



## Aplicaciones de fitoterapia en acuicultura

Las características inherentes a la acuicultura intensiva favorecen la presencia de factores de estrés, que tienen entre otras consecuencias el deterioro de la respuesta inmune y, por tanto, el incremento de la susceptibilidad frente a agentes infecciosos, tanto en peces como moluscos. Esto conlleva habitualmente cuantiosas pérdidas económicas, por lo que la optimización de la estrategia de lucha contra las enfermedades en las instalaciones de cultivo es un aspecto clave para la sostenibilidad de este sector.

El tratamiento con antibióticos y otros medicamentos ha sido ampliamente aplicado para esta finalidad, si bien sus efectos adversos en términos medioambientales y la posibilidad de desarrollo de resistencia por parte de los patógenos, que además puede transmitirse al hombre a través de la cadena alimentaria, ha generado múltiples críticas y cierto rechazo en el mercado. Las vacunas constituyen una opción interesante como respuesta a estos inconvenientes, aunque su elevado coste y la

inexistencia de tratamientos frente a ciertas enfermedades de origen bacteriano o vírico, de gran relevancia desde el punto de vista comercial, evitan que se conviertan en una alternativa real.

Ante esta perspectiva, la fitoterapia se plantea como un método prometedor para el control de enfermedades en acuicultura, por su capacidad para contribuir al fortalecimiento de los mecanismos de defensa de peces y moluscos, mediante el suministro preventivo de sustancias inmunoestimulantes de origen

### SUMARIO

En portada: "Aplicaciones de fitoterapia en acuicultura" .....	1
Nutrición, Biología, Fisiología y Patología.....	3
Ingeniería, Sistemas de Producción y Medio Ambiente .....	6
Biotecnología.....	9

vegetal. Aunque la utilización de ciertos tipos de plantas en la medicina es casi tan antigua como el hombre, su aplicación en el ámbito de la acuicultura es todavía incipiente y su falta de estandarización provoca aún cierto recelo en algunos sectores de la comunidad científica. Sin embargo, existe un buen número de experiencias que ofrecen resultados alentadores. El suministro de componentes activos vegetales, individualmente o combinados entre sí, como remedio único o acompañando a cierto tipo de vacunas, contribuye al fortalecimiento del sistema inmunológico, principalmente el innato, aunque también se han observado efectos positivos sobre el sistema inmunológico adaptativo. Además, existen evidencias de que puede contribuir a rebajar el nivel de estrés y estimular el apetito y el crecimiento, así como la función reproductora.

Los efectos observados dependen en gran medida del método de suministro utilizado,

que puede ser inyección, inmersión u oral, combinado con el alimento. Si bien el primero resulta más rápido y efectivo, su elevado coste de aplicación y las dificultades que conlleva en términos de manipulación y del estrés infligido a los individuos, hacen que la administración oral sea más eficiente para un tratamiento masivo. La dosis a utilizar también constituye un factor crítico, ya que un exceso de inmunoestimulantes podría provocar el efecto contrario al deseado. En este sentido, todavía es necesario mucho trabajo de investigación para determinar las cantidades e intervalos de administración y establecer los tratamientos adecuados a cada especie. No obstante, dado que se trata de un producto de bajo coste de obtención y preparación, con un amplio espectro de aplicaciones, que es biodegradable y, por tanto, ecológico, podría constituir a medio o largo plazo una oportunidad efectiva y sostenible para el tratamiento de enfermedades en acuicultura.

Nº PATENTE	SOLICITANTE	PAÍS	TÍTULO
WO2011103464A1	CHEMAPHOR INC	Canadá	Methods and compositions for use in aquaculture.
FR2955461A1	POLARIS SAS	Francia	DHA- and EPA-rich nutritional ingredient.
DE102010005563A1	BRIX M	Alemania	Management system for operating a breeding device and method for operating a breeding device.
WO2011031166A2	EWOS INNOVATION AS; AKER BIOMARINE ASA; CHEMOFORMA LTD	Noruega	Feed composition.
NO20100190A	BECK E	Noruega	Method and device for destroying parasites on fish.
FR2956794A1	BREVAULT E	Francia	Seashell bag support for use in sea intertidal zone to cultivate seashell e.g. oyster, has determining unit for determining minimum distance separating base of seashell bag from sea bottom when struts are anchored in sea bottom.
RU2417586C2	UNIV ASTRAKHAN TECH; UNIV ASTRAKHAN TECH FISHING AGENCY	Rusia	Method to adapt sturgeons to stimulated upkeep conditions.
WO2011101434A1	BASF SE	Alemania	Kelp preparations for enhancing the growth of seafood and algae.
DE102010004523A1	LEIPZIGER TECHNOLOGIE SERVICE GMBH	Alemania	Use of excess biomass resulting during aerobic biological water purification, in untreated fresh and liquid form and dried and ready-made form as feed for fish breeding, fish and other animal species.
WO2011086217A1	CONSEJO SUPERIOR INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS	España	Food product based on fish and glucomannan, procedure for obtainment.

## EVALUACIÓN DE DISTINTOS MÉTODOS PARA EL CONTROL DE LOS TUNICADOS INVASIVOS EN LA ACUICULTURA DE MOLUSCOS

En la acuicultura de bivalvos, los tunicados alóctonos se han convertido en un gran problema ya que las estructuras flotantes empleadas proporcionan un sustrato adecuado para su proliferación, con el consiguiente impacto negativo sobre la biodiversidad autóctona y el funcionamiento del ecosistema. Uno de estos organismos, *Didemnum vexillum*, tunicado colonial que se ha extendido desde Japón hasta Europa, Nueva Zelanda y las dos costas de Norte América, ha sido encontrado recientemente en varias instalaciones de cultivo de bivalvos de la costa oeste de Canadá, donde se ha convertido en la especie de *fouling* dominante.

Un grupo de investigadores canadienses de la Estación Biológica del Pacífico ha llevado a cabo un estudio para evaluar la eficacia de métodos químicos (tratamiento con cal hidrogenada al 4%), mecánicos (eliminación física mediante raspado) y biológicos (con un depredador natural de los tunicados, el erizo de mar) en el control de la proliferación de *Didemnum vexillum* y tunicados botrífididos sobre la ostra rizada (*Crassostrea gigas*), controlando además el efecto de cada uno de los tratamientos sobre el crecimiento, la condición y la supervivencia de la especie cultivada.

Los resultados demostraron la efectividad de los tratamientos químico y mecánico en la eliminación

de *Didemnum* (entre un 85 y un 96%), a pesar del impacto negativo sobre la tasa de supervivencia de la ostra. Por su parte, el método biológico no resultó eficaz. Aún así, los autores recomiendan una investigación más en profundidad que permita determinar las dosis, el tiempo de exposición, especies depredadoras alternativas y demás parámetros con los que maximizar la mortalidad de los tunicados, minimizar los efectos negativos sobre la ostra y asegurar la sostenibilidad ambiental.

## PREDICCIÓN DE LA COMPOSICIÓN DE LOS ÁCIDOS GRASOS DE LOS LOMOS DE DORADA MEDIANTE EL USO DE UN MODELO DE REGRESIÓN

Los peces absorben los ácidos grasos de la dieta sin apenas transformarlos, por lo que la constitución del alimento tiene un efecto altamente predecible en la composición de los ácidos grasos de la carne. Así, en acuicultura, el principal factor limitante para la sustitución de los piensos con ingredientes marinos por otros de origen vegetal está relacionado con los posibles efectos sobre la calidad de la carne, más que con su influencia sobre el crecimiento. Sin embargo, otros factores como el genotipo, el sexo, la edad y la condición reproductora pueden influir significativamente en el porcentaje de grasas de la carne y por lo tanto, en la composición de los ácidos grasos de la mayoría de los productos animales.

Mediante un modelo de regresión, investigadores de CSIC de Castellón en colaboración con el instituto francés de Nutrición, Metabolismo

y Acuicultura, han evaluado la capacidad para predecir el contenido en ácidos grasos de los lomos de dorada, basándose en la composición de los ácidos grasos de la dieta y el porcentaje de grasa en la carne, desde los estadios juveniles hasta el cambio de sexo de macho a hembra. Como resultado se ha obtenido que la composición de la dieta, junto con el nivel de grasa, explica en gran medida la composición de los ácidos grasos de la carne.

La aplicación de un modelo predictivo específico como el descrito reforzaría el potencial para adaptar la composición de los ácidos grasos de los lomos de dorada a lo largo de todo el ciclo de producción, ayudando a alcanzar las recomendaciones nutricionales y afrontar las políticas para la utilización sostenible de los recursos marinos como ingrediente constitutivo de los piensos.

## BIOENCAPSULACIÓN DEL FLORFENICOL EN ROTÍFEROS

A pesar de las mejoras alcanzadas como resultado del conocimiento de los requerimientos nutritivos de las larvas de peces, su producción estable en las *hatcheries* está supe- ditada al brote de infecciones bacterianas durante los primeros estadios de vida. Debido a la inmadurez de los tejidos linfáticos, las larvas no poseen un sistema inmunitario específico haciendo inviable la vacunación en esta fase. Por lo tanto, para tratar una infección, se necesitan tratamientos preventivos antibacterianos.

Dado que el rotífero *Brachionus plicatilis* constituye el alimento vivo

más empleado en el cultivo de larvas de peces marinos, un grupo de investigadores noruegos ha estudiado su capacidad para ingerir florfenicol, un agente antibacteriano derivado del cloranfenicol, como vía para hacerlo llegar a las larvas de peces. Tras testar varias presentaciones comerciales de florfenicol y distintas concentraciones, se llegó a la conclusión de que los rotíferos pueden ser empleados como vectores de este agente antibacteriano, ya que lo ingieren de forma rápida, pudiendo alcanzarse un concentración adecuada para su administración a las larvas tras tan solo 1-2 horas de exposición. Esta característica es vital en las *hatcheries* comerciales, donde la administración rápida del tratamiento es crucial una vez la infección ha sido detectada. Además, en este trabajo se ha calculado la dosis como nanogramos de florfenicol por rotífero, en lugar de nanogramos de medicamento por miligramo de proteína o de peso

seco, medidas mucho más extendidas en la literatura científica pero nada prácticas desde el punto de vista de los cultivadores de peces.

### **¿CÓMO AFECTA LA DENSIDAD DEL STOCK AL CRECIMIENTO, AL ÍNDICE GONADAL Y LA SUPERVIVENCIA DEL ERIZO DE MAR?**

El erizo de mar se pesca en las costas de todo el mundo por el alto valor de sus gónadas, que se consumen como artículo de lujo. La creciente demanda de este producto ha conducido en las últimas décadas a una sobre-explotación de las poblaciones naturales, surgiendo la necesidad de su cultivo para poder cubrir la demanda.

A pesar de que ciertos aspectos de la biología del erizo *Strongylocentrotus droebachiensis* han sido estudiados en profundidad, apenas existen investigaciones sobre la densidad óptima de

cultivo. Éste es un factor muy importante ya que densidades demasiado elevadas pueden provocar disminución de oxígeno, acumulación de productos de desecho en el tanque de cultivo e interacciones químicas y físicas entre los individuos, con efectos negativos sobre el crecimiento y la supervivencia.

Para contribuir al desarrollo de la acuicultura del erizo de mar, investigadores noruegos han llevado a cabo un experimento para determinar los posibles efectos de la densidad de cultivo sobre la supervivencia, el crecimiento y el índice gonadal. Como resultado, se ha observado que la supervivencia y el crecimiento se ven notablemente afectados mientras que el índice gonadal permanece constante. Estas conclusiones habrán de ser tenidas en cuenta a la hora de diseñar los tanques de cultivo que permitan optimizar la producción de esta especie de alto valor comercial.

Nº PATENTE	SOLICITANTE	PAÍS	TÍTULO
WO2011103077A1	KEMIN IND INC	Estados Unidos	Method of improving the water quality in aquatic ecosystems.
IT1389606	BARONE B; BARONE M	Italia	Automatic feed dispenser for sea fish farms comprises a floating silo, mechanical lifter and hydraulic-transport distributor.
BRPI0800308A2	BUSCHMANN SCHIRMER W FA	Brasil	Mooring anchor for fixing floating structures, such as aquaculture structures to bottom or sea floor, is formed by rod and paddle attachment, where blade is provided, which is formed by two horizontal parallel blades.
EP2338943A1	NANOCYL SA	Bélgica	Composition for the preparation of an anti-biofouling coating.
ES2361703A1	UNIV SANTIAGO COMPOSTELA	España	Procedure to prepare an edible liquid coating of ultrasonic treated whey protein for fishery and aquaculture products.
NO20093398A	HAPPY FISH AS	Noruega	Cleaning device for use in fish farm during biological debugging.
NO330189B	OLSEN T	Noruega	Fish farming device.
US2011139085A1	GOLD JOINT IND CO LTD; HSU H; MENGXIN IND CO LTD	Estados Unidos	Cage net.
US2011189365A1	TAGRIN D	Estados Unidos	Product and process for cryopreservation of marine aquarium foodstuffs.
ES2360444A1	FUNDACION PARA PROMOCION INNOVACION INVE	España	Density control system for automatic seeding machines of mussels.

## CONTAMINANTES ORGÁNICOS Y METALES TRAZA EN LOS SEDIMENTOS CERCANOS A LAS GRANJAS ACUÍCOLAS

Según la FAO, la mayoría de las pesquerías de todo el mundo han alcanzado su máximo potencial. Sin embargo, la demanda de productos pesqueros continúa aumentando y la acuicultura sigue expandiéndose en un esfuerzo por cubrir esta creciente demanda. En muchos casos, la acuicultura se lleva a cabo en jaulas en el mar como un sistema abierto en el que se introducen los juveniles de la especie cultivada, alimento, medicamentos y sustancias anti-fouling (aplicadas a las jaulas en sí). Como contrapartida, este sistema produce el pescado cultivado, heces, el excedente de pienso que no es ingerido y sustancias químicas, como parte de los antibióticos suministrados a los peces. Existen grandes dudas acerca del impacto ambiental de esta actividad sobre todo respecto a la contaminación, los escapes y los efectos ecológicos de los restos de pienso y las heces depositados sobre los fondos cercanos a las jaulas.

En Escocia, un grupo de investigadores ha analizado la presencia de contaminantes orgánicos persistentes (PCBs y PBDEs) y metales traza (cobre y zinc) en sedimentos de tres zonas con gran número de jaulas para evaluar el impacto ambiental provocado por el funcionamiento de las mismas. Como resultado, se ha observado que la concentración de contaminantes orgánicos es baja por lo que es

poco probable que provoque efectos negativos adversos. En cuanto a los metales pesados, en algunos casos se encontraron concentraciones por encima de las permitidas, pero en todo caso siempre en las muestras más cercanas a las jaulas, apuntando un efecto muy localizado.

## MECANISMO AUTOMÁTICO DE CAPTURA BASADO EN CONDICIONAMIENTO ACÚSTICO

La estabulación de peces en zonas costeras está destinada a aumentar el rendimiento de los stocks controlando su situación y su conducta. Algunos métodos implican la obtención de juveniles en *hatcheries* y su posterior liberación en el agua, donde se alimentan únicamente de forma natural. La captura se realiza de forma tradicional, lo que supone un freno para el desarrollo de este tipo de prácticas ya que los peces deben ser confinados en zonas más pequeñas mediante redes operadas manualmente.

Para facilitar esta ardua tarea, investigadores israelíes han desarrollado recientemente un mecanismo automático de captura basado en condicionamiento acústico. Se trata de un mecanismo flotante operado de forma remota consistente en un altavoz sumergido, un dispensador de alimento y cámaras submarinas para controlar la conducta de los peces en tiempo real. Debajo de este sistema, una jaula abierta puede ser cerrada automáticamente para capturar los peces que se agregan cuando cae el alimento. En primer lugar, los peces fueron

condicionados mediante los métodos clásicos para asociar la señal acústica con alimento, realizando entrenamientos periódicos para reforzar esta conducta condicionada. El buen funcionamiento de este mecanismo en un embalse de 26 hectáreas de capacidad en el que se cultivan varias especies, ha demostrado que podrá ser utilizado con resultados satisfactorios en estanques, lagos y posiblemente mar abierto ya que, debido a la óptima propagación de las señales acústicas en el agua, podrá controlar, atraer y capturar peces desde grandes distancias. Además, representa un ahorro de costes energéticos y operativos con respecto a los métodos de pesca tradicionales.

## LAS BACTERIAS COMO CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN POR AMONIO EN EL AGUA DE CULTIVO

Uno de los principales problemas en acuicultura intensiva es la contaminación por amonio, que provoca brotes patológicos, la demanda de alimentos con gran cantidad de proteínas y el cambio periódico del agua. El amonio se produce de forma natural como producto de desecho de los peces, que lo excretan a través de las branquias y en la orina.

Sin embargo, la manipulación de la relación carbono:hidrógeno (C/N) puede constituir una manera práctica y barata de reducir la acumulación de amonio. Así, cuando la relación C/N es alta, es decir, cuando hay más carbono que nitrógeno, las bacterias tienden a

asimilar el amonio del agua y producir nuevas proteínas celulares. En la India, un equipo de investigadores de la Universidad de Bharathiar ha llevado a cabo un experimento en el que se ha demostrado que la adición de carbohidratos (como harina de arroz) provoca un significativo descenso en la concentración de amonio en el agua. El crecimiento de las bacterias heterótrofas en los tanques tratados también resultó mayor, al igual que la tasa de crecimiento y la concentración de los componentes bioquímicos de los peces cultivados en ellos.

Por lo tanto, el simple cambio de un sistema autotrófico a un sistema heterotrófico basado en una comunidad bacteriana puede mejorar la calidad del agua de cultivo y reciclar los residuos tóxicos del amonio en materia orgánica bacteriana que, a su vez, es consumida por los peces disminuyendo la demanda de proteínas, lo que supone un ahorro en alimento.

### SELECCIÓN DE LAS ÁREAS MÁS ÓPTIMAS PARA EL CULTIVO DE BIVALVOS

Un grupo multidisciplinar de investigadores españoles, chilenos, estadounidenses y portugueses ha desarrollado una herramienta integral para la selección de los lugares más óptimos para el cultivo de bivalvos. Dicha herramienta, que ha sido probada con la ostra *Crassostrea gigas* en Chile, combina sistemas de información geográfica (GIS) con modelos de capacidad de carga a gran escala. En primer lugar, empleando el GIS se identifican las áreas adecuadas mediante exclusión de las no adecuadas basándose en criterios físicos (rangos de profundidad y velocidades de corriente óptimas), de producción (disponibilidad de alimento, presencia de xenobióticos y microorganismos entéricos), ecológicos (protección de la biodiversidad) y sociales (limitaciones legales y usos múltiples como áreas marinas

protegidas, turismo y tráfico marítimo). En el último paso, se lleva a cabo un análisis detallado de la capacidad de carga (optimización de la producción y los beneficios) y de los efectos ecológicos (biodeposición, eutrofización), obteniéndose finalmente un mapa en el que se recogen las zonas adecuadas para la realización de la actividad acuícola.

Los resultados del modelo serán más precisos en los lugares en los que se disponga de más información. No obstante, incluso en contextos pobres de datos, este tipo de enfoque exploratorio puede servir para apoyar el proceso de concesión de licencias y ayudar a los gestores en la toma de decisiones de compromiso que tengan en cuenta los costes ambientales.

La utilidad de esta herramienta radica en su contribución a la aplicación práctica en la acuicultura del “enfoque de ecosistema” recomendado por la FAO.



Nº PATENTE	SOLICITANTE	PAÍS	TÍTULO
WO2011108062A1	ADVANCED GENOTECHS CO	Japón	Method for labeling and identifying fishery fish and shellfish by mitochondrial DNA variable region base sequence.
WO2011090730A1	MARTEK BIOSCIENCES CORP; APT K E; LIPPMEIER J C	Estados Unidos	Recombinant thraustochytrids that grow on xylose, and compositions, methods of making, and uses thereof.
WO2011082190A1	MARTEK BIOSCIENCES CORP; APT K E; HANSEN J M; LIPPMEIER J C	Estados Unidos	Recombinant thraustochytrids that grow on sucrose, and compositions, methods of making, and uses thereof.
WO2011019166A2	SEAEVER CO LTD	Corea del Sur	Method for producing tetraploid oysters.
WO2011099528A1	UNIV HOKKAIDO NAT CORP	Japón	Method for acquiring genetically identical gamete from lethal fish haploid-derived germ cell via germ line chimera.

## ESTRUCTURA GENÉTICA DE LAS POBLACIONES SALVAJE Y CULTIVADA DE LA DORADA DEL MAR ADRIÁTICO

La dorada *Sparus aurata* es la especie de acuicultura más importante del Mar Mediterráneo. Croacia, a pesar de haber sido pionera en el desarrollo de la acuicultura de peces, es actualmente un pequeño productor de esta especie. Además, debido a la inexistencia de *hatcheries* que suplan a las pequeñas granjas familiares, la mayoría de los alevines (alrededor del 70%) son importados, principalmente de Italia y Francia.

Un grupo multidisciplinar de investigadores croatas ha llevado a cabo un análisis genético de las poblaciones salvaje y de cultivo del Mar Adriático para evaluar la potencial diferenciación genética entre ambas. Para ello, se han utilizado ocho marcadores microsatélite. Los resultados han revelado una distribución heterogénea con un alto grado de polimorfismo y heterocigosidad (71%), indicativos de la gran mezcla y la baja estructuración de la población, ya documentados anteriormente en otras zonas del Mediterráneo.

Estos resultados implican que los escapes de las granjas están contaminando genéticamente las poblaciones salvajes circundantes, provocando la baja diferenciación entre ellas. Para evitarlo, es necesaria la optimización de la gestión de la acuicultura desde el punto de vista genético, controlando los stocks de reproductores, los alevines y los peces cultivados así como

la mejora de los protocolos de mantenimiento de jaulas y redes. Por otro lado, se recomienda el diseño de un adecuado plan de conservación de los stocks salvajes basado en la biología y la estructura poblacional de la dorada que permita asegurar la integridad genética tanto de las poblaciones salvajes como de las cultivadas.

## DIFERENCIAS EN EL CRECIMIENTO EN BIVALVOS: EL PAPEL DE LA ANEUPLOIDÍA

La almeja fina, *Ruditapes decussatus*, es una de las especies de bivalvos comerciales más importantes de Portugal y otros países del sur de Europa, entre ellos España. Sin embargo, la alta tasa de variabilidad observada en el crecimiento representa un gran problema para la producción acuícola de esta especie. Además, en las últimas décadas los productores han detectado un descenso en la talla máxima a los dos años, duración del ciclo de producción. La aneuploidía es un fenómeno citogenético caracterizado por un número anormal de cromosomas, tanto en defecto (hipoploidía) como en exceso (hiperploidía). La hipoploidía es un fenómeno bastante habitual en las poblaciones de bivalvos y en algunos casos se ha relacionado con un retraso en el crecimiento.

Investigadores portugueses del IPIMAR y las Universidades de Tras-os-Montes y Algarve han llevado a cabo un trabajo de investigación para estudiar las posibles diferencias entre individuos de

crecimiento rápido, medio y lento en función de eventuales cambios en el número de cromosomas. Además de observar valores de aneuploidía mucho mayores que en otras especies de bivalvos (entre el 19% y el 79%), estos autores han encontrado diferencias significativas en la aneuploidía entre las almejas de crecimiento rápido y las de crecimiento lento, mostrando las primeras menor número de aneuploidías. Por otro lado, también se detectó una correlación negativa entre el nivel de aneuploidía y la longitud máxima. La importancia de tales conclusiones es evidente, ya que este fenómeno deberá ser tenido en cuenta en los futuros programas de selección genética de la almeja fina.

## MÉTODOS PARA GENERAR EMBRIONES TRIPLOIDES DE ERIZO DE MAR

Un grupo de investigadores estadounidenses ha desarrollado un método para generar embriones triploides de erizo de mar de la especie *Strongylocentrotus droebachiensis*. Es la primera vez que se consigue y representa el primer paso para la obtención de adultos triploides con vistas a ser cultivados. En moluscos y peces la triploidía se ha empleado como un método para aumentar el crecimiento ya que, al tratarse de individuos estériles, toda la energía se destina a crecimiento somático. Por otro lado, la esterilidad de los individuos triploides tiene la ventaja de que reduce el riesgo de contaminación genética cuando los organismos llegan al medio y entran

en contacto con las poblaciones naturales diploides.

Para conseguirlo, se han fusionados dos huevos (de 21 cromosomas cada uno) mediante la eliminación, por medios mecánicos y químicos, de la cubierta gelatinosa y la membrana vitelina. Después, el producto diploide resultante se ha fertilizado con espermatozoides muy diluidos, obteniéndose organismos triploides que han mantenido esta característica a lo largo de todos los estadios del desarrollo.

El cultivo de erizo de mar es vital para el futuro de esta actividad comercial ya que en muchos casos las poblaciones naturales han sido completamente esquiladas. En la costa este de Estados Unidos la pesquería de erizo se ha convertido en la séptima en importancia a base de unas capturas sin ningún tipo de control que han diezmando las poblaciones del Golfo de Maine. Sin embargo, las dificultades para obtener erizos triploides constituyen un obstáculo para trasladar este experimento preliminar a mayor escala (*hatcheries*).

## GENOTOXICIDAD DEL AGUA TRATADA CON OZONO

El ozono es un potente agente oxidativo ampliamente empleado en acuicultura, sobre todo para desinfectar y aumentar la calidad del agua en sistemas de recirculación. Además de las concentraciones medias, es muy frecuente que se apliquen pequeñas sobredosis tanto intencionadamente, para paliar los efectos negativos de los picos de compuestos nitrogenados, como accidentalmente, debido a la inexperiencia o a problemas técnicos. Sin embargo, a pesar de que algunos de los compuestos derivados de la descomposición del ozono tienen una probada actividad carcinogénica para los humanos, apenas existen estudios sobre este tema en peces.

Investigadores de la Universidad de Aveiro (Portugal) han llevado a cabo un trabajo destinado a evaluar los efectos del ozono en juveniles de rodaballo, una especie de gran importancia económica

frecuentemente cultivada en sistemas de recirculación. Todos los experimentos se han desarrollado bajo condiciones de cultivo realistas y han consistido en una exposición de seis horas durante tres días consecutivos.

Como resultado, se ha observado que la exposición a agua tratada con ozono induce daños genéticos a los juveniles de rodaballo. Esta genotoxicidad puede provocar efectos perjudiciales en el individuo con efectos negativos sobre la salud de los peces y, consecuentemente, sobre la productividad. Las sobredosis de ozono, incluso en pequeños intervalos de tiempo, deben por lo tanto, evitarse en acuicultura a toda costa. Estas conclusiones ayudarán a fijar los márgenes de seguridad para las cantidades de ozono utilizadas en las instalaciones acuícolas con sistemas de recirculación. Por otro lado, ponen de manifiesto los riesgos que implican las descargas de efluentes (municipales e industriales) tratados con ozono para las poblaciones naturales.

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:

