



La alimentación del lenguado, objeto de estudio

El lenguado *Solea senegalensis* está considerado desde los años noventa como un candidato prometedor para la diversificación de la acuicultura europea por su elevado valor de mercado, entre otros factores.

La obtención de una dieta adecuada constituye un factor fundamental para la cría de esta especie, no solamente en términos de crecimiento y supervivencia, sino también por la repercusión de ésta sobre diferentes aspectos relacionados con la formación y desarrollo del animal.

En este sentido, un equipo formado por investigadores del IRTA, IFAPA, CSIC (Instituto de Acuicultura Torre de la Sal e Instituto Andaluz de Ciencias del Mar) e IFREMER ha publicado recientemente los resultados de un estudio en el que se han evaluado los efectos de diferentes dosis de vitamina A en la dieta en cuanto a la formación y desarrollo del lenguado. Las conclusiones de este trabajo revelan que una dieta con exceso de vitamina A parece no afectar al desarrollo de las larvas en términos de crecimiento y supervivencia o al desarrollo de su sistema digestivo, si bien se observa un impacto destacable sobre su esqueleto-génesis, con la aparición de malformaciones óseas, principalmente en la espina dorsal y la aleta caudal, provocadas por la alteración en los niveles de las hormonas tiroideas.

Por otra parte, científicos de Portugal, Escocia y Brasil han estudiado los efectos de la introducción temprana de alimento inerte sobre la digestibilidad de lípidos y sobre el metabolismo del lenguado, para lo cual han medido el consumo de alimento y las tasas de crecimiento y supervivencia de las larvas. Se estableció un grupo de larvas que se mantuvieron en un régimen de alimentación estándar y otro al que se aplicó la alimentación combinada con dieta inerte, concluyendo que la alimentación combinada no afecta a la tasa de supervivencia, tiene un coste en términos de crecimiento y digestibilidad de lípidos pero no parece tenerlo en la utilización metabólica de los lípidos.

Una de las líneas de investigación actualmente estratégicas en nutrición en acuicultura consiste en la sustitución de proteína de pescado por proteína vegetal. Los trabajos relacionados con el lenguado no permanecen ajenos a

esta tendencia, e investigadores portugueses y noruegos han colaborado con objeto de determinar una dieta práctica, medioambientalmente sostenible y económicamente viable basada en proteínas vegetales para los juveniles de lenguado, sin comprometer su crecimiento o el depósito de proteínas. Para ello se aplicó una dieta de referencia con pescado como principal fuente de proteína otras cuatro con diferentes proporciones de proteína vegetal, derivada de una combinación de soja, maíz y trigo, incorporando además pequeños porcentajes de calamar. Las dietas vegetales se suplementaron con una mezcla de todos los aminoácidos indispensables o solamente con lisina. El alimento fue suministrado a grupos triplicados de 18 peces de 9,5 gramos, distribuido en 8 tomas al día durante un período de 12 semanas. Al término del experimento el peso medio sobrepasó el triple con todos los tratamientos. Las conclusiones indican que la proteína de pescado puede ser totalmente reemplazada por una mezcla de proteínas de origen vegetal sin que esto tenga efectos adversos sobre el crecimiento, alimentación o la utilización proteica, siempre que los aminoácidos estén equilibrados. La dieta sin proteína de pescado enriquecida con aminoácidos parece una buena alternativa para el lenguado cuando se pretende sustituir un ingrediente cada vez más escaso –pescado– sin comprometer el rendimiento de los peces. Además, para la producción a gran escala se recomienda una dieta con un 5% de pescado suplementada con lisina, metionina, arginina y treonina.

SUMARIO

En portada: "La alimentación del lenguado, objeto de estudio"	1
Nutrición, Biología, Fisiología y Patología.....	2
Ingeniería, Sistemas de Producción y Medio Ambiente.....	5
Biotechnología.....	8

