



Las vacunas de ADN en acuicultura

La aplicación vacunas de ADN en acuicultura constituye una ventaja respecto a las tradicionalmente utilizadas puesto que, al no requerir de adyuvantes (químicos que se inoculan con el antígeno en la vacuna) en su formulación, se evitarían los efectos secundarios negativos provocados por este tipo de sustancias. Sin embargo, en la medida en que se trata de una tecnología novedosa y que conlleva la transferencia de material genético a organismos vivos con la intención de influir sobre su sistema inmune, la valoración de sus posibles consecuencias, voluntaria o involuntariamente provocadas, constituye un aspecto de especial relevancia.

Con objeto de estimular la comunicación entre distintos agentes involucrados en el proceso científico y de gestión, así como identificar posibles áreas para profundizar en la investigación y mejorar de ese modo las bases para la toma de decisiones, un grupo de investigación del Parque Científico de Tromsø en colaboración con la Universidad de esta localidad noruega, han llevado a cabo una experiencia aplicando la metodología para el análisis de la incertidumbre conocida como *W&H uncertainty framework*. Para ello han contado con la participación de doce expertos noruegos que, a través de una serie de entrevistas, han valorado la información disponible, aportando su opinión acerca de las posibles consecuencias, esperadas e inesperadas, de la aplicación de este tipo de vacunas en acuicultura. Las cuestiones abordadas se centran en torno a i) *respuesta inmune posterior a la vacunación con ADN*; ii) *distribución en el tejido y expresión del plásmido inyectado*; y iii) *liberación al entorno de las vacunas de ADN*.

Por otra parte, el estudio señala que existen aspectos normativos de gran relevancia de cara a la aceptación del producto en los mercados, en la medida en que los peces que hayan recibido este tipo de tratamientos sean o no considerados como organismos modificados genéticamente. Tanto la Administración de los Estados

Unidos para Alimentos y Fármacos, FDA, como la Agencia Europea de Medicamentos, EMEA, están trabajando en la elaboración de pautas para el uso veterinario de vacunas de ADN. La Agencia canadiense de Inspección de Alimentos, CFIA, tuvo en consideración múltiples aspectos antes de autorizar el uso de una vacuna de ADN contra el IHN, y emitió además un informe de evaluación de impacto medioambiental. Sin embargo este informe no se hizo público lo que, a juicio de los autores del estudio, limita las posibilidades de participación en el proceso por parte de los expertos y, en último término, puede llevar a una pérdida de confianza por parte de la opinión pública sobre la inocuidad de la aplicación de este tipo de tratamientos.

En cualquier caso, el aspecto más relevante de este trabajo reside en el hecho de que, a pesar de las divergencias de opinión detectadas en algunos casos, todos reconocen la existencia de importantes incertidumbres acerca de las posibles consecuencias, tanto positivas como negativas, de la vacunación con ADN en acuicultura, y estas incertidumbres se comunican tanto a otros investigadores como a las administraciones públicas competentes, para ser tenidas en cuenta en el desarrollo de líneas de investigación futuras.

SUMARIO

En portada: "Las vacunas de ADN en acuicultura"	1
Nutrición, Biología, Fisiología y Patología.....	2
Ingeniería, Sistemas de Producción y Medio Ambiente.....	5
Biotechnología.....	8

Nº PATENTE	SOLICITANTE	PAÍS	TÍTULO
CN101297817	—	China	Carapace growth promoting composition for crustacean such as shrimp and crab, comprises vitamin D3, vitamin C, calcium biphosphate, and carrier
WO2008128654	BAYER CROPSOURCE AG	Alemania	Agent for treating mycosis in fishes and invertebrates, caused by e.g. Saprolegnia, comprises e.g. benthiavalicarb, bixafen, dimetomorph, epoxiconazole, ethaboxam, fluopicolide, fluopyram, fosetyl-AI, iprovalicarb and isotianil
AU2008100441	DIGGLES B	Australia	Feed for aquacultured fish to eliminate or control ectoparasitic and endoparasitic helminthes, which is medicated with anthelmintic drugs such as praziquantel, fenbendazole and levamisole at therapeutic dose rates
RU2332844	BIOS STURGEON FISH FARMING RES PROD CENT	Rusia	Way of early lifetime diagnostics of sex of sturgeon fish species and their hybrids
CN101249086	CHINESE ACAD SCI AQUATIC BIOS INST	China	Use of peroxyacetic acid in treating and preventing mycosis in cultured fishes
KR100831354B	REPUBLIC KOREA	República de Corea	Method for controlling aquatic fungi, involves treating fish eggs with hydrolysis fraction of <i>Opuntia ficus-indica</i> stem
KR20080026755	DONG SUH CHEM CO LTD	República de Corea	Insecticide for killing scutella of fishes, hydrogen peroxide as main ingredient, sodium chlorate and benzalkonium chloride as quaternary ammonium compound
WO2008094657	BIOSUCCESS BIOTECH CO	Estados Unidos	Composition useful for prevention or treatment of e.g. HIV infection, fatigue, skin thrush, fever, pelvic inflammatory disease and systemic non-Hodgkin's lymphoma comprises phorbol ester compound
BRPI0504753	LAB AVI-MEX LTDA	Brasil	Calcic phosphomycin based antibiotic as an e.g. shrimp food additive comprises a gram negative and gram positive bacteria combat agent
CN101167445	WUHAN CHANGJIANG RIVER BASIN ACAD AGRIC & FORESTRY SCI	China	Organic breeding of lobsters comprises utilizing rice paddy, water pond, reservoir and stream and feeding lobsters with herbal medicine, produced feed and aquatic feed

LA ALIMENTACIÓN DE JUVENILES CENTOLLA

Con objeto de determinar el efecto de diferentes dietas naturales y artificiales sobre el crecimiento, supervivencia e intervalos de muda de juveniles de centolla *Maja brachydactyla*, un grupo de investigación del IFAPA Agua del Pino ha llevado a cabo un estudio cuyos resultados se han publicado recientemente.

Se ha testado el rendimiento de varios tipos de alimentación, llegando a la conclusión de que la dieta a base de mejillón, *Mytilus* sp., es la que mejores resultados ofrece en términos de tamaño y tasa de

crecimiento, mientras que los pellets comerciales de gambas ofrecen un rendimiento muy interesante, tanto en relación al crecimiento como a la supervivencia de los individuos. Por el contrario, la alimentación a base de pescado blanco o azul, ya sea en forma de filetes o en pellets, no parece adecuada para el cultivo de esta especie, probablemente por su elevado contenido en lípidos.

Los prometedores resultados obtenidos en relación a la dieta artificial constituyen una buena base para un posible cultivo a gran escala de esta especie de alto valor comercial, en la medida en que la disponibilidad de una dieta buena,

con estabilidad en el suministro y almacenable a un precio razonable constituye uno de los factores clave para lograrlo.

El grupo planea centrar sus próximos estudios en el desarrollo de una dieta artificial óptima, así como en la densidad óptima de cultivo que permita reducir el canibalismo a un nivel aceptable.

PRODUCCIÓN DE ARTEMIA PARA LA ALIMENTACIÓN DE PARALARVAS DE PULPO

El pulpo *Octopus vulgaris* constituye un firme candidato para la diversificación de la actividad

acuícola, tanto por su alta demanda y valor en el mercado como por algunas de sus características biológicas, cuyo principal obstáculo para cerrar con éxito el ciclo de cultivo se encuentra en su etapa de paralarva. La obtención de un alimento vivo adecuado para esta fase constituye uno de los factores clave de éxito para superar las elevadas tasas de mortalidad registradas.

Aunque la información disponible en este sentido es bastante limitada, estudios basados en el hábitat natural revelan que los cefalópodos se alimentan principalmente de crustáceos planctónicos en sus primeras fases de vida. En particular, la dieta de paralarvas de pulpo *Octopus vulgaris* es rica en fosfolípidos, colesterol y ciertos ácidos grasos altamente insaturados, así como proteínas y aminoácidos esenciales, por lo que una alimentación basada únicamente en *Artemia* resulta insuficiente.

Ante la imposibilidad, principalmente en términos de coste y riesgo, de mantener cultivos a gran escala de varios crustáceos en paralelo para resolver el problema, un grupo de investigadores de la Universidad de Santiago de Compostela, en colaboración con la Universidade de Porto (Portugal), han trabajado recientemente en la producción de juveniles de *Artemia* enriquecida con cuatro tipos de microalgas de composición bioquímica controlada, analizando su idoneidad en relación con los requerimientos nutricionales de paralarvas de pulpo. Las conclusiones de las pruebas realizadas con *T. suecica*, *Isochrysis galbana*, *Isochrysis* aff. *Galbana* (T-ISO) y *Rhodomonas lens* revelan que la composición de ácidos grasos de juveniles de *Artemia* enriquecidos con microalgas no satisface los

requerimientos de las paralarvas de *O. vulgaris*, si bien los individuos enriquecidos con *R. lens* contienen la mejor composición, en conjunto, aunque la mayor cantidad de ácidos grasos insaturados se encuentra en los que se han tratado con *I. galbana*.

No obstante, dado que la *Artemia* seguirá siendo relevante en el proceso de cultivo de esta especie, al tiempo que se trabaja en el desarrollo de microdietas inertes, es importante continuar avanzando en la optimización de su composición bioquímica.

EFFECTOS DEL ÁCIDO DOMOICO SOBRE JUVENILES DE VIEIRA

El ácido domoico (AD) o toxina ASP es una sustancia tóxica producida por algunas diatomeas como *Pseudo-nitzschia* sp., que actúa sobre el sistema nervioso central en humanos. Dada la importancia de esta sustancia y su impacto en algunas comunidades de bivalvos un equipo formado por investigadores de China y Reino Unido han testado sus efectos sobre juveniles de vieira *Pecten maximus* (Linnaeus, 1758), siendo el primer estudio de esta naturaleza que se realiza sobre ejemplares de juveniles de esta especie.

Al inicio del experimento se mantuvieron las vieiras con un tamaño medio de 1,23 cm en disoluciones con diferentes concentraciones de AD para conocer qué cantidad se va acumulando en los tejidos tras 18 días, llegando a una concentración máxima de 302,5 ng g-l en tejido a partir de la disolución de mayor concentración (100 ng ml-l). También se registraron sus tasas de alimentación medidas en células de microalgas por individuo y día.

Una vez analizados los resultados obtenidos, se comprobó que no se produjo ningún efecto significativo sobre la tasa de ingesta de microalgas, ni tampoco sobre la actividad de las valvas, respuesta a los volteos, o secreción de bisco. Sin embargo, sí se encontró que tras la exposición al AD se produjo un descenso de la tasa de crecimiento de las valvas, y una significativa mayor supervivencia de las vieiras del control que las expuestas al AD durante 38 y 64 días (un descenso de alrededor del 20%).

INFLUENCIA DE LOS FACTORES DE CULTIVO SOBRE LOS HUEVOS DE LENGUADO

El lenguado (*Solea solea*), Linnaeus 1758, es una especie muy cotizada y altamente demandada, por ello es un serio candidato para su desarrollo comercial a gran escala en la acuicultura. Un grupo de investigadores daneses han comparado la calidad de los huevos procedentes de ejemplares de lenguado en cultivo y salvajes para, de esta manera, evaluar su dependencia de las condiciones de cultivo y la posibilidad de discriminar su origen (salvaje o cultivo).

Para lograr cuantificar esto han determinado las composiciones en ácidos grasos de los huevos de ambas procedencias, ya que estos están relacionados (principalmente los ácidos grasos esenciales) con la calidad y viabilidad de estos. Además se midieron el tamaño de los huevos y las tasas de fertilización e incubación.

Estos investigadores encontraron diferencias significativas en la composición de los ácidos grasos entre ambas descendencias, atribuibles seguramente a las

distintas dietas de los reproductores. Las tasas de fertilización e incubación resultaron ser más bajas en los huevos procedentes de cultivo y la supervivencia larvaria fue significativamente mayor en los huevos procedentes de ejemplares salvajes.

Los autores concluyen que es posible determinar el origen de los huevos en base al análisis de su composición de ácidos grasos. Por otra parte, determinaron que la tasa de crecimiento de las larvas no está correlacionada con el tamaño de los huevos o larvas, la composición en ácidos grasos o el origen de los progenitores, por lo que es posible obtener huevos perfectamente viables y de calidad y, por consiguiente, también sus larvas, en condiciones de cultivo.

IMPACTO DE LA ASTAXANTINA SOBRE LA CALIDAD DE LAS PUESTAS DE BACALAO

Un grupo de investigadores del Instituto de Acuicultura de la Universidad de Stirling ha demostrado el efecto beneficioso

sobre la calidad de los huevos de la utilización de un suplemento a base del pigmento astaxantina (ASTA) en la dieta del bacalao atlántico (*Gadus morhua*). Se trata del primer estudio de estas características llevado a cabo para esta especie.

El ASTA es un pigmento carotenoide de la familia de los terpenos, responsable en ocasiones de la coloración de muchos animales, tanto peces como crustáceos.

Para realizar el trabajo, se aislaron dos grupos de bacalao en condiciones controladas, uno de los cuales se alimentó con pienso comercial sin la adición de ASTA, y el otro con un producto de las mismas características suplementado con ASTA, iniciando en ambos casos dos meses antes de la puesta, a unos 8°C y 32‰ de salinidad.

Los resultados obtenidos en el experimento revelaron que los peces alimentados con el suplemento con ASTA produjeron menos *batches* (grupo de huevos evacuado en cada tanda), pero el número de huevos producidos en

cada *batch* por kg de progenitor resultó significativamente superior. También se constató una mejoría en cuanto al número de huevos flotantes y fertilizados por cada *batch* de la puesta, en el caso de la dieta suplementada.

De esta manera, queda demostrado el potencial valor positivo de incluir este carotenoide en la dieta de este tipo de peces para la mejora de la calidad de sus puestas y desarrollo larvario en acuicultura, pudiendo lograrse incrementos hasta de un 20% en el número de huevos por *batch*, un 37% en el número de huevos flotantes por kg y un 47% en los huevos fertilizados por kg.

Igualmente, según resultados obtenidos en otros estudios, los beneficios de este pigmento no solamente se limitan a los aspectos señalados, sino que también podrían actuar como estimulante, mejorando la atracción del espermatozoide hacia el óvulo, contribuir a la inhibición de los procesos oxidativos producidos por radicales libres, o incluso a un fortalecimiento del sistema inmunológico del pez.

Nº PATENTE	SOLICITANTE	PAÍS	TÍTULO
CN201138986Y	ZHOU T	China	Device for controlling oxygen deficiency of fish comprises sensing device mounted on the setting area, alarm device electrically connected with the sensing device, and oxygen adding machine electrically connected with the alarm device
DE102007011871	REINHARDT H	Alemania	Round basin for the intensive fish breeding and maturing has denitrification module located above curved basin wall
CN101295176	CHINA SCI ACAD JIAXING CENT MICRO SYSTEM	China	Aquiculture floating head monitoring automatic alarm system for use by fish farmer, has gateway collecting sensor node information in coverage area, and early warning device executing responsive action after receiving information
CN101264970	HEILONGJIANG INST AQUATIC PROD CHINESE ACAD AQUATIC PROD SCI	China	An aquiculture disinfection device for cold water fish comprises disinfection ozone producing main body, micro bubble generating device and reaction tank
BRPI0701389	INST ARRUDA BOTELHO-IAB	Brasil	Sustainable matrix management method for aquaculture, involves capturing and handling of matrix by techniques and conserving marine fishes
WO2008131403	UNIV MARYLAND BIOTECHNOLOGY INST	Estados Unidos	Method of digesting saline organic solids produced in an aquaculture system (a saline marine aquaculture system or a brackish water aquaculture system), comprises using an anaerobic reactor and producing methane
BRPI0702085	VERAS CARAPEBA A	Brasil	Electronic system for sending information of water quality of shrimp and fish farms at distance, is remote monitoring capable equipment which trigger pumps, compressors and other electronic
EPI994830	UNIV VIGO	España	Identification of shellfish, e.g. lobsters, comprises focusing laser beam on surface of shell or carapace of animal to be identified and performing relative movement between laser beam and animal to form mark on surface of shell
CN201104434Y	ZHIGANG LI	China	Automatic batch feeder for aquiculture, has discharging control device fixed between hopper and batch feeding device that is provided in frame, where control device is connected with frame by T-shaped machine seat with batch feeding device

DESINFECCIÓN EN SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN MEDIANTE OZONIZACIÓN E IRRADIACIÓN UV

Una desinfección continua puede prevenir la aparición de patógenos en sistemas de recirculación. Ha sido demostrado que la aplicación de una pequeña dosis de ozono seguida de un proceso de irradiación UV puede producir la inactivación casi total de bacterias heterotróficas en sistemas de recirculación.

Investigadores del instituto "The Consercation Fund's Freshwater institute" en los Estados Unidos, han llevado a cabo una experiencia para determinar los requerimientos

específicos para conseguir una desinfección total en sistemas de recirculación aplicando ozonización e irradiación UV.

El empleo de ozono para la desinfección del agua puede aumentar la calidad de la misma mediante la mejora del funcionamiento de los filtros, la reducción del color del agua, por rotura de compuestos refractarios, y por la oxidación de nitritos a nitratos.

Aunque el ozono resulta muy eficiente en la desinfección del agua, concentraciones elevadas pueden causar daños en los tejidos o incluso la muerte de los peces. De esta forma, resulta imprescindible determinar los requisitos específicos para procesos de

ozonización en sistemas de recirculación.

Los investigadores plantearon un sistema de recirculación con un tanque de 150m³ para la producción de truchas. Con el fin de conseguir una respiración biológica y un ratio de producción de residuos constante, eligieron un fotoperiodo de 24 horas y consideraron mecanismos de alimentación controlados tal que se alimentaba a los individuos la misma cantidad ocho veces al día. El agua se renovaba totalmente una vez al día.

Los resultados sugieren que se produce una inactivación total de bacterias heterotróficas con una ozonización seguida de una irradiación con UV. Las condiciones en las que los

investigadores lograron una mayor desinfección, controlando el proceso de ozonización mediante realimentación proporcional-integral (PI), fue manteniendo el potencial de oxidación-reducción (ORP) de 450° 525 mV o una concentración de ozono en el punto de control de 20 ppb a la salida de la cámara de ozonización tras 2 minutos de contacto.

La mayor parte de las bacterias fueron eliminadas por el proceso de irradiación UV aunque el proceso de ozonización contribuyó a la inactivación, aumentando la eficacia de la irradiación UV y mejorando la calidad del agua.

Las conclusiones de la experiencia remarcan la importancia de controlar y autoajustar la incorporación de ozono con el fin de suplir la demanda del sistema, la cual varía con el ratio de alimentación. Han demostrado que las pruebas de ORP resultan más estables y con menor probabilidad de desviación que las pruebas de control del ozono disuelto.

Los resultados de esta experiencia pueden ser empleados para mejorar la bioseguridad y calidad de los productos cuando se utilizan sistemas de desinfección continuos en sistemas de recirculación intensivos. Los investigadores señalan que el coste-efectividad de los procesos de ozonización e irradiación UV no fue examinado en esta experiencia aunque indican que no supondría un factor limitante para la gran mayoría de instalaciones.

PROCESOS DE DESNITRIFICACIÓN EN SISTEMAS DE RECIRCULACIÓN

Hasta el momento los tratamientos biológicos en sistemas de recirculación presentaban principalmente dos problemas: uno de ellos era el difícil

control de la cantidad exacta de compuestos de carbono necesarios para el crecimiento de las bacterias a lo que se une los compuestos orgánicos residuales que aquellos generan y que contaminan el agua; el otro problema está asociado al elevado nivel de oxígeno, el cual inhibe la desnitrificación y consume una parte considerable del carbono introducido.

Investigadores de la Universidad de Negev, Israel, se plantearon el desarrollo de un sistema que utilizase una fuente inorgánica de carbono y una técnica de desgasificación para resolver los problemas antes mencionados.

El innovador bioreactor para la desnitrificación de tanques acuícolas constaba de un biofiltro de hilo de lana como fuente primaria de carbono y un único sistema desgasificante que además mejoraba la eficiencia y eficacia del biofiltro.

Se llevaron a cabo dos pruebas piloto en la universidad de Neveg para evaluar el funcionamiento del biofiltro. Se emplearon varios métodos para calcular el ratio C/N y el valor medio que se obtuvo fue de 0.82 g de hilo de lana por cada gramo de nitrato. Este bajo ratio era consecuencia de la simultánea oxidación de la materia orgánica que aparecía disuelta en el tanque y que era atrapada en el biofiltro.

Así, dado que el biofiltro no dejaba residuos orgánicos en el agua los investigadores afirman que éste resulta más eficiente que los sistemas que emplean carbono líquido como fuente primaria.

En lo que se refiere a la cámara desgasificante, elimina el oxígeno disuelto antes de que el agua pase a través del biofiltro, consiguiendo así una mejora de la eficacia del proceso de desnitrificación y una disminución del volumen de biofiltro requerido.

Desde que la desnitrificación puede resultar en la formación inmediata de nitritos, la configuración desnitrificación seguida de una nitrificación garantiza la calidad del agua en estos sistemas.

Los investigadores indican que el sistema presenta buenos resultados tras un periodo largo de funcionamiento, la compensación de agua por pérdidas es mínima además de producir agua de elevada calidad con niveles casi nulos de amoníaco y nitratos, con baja turbidez y un adecuado pH.

La elevada eficiencia en el proceso de desnitrificación, la fuente renovable de carbono empleada y el bajo mantenimiento que requiere hace pensar que este sistema puede considerarse como una alternativa a los procesos de desnitrificación convencionales.

SISTEMAS PARA DETECTAR LA PRESENCIA DE MERCURIO

Debido a la contaminación medioambiental, el mercurio se deposita en los medios acuáticos en forma de metilmercurio, potente neurotoxina. Éste es producido por algas y bacterias que sirven de alimento de los peces; al no excretarse se acumula en los peces y, en última instancia, en el organismo de los humanos.

Dada la perjudicial influencia del mercurio sobre la salud del ser humano, resulta crucial identificar la presencia de este metal en los alimentos y, en particular, en el pescado.

Se han llevado a cabo en paralelo dos experiencias sobre la determinación de mercurio en peces; en la primera investigadores de la Universidad de Pittsburgh, Estados Unidos, han desarrollado un rápido sistema para detectar mercurio en peces. En la

segunda, un grupo de expertos de la Universidad del estado de Carolina del Norte han creado un modelo capaz de detectar las áreas en las que los peces cultivados pueden presentar elevados niveles de mercurio.

La técnica desarrollada en la Universidad de Pittsburg para detectar la presencia de mercurio en peces, se basa en la reacción de una sustancia fluorescente, alquinos, con los iones de mercurio dando una cetona, molécula fluorescente de color verde. La experiencia llevada a cabo con salmones sometidos previamente a un proceso oxidativo, mostraba que la intensidad de la fluorescencia dependía de la cantidad de mercurio presente en el individuo.

Este método, a diferencia de los demás, es capaz de detectar el mercurio tras su oxidación a un estado más seguro.

En lo referente a la segunda experiencia, el modelo estadístico creado en la Universidad del estado de Carolina del Norte para identificar los lugares en los que los peces cultivados pueden presentar un elevado nivel de mercurio, es una síntesis de los modelos estadísticos que los investigadores han venido empleando para estudiar la combinación de factores que pueden dar lugar a ecosistemas contaminados.

El modelo en cuestión comprende datos de los factores que influyen directamente sobre la concentración de mercurio en el tejido de los peces, como puede ser el pH del agua o el tamaño de los individuos, con el fin de identificar qué ecosistemas pueden presentar individuos con elevado nivel de mercurio. En estos momentos el modelo se centra en el estado de Carolina del Norte aunque los investigadores indican que modificando algunos parámetros el sistema podría ser empleado en cualquier otro lugar del país.

El principal objetivo de este desarrollo es pasar de ser reactivos a ser predictivos en lo que a la identificación de mercurio se refiere.

Estas técnicas tienen un objetivo común, garantizar que los individuos producidos en sistemas acuícolas no presentan concentraciones de mercurio peligrosas o dañinas para el consumidor final.

SISTEMAS ACUÍCOLAS RESPETUOSOS CON EL MEDIOAMBIENTE

Las diferentes actividades antropogénicas desarrolladas sobre medio marino y la costa han contribuido, entre otros problemas medioambientales a la significativa reducción de la biodiversidad marina. Es necesaria una mejor gestión de los sistemas acuícolas y el desarrollo de instalaciones que resulten respetuosas con el medio ambiente.

Dos obstáculos han ralentizado el crecimiento de los sistemas acuícolas ecológicamente sostenibles, la interacción con el medio ambiente y el empleo de proteínas y aceites de pescado como alimento para los peces.

Investigadores de la Universidad de Maryland, Estados Unidos, han desarrollado un sistema de recirculación completo, emplazado en tierra, que no implica ningún impacto negativo para el medio ambiente debido a la elevada eficiencia de los tratamientos biológicos de los residuos y la recirculación del agua.

La experiencia se llevó a cabo con doradas durante 131 días con una supervivencia del 99%, considerando ratios de crecimiento, tasas de conversión del alimento y producción similares a los niveles en sistemas off-shore comerciales. El sistema producía una media diaria de 0.8 mg/l de amoníaco, 0.2 mg/l de nitritos y 150

mg/l de nitratos. La conversión de alimento fue el 16% menor que en otros sistemas de acuicultura y el uso de agua salada menos de 16 l por kg de pescado producido.

El sistema diseñado descarga cantidades insignificantes de agua además de resultar bioseguro y estar desprovisto de contaminantes. Para garantizar estas propiedades, el sistema presenta procesos microbiológicos aeróbicos y anaeróbicos, incluyendo una novedosa combinación de procesos de desnitrificación, oxidación anaeróbica del amonio y metanogénesis para la eliminación de compuestos nitrogenados inorgánicos y sólidos orgánicos de pequeño tamaño.

Como consecuencia de la incorporación de los procesos de tratamiento microbiológico aeróbico y anaeróbico se consigue una producción de biomasa marina de elevada densidad. Cabe destacar que el sistema generado se caracteriza por resultar genérico, de aplicabilidad para cualquier especie acuícola.

Entre las ventajas que supone este sistema, los investigadores señalan que al no depender de las fuentes de agua marina, el sistema puede ser ubicado considerando otros factores económicos.

Los investigadores indican que dados los beneficios que presenta el sistema en cuestión y su completa estructura, puede constituir una opción económicamente viable a la producción de pescado y marisco de alta calidad, con un mínimo impacto medioambiental.

Este sistema completo resulta por tanto una alternativa muy atractiva a la práctica corriente de acuicultura, siendo segura desde un punto de vista biológico y ecológicamente sostenible.

N° PATENTE	SOLICITANTE	PAÍS	TÍTULO
CN101260400	ZHUJIANG AQUATIC INST CHINESE AQUATIC SC	China	New tanichthys albonubes beta-actin gene remote regulatory sequence with strong start-up activity, useful in the expression regulation of transgenic fishes
WO2008117715	UNIV TOKYO MARINE SCI & TECHNOLOGY	Japón	Determining genetic sex of Paralichthys olivaceus, by performing PCR of genomic DNA using, and determining Paralichthys as male if band obtained by gel electrophoresis of PCR product is 212 base pair
CN101240255	JIANGSU YUNHAI CHENLONG BIOLOGICAL TECHNOLOGY CO LTD	China	Preparing probiotic bacteria of active peptide by activating LP8 strain, cultivating seed by inoculating strain, cultivating fermentation cylinder, mixing bacterium powder with acid protease, neutral protease and beta-dextranase
CN101186642	FISHERIES RES INST NINGXIA HUI AUTONOMOUS REGION	China	New arsenic resistant related protein and its encoding gene, useful for culturing heavy metal resistant fish, e.g. resistant to arsenic
WO2008127256	MASSACHUSETTS INST TECHNOLOGY	Estados Unidos	Producing a stem cell phenotype, for promoting wound healing e.g. burns comprises culturing fibroblasts within a three-dimensional matrix in the presence of an anti-inflammatory factor to produce a stem cell phenotype
CN101200756	UNIV GUANGDONG OCEAN	China	New reagent kit comprises a DNA extraction reagent, PCR reagent, and an electrophoresis and developing reagent, useful for tracing and detecting Vibrio harveyi during each stage in aquaculture, and preventing Bacillus from spreading
CN101225393	SOUTH CHINA SEA FISHERIES RES INST CHINE	China	New growth hormone gene from Nibea coibor, useful for breeding fish, and for healthily culturing and developing of N. coibor
CN101186640	FISHERIES INST NINGXIA HUI AUTONOMOUS REGION	China	New transcription factor regulating catfish degraded pyrethroid agricultural chemicals, useful for cultivating transgenic fish with toxicity-resistant substance, where the fish is resistant to heavy metal, e.g. arsenic

PROYECTOS GENÓMICOS EN CANADÁ PARA AFRONTAR PROBLEMAS DE LA ACUICULTURA

Un conjunto de tres proyectos basados en la genómica van a ser ejecutados por Genome BC (Genome British Columbia) en Canadá para abordar problemas concretos de la industria de la pesca y la acuicultura de la zona. De este modo, se contará con datos científicos que permitan la toma de decisiones y el mantenimiento a largo plazo de los recursos acuáticos en dicha área.

El primer proyecto es “Herramientas genómicas para la gestión de la industria pesquera” o FishManOmics según el acrónimo en inglés. En él se van a caracterizar marcadores

genéticos, biomarcadores, para la evaluación del estado de salud y las condiciones de bancos de peces migratorios. La reciente reducción de las poblaciones de salmón salvaje en la zona y la extrema variabilidad en su vuelta anual a los lugares de desove, provoca incertidumbre en la viabilidad a largo plazo de la industria.

Con los biomarcadores caracterizados y uniendo técnicas genéticas y genómicas con datos ambientales, se esperan obtener nuevos modelos de predicción de la adaptación del salmón a las condiciones que encontrará al emigrar. Se espera que la investigación aporte datos de la supervivencia del salmón durante la migración, su adaptabilidad genética a altas temperaturas del agua y el desarrollo de biomarcadores para

evaluar las condiciones de los peces que migran.

En un segundo proyecto, “Genómica en el piojo de mar y el salmón”, GiLS, se utilizará esta disciplina para tratar de comprender la interacción entre huésped, el salmón, y el patógeno, piojo, el cual vive en su piel.

Los resultados obtenidos se espera que ayuden a explicar el impacto de variables ambientales en el predominio de infecciones de piojo, sus orígenes, así como potenciales soluciones terapéuticas como el desarrollo de medicamentos o vacunas.

El tercer proyecto se basa en especies comunes de mejillón para intentar calibrar el impacto ambiental de diversos factores como el cambio climático y se titula “Desarrollo de

una herramienta de evaluación de la salud de mejillones marinos”, Myt-OME.

Dado que los mejillones como organismos sedentarios son especies más adecuadas como bioindicadores de la influencia natural y del hombre, el grupo investigador espera desarrollar una herramienta genómica que les permita evaluar de manera precisa la salud de las zonas costeras, aumentar la sostenibilidad de las actividades acuícolas y monitorizar los efectos progresivos de los cambios del ambiente.

DESCUBIERTO EL SECRETO DE LOS GENES ANTI-CONGELACIÓN DE LOS PECES DE LA ANTÁRTIDA

Estudios recientes del medio marino se han centrado en una especie acuática de la Antártida, el Nototenoide, que actualmente constituye el 90% de la biomasa del Océano Antártico.

Los antecedentes de esta especie revelaron que sintetizaban sus propias proteínas anticongelantes, que se unían a los cristales de hielo de la sangre evitando la congelación del pez. Pero en la actualidad, esta especie que consiguió adaptarse a un medio meramente hostil, deberá quizás responder a un factor adverso, un calentamiento del mar, originado por un cambio climático, que verá totalmente transformado el medio marino en el que hoy habita, poniendo en peligro su supervivencia y la de todo el continente.

Un grupo de investigadores de la Universidad de Illinois ha llevado a cabo un estudio con el objetivo de analizar todo el rango de funciones biológicas y determinar la expresión genética de una familia representativa de esta especie, la *Dissostichus mawsoni*, y determinar así las

funciones que le llevan a sobrevivir en este medio helado.

Para desarrollar el estudio, analizaron la expresión genética de 4 tejidos del pez: el cerebro, el hígado, la cabeza del riñón y el ovario. Estos análisis definieron un perfil muy peculiar del pez, en el que las proteínas codificadas provienen de un pequeño grupo de genes pertenecientes a los distintos tejidos, es decir, cada tejido presenta sus propias transcripciones.

No obstante detectaron que un grupo de esos genes domina el proceso de transcripción.

Una segunda parte del experimento pretendía confirmar la idea de si la expresión de estos genes era la responsable de la supervivencia de esta familia en la Antártida.

Decidieron para ello comparar la expresión genética de los tejidos de *D. mawsoni* con la de tejidos pertenecientes a otras familias de peces de agua templada. Se observó que la mayoría de genes cuya expresión predomina en la familia en cuestión, no se expresaban en los tejidos de las otras especies. Se decidió entonces analizar en profundidad estos genes y se observó que muchas de las proteínas codificadas eran respuesta al estrés ambiental; las llamadas Ubiquitinas, detectadas en altos niveles, ayudan a mantener las células y los tejidos sanos, eliminando aquellas que ya han sido dañados, las “proteínas del estrés térmico”, cuya expresión aumenta al entrar las células en contacto con temperaturas extremas, evitando así que las proteínas y el organismo se vean dañados por este efecto; proteínas encargadas de la búsqueda de átomos o moléculas de oxígeno reactivos en las células, que además se encargan de ayudar al pez a combatir el estrés oxidativo que provoca el exceso de oxígeno existente en el océano en el que viven.

Finalmente se analizó la frecuencia de los genes en el pez antártico, comparándola con la de sus parientes de agua templada, pertenecientes a tres familias distintas que nunca han llegado a habitar estas aguas heladas. La frecuencia de muchos de estos mismos genes predominantes en la *D. mawsoni*, es igual a la mitad en estas familias.

Los científicos han afirmado que realmente estos genes están vinculados a los efectos protectores contra la adversidad del medio, y que cuanto mayor es el número de duplicaciones de éstos, mayor será la transcripción y mayor el número de proteínas capaces de ejercer las funciones de protección y adaptación de la especie. Además, dicha expresión genética no se ha observado en ninguna otra especie que habite en aguas templadas, ni siquiera en otras familias, con las que forman comunidades genéticamente afines, pero con expresiones genéticas distintas.

Con este estudio se podrá llegar a entender y prever cómo el cambio climático afectará a los peces de agua fría, y en concreto, sabremos si esta especie, que es hoy la representación de la biomasa de la Antártida, podrá sobrevivir a este fenómeno y con ella el resto del continente.

Este estudio pone de manifiesto el efecto real que el medio tiene sobre los seres vivos y cómo estos modifican su propio organismo para poder adaptarse y sobrevivir. Se abre así una línea de actualidad y gran relevancia, que permitirá hacer previsiones a corto plazo acerca de un hecho cada vez más inminente; el calentamiento global. Además este avance abre una veda para conocer y estudiar otras especies, ampliando la visión y determinando cómo llegará a afectarles el otro polo del estrés térmico, el calentamiento.

MAPAS GENÉTICOS DISEÑADOS PARA ACUICULTURA

La variación cuantitativa de las posiciones de los cromosomas de un individuo caracterizan la mayoría de rasgos de las especies que resultan de interés económico para la práctica acuícola como la resistencia a enfermedades, el crecimiento y la calidad de los individuos. Estas variaciones se han venido controlando mediante el número de loci (posiciones fijas adoptadas por los genes en el cromosoma) (QTL, en sus siglas en inglés)

Los caracteres cuantitativos caracterizan la mayoría de los rasgos de las especies más importantes, incluyendo factores condicionantes para la práctica acuícola.

Investigadores de la Universidad de Edimburgo en colaboración con la Universidad de Wageningen (Holanda) han llevado a cabo un proyecto cuyo principal objetivo era explorar diferentes diseños experimentales para la detección exitosa de QTL en especies acuícolas.

En la experiencia se utilizaron tres diseños experimentales correspondientes a tres niveles de control de la reproducción. Los investigadores tuvieron en cuenta la influencia de varios parámetros relativos al diseño de cada experiencia como son la estructura de la familia elegida, la heredabilidad de los rasgos y la segregación de los alelos QTL en la población paterna.

Las conclusiones alcanzadas indican que los experimentos llevados a cabo, con una potencia aproximada de detección de QTL del 80%, pueden llevarse a cabo para prácticamente cualquier especie acuícola donde la estructura del pedigrí pueda ser controlado o definida.

Los investigadores identificaron que uno de los factores clave a controlar

era la estructura familiar dada su influencia sobre la identificación. La selección del fenotipo está recomendada para especies con elevada fecundidad donde el control de la reproducción es posible, por ejemplo las ostras, para aumentar el poder de detección de los QTL y disminuir los costes de los experimentos en los que el interés se centra en la identificación de un único rasgo.

El diseño clásico de mapas QTL es muy limitado para las especies de desove masivo debido a la imposibilidad de controlar la reproducción y el poco conocimiento de la especie. Para estos casos los investigadores indican que podría ser empleadas simulaciones estocásticas utilizando contribuciones parentales realistas para planificar un estudio de detección de QTL en especies de desove masivo.

EXPRESIÓN GENÉTICA DEL LANGOSTINO JUMBO

La habilidad de los crustáceos eurihalinos para regular las concentraciones osmóticas e iónicas y así resistir a los cambios bruscos de la salinidad, es importante tanto en su ciclo de vida como en la viabilidad económica del cultivo de estas especies.

Hasta el momento los mecanismos de absorción de iones en cangrejo, langosta y cangrejo de río han sido ampliamente estudiados. Sin embargo, en el caso del langostino jumbo no han sido evaluadas las moléculas que intervienen en la absorción de iones.

El departamento de Bioquímica de la Universidad de Chulalongkorn, Bangkok, ha evaluado el mecanismo de osmoregulación del langostino jumbo.

Esta especie tiene la capacidad de hipo- e hiperregulación osmótica en agua salada cuando la concentración está por debajo o por encima de la

concentración iso-osmótica. En el mecanismo de osmoregulación de los crustáceos se ven involucradas las branquias y la glándula antenal. Los investigadores se plantearon el presente estudio sospechando que la anhidrasa carbónica (CA en sus siglas en inglés) era una de las principales enzimas que intervenían en este mecanismo.

Los expertos, mediante el empleo de DD-PCR, identificaron los genes de las branquias del langostino cuya expresión genética cambiaba como respuesta a la baja salinidad del medio.

Los langostinos empleados en la experiencia fueron sometidos a un descenso de la salinidad de 25 a 3 ppt durante dos semanas. Tras este periodo se emplearon técnicas de PCR en tiempo real (RT-PCR) y análisis de la actividad enzimática para detectar los cambios en la expresión genética de la CA y su actividad total respectivamente.

Comparando el comportamiento de los langostinos antes y después de verse sometidos a esta situación de estrés, se comprobó un aumento significativo de la actividad del CA en las branquias mientras que en los epipódios y en la glándula antenal los niveles de expresión genética se mantuvieron estables.

Tras evaluar la respuesta de la CA ante los cambios de salinidad los investigadores han concluido que esta proteína participa en los procesos de regulación hipo-osmótica. No obstante cuando se trata de aclimatación a salinidades bajas, su actividad es menos importante pues su expresión es insignificante en comparación con la respuesta en otros crustáceos.

El conocimiento de los mecanismos de osmoregulación bajo condiciones de baja salinidad resulta de gran utilidad para el desarrollo y optimización del cultivo de langostino.

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:

