



La acuicultura europea debate sobre su futuro

Durante el pasado mes de junio se han reunido dos relevantes foros relacionados con el sector acuícola a nivel europeo: entre los días 16 y 18 tuvo lugar en Dubrovnik (Croacia) la tercera conferencia Off-shore Mariculture y los miembros de la Plataforma Tecnológica Europea de Acuicultura (EATIP en sus siglas en inglés), han celebrado su cuarto encuentro en Bruselas el día 23.

Ambos eventos han congregado representantes de la industria y la comunidad científica, así como responsables de las administraciones nacionales y europea, en un debate acerca de las mejores estrategias para fomentar y garantizar la competitividad del sector; basándose en prácticas responsables.

Durante la conferencia Off-shore Mariculture, el debate se desarrolló en torno al marco legal, las estrategias de gestión, la integración medioambiental y la potencial implantación de prácticas de acuicultura orgánica, así como aspectos tecnológicos relacionados con el desarrollo y aplicación de sistemas integrados y operaciones de control remoto o la mejora de tecnologías de contención para prevenir escapes, entre otros.

La EATIP inició su actividad en 2007 con los objetivos de (1) establecer un estrecho vínculo entre la acuicultura y el consumidor; (2) asegurar el desarrollo de un sector acuícola sostenible y (3) consolidar el papel de la acuicultura en la sociedad. Durante la cuarta reunión plenaria de los participantes en esta iniciativa se analizaron los grandes retos a los que se enfrenta el sector a corto y medio plazo, condicionados a su vez por las modificaciones previstas en el marco legal y administrativo. En el plano

tecnológico, se pusieron en común los últimos avances registrados y el calendario previsto de actividades en cada una de las áreas temáticas establecidas, a saber (1) calidad del producto, seguridad y salud de los consumidores, (2) tecnología y sistemas, (3) gestión del ciclo biológico, (4) producción sostenible de alimento, (5) integración con el medio ambiente, (6) gestión del conocimiento, (7) salud y bienestar animal y (8) socioeconomía y gestión. Para completar el programa, fueron presentados los proyectos puestos en marcha durante el primer semestre de 2010, contando con la participación de la Plataforma.

Información adicional disponible en:

<http://www.offshoremiculture.com/>

<http://www.eatip.eu/>

SUMARIO

En portada: "La mejora de las defensas y barreras naturales de protección en especies acuícolas"	1
Nutrición, Biología, Fisiología y Patología	2
Ingeniería, Sistemas de Producción y Medio Ambiente	5
Biotecnología	9

Nº PATENTE	SOLICITANTE	PAÍS	TÍTULO
CN101664116	LI H	China	Premix of multifunctional feed additive e.g. used for promoting growth prawn, comprises buffet clam amino acid, active oligopeptide powder, active Gracilaria powder, metal salt type trace elements, Gracilaria powder, and vitamina.
KR2010004177	SONG J	Korea	Producing animal and vegetable fermented nutraceutical useful for improving disease resistance, by mixing sesame leaves, fish powder, rice bran, black sugar and pyroligneous liquor with starfish, fermenting and extracting.
KR100951177B	BILTAP CO LTD KIM J	Korea	Floating device for ocean nursery, has elastic spring whose bottom and top ends are respectively supported in bracket and stopper, where elastic spring surrounds guide rod to move guide rod along upward direction.
WO2010062189	PRONOVA BIOPHARMA NORGE AS	Estados Unidos	Composition for reducing tendency of animal to enter sexual maturation, reducing or preventing oxidative damage or oxidative stress in animal, and promoting growth of non-human animal, comprises edible processed oil or fat mixture.
CN101664107	HUANG X	China	Feed flavoring agent used for modulating immunity and promoting growth of fish, prawn and shrimp, contains oligopeptide and amino acid hydrolyzate obtained from Paphia, sulfated polysaccharide from Gracilaria, and sodium alginate.
WO2010061017	UNIVERSIDAD SEVILLA	España	Use of a composition comprising selenium for preparing a medicament for treating and preventing toxic effects in fish exposed to microcystins.
CN101658244	FOSHAN HINAPHARM PHARM CO LTD	China	Aquatic amino acid composition for preparing aquatic feed comprises amino acid raw material and auxiliary capsule material.

PRESAS ALTERNATIVAS PARA EL ENGORDE DEL PULPO

El pulpo es una de las especies de mayor interés en la actualidad para la acuicultura. Su rápido crecimiento, alta tasa de reproducción, alto contenido proteínico y gran aceptación comercial, hacen de su cultivo una gran oportunidad comercial.

Los científicos españoles comenzaron las investigaciones sobre este molusco en los años 90, consiguiendo cerrar su ciclo vital con éxito en el año 2002. Los dos grandes cuellos de botella a los que se enfrenta su cultivo a escala comercial son la falta de alimento artificial idóneo y la alta mortalidad en la fase paralarval de su ciclo vital.

Un grupo formado por investigadores españoles y mejicanos, del Centro IFAPA y de la UNAM, respectivamente, ha testado los efectos de dos modos de alimentación, a base de cangrejo de río, *Procambarus clarki*, y de merluza, *Merluccius gayi*, en el crecimiento y supervivencia de juveniles y adultos de pulpo, frente a un control basado en alimentación mediante calamar.

El crecimiento observado ha resultado ser superior con la alimentación control que con la primera alternativa. Los porcentajes de ingestión de alimento entre calamar y cangrejo de río fueron similares, sin embargo la tasa de conversión resultó ser superior en los pulpos alimentados con calamar, por encima de los alimentados con cangrejos. La

segunda alternativa, la merluza, ha originado resultados equiparables a los producidos por la alimentación control.

A la luz de los resultados se concluye que el cangrejo de río no es un buen candidato para la alimentación de los pulpos para fines comerciales, incluso teniendo en cuenta el bajo precio de este producto, debido a su baja tasa de conversión. Sin embargo, la alimentación con pescado blanco, como la merluza, ha arrojado mejores resultados, por lo que podría valorarse como una buena alternativa en el futuro. Los investigadores participantes en este trabajo abogan por la búsqueda de otras dietas alternativas, a base de descartes de pescado provenientes de la actividad extractiva (por ejemplo,



la boga, *Boops boops*) o de especies con gran volumen de producción en acuicultura (como la dorada, *Sparus aurata*). En cualquier caso, las diferentes alternativas deben ser analizadas a fin de conseguir una reducción en los costes de producción de esta especie emblemática.

CRECIMIENTO DE LA ALMEJA JAPONICA CON SUPLEMENTO DE AZÚCARES

La almeja japónica (*Ruditapes philippinarum*) es una de las especies de bivalvos comerciales más frecuente en los bancos marisqueros del litoral español. Desde su introducción, procedente de las costas asiáticas, ha ido ganando paulatinamente importancia comercial debido a su rápida expansión.

Las almejas se alimentan de materia orgánica disuelta o suspendida en la columna de agua, que en los procesos de engorde en criadero se suministra mediante un flujo de agua rico en microalgas cultivadas. Este proceso de alimentación puede resultar laborioso y complicado desde un punto de vista técnico, lo que se requieren otros sistemas de fácil uso que resulten efectivos y con menores costes.

Un grupo de investigadores japoneses de la Agencia de Investigación sobre Pesquerías de Hiroshima ha desarrollado una serie de experimentos, a fin de comprobar el efecto de un suplemento a base de agua enriquecida con azúcares sobre juveniles de almeja japónica. Se utilizaron concentraciones de entre 10 y 100 mg l⁻¹ de glucosa, testadas contra un suplemento de otro polisacárido formado por maltotriosa y el tradicional de microalgas.

Los resultados obtenidos indican que, los ejemplares adultos de almeja japónica mantenidos durante 24 horas en corrientes con una concentración de 100 mg l⁻¹ de glucosa, han metabolizado un número total superior de ácidos orgánicos con respecto a aquellos individuos mantenidos en corrientes sin glucosa. De esta manera se comprueba que el suplemento con otros polisacáridos de mayor peso molecular no produce efectos aparentes en el crecimiento de los moluscos. Esto sugiere que la absorción directa de glucosa por parte de estos animales facilita su conversión gracias a la ruta metabólica de la glucólisis y la consiguiente generación de energía utilizada para el crecimiento.

Los investigadores concluyen que el sistema de enriquecimiento con azúcares podría ser un procedimiento exitoso e innovador; debido a la promoción del crecimiento mediante la absorción de estos por la epidermis del molusco, sustituyendo a otros modos de enriquecimiento, como el de suplemento mediante aminoácidos.

LA QUITINA EN LA ALIMENTACIÓN DE LA COBIA: ¿PODRÍA SER ALIMENTADA CON DESPERDICIOS DE CRUSTÁCEOS?

La cobia (*Rachycentrom canadum*) es un pez de crecimiento ultrarápido (de 4 a 6 kg en un año) que se está adquiriendo cada vez mayor relevancia en el mercado europeo. La producción total anual se incrementa año tras año mientras las capturas se estabilizan.

Teniendo en cuenta el interés comercial de esta especie y tratando de abordar una de las mayores

dificultades a las que se enfrenta la acuicultura en la actualidad, relacionada con la dependencia de la harina de pescado para elaboración de piensos, un grupo de investigación de la Universidad de Texas ha desarrollado un estudio con objeto de averiguar la digestibilidad de la quitina, componente principal del exoesqueleto de los crustáceos.

Para ello se han diseñado una serie de experimentos con la finalidad de detectar, en primer lugar, la presencia de enzimas quitinolíticas capaces de lisar este compuesto en los juveniles de cobia. En una primera fase se emplearon antibióticos para eliminar toda la posible flora presente en el tracto digestivo que pudiera afectar a la quitina, ya que las enzimas quitinolíticas pueden tener origen bacteriológico o endógeno, propio del pez. Posteriormente se midieron los niveles de quitinasa y quitobiasa, y fueron comparados con el grupo de control, que recibía una alimentación idéntica sin antibióticos. Estas medidas enzimáticas, que se llevaron a cabo en los ciegos pilóricos, estómago y parte anterior del intestino, sólo resultaron positivas en el estómago.

Los resultados obtenidos indican una sustancial producción endógena de las enzimas con actividad sobre la quitina. También se observaron metabolitos nutritivos derivados de la actividad enzimática.

En una segunda fase, se calculó la digestibilidad potencial de residuos de gambas y procesados de cangrejos, suministrados en diferentes concentraciones y testados frente a la dieta típica. Las conclusiones del estudio indican que la adición de residuos provenientes de crustáceos en la dieta de la cobia puede constituir una alternativa para lograr una reducción en el coste de producción

del alimento, contribuyendo por otra parte a la sostenibilidad del cultivo de esta especie, al permitir una reducción del aporte de harina de pescado.

EFFECTOS DEL FOTOPERÍODO SOBRE EL CRECIMIENTO DEL ERIZO PARACENTROTUS LIVIDUS

El erizo de mar constituye un recurso de reciente explotación y creciente importancia comercial en España. Conocer sus requerimientos en cuanto a condiciones de luz constituye un paso crucial para optimizar los procesos de cultivo y, en último término, el desarrollo de esta actividad a nivel industrial.

Un grupo de investigadores irlandeses de la Universidad de Cork han trabajado en el estudio de dos regímenes diferentes de luz y su efecto sobre el crecimiento, tanto somático como gonadal, del erizo marino europeo, *Paracentrotus lividus*.

En el diseño experimental utilizado, se aplicaron dos tratamientos de luz, uno de los cuales consistió en el mantenimiento de los erizos en completa oscuridad, mientras que en el otro se utilizó un fotoperíodo de 16 horas de luz y 8 de oscuridad. Ambos fueron aplicados durante 6 meses.

El sistema de cultivo estuvo compuesto por cuatro cajas preparadas comercialmente de la marca UrchinPlatter™ Cage conteniendo cada una 24 individuos

de entre 19,5 y 23 mm de diámetro, alimentados a base del alga parda *Laminaria digitata*.

Los resultados obtenidos mostraron un mayor crecimiento somático y una intensidad de alimentación superior en condiciones de oscuridad, mientras que el crecimiento gonadal fue similar con ambos tratamientos. Por otra parte, los ejemplares mantenidos bajo este régimen presentaron un índice gonadal superior al registrado al inicio del experimento.

Los investigadores concluyen que los tratamientos con largos períodos de luz no son apropiados para el desarrollo de esta especie, utilizando los sistemas de cultivo seleccionados en este estudio.

Nº PATENTE	SOLICITANTE	PAÍS	TÍTULO
CN20092138545U	UNIV QUANZHOU NORMAL	China	Wireless remote environment monitoring system for sea aquaculture net cage, has microprocessor whose output end is connected with input end of wireless emission unit, where microprocessor and emission unit are equipped in full-sealed casing.
CN201464872U	UNIV CHINESE AGRICULTURAL	China	Aquiculture remote data acquisition and transmission system for wireless communication field, has field monitoring and remote operating ends connected via General packet Radio service, where monitoring end includes temperature sensors.
CN101703028	LIU H	China	Mud and aquiculture water bioremediation method for ecological system of shrimp pond, involves enhancing decomposition of organic polluting substances in pond water, and establishing pond ecological system through bioremediation technique.
CN201430846Y	HAN J	China	Pollution-free aquaculture pool for use in plastic tent, has UV lamp, ozone generator and hot water intake pipe with temperature controlling alarm installed in vicinity of water outlet, and sewage draining valve installed below water tower.
CN2905776Y	SHANGHAI SHENFENG TECHNOLOGY CO LTD	China	Multifunctional aerator for increasing oxygen for processing sewage disposal and aquaculture in water areas has submersible oxygen increasing machine with air intake whose entrance is higher than water line of floating body.
TW200515302	CHEN J	Taiwán	Fish-larva automatic counting machine uses image processing techniques for fish larva where a counting system consists of three major parts and is developed to perform easily.
DE102008056495	STIFTUNG WEGENER INST POLAR & MEERSFORSC	Alemania	In-pond-aquaculture system for culture of e.g. fish in pond, has filter system with filter module for cleaning culture water by suspended sediments and dissolved substances and for reducing carbon dioxide and nitrates.
WO2010049957	TECNOSEA SRL	Italia	Monitoring and control device for fish farming and/or preservation installation in e.g. open sea, has local control unit having programmable automation controller (PAC), which is connected to sensors and actuators.
WO2010044115	TECNOSEA SRL	Italia	Integrated system for treating and reutilizing inland aquaculture plants wastewater includes drum or disc filter for microfiltration.
CA20082636886	VOON G GV	Canada	Method for automating operations in e.g. construction industry, involves using artificial intelligence to manage inventions and control robots that do regular checkups and maintenance.
TW20080208907U	UNIV NAT TAIWAN OCEAN	Taiwán	A microfluidic device for screening and detection of mature fish eggs and fertilized fish eggs.
KR20100037743	KIM H KIM Y LEE J TU BI IN CO LTD	Korea	Object identification unit for fishes, has electronic chip, which is provided with radio frequency identification having series of numbers, where two handle portions are combined with hinge pieces in closely adhering state.

EVALUACIÓN ECONÓMICA Y ECOLÓGICA DEL MONOCULTIVO Y CULTIVO MULTITRÓFICO DEL ABALÓN

En la acuicultura, como en otras prácticas, es necesario conocer el impacto ecológico y socio-económico de diversas actuaciones.

La acuicultura multitrófica integrada (AMTI) comprende la producción de especies de diversos niveles tróficos. Se caracteriza por reciclar los desechos de una especie como alimento de otra, contribuyendo a crear sistemas equilibrados que resulten en la mejora de la sostenibilidad medioambiental así como de la estabilidad económica y social.

Un grupo de investigación portugués, sudafricano e israelí ha evaluado, desde el punto de vista ecológico y económico, dos sistemas acuícolas para la producción de Abalón u oreja de mar. Uno de ellos centrado en el monocultivo de esta especie y el otro, basado en sistemas multitróficos integrados, en los que se combinaba el cultivo del Abalón con el de algas.

Con el propósito de evaluar el impacto medioambiental y económico de pasar de un sistema monocultivo de Abalón a un sistema AMTI en el que se incorporan algas, se empleó el modelo diferencial Operación-Presión-Estado-Impacto-Respuesta (Δ DPSIR, en sus siglas en inglés). Este modelo hace uso de variables ecológicas y económicas para evaluar las operaciones, las presiones y el estado del ecosistema en dos o más escenarios con diferencias en sus configuraciones. Estas variables se emplean a posteriori para evaluar el verdadero impacto en cada uno de los escenarios como consecuencia de la respuesta adoptada.

En las prácticas emplearon tres esquemas de operación; el primero basado en el monocultivo de Abalón y los otros dos resultaron escalados de sistemas de recirculación integrados de abalón y algas. En los dos últimos sistemas, se mantuvo la mitad de la producción de Abalón de forma monocultivo.

Las principales presiones que ejercen las granjas de Abalón monocultivo sobre el medio ambiente son las descargas de nutrientes, el cultivo de algas naturales para alimentación y las emisiones de gases efecto invernadero cuantificadas como CO_2 equivalente.

Las experiencias llevadas a cabo demuestran que, en líneas generales, la incorporación de algas reduce las presiones causadas por el cultivo de la oreja de mar. Al incorporar el cultivo de algas en el sistema, se reduce la incorporación de nutrientes a la granja.

Tanto desde el punto de vista económico como ecológico, los resultados indicaron que la mayoría de los beneficios de pasar de un sistema monocultivo de Abalón a un sistema AMTI se incrementan con el aumento de la producción de algas.

El uso de esta herramienta mostró los beneficios asociados al uso de granjas AMTI para el cultivo de Abalón y algas. Estos resultados deben ser tenidos en cuenta por la industria y por las entidades reguladoras dado el creciente cultivo de esta especie a nivel mundial.

Los investigadores señalan que la herramienta de análisis empleada, Δ DPSIR, puede considerarse como "blueprint" para ayudar a propietarios y reguladores oficiales en el diseño de las instalaciones, teniendo así en cuenta el balance de la masa de nutrientes hacia una reducción de los impactos negativos sobre el medioambiente.

REACTORES UV DE BAJA PRESIÓN DE APLICACIÓN EN SISTEMAS RAS

Uno de los principales inconvenientes que presentan los sistemas RAS es la rápida proliferación de patógenos, lo que supone en muchos casos la aparición de infecciones en los individuos. Es esencial un sistema de desinfección tal que garantice la eliminación de microorganismos patógenos evitando pérdidas sustanciales y sobre-costes de producción.

Ozono y radiación UV son dos de los métodos de desinfección comúnmente empleados.

Con el objetivo de reducir los costes operacionales, investigadores de la Universidad de Tel Aviv y del Centro Nacional de Maricultura de Israel han estudiado la eficacia de un reactor UV, diferente al habitual, en el control de la proliferación de patógenos en sistemas RAS.

Para llevar a cabo las experiencias, se hizo uso de sistemas de cultivo "low head", diseñados con el propósito de eliminar la necesidad de bombas, conductos presurizados y de cierre adicionales. El sistema de desinfección considerado era un reactor UV de canal abierto no sumergido el cual emplea los patrones de flujo gravitacional originados en el sistema RAS "low head". La incorporación de este sistema en la superficie tiene como objetivo el reducir el ensuciamiento y facilitar el mantenimiento para reducir costes.

Los objetivos específicos de las investigaciones llevadas a cabo eran caracterizar el flujo de salida del reactor UV mediante la medida de la intensidad de la radiación sobre la superficie de un actinómetro, determinar la intensidad de radiación transmitida a diferentes profundidades, diseñar las curvas de dosis-



respuesta, determinar la relación entre el ratio de flujo de recirculación de agua y las dosis de UV para alcanzar la dosis requerida, además de testear el impacto del reactor UV no sumergido de baja presión sobre la inactivación de poblaciones de microorganismos en sistemas RAS "low head".

Las experiencias se llevaron a cabo en reactores LH-RAS de 100 m³ con una biomasa de Dorada de entre 3 y 4 toneladas.

Se llevaron a cabo experiencias con diversos actinómetros para conocer la distribución de la intensidad de la radiación del reactor UV.

Los investigadores utilizaron actinometría química esférica para la caracterización y evaluación de la salida del reactor UV midiendo el flujo radiante en varios puntos, y para determinar el flujo radiante medio generado en la superficie del agua.

Los resultados indican que, para flujos de recirculación de 100m³/h, con los flujos radiantes de UV, proporcionarían bajas dosis de UV 4mJ/cm² cuando se emplean lámparas de 30WLP

Los investigadores indican que cierta cantidad de bacterias sensibles pueden ser inactivadas por la acción de flujos radiantes en dosis de UV de 2 - 4mJ/cm². De esta forma, para incrementar la dosis de UV en el sistema, se sugiere incrementar la potencia de las lámparas UV, así como emplear un sistema de agua con baja transmitancia y flujos gravitacionales, como los sistemas de recirculación "low head", para controlar la proliferación de bacterias patógenas.

Los investigadores sugieren que, para emplear este tipo de reactor UV de baja presión en sistemas de recirculación, deberían emplearse

sistemas con la transmitancia más elevada posible, lámparas UV de elevada potencia y flujos que permitan suficiente tiempo de exposición y dosis UV elevadas.

SISTEMA DE CONTROL DE LA TOXICIDAD Y EFICACIA DE LA ANESTESIA MS-222

Aunque existen diversas herramientas comerciales que permiten analizar el comportamiento de los animales, están diseñadas para animales terrestres y suelen tener un coste elevado. En el sector acuícola son necesarios sistemas que relacionen el efecto de sustancias xenobióticas, como la anestesia empleada para inmovilizar y reducir el estrés de los individuos, sobre las actividades fisiológicas de los peces.

La Universidad de Murcia ha llevado a cabo un proyecto en el que han desarrollado un sistema de seguimiento y evaluación para medir la toxicidad y efectividad del MS-222 en Dorada juvenil durante el día y la noche. Este ha sido el primer estudio centrado en la cronotoxicidad de la anestesia en peces.

El metanesulfonato de tricaina, MS-222, es el único anestésico aprobado por el USDA para ser empleado en organismos acuáticos.

El estudio se centró en dos partes, la primera en la que se evaluaron las diferencias en la toxicidad de la anestesia en función de la hora del día; la segunda en la evaluación del efecto de la anestesia sobre la capacidad de nado y el posicionamiento vertical de la dorada en una columna de agua.

El estudio se llevó a cabo con 430 Doradas juveniles en sistemas semi-abiertos. El fotoperiodo considerador fue de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad.

Antes de comenzar, los investigadores comprobaron el ritmo de actividad diaria y su relación con los ciclos de luz-oscuridad.

El primer experimento se centró en el estudio de la toxicidad del MS-222 en el periodo de luz y el de oscuridad. Sometieron a 10 individuos a cada una de las seis concentraciones de anestesia consideradas. Tras 15 minutos sumergidos en la anestesia en cajas de 6 litros, los individuos se trasladaban a cajas similares pero sin anestesia y, tras 30 minutos, el ratio de mortalidad era medido. Hicieron uso del LC50, para determinar la concentración tal que resulte letal para el 50% de la muestra. Los resultados indicaron una toxicidad significativamente superior durante el periodo de luz, lo que podría deberse a las diferencias fisiológicas a lo largo del día según indican los investigadores.

Con el propósito de medir las variaciones en la actividad de nado de las Doradas al ser sometidas a una concentración de anestesia por debajo del nivel letal, los investigadores desarrollaron softwares especiales para analizar la actividad locomotora de esta especie. El sistema, "Fish Tracker", permite conocer la posición exacta de los individuos cada segundo a partir del análisis de las imágenes grabadas por una videocámara. El método empleado consiste en cuatro pasos; en primer lugar la adquisición de las imágenes a lo que le sucede una estabilización con el fin de eliminar las vibraciones de la cámara, adaptando cada imagen respecto a una de referencia. A continuación se produce una segmentación de la imagen, utilizando un modelo de adaptación que separa la imagen en un primer plano y el fondo. Por último se emplea una técnica de seguimiento, la cual determina la

posición de cada individuo en función de su centro de masas.

Los resultados obtenidos en las prácticas fueron bastante precisos, el 98% de las posiciones registradas durante el periodo de luz fueron correctas mientras que en el periodo de oscuridad fue el 94.8%.

Este sistema de posicionamiento permitió a los investigadores evaluar el efecto que la anestesia produce en la actividad de los individuos, nado y posición en el acuario, y su relación con la hora del día, periodo con luz o de oscuridad.

Los resultados indicaron que durante las horas con luz, la eficiencia de la anestesia mejoraba, era necesario un periodo de inducción menor y el tiempo de recuperación era mayor.

MACROALGAS EN LA EVALUACIÓN DEL IMPACTO MEDIOAMBIENTAL DE SISTEMAS OFFSHORE

El uso de sistemas de cultivo offshore se ha incrementado en los últimos años, produciendo un impacto evidente sobre el medio ambiente. Al dispersarse los residuos producidos, se incrementa la concentración de materia orgánica y de nutrientes en las zonas colindantes a las granjas. Hasta el momento no hay herramientas específicas que proporcionen información fiable sobre el impacto de estos residuos sobre el ecosistema marino.

Un grupo de investigación Español formado por expertos de la Universidad de Barcelona, el Instituto Español de Oceanografía y el Instituto Canario de Ciencias Marinas, han testeado una herramienta para evaluar la extensión espacial de los residuos procedentes de granjas de cultivo offshore.

Previos estudios demostraron que el análisis de ratios del isótopo de nitrógeno ($d^{15}N$), el cual indica la asimilación de formas inorgánicas nitrogenadas disueltas en el agua (amoníaco y nitratos), en productores primarios bentónicos resultaba una técnica efectiva para rastrear la entrada de nutrientes externos provenientes de actividades humanas.

En base a estos resultados, los investigadores llevaron a cabo la evaluación del impacto de los residuos de las granjas offshore midiendo el ratio del isótopo estable de nitrógeno en el tejido de diversos productores primarios bentónicos, macroalgas, incubados en columnas de agua a varias distancias de las granjas (en un rango de 0 a 1000m en la dirección de la corriente principal).

Las experiencias se desarrollaron en tres localidades de Las Islas Canarias (océano Atlántico), Murcia y Cataluña (mar Mediterráneo). Se tuvieron en cuenta las condiciones experimentales que podrían influir sobre los resultados; la especie de macroalga empleada así como la profundidad y periodo de incubación.

Para cada uno de los lugares se seleccionaron las variedades de macroalgas dependiendo de su disponibilidad. Tras el muestreo de las macroalgas, se consideraron periodos de incubación de 2, 4 y 6 días.

Con el propósito de evaluar el impacto de los residuos de las granjas, se tomaron muestras de las macroalgas a profundidades de 5m y 20m. Sobre estas muestras se analizó el contenido total de nitrógeno y el ratio del isótopo estable ($d^{15}N$), el cual indica la asimilación de formas nitrogenadas inorgánicas.

El impacto de residuos provenientes de las granjas de cultivo fue mejor caracterizado tras 4-6 días de incubación de las macroalgas a baja profundidad (5 metros), previsiblemente debido a la intensidad de la luz y al patrón de dispersión de los residuos. El mayor impacto de los residuos en las proximidades de las granjas demostró la relación entre el impacto y la distancia a la zona de cultivo.

Las experiencias llevadas a cabo demuestran la eficacia de estos bioensayos así como su potencial para determinar el impacto de los residuos según la distancia a la granja. Los investigadores recomiendan evaluar las condiciones experimentales óptimas previas al uso de los bioensayos en programas de control de las instalaciones de cultivo offshore.

Nº PATENTE	SOLICITANTE	PAÍS	TÍTULO
CN20091099343	UNIV NINGBO	China	Gene chip useful for detecting pathogen in aquaculture comprises chemically added solid phase carrier distributed with detection probes and quality control probes in lattice manner.
CN20091093779	UNIV CHINESE AGRICULTURAL	China	New Bifidobacterium sp. BB2 of preservation number is CGMCC No. 3200, useful for poultry, livestock and aquaculture for replacing antibiotics, eliminating medicine residue, and improving quality of animal products.
WO2010042510	ABBOTT LAB	Estados Unidos	New isolated nucleotide acid or its fragment comprising or complementary to nucleotide sequence encoding polypeptide or comprising or complementary to specific nucleotide sequence from specific sequences used to produce delta 8-desaturases.
WO2010056513	SEQUENOM INC	Estados Unidos	Determining nucleic acids in composition involves extending oligonucleotides with distinguishable labels and capture agent that specifically hybridize to nucleic acid amplicons; capturing oligonucleotides to solid phase; and detecting label.
WO2010035465	NIPPON SUISAN KAISHA LTD NAGASAKI PREFECTURAL GOVERNMENT UNIV TOKYO MARINE SCI & TECHNOLOGY	Japón	New antituna vasa antibody or its fragment capable of specifically binding with tuna vasa gene product, useful for detecting tuna origin reproductive cell e.g. oogonium transplanted to different species recipient fish.
WO2010030600	CODE NUTRITION LLC	Estados Unidos	Determining personalized dietary supplement regimen involves genotyping sample for presence of genetic marker linked to gene associated with trait selected from e.g. cholesterol management, and identifying dietary supplements.
JP2010124797	DOKURITSU GYOSEI HOJIN RIKAGAKU KENKYUSH KANAGAWA KEN PREFECTURE UNIV NIPPON IKA UNIV TOKYO	Japón	New oligonucleotide, useful for detecting Edwardsiella disease in a flatfish (Paralichthys olivaceus).
CN20091213685	SOUTH CHINA SEA FISHERIES RES INST CHINE	China	New gene sequence of cobia immunoglobulin kappa chain, useful for studying function of fish immunoglobulin in humoral immunity and further studying development mechanism of fish immunoglobulin.

PROBIÓTICOS E INMUNIDAD

Los suplementos de microorganismo beneficiosos, probióticos, han sido estudiado desde el punto nutricional además de cómo una modalidad terapéutica alternativa a los medicamentos y antibióticos. Son muchas y diversas las investigaciones que se han llevado a cabo para estudiar el efecto de los probióticos sobre los peces, promoviendo el crecimiento, mejorando la resistencia a enfermedades y el efecto inmunomodulador.

En este sentido, un investigador de la Universidad Nihon (Japón) ha realizado una revisión del efecto de la actividad inmunomoduladora de los probióticos y de los factores a tener en cuenta a la hora de inducir la respuesta inmune óptima.

La revisión contempla los efectos de los probióticos sobre el sistema inmune. En lo referente a la actividad fagocítica, responsable de activar la respuesta inflamatoria antes de la producción de anticuerpos, se ha demostrado que es mejorada con el

grupo probiótico de bacterias de ácido-lácticas en varias especies. Sin embargo, el uso de estos probióticos no funcionó en rodaballo.

Las investigaciones llevadas a cabo sobre la actividad respiratoria, uno de los mecanismos innatos de defensa de los peces, son un tanto contradictorias. Algunas indican que los probióticos no tienen significativo impacto en este mecanismo de defensa.

Una barrera contra infecciones es la Lisozima, enzima antibacteriana abundante en la saliva, la lágrima y el

moco. En el caso de los teleósteos, algunos probióticos promueven el nivel de esta enzima. Sucede similar en el caso de la peroxidasa, importante en la eliminación de patógenos, y la anti-proteasa.

Diversos estudios demuestran que la producción de citocinas, producidas por células del sistema inmunitario y las cuales contribuyen al crecimiento celular, diferenciación y mecanismos de defensa, puede ser modulada por ciertos probióticos. Por otra parte está demostrado que otros probióticos pueden aumentar la respuesta inflamatoria intestinal.

El efecto de los probióticos en la estimulación de respuestas inmunológicas sistémicas en muchas especies de pescado está bien documentado, mientras la inmunidad local del intestino no está estudiada a fondo. Esto se debe a la falta de herramientas adecuadas para el seguimiento del efecto de los probióticos en el intestino.

Por otra parte, la revisión considera los factores que afectan el potencial inmunomodulador de los probióticos. En el caso de los peces, el tipo de probióticos, la cinética de dosificación y el método de aplicación según la especie, son factores críticos en la regulación de la respuesta inmune.

En la industria acuícola, los probióticos utilizados en la dieta o bioencapsulados son considerados como alternativa a los antibióticos ya que contribuyen a mejorar de la resistencia natural y aumentar la supervivencia de las larvas. Sin embargo, hay estudios que muestran el efecto contrario de ciertos probióticos, por lo que es necesario un estudio previo sobre las diversas cepas de probióticos y el modo de acción antes de emplearlos.

El uso de probióticos se ha extendido en la industria acuícola especialmente por su potencial como sustituto de antibióticos y sustancias químicas. Es importante considerar

ciertas cepas de probióticos pertenecientes a las especies *Aeromonas*, *Pseudomonas* y *Vibrio* por su actividad en el intestino.

La revisión concluye la necesidad de más investigaciones, no solo para conocer las diferencias inter e intra-especie ante varios probióticos sino para evaluar además la seguridad de su uso. Por otra parte, aunque la mayoría de los probióticos ejercen un efecto inmunomodulador en los peces, es necesario generar más conocimiento sobre las interacciones entre los microbios del intestino, el epitelio intestinal y el sistema inmunitario del intestino. Esto contribuirá de forma decisiva en la definición de una estrategia tal que permita estimular el sistema inmunológico local y sistémico a través del uso de probióticos, prebióticos o simbióticos.

HERRAMIENTAS GENÉTICAS EN EL BACALAO DEL ATLÁNTICO

El uso de herramientas genéticas contribuye a la selección de progenitores que contribuyan al aumento de la productividad y valor comercial de la especie, bien por su rápido crecimiento o bien por su elevada resistencia a enfermedades. Estas herramientas generalmente se basan en marcadores genéticos. En el caso del Bacalao del Atlántico, la colección de marcadores utilizados, entre los que se consideran los polimorfismos de longitud de fragmentos de restricción, microsatélites y polimorfismos de nucleótido simple, es limitada.

Un grupo de investigadores Canadienses ha identificado un conjunto de Polimorfismos de Nucleótido Simple (SNP, en sus siglas en inglés) que contribuirá a la mejora de la producción del Bacalao del Atlántico.

Las variaciones de secuencia expresada es el tipo más adecuado de polimorfismos de secuencia de ADN.

Son útiles para el genotipado de alto rendimiento, y proporcionan elevadas posibilidades para aplicaciones genéticas y de cultivo, desarrollo de mapas genéticos y evaluación de la variabilidad genética.

Antes de llevar a cabo el proyecto, se habían identificado un total de 318 SNPs en el Bacalao, de los cuales 174 se emplearon, junto con 33 microsatélites, en la elaboración su mapa genético.

Por otra parte, en el marco del proyecto "The cod genomics and Broodstock Development" (CGP), se había identificado un total de 158.877 variaciones de secuencia expresada, empleando un elevado número de individuos y de librerías de cADN.

Los investigadores tomaron como punto de partida las variaciones anteriores para la identificación de los Polimorfismos de Nucleótido Simple. Se estableció un criterio de selección que garantizase una calidad mínima de los SNPs para que pudiesen ser empleados en análisis posteriores. De esta forma, se identificaron un total de 4753 SNPs de los cuales, 3677 SNPs cumplían los requisitos de la plataforma Illumina GoldenGate de estudio de genotipado. Finalmente se seleccionaron 3072 SNPs, conformados en dos paneles, los cuales fueron testeados según la plataforma Illumina con individuos de diversas regiones de Canadá, Islandia, Irlanda y Noruega. En paralelo, progenitores y descendientes de dos familias de referencia fueron empleados en el genotipado.

El conocimiento generado ha permitido la elaboración de un mapa genético preliminar del bacalao, el cual contempla un total de 924 SNPs mapeados.

Los investigadores concluyen que esta colección de SNPs será de gran valor para el desarrollo de pruebas de diagnóstico para distinguir poblaciones de bacalao así como



para la producción de herramientas útiles para la industria acuícola.

Estos resultados permiten avanzar en la mejora genética del bacalao, dado que el mapa genético elaborado puede ser empleado en experiencias basadas en QTL.

RESISTENCIA AL ESTRÉS Y MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD

El estrés se basa en una situación de pérdida del equilibrio dinámico de los organismos debido a la acción de un estímulo intrínseco o extrínseco. El animal reacciona mediante una serie de cambios fisiológicos o en su comportamiento con el fin de compensar ese desequilibrio. Uno de las principales respuestas es la hiperactividad a lo que se une muchas alteraciones fisiológicas, como el paro de la actividad renal e intestinal y la hemoconcentración. Cuando cesa el factor causante del estrés, las actividades fisiológicas se recuperan aunque cuanto más tiempo perdure el efecto, mayores son los efectos dañinos.

La Universidad de las Palmas de Gran Canaria (ULPGC), ha estudiado la capacidad genética de estresar con el propósito de mejorar la productividad en cautividad.

La capacidad de los peces para estresarse es hereditaria, de ahí que el estudio se centrara en la identificación y selección de aquellos individuos que mejor se aclimatasen a la cautividad con el fin de obtener descendientes que se estresen menos.

Con el propósito de alcanzar el objetivo del estudio, introdujeron un microchip en la piel de los individuos. Este aparato facilitó la identificación y la medida del nivel de estrés en sangre.

A partir de estos datos, los científicos separaron los individuos que más se estresaban empleando aquellos que lo hacían menos para la reproducción en cautividad.

Esta selección mejora la productividad ya que la descendencia presentará un menor estrés, lo que repercute directamente en la mejora de la reproductividad y la resistencia a enfermedades, al encontrarse las defensas en mejor estado.

Por otra parte, este grupo de investigación está trabajando en el desarrollo de jaulas de cultivo y de viveros sumergidos para ser instalados a mayor profundidad y más lejos de la costa. Además, los mecanismos se podrán automatizar a través de satélite o bluetooth entre otros.

Canarias es la primera Comunidad Autónoma en producción acuícola de Lubina y la tercera productora de Dorada. Entre el 5% y el 8% de 10.000 toneladas de pescado es consumido en la comunidad autónoma, el resto es exportado a países Europeos.

Dada la importancia de esta Comunidad en la producción acuícola y su volumen de exportación, el reciente estudio les ayudará a dar respuesta a la creciente demanda.

PLATAFORMA MICROARRAY EN LA EXPRESIÓN DE LAS DEFORMACIONES MANDIBULARES

El cultivo de la dorada ha ido mejorando desde la década de los 80, aunque persisten algunos cuellos de botella, incluyendo los relacionados con las malformaciones craneales y esqueléticas. Las anomalías suponen un elevado coste en el cultivo de esta especie, al ser el aspecto un factor clave para la comercialización y ser necesaria una selección manual para descartar los individuos con deformaciones.

Expertos italianos, alemanes y portugueses han aunado sus esfuerzos en el desarrollo de una nueva plataforma de transcriptomas para la determinación de perfiles de

expresión en las deformidades mandibulares de la dorada.

El principal objetivo de las investigaciones llevadas a cabo fue analizar la expresión genética de genes relacionados con deformidades en la cabeza de individuos de dorada de 38 días y en la mandíbula de individuos de 58 días, utilizando una novedosa plataforma transcriptómica desarrollada por el grupo de investigación.

Las experiencias llevaron a la creación de una base de datos de 19.048 transcriptomas de la dorada. Sobre la mayoría de estos transcriptomas se aplicó el microarray desarrollado con el propósito de determinar la expresión genética de genes en individuos afectados por el prognatismo. El análisis estadístico proporcionó 242 transcriptomas significativamente sub-regulados en individuos con deformidades en comparación con peces normales. Observaron para estos individuos un enriquecimiento significativo de genes relacionados con el desarrollo y funcionamiento del sistema nervioso.

La plataforma microarray desarrollada para la Dorada presenta una elevada fiabilidad, flexibilidad y reproducibilidad. A pesar de las limitaciones en obtener información funcional en especies no-modelo, los expertos indican que se obtuvo suficiente información para identificar procesos biológicos. En el marco de estas experiencias se generó nuevo entendimiento sobre mecanismos putativos relacionados con la deformación mandibular, sugiriendo que el desarrollo del sistema nervioso puede jugar un papel importante en esta malformación.

Este avance contribuye al entendimiento de la especie y a la optimización del sistema de cultivo, evitando malformaciones que suponen un elevado coste para los productores.

Este trabajo es una iniciativa de la Secretaría General del Mar y se enmarca dentro del Plan Estratégico de Innovación Tecnológica que el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino ha elaborado para el sector pesquero.



Con la colaboración de:

