

2 en los que se producían moluscos y en uno de ellos ambas especies.

Se consideró una amplia gama de métodos, desde cajas hasta bandejas. En cada caso se determinaron entre 4 y 10 puntos de muestreo para evaluar el impacto de las actividades acuícolas (hasta 200m de las zonas de cultivo).

A partir de análisis de redundancia parcial demostraron que las variables medioambientales eran responsables del 53.2% de las variaciones en las variables de la macrofauna. En particular, concluyeron que los factores hidrográficos, como la profundidad y distancia de la granja, explicaban el 11.5% de las variaciones; los sedimentos el 5.4%; los años de producción y la producción anual explicaban el 15.2%; y por último, las interacciones entre estos factores eran responsables del 21.1% de las variaciones.

Estos resultados junto con los análisis de regresión múltiple, generaron un preciso sistema de evaluación del impacto de la acuicultura sobre el ecosistema.

Según los resultados obtenidos, los investigadores afirman que es necesario contemplar tanto los indicadores del impacto sobre la población bentónica como los parámetros dinámicos del lugar de cultivo para poder evaluar el impacto de la práctica acuícola sobre la población bentónica.

OPTIMIZACIÓN DEL USO DE CHITOSAN EN LA ELIMINACIÓN DE FITOPLANCTON

Los sistemas de recirculación (RAS) con descarga cero son aceptados como el estándar acuícola del futuro

por considerarse respetuosos con el medioambiente.

Hasta el momento se han considerado diferentes técnicas para eliminar los compuestos nitrogenados originados por el exceso de nutrientes y por las excreciones, aunque la gran mayoría presentan diversos inconvenientes.

La reducción de fitoplancton en el agua generalmente resulta en una reducción de los productos nitrogenados al tiempo que mejora la calidad del agua. Así, investigadores tailandeses han estudiado el uso de técnicas de floculación para eliminar el fitoplancton de las aguas dedicadas a la práctica acuícola.

La eficiencia del chitosan como floculante depende de sus características intrínsecas, del pH y de la carga iónica del medio. Estudios preliminares indican que la eficiencia del uso del chitosan en la práctica acuícola se ve reducida cuando la floculación se repite. Dada la necesidad de repetir frecuentemente los procesos de floculación en los sistemas de recirculación, es necesario estudiar la viabilidad del uso de este biopolímero.

Partiendo de estas premisas, los investigadores llevaron a cabo prácticas en el cultivo de langostino en las que examinaron sistemáticamente los efectos del chitosan, las condiciones del medio y la optimización de la técnica para inducir la floculación y sedimentación del fitoplancton.

Tras varias experiencias, los investigadores concluyen que el chitosan es un biofloculante efectivo para eliminar fitoplancton en sistemas de cultivo de langostino al aire libre. La máxima eficiencia en la eliminación, más del 85%, la obtuvieron tras incorporar chitosan

con una concentración de 40mg/l al agua y ajustando el pH a 6.5 con hidróxido sódico y después a 8.5 con ácido acético. Tras el ajuste del pH, la floculación es eficiente a diversas alcalinidades. Los investigadores llevaron a cabo varias repeticiones y comprobaron así que la eficiencia de la floculación se mantenía.

Partiendo de los resultados obtenidos, se concluye que la técnica de floculación puede aplicarse a sistemas de recirculación con el propósito de eliminar el fitoplancton como alternativa a las diversas técnicas de eliminación de los compuestos nitrogenados resultantes de la práctica acuícola.

OXIDACIÓN FOTOELECTROCATALÍTICA COMO ALTERNATIVA A LA BIOFILTRACIÓN EN SISTEMAS RAS

Uno de los principales problemas que presentan los sistemas acuícolas con recirculación y basados en biofiltración, es la acumulación de nitratos en el agua. Una posible alternativa es el uso de oxidaciones fotoelectrocatalíticas (PECO, en sus siglas en inglés) para oxidar el amoníaco directamente a nitrógeno gas.

Investigadores de la Universidad de Wisconsin y de AquaMost han evaluado el uso de procesos PECO como alternativa a la biofiltración en sistemas de cultivo acuícola cerrados. Caracterizaron el efecto que producía la variación de los principales parámetros de los que depende la oxidación fotoelectrocatalítica.

Los sistemas PECO se basan en un metal conductor, que actúa como ánodo, revestido de una capa ultra-fina de fotocatalizador de base titanio.

Cuando el fotocatalizador es iluminado con luz suficientemente potente (cerca del UV), se excitan los electrones de la capa de valencia promoviendo la oxidación del amoníaco.

Con el propósito de evaluar los sistemas PECO, se variaron los siguientes parámetros: grosor de la capa de fotocatalizador y estructura cristalina, aireación y turbulencia del agua, concentración de sal, pH y potencial aplicado. Además, realizaron estudios a escala acuario con prototipos para evaluar el funcionamiento de los sistemas PECO en condiciones de cultivo de peces.

Las experiencias se llevaron a cabo con una configuración de tres electrodos, fotoánodo, cátodo y electrodo de referencia. En primer lugar los investigadores demostraron que para poder oxidar el amoníaco era necesario aplicar luz UV, se utilizó una lámpara UV germicida de 9W, y un voltaje, se consideraron 2V entre ánodo y cátodo.

Los investigadores concluyeron que los parámetros que influyen sobre la eficiencia catalítica de las reacciones de conversión del amoníaco, era la preparación del ánodo, el potencial aplicado (el ratio de eliminación de amonio aumenta con el aumento del potencial) y de la salinidad de la solución tratada (se requiere de la formación de ácido hipocloroso para que reaccione con el amoníaco y formar nitrógeno gaseoso).

Según los datos obtenidos, al menos el 85% del amoníaco fue transformado en nitrógeno gas y el resto convertido a nitrato con bajos niveles de nitritos.

Según los resultados obtenidos, los sistemas PECO pueden resultar una alternativa al uso de biofiltros en sistemas de recirculación, aunque los investigadores remarcan que son

necesarias más experiencias para resolver ciertos problemas asociados a los sistemas PECO, como son el escalado a densidades comerciales de pescados o la eliminación de los posibles subproductos tóxicos.

Además de ser adecuado para procesos de desnitrificación, los sistemas PECO pueden ser empleados en tratamientos de desinfección.

POTENCIAL ECONÓMICO DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN INTEGRADOS HORIZONTALMENTE

La producción integrada en acuicultura se basa en el cultivo combinado de especies acuícolas complementarias con el propósito de hacer un uso más eficiente de los recursos y de los sistemas de cultivo así como para aprovechar las oportunidades del mercado.

Dado el elevado número de parámetros biológicos a considerar y la elevada inversión que se requiere resulta conveniente realizar un exhausto análisis antes de la puesta en marcha de estos sistemas.

En el marco del proyecto europeo GENESIS, un grupo de investigadores de la Universidad de Essex, Reino Unido, y del centro nacional de maricultura de Israel, han llevado a cabo el desarrollo de modelos bioeconómicos para evaluar el potencial de sistemas integrados horizontalmente en tierra. Estos modelos combinan modelos biológicos del sistema y modelos financieros.

El modelo bioeconómico se plantea como una herramienta dirigida a los productores acuícolas tal que les permita testear diferentes escenarios y la sensibilidad económica antes

ciertos cambios tanto operacionales como económicos.

Se llevaron a cabo diferentes experiencias en dos plantas piloto con agua templada en Francia y agua caliente en Israel.

Se hizo uso de un lago artificial creado por el Centro Regional de Experimentación y Aplicación Acuícola (CREAA, en sus siglas en francés) en el que se cultivaron de forma integral lubina, microalgas, ostras y almejas a temperatura templada. Se desarrollaron tres escenarios: costes de mano de obra cero (para reflejar la situación de sistemas que son gestionados por el propietario), costes de construcción cero (simulando sistemas tradicionales) y considerando una prima sobre el valor del pescado, ostra y almeja producidos.

Por otro lado, se utilizó el prototipo de pantano artificial con *Salicornia* desarrollado por el centro de investigación en Oceanografía y limnología (IOLR, en sus siglas en inglés) para realizar el cultivo integrado de erizos de mar, langostinos y algas marinas. Tres experiencias se llevaron a término: reducción de la mortalidad del erizo de mar del 15% al 9% anualmente (simulando anticipados cambios en la supervivencia de esta especie debido a las mejoras en reproducción); disminución del precio de venta de los erizos aproximadamente un 15% (para comprobar la sensibilidad del retorno financiero frente a una disminución en la especie de mayor valor comercial); incremento de la producción de *Salicornia*.

En ambos casos, los modelos bioeconómicos contemplaron los siguientes datos económicos: costes de inversión y operación y su relación con el aumento de biomasa