



## Tecnología al servicio de la miticultura

La posición de liderazgo internacional que ocupa España en la producción de mejillón se debe, en gran medida, a las condiciones privilegiadas que ofrece el medio para el cultivo de esta especie.

El desarrollo de una acuicultura sostenible a largo plazo exige el mantenimiento de un nivel óptimo de stock, tanto desde un punto de vista medioambiental como de rendimiento de la explotación. Un modelo de simulación desarrollado en el marco del proyecto CANO (CArrying capacity in NOrwegian aquaculture), con la participación de investigadores del Instituto de Investigaciones Marinas del CSIC, permite estimar la capacidad de carga asociada al cultivo del mejillón en un fiordo noruego. A través de este modelo, mediante la aplicación herramientas de estimación de parámetros (PEST) es posible obtener diferentes escenarios, en función de distintas densidades de stock y disponibilidad de nutrientes, para la creación de nuevas zonas de cultivo.

Sin embargo, parece claro que en las rías gallegas, principal área de producción, el potencial de crecimiento del sector a través del establecimiento de nuevos polígonos e incrementos en el volumen resulta, en la actualidad, muy limitado, debido a la elevada densidad de instalaciones de cultivo existentes. Si bien el sector gallego no padece los problemas de reclutamiento de semilla o escasez de nutrientes que en determinadas épocas del año afectan a productores de otros países europeos, parece razonable considerar que incrementos futuros de su calidad, competitividad y rentabilidad, a través de un producto con valor añadido, requieran la utilización de semilla con características especiales, producida en criadero. Los resultados obtenidos en los últimos años por científicos del Centro de Investigaciones Mariñas de la Xunta de Galicia, en colaboración con otras instituciones de ámbito nacional e internacional, ofrecen herramientas que permitirán poner a punto los protocolos necesarios para garantizar la obtención de una cantidad de semilla suficiente y sostenida durante gran parte del año. En la medida en que ésta se producirá bajo condiciones controladas, se abre una puerta a la obtención de soluciones para los principales problemas que afectan al sector; a saber, los episodios tóxicos de origen fitoplanctónico y la pérdida de calidad comercial en períodos de reproducción. En este sentido, algunos resultados recientes de proyectos de investigación ofrecen alternativas

prometedoras. Por una parte, en el marco del proyecto EPITOX, financiado por la Xunta de Galicia, se ha logrado el microencapsulado de ácido okadaico, principal componente de la toxina diarreica, causante del mayor porcentaje de cierres de los polígonos de producción. Se trata de un resultado de gran relevancia que, si bien no tiene una aplicación directa en el proceso productivo, constituye una herramienta fundamental para el avance en la selección de estirpes con comportamientos más favorables respecto a esta toxina. Se pretende, en último término, obtener semilla que no la acumule o lo haga en cantidades inferiores y que, en todo caso, tenga la capacidad de desintoxicarse en menor tiempo, de modo que se minimice el impacto sobre la producción de los períodos de cierre por este motivo. Por otra parte, la pérdida de calidad comercial por merma de vianda que de manera recurrente se produce en los períodos de desove, podría verse mitigada mediante el cultivo de individuos triploides, lo que ya se ha conseguido a escala de laboratorio y su viabilidad y rendimiento en engorde ya se ha evaluado, todo ello en el marco del proyecto europeo BLUE SEED, (resultados pendientes de publicación) con el objetivo de lograr en el futuro la puesta a punto de un protocolo para la producción de este tipo de semilla a escala industrial.

En la medida en que España cuenta con una posición privilegiada para la implantación de estas tecnologías, tanto por la trayectoria de sus investigadores como por el potencial del sector, podrá en el futuro afianzar su posición de liderazgo, no solamente en volumen de producción sino también en términos de competitividad.

## SUMARIO

En portada: "Tecnología al servicio de la miticultura" .....	1
Nutrición, Biología, Fisiología y Patología .....	2
Ingeniería, Sistemas de Producción y Medio Ambiente .....	5
Biotechnología .....	9

Nº PATENTE	SOLICITANTE	PAÍS	TÍTULO
JP2010208984	DOKURITSU GYOSEI HOJIN NOGYO SEIBUTSU SH NIPPON KAYAKU KK NITTO KASEI KOGYO KK	Japón	Granule useful for preventing fresh water spiral shell, comprises agrochemical active components e.g. 5-dimethylamino 1,2,3-trithiane oxalate, biodegradable thermoplastic resin, and elution-in water stimulating material
WO2010109198 A2	NETTFORSK AS	Reino Unido	Topical pesticide composition, e.g. used in pesticidal treatment of vertebrate aquatic animals infected by, comprises pyrethroid including cypermethrin or deltamethrin, and organophosphate biocide including azamethiphos
WO2010108765 A1	VAN GEETRUY P A	Bélgica	Synergistic composition used in aquatic animal and/or aquatic plant, for controlling microbial, bacterial infection or and/or infection with algae comprises hydrogen peroxide and sorbitol in specific weight ratio
KR20100101742 A	BIOHUB CO LTD	República de Corea	Feed additive useful for marine fish e.g. flatfish for improving immunity and digestion, and preventing anemia, contains skimmed milk, purified water, Ganoderma lucidum, Lentinus edodes and Pleurotus ostreatus
WO2010110326 A1	NIPPON SUISAN KAISHA LTD FISHERIES RES AGENCY	Japón	Feed useful for breeding fish, preferably tunas, comprises outer layer and inner layer comprising composition containing fish meal and fats and oils
CN101857861	CHINESE ACAD SCI INST OCEANOLOGY	China	New immunological recognition molecular marker, which is specific CpG-DNA sequence of turbot, useful for inhibiting Edwardsiella tarda infection or Aeromonas hydrophila infection
JP2010246477	BAN KK ISHII K OONO T	Japón	Mixture used in feed for breeding seawater fish and regulating intestinal activity of fish, obtained by soaking fermented microorganism in bamboo powder obtained by pulverizing bamboo
JP2010233452	DOKURITSU GYOSEI HOJIN SUISAN SOGO KENKY	Japón	Detecting gene mutation of short-necked clam, by comparing micro satellite region of mitochondrial gene and/or nuclear gene



## EL PULPO *OCTOPUS VULGARIS*

Gracias a sus características biológicas, su precio de mercado y una gran demanda en los países europeos, el pulpo *Octopus vulgaris*, representa un recurso importante como alternativa para la diversificación de la acuicultura. Debido a esto, se están llevando a cabo grandes esfuerzos para optimizar el proceso de engorde de esta especie en base a la alimentación, además de avanzar en el conocimiento de la composición bioquímica ideal y en el desarrollo larvario.

Por tanto, conocer la influencia de la dieta sobre el crecimiento y la composición bioquímica del pulpo en cultivo es clave para la optimización del proceso de engorde. Un grupo de investigadores italianos experimentaron con pulpos criados en un sistema de recirculación que se mantuvieron en jaulas separadas. Se establecieron tres grupos de dietas experimentales: grupo I (dieta mixta: *Carcinus mediterraneus*, *Boops boops* y *Mytilus galloprovincialis*), grupo II (dieta a base de *B. boops*) y III (dieta de *M. galloprovincialis*). Los mejores resultados se obtuvieron con la monodieta basada en boga que le dio una ganancia de peso de  $390,65 \pm 37,54$ , una tasa de crecimiento absoluto de 13,02 g por día, con una eficiencia alimenticia de alrededor del 45%. En cuanto a la composición bioquímica, grupos alimentados con mejillón y con boga mostraron el mayor contenido proteínico. Los ejemplares alimentados con boga también presentaron el mayor contenido de hidratos de carbono, mientras que el valor más bajo se observó en el grupo alimentado con mejillones. El contenido lipídico se observó que era muy bajo en todos los grupos alimenticios. Los ácidos grasos saturados fueron

las grasas más abundantes, que van desde 58,22% en los pulpos salvajes a 46,83% en pulpos alimentados con bogas.

A pesar de que es empíricamente conocido que una dieta variada cubre mejor las necesidades nutricionales que una dieta basada en un único elemento, los resultados de este estudio revelan que una dieta basada en la boga podría ser adecuada.

Otro aspecto interesante es la influencia de la dieta sobre el crecimiento, los lípidos y la composición de ácidos grasos en el pulpo. Este mismo grupo de investigación testó cinco grupos de alimentación experimental: una dieta I (una mezcla de centollo enano, boga, y mejillones), la dieta II (solamente boga), la dieta III (mejillón), la dieta IV (centollo), y la dieta V (mezcla de centollo y sargo).

Al final del experimento, tras 30 días, los resultados de crecimiento y eficiencia alimenticia (EA) de los pulpos cultivo estuvieron directamente influidos por la composición de la dieta. El crecimiento de pulpos alimentados a base de centolla fue significativamente mayor que la de los otros grupos, seguido por la dieta de centolla y sargo, y la de boga. La mayor tasa de conversión se obtuvo para los pulpos alimentados con boga y mezcla de centolla y sargo. Los pulpos criados en cautividad presentaron contenidos significativamente más altos de proteína y bajos niveles de lípidos en comparación a los salvajes. Estos resultados indican que los pulpos muestran las mejores tasas de crecimiento cuando se alimentan a base de presas con una mayor cantidad de ácidos eicosapentaenoico y docosahexaenoico.

Otra línea de trabajo es la llevada por un grupo de investigadores españoles que se centraron en la

composición lipídica de la glándula digestiva y manto de pulpos que fueron mantenidos en ayunas durante 27 días. Los biólogos tomaron muestras cada tres días del manto y la glándula digestiva a fin de cuantificar los lípidos totales, así como determinar los tipos de lípidos. La composición de los lípidos totales para el manto fue similar hasta el día 21, luego disminuyó y se mantuvo estable hasta el final del experimento. Para la glándula digestiva, esta concentración lipídica se redujo significativamente después de 3 días, luego se mantuvo similar hasta el día 21, para disminuir hasta el final del experimento. En cuanto a la composición lipídica, los componentes principales fueron los triglicéridos y ésteres de esteroles. Fue notable la disminución en casi todos los ácidos grasos después de 3 días de ayunas, mientras que en el manto no hubo diferencias en las concentraciones de ácidos grasos durante el experimento.

Finalmente, investigaciones recientes se centran en arrojar luz sobre el cultivo larvario de esta especie, que se encuentra todavía en fase de desarrollo. En este caso dos investigadores españoles se centran en el estudio de los ácidos grasos en los ovarios maduros, huevos y juveniles salvajes de pulpo para establecer un marco teórico del perfil ideal de ácidos grasos para los primeros años de la especie. Concluyeron que independientemente del tratamiento dietético, la alimentación artificial produjo diferentes perfiles de lípidos y ácidos grasos en comparación con los salvajes.

## ESTUDIO SOBRE EL CRECIMIENTO DE LARVAS DE BACALAO

La acuicultura del bacalao (*Gadus morhua*) se encuentra en claro crecimiento. Una producción fiable

de juveniles de alta calidad es esencial para asegurar la viabilidad económica de la actividad. Actualmente existen dos enfoques diferentes de producción de juveniles de bacalao: de forma extensiva e intensiva, respectivamente. El primero se basa en un ecosistema cerrado, donde el alimento es producido por el propio sistema, mientras que la producción intensiva requiere de un suministro constante debido al pequeño tamaño de las instalaciones y las altas densidades de cultivo.

El potencial de crecimiento de las larvas de bacalao no alcanza el máximo cuando se emplean rotíferos como alimento vivo. Tomando esto como punto de partida, investigadores noruegos han llevado a cabo un experimento para estudiar los efectos de la utilización de zooplancton natural, principalmente copépodos, sobre el crecimiento larvas criadas en sistemas intensivos.

Utilizando un modelo de crecimiento desarrollado para las larvas de esta especie, se pudieron evaluar y comparar las tasas de crecimiento observadas con respecto a las reportadas anteriormente en la bibliografía disponible. Las larvas mostraron buenas tasas de crecimiento desde la eclosión hasta los 19 días cuando llegaron alrededor de los 9,77 mm de longitud.

En líneas generales, las larvas mostraron tasas considerablemente más altas en cuanto a crecimiento en comparación con las alimentadas

con los rotíferos. Además, la composición nutricional de las larvas de bacalao fue analizada y comparada con los resultados de las larvas alimentadas con rotíferos. Los niveles de yodo, manganeso y selenio fueron considerablemente superiores en las larvas alimentadas con copépodos con respecto a las larvas alimentadas a base de rotíferos.

Como conclusión, las diferencias en el contenido nutricional pueden explicar los crecimientos dispares observados entre las larvas alimentadas a base de rotíferos y copépodos.

## LARVAS DE CENTOLLA EN CAUTIVIDAD

La producción de larvas es una preocupación importante en la acuicultura industrial. Tanto la cantidad como la calidad de las larvas obtenidas en criadero resultan de suma importancia para asegurar una producción rentable.

El cultivo de larvas de centolla *Maja brachydactyla* ha sido optimizado en los últimos años, además del estudio de los cambios bioquímicos que ocurren durante la ontogenia. Sin embargo, la obtención de larvas buena calidad durante todo el año es de vital importancia para establecer la base para la producción a escala industrial.

Un grupo de investigadores catalanes ha desarrollado un estudio con objeto de estudiar la variación en la composición de las larvas de la

centolla obtenidas a lo largo de todo un año en cultivo intensivo, con el fin de evaluar los efectos de la cautividad sobre los reproductores.

De esta manera, se evaluó la calidad de las larvas obtenidas en cautividad durante todo un año para determinar la posibilidad de su producción en grandes cantidades con fines comerciales. El desove se llevó a cabo todos los meses y las larvas fueron recogidas y analizadas para estimar el peso individual seco y la composición bioquímica (proteínas, carbohidratos y lípidos). Los contenidos de los diferentes tipos de lípidos, composición de ácidos grasos, el perfil de aminoácidos, minerales y vitaminas A, E y C también fueron analizados estacionalmente.

En general, las larvas recién eclosionadas obtenidas a lo largo del año parecen ser una fuente adecuada para la producción industrial de centolla. El mantenimiento de reproductores bajo condiciones de cultivo intensivo a lo largo de todo un año dio lugar a la reducción gradual del peso de las larvas, aunque éstas compensaron la pérdida con un aumento en la proteína relativa y el contenido de lípidos, lo que indica una cierta adaptación de las larvas. Sin embargo, la disminución en vitaminas A y E, así como en ciertos aminoácidos esenciales y algunos oligoelementos (como el cobre y el hierro) al final del año podría ser indicativa de una deficiencia nutricional en las dietas de los adultos.

Nº PATENTE	SOLICITANTE	PAÍS	TÍTULO
CN201611343U	UNIV CHINESE AGRIC	China	Wireless sensor network-based sea cucumber culture water monitoring system has remote control platform that receives data transmitted by field control center to remotely monitor received data
CN201577409U	UNIV DALIAN FISHERIES	China	Corrugated plate useful for vertical growth of aquaculture bait, comprises a corrugated substrate and counter bores that are regularly distributed on the substrate
CN201617094U	LONG ZEAQUACULTURE CO LTD	China	Octopus temporary cultivating bottle, has bottle port whose lower part is provided with inward concaved bottle neck that is provided with lacing rope, and bottle body provided with multiple ventilating holes
JP2010259421	MN ENG KK NAKAMURA KENSETSU KK	Japón	Culture system for shellfish from freshwater, e.g. corbicula, has floating type culture which uses sand and soil as environmental base material on shelving made from metal-mesh or metallic sheet
CN201595079U	FUJIAN BLUE WHALE FISHERIES CO LTD	China	Added-calcium feeding seawater filtering basin for use in fish feeding device to feed abalone/oyster, has basin base outer water outlet whose port diameter is smaller than outer outline of bag of bag oyster shell
JP2010253456	FEARS KK	Japón	Apparatus useful for purifying water in water tank and pond for maintaining health and promoting growth of fishes and shellfishes by suppressing reproduction of toxic microorganisms and virus by cleaning water using Bacillus natto
CN101828534	FISHERY MACHINERY&INSTR RES INST CHINE	China	Ecological engineered cultivating system for white poncho shrimp includes outlet of air-floating purifying equipment communicating with inlet of annular flow channel of cultivating pool through piece of flow equipment
CN101816292	HANZHONG LI	China	Machine for separating oyster from rope, has rope unhooking controller arranged on horizontal frame, and electrical motion appliance device with control elements arranged for dragging rope dragging device to reciprocate
CN101720708	UNIV CHINA OCEANOGRAPHY	China	Method for improving prawn shedding synchronism in cultivation performed in factory indoor area, involves irradiating spawn by light with long wavelength until ending of illumination time
WO2010139831	UNDA DESARROLLOS TECNOLOGICOS MARINOS SL	España	Modular cage structure for fattening octopus, has profile having outer surface which serves as track for rolling element and wheels which are controlling pressure of rolling element
US2010288203	SMITH JEFFERY	Estados Unidos	Controlled electrified fish barrier for e.g. migratory fishes, has object detection system connected to control system, where detection system signals control system, and electrically adjusts generator in response to control system
WO2010117001	NIPPON SUISAN KAISHA LTD	Japón	Feeding method for cultured fish, involves adjusting feeding supplied from automatic feeder based on detection result of baiting requirement of cultured fish
US2010258058	NEEL K M	Estados Unidos	Cave and ledge habitat for bottom-dwelling fish/crustacean for e.g. warsaw grouper, is provided with large enclosed volume and maximized floor area such that larger number of bottom-dwelling fishes/lobsters is accommodated
KR20100041623	LINKO MARINE CO LT LINKO MARINE CO LTD	Korea	Artificial fish reef for breeding octopus ocellatus, has fish reef structure comprising supporting members and groove portions connected to connecting member, where through holes are formed in inner side of groove portions
WO2010105846	RIJKSUNIV LEIDEN	Reino Unido	Submersible device for use in tracking marine animals, includes inflator comprising balloon inflated by gaseous product of chemical reaction on experiencing trigger

## MEJORAS EN LOS SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN

Es bien conocida la creciente demanda de productos del mar y la exigencia del consumidor por productos frescos. Por otra parte, la tendencia a utilizar sistemas de producción más sostenibles, donde la gestión del agua y de los residuos suponga el menor impacto para el medioambiente.

Varios grupos de investigación del Servicio de Investigación Agrícola de Estados Unidos, (ARS, en sus siglas en inglés) trabajan en el desarrollo y mejora de sistemas de recirculación para la producción acuícola.

Por una parte, los grupos de investigación del ARS de los estados de Virginia del este y Maine están trabajando con el instituto para la conservación de fondo de agua dulce (FI, en sus siglas en inglés) en el desarrollo de un sistema de recirculación con técnicas pioneras para producción en agua fría.

En el desarrollo han tenido en cuenta aspectos como la reserva de individuos, la eliminación de residuos, la bioseguridad así como el control de la calidad del agua y de la producción de los peces paso a paso. Esto ha permitido el cultivo de especies de alto valor y que son sensibles a las condiciones de cultivo. Otro de los aspectos que están estudiando es el afecto de las dietas sobre el rendimiento y la salud de los peces y sobre la calidad del agua.

El sistema desarrollado utiliza diariamente tan solo el 4% de agua nueva, lo que significa que el cambio completo de agua se produce cada 25 días.

Entre las ventajas del sistema desarrollado, cabe destacar la prevención del escape de los individuos, el tratamiento de residuos para evitar la contaminación y la recaptura de nutrientes para el aprovechamiento en prácticas agrícolas. Además, dado el exhaustivo control de los sistemas, se evita la presencia de patógenos y con ello, el uso de antibióticos.

El gran reto para este grupo de investigadores es hacer que estas tecnologías resulten competitivas económicamente frente a las técnicas tradicionales.

Por otra parte, un grupo de investigación del ARS de Stuttgart, Arkansas, ha evaluado el funcionamiento de sistemas de recirculación con varias especies marinas. En las experiencias emplearon "Florida Pompano" (especie de gran valor y tasas de crecimiento elevadas en Estados Unidos) para comprobar la respuesta a salinidades bajas en densidades de producción elevadas en sistemas de recirculación.

Las investigaciones se centraron en evaluar los componentes del sistema y la eficiencia de las distintas unidades de operación (eliminación de sólidos, aireación, eliminación de CO<sub>2</sub>, biofiltración y desinfección). Comprobaron que algunos componentes y estrategias operacionales afectaban a la calidad del agua y, en última instancia, a la masa de peces que pueden ser cultivados en el taque.

Uno de los mayores costes de este tipo de sistemas de producción es el energético, por lo que investigaciones orientadas a la eficiencia energética son clave. Uno de los aspectos considerados fue el sistema

de bombeo. Los investigadores señalan que un adecuado diseño de sistemas de baja cabeza con flujo axial puede consumir un 30% menos de energía que las bombas centrífugas de alta cabeza.

En lo referente a las densidades de cultivo, los sistemas desarrollados pueden mantener densidades de 50 gramos por litro mientras que el cultivo tradicional emplea densidades de entre 0.5 y 0.7 gramos por litro. Las investigaciones continúan con el fin de aumentar la capacidad hasta 75 gramos por litro a través de modificaciones en el diseño.

Los tanques considerados tenían un diámetro de 3 m, altura de 1.22 m y volumen aproximado de 7570 litros. Todos ellos con monitorización y control de la concentración de oxígeno y de alimentación automatizados.

Al tratarse de sistemas que necesitan poco agua, generan poco impacto sobre el medioambiente, optimizan el crecimiento y controlan la presencia de patógenos, pueden localizarse casi en cualquier lugar, proporcionando a los consumidores productos más frescos y da mayor calidad.

## NUEVA TÉCNICA PARA LA PRODUCCIÓN DE OSTRAS

El cultivo de ostras se realiza en muchos países, utilizando generalmente bateas y zonas intermareales de las playas. El procedimiento es similar al del mejillón; las semillas se colocan en canastas circulares apiladas y se sumergen para el crecimiento y posterior recolección. En el caso de las zonas intermareales,



las semillas se introducen en mallas que son colocadas en estructuras metálicas.

Una colaboración entre la Universidad de Louisiana y la Universidad de Auburn (ambas en Estados Unidos), tiene como objetivo la adopción industrial de sistemas de cultivo de ostras “off-bottom” para complementar el cultivo tradicional en el Golfo de Méjico.

Mediante la técnica de cultivo desarrollada, las ostras se cultivan suspendidas en columnas de agua. Esta técnica de cultivo tiene una productividad más elevada, manteniendo la seguridad y suministro sostenible. Además, protege a las ostras de depredadores, es capaz de reducir la producción de aguas infectadas y permite la recolección completa de las semillas de ostra cultivadas.

Esta técnica, caracterizada por ser limpia, “verde” y energéticamente eficiente, contribuirá a mejorar la producción de este molusco tan demandado por el consumidor:

## COMPORTAMIENTO MONITORIZADO POR SENSORES

Conocer el comportamiento y los hábitos de las poblaciones acuícolas contribuye de forma decisiva al éxito del cultivo. Entender los movimientos, la reacción ante factores externos y las costumbres de las diversas especies favorece el diseño de estrategias de producción acuícola.

Un grupo de científicos del centro de investigación en medioambiente, pesca y acuicultura CEFAS (Reino

Unido) ha comprobado la utilidad de sensores en el estudio del comportamiento de los peces.

Los acelerómetros de tres ejes, comúnmente empleados en el campo de los videojuegos, permiten monitorizar los movimientos en cualquiera de las tres direcciones. El grupo de investigación del CEFAS ha llevado a cabo diversas experiencias basadas en el uso de estos sensores para estudiar el movimiento de los peces y medir sus ratios metabólicos.

Las pruebas se llevaron a cabo con etiquetas electrónicas. Se implantaron imanes en la mandíbula de los individuos, y se emplearon sensores capaces de detectar los cambios producidos en el campo magnético como consecuencia de la apertura o cierre de la mandíbula. Esto permitió a los científicos conocer cuándo los individuos respiraban, comían, tosían o bostezaban. Por otra parte, las etiquetas empleadas facilitaban la localización de los peces en todo momento.

Los resultados de las experiencias centradas en monitorizar la actividad de los individuos fueron satisfactorias, motivo por el que los investigadores se plantean examinar el funcionamiento de los sensores en la alimentación de bacalao salvaje en mar abierto.

El análisis de los datos registrados por los sensores, contribuye a la comprensión de los hábitos y comportamiento de los peces (como los hábitos alimentarios). Este conocimiento permite predecir la reproducción o cría de los

individuos así como la sostenibilidad de la población.

El uso de sensores no invasivos puede contribuir a mejorar el conocimiento de las poblaciones cultivadas, permitiendo definir estrategias óptimas de producción.

## GUÍA TÉCNICA PARA UNA ACUICULTURA RESPONSABLE

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, en sus siglas en inglés) en colaboración con el proyecto japonés “Towards Sustainable Aquaculture: Selected Issues and Guidelines” han elaborado una guía técnica orientada a mejorar la eco-producción acuícola, “Ecosystem approach to aquaculture”.

Las poblaciones acuáticas no son infinitas. Entre los factores que hacen que las poblaciones de algunas especies hayan disminuido de forma dramática, se encuentran el aumento de la demanda de estos productos, el incremento de la polución, de las técnicas de pesca abusivas y de la pesca ilegal entre otros.

El descenso en la disponibilidad de estos productos, tiene negativas implicaciones para la seguridad alimentaria y el desarrollo económico, además de reducir el bienestar social, especialmente en aquellos países en los que el consumo de proteínas animales se centra en el consumo de pescado.

En las tres últimas décadas, la acuicultura ha tenido un gran crecimiento y se ha convertido en

una potente industria a nivel global. Sin embargo, la práctica acuícola ha mostrado su potencial impacto adverso, tanto social como en el medioambiente.

Aunque son muchas las iniciativas que se han llevado a cabo con el fin de mejorar la gestión de la práctica acuícola, todavía hay algunos aspectos a mejorar: Entre ellos destaca el desconocimiento y poco entendimiento de los procesos del ecosistema, y la falta de un plan de integración y gestión multisectorial.

Como respuesta a esta situación, surge la definición de la "aproximación al ecosistema acuícola" (EAA, en sus

siglas en inglés). Desde la FAO lo han definido como una estrategia para la integración de la actividad en el ecosistema más amplio, que promueve el desarrollo sostenible, la equidad y la capacidad de recuperación de los sistemas socio-ecológicos.

La EAA se basa en principios de desarrollo sostenible, donde sostenible no solo se refiere a consideraciones ecológicas sino también a aspectos económicos y sociales y su interacción con los ecológicos. La guía técnica proporciona un marco común, coherente y práctico para la formulación de políticas; promueve

además un proceso de mejora de la gestión sectorial a diferentes escalas.

Implementar la EAA requerirá fortalecer las instituciones y los sistemas de gestión para conseguir un enfoque integrado de desarrollo de la acuicultura, todo ello teniendo en cuenta las necesidades e impactos de otros sectores. La clave será el desarrollo de instituciones capaces de integrar los objetivos de la guía y las normas.

**Para más info:**

<http://www.fao.org/docrep/013/i1750e/i1750e.pdf>

Nº PATENTE	SOLICITANTE	PAÍS	TÍTULO
CN101870520	CHINESE ACAD FISHERIES SCI YELLOW SEA FI	China	Forming biofilm in recirculating water in aquaculture wastewater treatment, involves adding microbial ecological agent comprising lactic acid bacteria, Bacillus and yeast, and nutrient substance into biological filter pool
CN101851595	UNIV CHINA PHARM	China	New bacteria with denitrification biological activity and preservation number of CGMCC No.3668, useful for biologically denitrifying aquaculture water
CN101811775	CHINESE RES ACAD ENVIRONMENTAL SCI	China	Immobilized Bacillus-algae preparation used for purifying aquaculture wastewater, comprises nitrobacteria, Bacillus licheniformis, Scenedesmus obliquus and Selenastrum bibraianum
WO2010115275	GENOME ATLANTIC	Estados Unidos	Identifying codfish with desirable production trait involves genotyping the codfish for the single nucleotide polymorphisms marker, or for marker in linkage disequilibrium with the marker
KR100989384B	SEAEVER CO LTD	República de Corea	Producing tetraploid oyster available for growing comprises fertilizing egg of triploid female oyster with sperm of diploid male oyster, resisting emission of first polar body from fertilized egg, and cultivating the fertilized egg
US2010306865	UNIV TAIWAN NAT	Taiwan	New penaeidin gene promoter, useful for developing transgenic shrimps and valuable for the shrimp culture industry
CN101812458	SOUTH CHINA SEA FISHERIES RES INST CHINE	China	New major histocompatibility complex (MHC)-II alpha gene sequence of cobia, useful for researching mechanism of action of fish MHC-II alpha molecules and obtaining purified protein with bioactivity
CN101812460	SOUTH CHINA SEA FISHERIES RES INST CHINE	China	New DNA sequence of mu immunoglobulin chain of a cobia, useful for researching the mechanism of the immunoglobulin reaction of fish for obtaining a purified protein with bioactivity

## BIOTECNOLOGÍA Y CULTIVO DE ATÚN ROJO

Investigaciones recientes han desvelado la secuencia genética relacionada con la pubertad y, a continuación, un grupo de expertos fue capaz de aislar la proteína involucrada, denominada Kiss1.

Investigadores de la Universidad de Sunshine Coast en Queensland, Australia, colaboran con la empresa Clean Seas Tunas en un proyecto centrado en la cría de atún rojo del sur en cautividad.

Los 12 años que requiere el atún rojo para alcanzar la madurez sexual, los costes asociados a su cría y las

restricciones en las infraestructuras suponen grandes barreras para su cultivo. El proyecto en el que están trabajando, se centra en comprobar si la pubertad puede ser inducida en atunes jóvenes utilizando el gen Kiss.

Por norma general, se emplea GnRH, hormona liberadora de las gonadotropinas, para vencer la tendencia a inhibir el desove o la reproducción de peces maduros en cautividad. Aunque existe un paso previo en la coordinación del cerebro, la glándula pituitaria y las gónadas, y es la actuación del gen Kiss.

La especie considerada como modelo por los investigadores fue el jurel ya

que llevar a cabo experiencias con atún rojo no resultaba viable. Esta especie alcanza su estado de madurez en 1.5 años en condiciones naturales.

Según indican los investigadores, los peces presentan dos genes Kiss, los cuales cuentan con 10 aminoácidos por lo que resulta sencilla su síntesis en el laboratorio. Se prepararon formulaciones de liberación lenta y se implantaron en individuos de jurel inmaduros (de 12 meses) durante un periodo de un mes. Se implantaron los dos genes de forma separada y combinada, se tomaron muestras de sangre y se realizaron análisis histológicos de las gónadas.

Aunque todavía no se tienen los resultados de los análisis moleculares, resultados preliminares han mostrado un desarrollo de las gónadas en individuos implantados con el gen. Si los resultados son positivos, los investigadores comenzarán las experiencias con atún rojo. El equipo de investigación de la Universidad de Sunshine ha aislado, en un proyecto previo, los genes Kiss del atún rojo.

En un intento por reducir la presión sobre las poblaciones salvajes de atún rojo, las restricciones en su captura son cada vez mayores. Optimizar su cultivo en cautividad es crítico para la conservación de la especie. Así, inducir la pubertad del atún rojo podría contribuir en gran medida a la mejora de la producción en granjas acuícolas.

## BIOSISTEMAS EN EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES EN SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN

Los sistemas de recirculación cuentan con biosistemas para eliminar o transformar los nutrientes orgánicos e inorgánicos solubles. Aun siendo las partículas insolubles las que contienen la mayor parte de los nutrientes, como el carbón orgánico, el nitrógeno y el fósforo, los nutrientes disueltos en las aguas residuales superan los niveles ambientales y puede causar la eutrofización del medio.

Una de las posibles soluciones es utilizar las aguas residuales como fuente de nutrientes para la producción de materia de alto valor, consiguiendo limpiar el agua residual al tiempo que se reduce la demanda de nutrientes para la producción de otros organismos.

Un grupo de investigación de la Universidad de Swansea (Reino Unido),

ha estudiado el crecimiento de la *Schizochytrium limacinum* SR21 para la simultánea producción de biomasa rica en ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) de cadena larga y la reducción de los niveles de nitrógeno, fósforo y amoníaco en efluentes de sistemas de recirculación.

Los investigadores consideraron la microalga marina *Schizochytrium limacinum* por su capacidad para producir PUFA, los cuales tienen potencial para ser empleados en nutrición humana y animal.

Realizaron un estudio comparativo del crecimiento de la microalga y de la producción de PUFA en reactores batch, continuos y reactores de lecho fluidizado, con efluentes enriquecidos con extractos de levadura y glicerol.

Los resultados indican que modelos de cultivo continuos permiten significantes reducciones, superiores al 90%, de las concentraciones de fósforo, nitrógeno y amoníaco en los efluentes. La eficiencia del tratamiento de efluentes fue superior para operaciones de cultivo en retención.

Los investigadores concluyen que *Schizochytrium limacinum* puede ser producida como biomasa de alto valor al contener ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga en el tratamiento de bajos volúmenes de aguas residuales concentradas. Señalan que los aspectos higiénicos requieren de estudios adicionales si el producto obtenido se quiere emplear como alimento en acuicultura.

Producir compuestos de valor al tiempo que se tratan los efluentes de los sistemas de recirculación acuícolas puede resultar una solución rentable; se mejora la calidad del agua residual y se reducen los costes asociados al crecimiento de microorganismos.

## BIOSENSORES GARANTIZAN LA SEGURIDAD DEL MARISCO

Algunas toxinas secretadas por algas se pueden acumular en el marisco, lo que supone un elevado riesgo para los consumidores. Aunque se vienen empleando test para detectar las toxinas, se duda de su efectividad. Garantizar la calidad de los productos alimentarios que llegan al supermercado es crítico.

El Instituto Queen's de Belfast (Reino Unido) ha desarrollado, en el marco del proyecto europeo BioCop, una herramienta capaz de detectar de forma eficiente las toxinas en marisco antes de que éste se comercialice.

Los investigadores desarrollaron un biosensor óptico basado en resonancia de plasmón superficial (SPR en sus siglas en inglés) para cuantificar de forma rápida contaminantes en los alimentos. Dos kits de ensayo para la detección de sustancias paralizantes en marisco (saxitoxinas) y toda la familia de antibióticos basados en fluoroquinolonas.

El proceso de medida se desarrolló en dos etapas. La primera consistió en la inmovilización de un conjugado de las quinolonas sobre la superficie de los sensores CM5; a continuación inyectaron un anticuerpo policlonal desarrollado por los investigadores. El intervalo de medida considerado para la molécula de referencia, norfloxacina, fue de 0.1–100 µg/kg. Los estudios de reactividad cruzada mostraron que era posible detectar 13 de las fluoroquinolonas más empleadas por debajo de los límites máximos de residuos (LMR) establecidos.

El biosensor desarrollado es capaz de realizar tests para comprobar la seguridad de marisco en tan solo 30



minutos frente a los dos días requeridos por las técnicas convencionales. Además, la técnica biotecnológica es mucho más fiable.

El cambio climático ha propiciado un aumento de las toxinas por lo que los biosensores desarrollados pueden suponer una solución que garantice la seguridad de los mariscos en el lineal del supermercado.

Los investigadores van a continuar con el desarrollo de este test con el apoyo del Organismo para el Control de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos (FDA, en sus siglas en inglés).

## REPRODUCCIÓN SELECTIVA DEL LENGUADO

El cultivo del lenguado es bastante complejo. La inseminación artificial no funciona por lo que se recurre a progenitores salvajes, siendo necesarios aproximadamente dos años para que los individuos alcancen el peso adecuado para ser comercializados (sobre 200 gramos). Este periodo resulta largo y costoso.

En enero de 2010, un grupo de investigadores liderado por el Instituto Español de Oceanografía (IEO) consiguió producir en

Cantabria lenguados en cautividad. Comenzaron con reproductores salvajes y huevos fecundados procedentes del Ifapa (Instituto de investigación y formación agraria y pesquera, Cádiz). Marcaron los individuos con microchips con el propósito de llevar un control individualizado; a continuación se repartieron en varios tanques para evitar la endogamia, ya que puede dar lugar a malformaciones, y pasado un tiempo, comenzó el desove.

Con el fin de garantizar la supervivencia de los alevines cultivados, diseñaron una unidad de cultivo en la que controlaban de forma exhaustiva la calidad y temperatura del agua. La tasa de supervivencia del primer ciclo de reproducción alcanzó el 70%. Como el lenguado necesita alrededor de dos años para alcanzar el peso adecuado para su comercialización, todavía no se han distribuido individuos producidos en cautividad.

El reto para este grupo de investigación es lograr la reproducción entre los ejemplares cultivados.

Por su parte, un investigador de la Universidad Wageningen (Holanda) ha encontrado un método que mejora del crecimiento del lenguado criado en cautividad.

Un análisis de ADN de un grupo poblacional de lenguados mostró que más de la mitad de las crías procedían de seis progenitores. El investigador empleó marcadores genéticos para seleccionar aquellos progenitores genéticamente diferentes y con mayores tasas de crecimiento. Tras dos años, los lenguados cultivados de forma selectiva, tenían un peso medio 20% superior a los cultivados a partir de progenitores salvajes o lo que es lo mismo, alcanzaban el peso comercial en un año y medio en lugar de dos.

El investigador fue un paso más allá y comprobó que el 25% del ratio de crecimiento está genéticamente determinado (aunque hay otros factores importantes como la nutrición y las condiciones de cultivo).

En lo que se refiere al programa de reproducción, los individuos necesitan cuatro años para alcanzar la madurez motivo por el que todavía no se dispone de resultados.

La viabilidad del cultivo del lenguado en cautividad está cada vez más cerca. Son muchos y diferentes los esfuerzos que se están invirtiendo en el conocimiento y optimización de las condiciones de cultivo.

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:

