2.18: Mejora de la capacidad de adaptación de la producción acuícola al cambio climático y estrategias de mitigación de sus efectos sobre la actividad en términos de planificación espacial, gestión inteligente de las instalaciones, capacidad de carga y seguimiento de variables ambientales, socioeconómicas y productivas.

Descripción de tareas

Tarea 6.2.1 (M1-M36) - Planificación Espacial adaptativa -

Subtarea 6.2.1a. Analizar la “Propuesta conjunta de Planificación espacial marina de la acuicultura en España” desde el punto de vista de la adaptación y resiliencia al cambio climático, a valores ambientales (hábitats de interés y zonas ZEP), y ocupación del espacio por otros usuarios, con el fin de proponer posibles mejoras.

Subtarea 6.2.1b. Evaluar globalmente las afecciones de la acuicultura en términos de impactos ambientales, efectos sobre el paisaje, uso del espacio marítimo, afecciones sobre otros recursos e interacciones socioeconómicas para definir los límites de crecimiento de la actividad. Se implementarán

modelos de capacidad de carga holísticos y de fácil aplicación (a partir del modelo MACCAM), que permitan maximizar la producción evitando efectos no deseados, y ayudando a la planificación espacial de la actividad (subtarea *a*).

Subtarea 6.2.1c. Las herramientas desarrolladas se pondrán a disposición de las administraciones y las propias empresas productoras, esta transferencia de conocimiento se logrará a través de la integración de los resultados obtenidos en las subtareas *a* y *b* en el sistema ACUIVISOR del MAPA y en una página web que incorporará otras herramientas de modelización.

Responsable: UA1

Participantes: UMH3, UJI2

Resultado: En la subtarea 6.2.1a se ha realizado una revisión bibliográfica del marco legal y los rangos óptimos y subóptimos para las especies de interés comercial, así como recopilación de datos administrativos, socioeconómicos y ambientales georreferenciados. En la subtarea 6.2.1b se ha implementado un modelo de capacidad de carga holístico y de fácil aplicación (a partir del modelo MACCAM; Romero et al., 2023) y dicho modelo se ha aplicado a un Sistema de Información Geográfico. La subtarea 6.2.1c de integración en el ACUIVISOR se realizará cuando las tareas previas sean finalizadas.

Grado de consecución: 42%

Impacto: En el marco de la tarea 6.2.1 se han realizado varias comunicaciones a congresos (ver informes de grupos). La publicación del modelo de capacidad de carga y su integración en un Sistema de Información Geográfico ha despertado interés por parte del MAPA. Se espera que su integración en el ACUIVISOR tenga un impacto importante al aplicarse en la concesión de nuevas licencias de producción y la ordenación espacial de la acuicultura en el Mediterráneo español.

Tarea 6.2.2 (M1-M36) - Interacciones ambientales y socioeconómicas: prevención, contingencia y mitigación -

Subtarea 6.2.2a. Realizar un meta-análisis de los programas de seguimiento ambiental llevados a cabo en las instalaciones de acuicultura a nivel nacional para definir las variables más robustas y diseñar programas de monitoreo uniformes que faciliten el seguimiento por parte de las empresas productoras.

Subtarea 6.2.2b. Adaptación de la herramienta lagrangiana para aplicaciones en seguimiento ambiental de la acuicultura. Se compararán las características de las herramientas lagrangianas disponibles más adecuadas, por ejemplo, *OceanParcels*, *Ariane* o *Connectivity-modeling-system*, las cuales se han usado anteriormente en múltiples estudios. De entre ellas se adaptará aquella con mayores prestaciones y fiabilidad que incluya (o permita incluir) los parámetros para caracterizar con el detalle necesario el contaminante de estudio (principalmente la materia orgánica particulada como pienso y heces, pero también otros elementos como sulfatos) y sus características físico-químicas. Se pretende realizar una aproximación probabilística a las trayectorias dadas por la herramienta de manera que la posición final predicha se proporcione con su intervalo de confianza.

Subtarea 6.2.2c Se elaborarán planes de gestión y prevención adaptativa de los efectos ambientales y socioeconómicos de los escapes. En esta tarea se continuará con el trabajo iniciado en los proyectos nacionales GLORiA y GLORiA², mejorando los modelos predictivos de eventos de escapes y estudiando en profundidad los efectos económicos de los mismos a lo largo de la cadena de comercialización de productos de la pesca y la acuicultura.

Subtarea 6.2.2d. Se realizará un screening utilizando técnicas de ADN ambiental (eDNA), en el entorno de las jaulas de cultivo y en condiciones controladas de cultivo en tanque. Esto permitirá la creación de aplicaciones de eDNA para el control de la biomasa en cultivo así como el monitoreo de los cambios en las comunidades influenciadas por las instalaciones y la detección temprana de especies exóticas que puedan encontrar ambientes favorables en el entorno de las instalaciones.

Responsable: UA1

Participantes: UA7, UMH3. Colaboración CSIC1 (WP3) & UPV1 (WP4)

Resultado: en la subtarea 6.2.2a se ha llevado a cabo una revisión y análisis de planes de seguimiento ambiental, generando la información necesaria para realizar una propuesta homogénea de planes de

seguimiento ambiental. En la subtarea 6.2.2b se han realizado simulaciones para la adaptación de la herramienta Lagrangiana Ocean Parcels y se espera la inclusión de datos en tiempo real y variables biológicas a las mismas. La subtarea 6.2.2c ha avanzado en la modelización de escapes y su relación con las variables ambientales, así como el estudio de la dinámica espaciotemporal de un escape masivo. La tarea 6.2.2d realizada en colaboración con otros WPs no ha comenzado aún.

Grado de consecución: 41%

Impacto: En el marco de la tarea 6.2.2 se ha llevado a cabo un Trabajo Fin de Grado, así como charlas divulgativas y publicación de artículos para aumentar el conocimiento la conciencia sobre la sostenibilidad en acuicultura. Además, se están desarrollando herramientas para la toma de decisiones que generarán un impacto significativo en la gestión de recursos marinos de manera práctica.

Tarea 6.2.3 (M1-M36) - Herramientas de modelización para aplicaciones en la gestión ambiental de la acuicultura en un contexto de cambio climático -

Subtarea 6.2.3a. Modelo numérico de corrientes marinas tridimensionales de alta resolución para el litoral de las costas valencianas. El modelo proporcionará las variables necesarias (velocidad, densidad, temperatura, salinidad) para las aplicaciones que se detallan en las subtareas 6.2.2.b y 6.2.3b. El modelo resultante se validará y calibrará mediante medidas in-situ (ADCPs, derivadores lagrangianos) y remotas disponibles. El análisis de las simulaciones del modelo permitirá caracterizar la hidrodinámica de zonas de especial interés ecológico y/o económico (reservas marinas como Cabo San Antonio o Isla de Tabarca, zonas de producción acuícola con riesgo de emisarios, zonas costeras de especial relevancia turística con riesgo de cierre de playas por proliferación de medusas, etc.).

El modelo cubrirá las aguas en todo el litoral de la Comunitat Valenciana (tanto las aguas interiores, como las exteriores colindantes) con una resolución de unos pocos kilómetros (desde el Mar Menor al Delta del Ebro en latitud, y hasta la costa oeste de Ibiza en longitud). El modelo se seleccionará de entre aquellos disponibles de libre acceso (p.ej. en Copernicus) y que proporcione las variables de interés (velocidades, densidad, temperatura, salinidad) con una resolución temporal adecuada (cada 3 o 6 horas al menos).

Subtarea 6.2.3b. Aplicación de la herramienta lagrangiana y modelización espacial de datos para establecer la presencia de contaminantes en las zonas donde se desarrolla la producción acuícola. Se aplicará a los emisarios de aguas residuales más relevantes, ríos de alta carga de contaminantes (nutrientes, partículas, etc.) y acuíferos de alta carga de nutrientes. Por otro lado, se completará con una propuesta de áreas favorables a la dispersión y retención (aplicable a contaminantes y partículas). Se pretenden incluir los procesos de mezcla y dispersión y se explorará la inclusión de algunos procesos fisicoquímicos relevantes como la meteorización y la deposición, los cuales dependen del tipo de vertido.

Subtarea 6.2.3c. Creación de una en bases de datos relacionadas con la información satelital como Copernicus o similares donde se extraerán *rasters* (capas) de valores como salinidad, temperatura superficial y en profundidad, clorofila, etc. de las zonas de estudio. por otro lado se recopilará la información climatológica a nivel histórico haciendo énfasis en los eventos extremos, que por su propia excepcionalidad no son fáciles de recopilar: DANAs, temporales marinos; así como las variable socio-económicas que se consideren de interés para las instalaciones a estudio.

Subtarea 6.2.3d. Se modelizará la información de la subtarea 6.2.3c dentro de un enfoque de modelos de distribución de especies Bayesiano, incorporando al modelo esa información de los eventos extremos. Las variables a estudio serán desde la mortalidad, las fugas, así como otras variables que se consideren interesantes para la industria. El trabajo de modelización de eventos extremos asociados a eventos es un área de estudio en auge desde las matemáticas y la estadística; pudiendo generar conocimiento en el ámbito de la distribución de especies, en la que el grupo lleva muchos años trabajando más allá de la acuicultura.

Responsable: UMH3

Participantes: UA1, UA7

Resultado: Para las tareas Subtarea 6.2.3a y Subtarea 6.2.3b, se ha utilizado el modelo numérico de corrientes marinas IBI-MFC. Para la validación del modelo se han utilizado boyas de deriva (modelo Stokes) con vela entre 1 y 2 m de profundidad. Las trayectorias de las boyas se han comparado con simulaciones lagrangianas. Se han adquirido e instalado correntímetros para tomar series largas de vectores de corrientes puntuales en varias zonas del litoral para determinar las zonas de reclutamiento.

- Sayol, J.; García-García, D.; Bordehore, C.; Vigo, I. Pathways of economically relevant demersal species in the Ibiza channel from a lagrangian backtracking approach. MARTECH 23: 10th International Workshop on Marine Technology. Barcelona

En las subtareas Subtarea 6.2.3c y Subtarea 6.2.3d, se están realizando estos mapas teniendo en consideración los hábitats preferenciales de Dorada, Lubina, Corvina, Clotxina y Ostras utilizando información de los hábitats preferenciales (UA1)

- Aixalà-Perelló, L.; Barber, X.; López-Quílez, A. (2023; 20-22; September) Extreme events related to aquaculture in the coasts of Valencia Region [Póster]. Workshop STOR-i Extremes Workshop STEW. Lancaster (UK)

Grado de consecución: 35%

Impacto: Tras el estudio conjunto de las 4 subtareas, se ha observado la relación existente entre mortalidad y gradiente sur en la provincia de Alicante; y por otro lado el efecto de la temperatura en la superficie del mar y cómo está variando a lo largo de los últimos años, y más allá de los ciclos habituales, ha tenido incrementos. Estos incrementos, si están fuera del hábitat esencial de una especie marcarán pues una localización no adecuada para esa especie si lo que se desea es evitar excesos de mortalidad independientemente que la localización a nivel logístico sea idónea.