

RESUMEN EJECUTIVO

1.- DATOS ADMINISTRATIVOS

TITULO: Selección de indicadores, determinación de valores de referencia, diseño de programas y protocolos de métodos y medidas para estudios ambientales en acuicultura marina

FECHAS DE REALIZACIÓN: 2008-2009-2010

DATOS DEL COORDINADOR DEL PROYECTO

Nombre y Apellidos: Nieves González Henríquez y Cayetano Collado Sánchez

Organismo/ Centro: Instituto Canario de Ciencias Marinas y Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

Correo electrónico: ngonzalez@iccm.rcanaria.es; ccollado@dqui.ulpgc.es

Comunidades Autónomas participantes:

C.A. Andalucía, C.A. Cataluña, C.A. Valenciana, C.A. Murcia, C.A. Galicia, C.A. Canarias

2.- RESULTADOS TECNICOS DEL PLAN NACIONAL

2.1. OBJETIVOS:

OBJETIVO GENERAL

El objetivo general de este proyecto está dirigido hacia el establecimiento de las bases sobre las que diseñar protocolos y planes de seguimiento ambiental de la acuicultura y generar un protocolo para la formulación de Programas de Vigilancia Ambiental, con el propósito de facilitar a las empresas el desarrollo de los estudios ambientales pertinentes, y simplificar a las administraciones la gestión ambiental relativa a la acuicultura marina.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Línea 1: Identificar los parámetros y métodos de trabajo de los estudios ambientales en las CCAA.

Línea 2: Elaborar un Modelo Conceptual causa-efecto para la monitorización ambiental de la acuicultura.

Línea 3: Seleccionar y confirmar los parámetros indicadores y las metodologías aplicables al estudio y análisis de los parámetros propuestos. Definir y determinar los valores de referencia para dichos parámetros.

Línea 4: Generar un protocolo para la formulación de los Programas de Vigilancia Ambiental.

Línea 5: Sentar las bases para la creación de una Red Nacional para el seguimiento ambiental de la acuicultura marina.

2.3. METODOLOGÍA (muy resumida)

Para la elaboración de la propuesta de Protocolo de Plan de Vigilancia Ambiental de la Acuicultura Marina (PVA) para la acuicultura en jaulas marinas, se llevó a cabo un proyecto piloto consensuado entre todas las CCAA en cuanto a protocolos de trabajo y análisis de los datos.

- Previamente se realizó una revisión de proyectos, estudios, publicaciones y análisis de la normativa ambiental vigente, para la elaboración de una base de datos y análisis de la información que va a constituir el punto de partida para la selección de indicadores. Se elaboró paralelamente un Modelo conceptual para la monitorización ambiental de la acuicultura.

- A partir de los resultados obtenidos en las dos actividades anteriores se pasó a la elaboración del proyecto piloto para la evaluación de la idoneidad de las metodológicas planteadas y detectar los valores de referencia de los parámetros medidos y su dependencia de otras variables. Este proyecto piloto se basó en un protocolo de PVA que se desarrollo en 10 granjas de 5 CCAA.

- El Plan de Vigilancia Ambiental de la Acuicultura Marina (PVA) producto del proyecto piloto realizado en las CCAA se sometió a una evaluación de paneles de expertos a nivel regional y a nivel nacional. Este PVA a nivel regional fue enviado a todos los actores implicados directamente o indirectamente en la acuicultura en jaulas marinas, así como a los posibles sectores afectados por su actividad. El estudio de su validación se realizó con diferentes categorías de participantes, cada uno de los cuales podría dar una visión complementaria del PVA. Así se propuso una metodología de validación mediante una validación interna y otra externa.

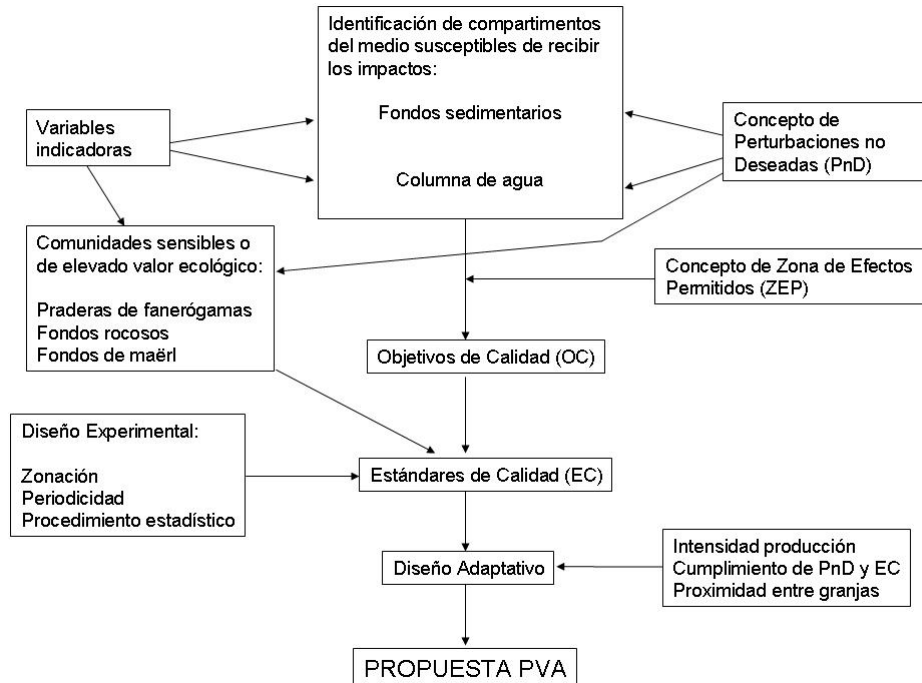
- En una fase final el Plan de Vigilancia Ambiental de la Acuicultura Marina (PVA) se elevó a una evaluación nacional a través del Foro Nacional de Planes de Acuicultura Marina de la JACUMAR, en la que se discutieron con los sectores involucrados, sector empresarial y administración los temas de interés y se consensó el planteamiento elaborado.

Las CCAA de Andalucía y Galicia, establecieron metodologías y protocolos de PVA para instalaciones en tierra.

2.4. RESULTADOS

La propuesta del PVA se desarrolla en base a una serie de criterios y los resultados obtenidos de un estudio piloto realizado en diez granjas de cultivo

de peces en jaulas flotantes de las Comunidades de Canarias, Andalucía, Murcia, Valencia y Cataluña.



Estudio piloto 10 granjas en las CCAA de Andalucía, Murcia, Valencia, Cataluña y Canarias: descriptores / parámetros

- Granulometría: fracción fina (< 65µm).
- Potencial redox (Eh) y pH.
- Contenido en materia orgánica (MO: métodos LOI y Walkley & Black).
- Contenido en azufre total (TS), nitrógeno total (TN), fósforo total (TP) y carbono orgánico total (TOC).
- Contenido en sulfuros libres totales (TFS).
- Composición isotópica ^{15}N ($\delta^{15}\text{N}$).
- Poblamiento infaunal de poliquetos y anfípodos (nivel taxonómico de familia): nº de familias, abundancia total, riqueza de Margalef, diversidad de Shannon-Wiener y Equidad de Pielou.
- Tratamiento univariante: GLM-ANOVA. Tratamiento multivariante: escalado multidimensional (MDS), porcentajes de similaridad (SIMPER), correlaciones entre variables abióticas y estructura de los doblamientos (BIOENV y perfiles ecológicos)

Replicación espacial: {

- Zona A: Zona de impacto severo, dentro del tren de
- Zona B: Zona de impacto moderado, en la zona de afección de las
- Zona C: Zona de no afección.

Replicación temporal: 2 Campañas {
1ª Campaña: tras la época de mayor aporte de residuos
2ª Campaña: tras la época de menor aporte de residuos

Puntos de muestreo {
3 puntos x zona
3 réplicas x punto

2 concesiones x 2 campañas x 3 zonas x 3 puntos de muestreo x 3 réplicas = 108 muestras

2.5. CONCLUSIONES/APLICABILIDAD DE LOS RESULTADOS DEL PLAN

Las conclusiones materializadas en el Protocolo de PVA que se ha elaborado han sido evaluadas durante el año 2011 en dos tipos de talleres de expertos, en las CCAA y posteriormente en el Taller Nacional de expertos:

VARIABLES INDICADORAS.

Fondos detríticos – sedimentarios: perfiles ecológicos y BIOENV

- Granulometría: fracción fina (< 65µm): descriptor del medio e indicador de enfangamiento.
- TFS: indicador causal (toxicidad – regresión).
- Poblamiento infaunal de poliquetos (familia; > 1mm): indicador de estado.
- COT o MO: indicadores de enriquecimiento orgánico
- pH y Eh: descriptores de la capacidad oxidativa del medio
- δ15N: indicador del origen del enriquecimiento orgánico de las granjas y del alcance espacial.

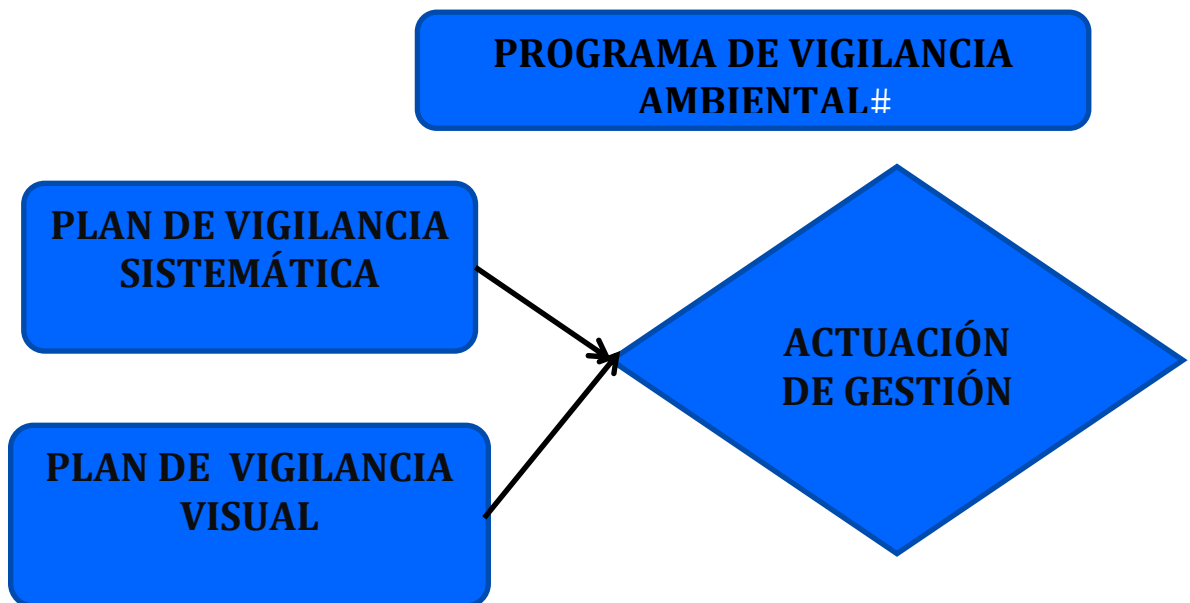
Propuesta de Plan de Vigilancia Ambiental (PVA) para instalaciones de jaulas marinas:

Opción 1:

- Granulometría, TFS y poliquetos.
- Adaptabilidad en función de evolución del medio, incrementando o disminuyendo la frecuencia y el nº de puntos de muestreo

Opción 2:

- Granulometría, TFS, poliquetos, COT, MO, pH-Eh y δ15N.
- Adaptabilidad en función de la evolución del medio, manteniendo o disminuyendo el nº de variables y/o la frecuencia de muestreo.



Existen diferencias interregionales en cuanto a criterios, contenidos, procedimientos y metodologías para los estudios de vigilancia ambiental.

En ocasiones, en la realización de los estudios de vigilancia ambiental se genera información poco útil, hay una pérdida de oportunidades y conocimiento y hay una gestión poco efectiva con riesgo de pérdida de sostenibilidad del sector.

Los resultados de este proyecto aportan herramientas y criterios específicos para tener un control efectivo sobre el medio donde se desarrolla la acuicultura, y uniformar los requerimientos exigidos por la administración, tanto para la realización de los estudios ambientales previos al desarrollo de la actividad como para los programas de vigilancia a desarrollar en la fase operativa.

Los indicadores seleccionados en este proyecto son útiles para llevar a cabo estudios de afecciones ambientales y planes de vigilancia, forman parte de diseños de muestreo adecuados y sencillos, y contribuirán de manera eficaz a la protección del medio y a la sostenibilidad de la acuicultura.

La participación de las empresas de cultivos en este proyecto ha sido fundamental, ya que cada una de las Comunidades Autónomas participantes desarrolló una experiencia piloto con distintas empresas productoras.

A partir de los resultados obtenidos, las empresas dispondrán de criterios homogéneos para la realización de los estudios ambientales, lo que les

facilitará la elaboración de los mismos y al mismo tiempo les permitirá tener un mayor conocimiento de las interacciones de su actividad con el entorno.

La transferencia de resultados al sector se ha materializado mediante la realización de paneles de expertos, con participación de las distintas administraciones, con competencia en materia de acuicultura y medio ambiente, y los distintos agentes o sectores involucrados en esta actividad.

Se ha realizado una coordinación de equipos e interrelación de grupos de investigadores de las Comunidades Autónomas participantes para la elaboración de los resultados y consenso de indicadores.

Se ha elaborado una Propuesta Metodológica para la realización de Planes de Vigilancia Ambiental de cultivos en granjas marinas.

Se han elaborado también protocolos de metodologías para cada uno de los indicadores propuestos para la vigilancia ambiental.

Se creará un grupo de trabajo en el seno de JACUMAR, que trabajará para elaborar una propuesta de homogeneización de los criterios para el seguimiento ambiental de las granjas marinas a nivel nacional y, si procede, la elaboración de normativa en este ámbito. A este grupo se invitará a participar a los responsables de medio ambiente de las CCAA, los responsables de acuicultura, los investigadores participantes en el proyecto, empresas participantes, y otros aquellos agentes que se consideren de interés para aportar conocimientos en este ámbito.

2.6. VALORACIÓN

La participación de las empresas de cultivos ha sido uno de los requisitos más importantes en este proyecto, ya que cada una de las Comunidades participantes desarrolló una experiencia piloto con distintas empresas productoras.

A partir de los resultados obtenidos, el Protocolo o Guía de PVA para el seguimiento ambiental de la acuicultura en jaulas marinas, se pretende que las empresas dispongan de una serie de criterios homogéneos para la realización de los estudios ambientales, lo que les facilitará la elaboración de los mismos y al mismo tiempo les permitirá tener un mayor conocimiento de las interacciones acuicultura – medio ambiente.

La transferencia de los resultados al sector se ha materializado mediante:

- La participación de empresas productoras en los trabajos del proyecto piloto en cada CCAA participante en el proyecto.
- La propuesta de indicadores para el seguimiento y la gestión ambiental de las instalaciones que mejoren la aceptación social de la actividad
- La transferencia de información y resultados del proyecto al sector, mediante la realización de una serie de paneles de expertos, en los que participaron las empresas, las distintas administraciones, con competencia en materia de

acuicultura y medio ambiente, y otros agentes o sectores involucrados en esta actividad.

- La elaboración del protocolo de Seguimiento ambiental de las instalaciones de cultivos marinos en jaulas, en el que se han desarrollado propuestas metodológicas que garanticen la uniformidad de los estudios ambientales y de los programas de vigilancia ambiental.
- La Interacción con otras actividades económicas (pesca artesanal, turismo, empresas consultorías ambientales, organizaciones ecologistas, administraciones regionales y locales) mediante los talleres de expertos.

Los resultados obtenidos y consensuados han permitido, mediante el proyecto piloto, los talleres de expertos y la implicación de los sectores empresarial y administrativo, consensuar un protocolo de PVA para el seguimiento ambiental de las instalaciones de cultivo en jaulas marinas.

En líneas generales el proyecto ha sido calificado en su globalidad de interés por parte del sector empresarial y la administración, ya que consideran necesaria una uniformidad en las exigencias administrativas a nivel estatal y el desarrollo de modelos ambientales sencillos y adaptados a su función.

2.7. DIFUSIÓN

En el año 2009 el proyecto ha sido presentado a la Asociación Empresarial de Productores de Cultivos Marinos (APROMAR), con el propósito de dar a conocer los objetivos que se pretenden conseguir con el desarrollo del mismo y recabar información sobre el interés del sector en cuanto a iniciativas medioambientales para un óptimo desarrollo de la actividad acuícola.

En octubre de 2009 tuvo lugar en Madrid, el I Foro de Planes Nacionales de Cultivos Marinos donde la coordinadora del proyecto, presentó este proyecto, Plan Nacional de Selección de Indicadores, determinación de valores de referencia, diseño de programas y protocolos de métodos y medidas para estudios ambientales en acuicultura marina, seleccionado por la Secretaría de Pesca dentro del marco de medio ambiente.

Congresos y publicaciones:

- C. Carballeira, F. Aguado-Giménez, N. González, P. Sánchez-Jerez, J.M. Teixeira, J.I. Gairin, A. Carballeira, B. García-García, V. Fernández-González, J. Carreras, J.C. Macías, D. Acosta, C. Collado (2011) .Determinación de los umbrales, de las variables geoquímicas de sedimentos, indicadores del impacto generado por los cultivos marinos en mar abierto, mediante técnicas de análisis de gradientes ambientales. XIV Foro Recursos Marinos y Acuicultura de las Rías gallegas.
- Carballeira, F. Aguado-Giménez, N. González, P. Sánchez-Jerez, J.M. Teixeira, J.I. Gairin, B. García-García, V. Fernández-González, J. Carreras, J.C. Macías, D. Acosta, C. Collado (2011). Utilización de “perfiles ecológicos” para la selección de variables geoquímicas de sedimentos marinos como indicadores del

impacto ambiental generado por los cultivos marinos en mar abierto. XIII Congreso Nacional de Acuicultura.

- E. Martínez-García, A. Carballeira, F. Aguado-Giménez, N. González, P. Sánchez-Jerez, D. Acosta, J.I. Gairin, C. Carballeira, B. García-García, J.L. Sánchez-Lizaso, J. Carreras, J.C. Macías, D. Acosta, C. Collado (2011). Meta-análisis de los cambios en la estructura del poblamiento de poliquetos debido a la actividad de engorde de peces en jaulas flotantes en las costas españolas. XIII Congreso Nacional de Acuicultura
- C, I. Carballeira Viana, Rey-Asensio A., Carballeira A. Biomonitorización de los efluentes de piscifactorías marinas instaladas en tierra: bioensayos de fertilidad in situ. XIII Foro Recursos Marinos y Acuicultura de las Rías gallegas. O Grove, Galicia, España, 7 y 8 de octubre de 2010.
- M.R., C de Orte, Carballeira y A. Carballeira. Desarrollo de un bioensayo miniaturizado de microalgas para evaluar la ecotoxicidad de vertidos marinos: aplicación a piscifactorías marinas instaladas en tierra. Comunicación congreso, XVII Simpósio de Botânica Criptogâmica. Tomar (Portugal), 23 y 26 de Septiembre de 2009.
- González Viana I., A. Rey-Asensio & A. Carballeira. Eliminación de “discos fantasmas” en bioensayos con ulva sp. XVII Simpósio de Botânica Criptogâmica. Tomar (Portugal), 23 y 26 de Septiembre de 2009
- C. Carballeira, Martín-Díaz M.L. y Del Valls T. A. Biomonitorización de los efluentes de piscifactorías marinas instaladas en tierra: biomarcadores moleculares en mejillón nativo. XIII Foro Recursos Marinos y Acuicultura de las Rías gallegas. O Grove, Galicia, España, 7 y 8 de octubre de 2010.
- C. Carballeira Espinosa J. y Carballeira A. Biomonitorización de los efluentes de piscifactorías marinas instaladas en tierra: Alteraciones histológicas en moluscos nativos y trasplantados. XIII Foro Recursos Marinos y Acuicultura de las Rías gallegas. O Grove, Galicia, España, 7 y 8 de octubre de 2010.
- Rey-Asensio A., I. González Viana, J.B. Cremades & A. Carballeira. Bioensayo de colonización de sustratos artificiales como una medida de alteración de la integridad ecológica en el medio marino. XVII Simpósio de Botânica Criptogâmica. Tomar (Portugal), 23 y 26 de Septiembre de 2009.
- C.A. de Andalucía. Estudio de indicadores ambientales en granjas de acuicultura en tierra en la región Sur-Atlántica. XII Congreso Nacional de Acuicultura 2009. Madrid, 24-26 noviembre de 2009

Artículos publicados en revistas científicas:

- C. Carballeira, L. Martín-Díaz, T.A. DelValls. (2011). Influence of salinity on fertilization and larval development toxicity tests with two species of sea urchin. Marine Environmental Research In Press, Accepted Manuscript, Available online 5 September 2011.
- I.G. Viana, J.A. Fernández, J.R. Aboal, A. Carballeira. Measurement of N15 in macroalgae stored in an environmental specimen bank for regional scale monitoring of eutrophication in coastal areas. (2010). Ecological Indicators 11 (2011) 888–895.
- Panel de expertos sobre seguimiento ambiental de cultivos marinos. Revista especializada web: <http://www.ipacuicultura.com> IPacuicultura

Talleres de Trabajo:

- **Panel de expertos regional** en las CCAA (junio-julio-septiembre 2011)
- **Panel de expertos nacional:** II Foro Nacional de Planes de Cultivos Marinos (JACUMAR). Noviembre 2011 Castelldefels (Barcelona).

2.8. INCIDENCIAS DE DESARROLLO

Las propias de trabajar en instalaciones de empresas y en mar abierto.