Nº PATENTE	SOLICITANTE	PAÍS	TÍTULO
WO2009125236	BRAUNT	Hungría	Composition for decreasing sperm motility to provide contraceptive effects and/or increasing sperm motility for increasing fertility comprises divalent cobalt or nickel cation or their compounds
WO2009144329	DSM IP ASSETS BV	Alemania	New crystal forms I and II of astaxanthin, useful in fish feed industry and nutrition industry, and for coloring salmon, trout and shrimps
WO2009131467	EWOS INNOVATION AS CHEMOFORMA LTD	Noruega	Feed composition, useful for e.g. pharmaceutical composition and/or nutritional composition and/or functional feed for treating infectious diseases, conventional feed ingredients, peptidoglycans and nucleotides
JP2009278920	MERCIAN CORP	Japón	Feed useful for improving color tone of red muscle of cultured fish, e.g. yellowtail, seabream, mackerel or tuna, comprises <i>Saccharomyces</i> yeast
CN101548719	ZHENGZHOU ANIMAL HUSBANDRY ENG HIGHER JUNIOR COLLEGE	China	Bioactive feed additive used as nutrition adjusting agent and carrier for increasing immunity and promoting growth of fish, prepared by crushing <i>Humulus</i> and auxiliary materials, extracting, and drying in water bath
CN101513231	XIAMEN BIOTE CEREALS OILS&FOOD CO LTD	China	Amylase additive preblend feed for resisting bacteria, stimulating, increasing immunity, accelerating growth and increasing survival rate of aquatic livestock, comprises certain weight percentage of immunity amylase
KR20090090943	UNIV KANGNUNG WONJU NAT IND ACAD COOP GR	República de Korea	Preparing feed for fish farming, involves isolating -soluble protein from wastewater, and is prepared by adding acid solution to water-soluble protein, which is centrifuged to obtain extract of water-soluble protein
WO2009132392	COMMONWEALTH SCI&IND RES ORG	Australia	Producing microbial biomass useful as aquaculture feed involves carbon source to mixed population of micro algae and bacteria, adding nitrogen source mixed population, and culturing mixed population, carbon source and nitrogen source
JP2009221148	MARUZEN SEIYAKU KK OITA-REFACTURE	Japón	Immunostimulant for fish, comprises <i>Glycyrrhiza glabra</i> oil-based extract

¿LOS PATÓGENOS EN ACUICULTURA PROVIENEN DE LAS POBLACIONES SALVAJES?

En el Mediterráneo siempre se ha sugerido que las poblaciones de peces salvajes actúan como reservorios de los parásitos y otras enfermedades que afectan a los peces de cultivo. Sin embargo, se han realizado muy pocos estudios para establecer relaciones entre las enfermedades de los peces salvajes y los cultivados. Hasta el momento no se habían establecido relaciones directas entre los posibles patógenos que afectan a ambos tipos de poblaciones.

Para aportar algo de luz sobre esta cuestión, investigadores del Instituto de Oceanografía y Pesquerías de Croacia estudiaron dos especies de ectoparásitos presentes en el medio ambiente natural y en las granjas. Abordaron su estudio desde un punto de vista genético y molecular. Las especies elegidas fueron un platelminto, un monogéneo llamado *Sparicotyle chrysophrii*, y un isópodo denominado *Ceratothoa oestroides*, ambos comunes en el mar Mediterráneo y que afectan a la lubina, al besugo y a la dorada, los tres de gran interés en acuicultura. Estos parásitos están presentes tanto en las poblaciones salvajes como de cultivo y afectan a alevines y juveniles

ocasionando importantes pérdidas en el sector.

Con el fin de evaluar el grado de transferencia de patógenos entre peces silvestres y de cría, se ha investigado genéticamente el complejo citocromo oxidasa presente en las mitocondrias para así caracterizar las poblaciones de estos dos parásitos. Estos patógenos aislados a partir de peces silvestres y de granja (obtenidos del mar Adriático) mostraron heterogeneidad genética, contradiciendo la hipótesis ampliamente aceptada de la contaminación cruzada, por lo menos en el caso de los parásitos *S. chrysophrii* y *C. oestroides*.



Posiblemente, este sea el primer trabajo en el que se han empleado pruebas moleculares para evaluar la estructura genética de la población de parásitos comunes en el estudio de la transferencia de patógenos en peces.

LA CENTOLLA POSIBLE OBJETIVO DE LA ACUICULTURA, ESTUDIO FISIOLÓGICO

La centolla (*Maja brachydactyla*) es un crustáceo muy valorado en nuestro país para el consumo humano. Debido a ello y al elevado grado de explotación al que se encuentra sometida en las costas gallegas, se trata de una especie potencialmente objetivo para el cultivo intensivo en acuicultura. Sin embargo, es necesario determinar previamente sus condicionantes fisiológicos principales, para lograr optimizar su producción.

Recientemente, un grupo de investigadores pertenecientes al IMIDA, organismo dependiente de la Consejería de Agricultura y Agua de la Región de Murcia, se ha centrado en determinar el consumo de oxígeno de esta especie en función de su peso, temperatura, sexo y ciclo diario de luz-oscuridad, como paso previo para su cultivo en condiciones controladas. Se trata de un parámetro directamente relacionado con la actividad metabólica, que depende de factores ambientales, tales como los que se han planteado en el presente estudio.

Una vez realizado el análisis de los resultados experimentales, se obtuvieron sendas ecuaciones que explican el consumo de oxígeno en un amplio porcentaje de su variabilidad.

Tras la ingesta de alimento se registraron incrementos de consumo de oxígeno entre las 2 y 16 horas siguientes, que son mayores cuanto mayor es la masa del ejemplar.

Aunque algunos ejemplares mostraron un mayor consumo de oxígeno durante la noche, en el análisis global de los datos, el ciclo luz-oscuridad no presenta una influencia estadísticamente significativa.

La temperatura tiene un efecto marcado, para óptimos en los rangos de temperatura se incrementan los consumos. En cuanto al sexo, parece que los machos presentan consumos mayores a todos los niveles y en las mismas condiciones que las hembras.

Finalmente, al establecer comparaciones con otras especies, se observa que los rangos de consumo de oxígeno son parecidos a otros crustáceos de los que se conoce su fisiología, y notablemente menores que otros grupos de animales como por ejemplo el pulpo o la dorada.

LA LUZ INTENSA Y PROLONGADA PODRÍA PRODUCIR DEGENERACIÓN EN LA RETINA DE LOS PECES CULTIVADOS

El bienestar de los animales que se crían para aprovechamiento humano es un aspecto que cobra cada vez mayor relevancia entre la comunidad científica. En esta línea se ha centrado una investigación desarrollada por el Instituto de Acuicultura de la Universidad de Stirling (Reino Unido). Los biólogos de este centro estudiaron el posible daño causado en la retina bajo condiciones de intensidad lumínica prolongada en tres especies de interés en la acuicultura: el bacalao

(*Gadus morhua*), el salmón atlántico (*Salmo salar*) y la lubina (*Dicentrarchus labrax*).

El deterioro de la retina debido a la intensidad de la luz ha sido estudiado previamente en peces, pero muy escasamente en peces de cultivo. En una primera fase los ejemplares fueron expuestos a un ambiente de aclimatación de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad, con una intensidad lumínica baja estándar durante 4 semanas para, posteriormente, exponerlos a 3 días en oscuridad. En este momento se les sometió a los efectos de una carga luminosa intensa durante 3, 7, 15 y 25 días, y a continuación regresar al fotoperíodo normal de 12 horas anterior, y así estudiar la evolución de la retina durante los 30 días posteriores (mediante análisis morfométricos en laboratorio).

Los resultados mostraron que la luz induce cambios en la retina, de manera reversible una vez restaurado el fotoperíodo normal. El bacalao resultó ser la especie más sensible, ya que presentaron daños en la retina y en el grosor de la capa fotorreceptora partir de los 3 primeros días. Sin embargo, una vez restaurado el ciclo normal de luz-oscuridad la retina se recuperó totalmente en las tres especies estudiadas; en el caso del bacalao al cabo de 15 días, y para la lubina y salmón a los 30 días. Otro efecto medido fue el aumento significativo del esteroide cortisol en sangre del bacalao y la lubina.

Estos resultados tienen implicaciones para el bienestar animal relacionados con el uso de la luz artificial en el cultivo que deben ser considerados en los diseños de iluminación en las plantas de acuicultura.

EFFECTOS DE LA BAJA TEMPERATURA EN LA PROPORCIÓN DE SEXOS, CRECIMIENTO Y MADURACIÓN DE LA LUBINA: LIMITACIONES Y OPORTUNIDADES

En el cultivo de peces marinos es frecuente la existencia de un sesgo en la proporción de ambos sexos, generalmente hacía los machos. En las etapas de cultivo de larvas y juveniles la temperatura convencional utilizada es cercana a los 21°C, y se considera que éste podría ser el agente causante de esta desproporción. Hasta el momento se han llevado a cabo algunos estudios sobre la posibilidad de utilizar agua a menos temperatura, en este caso alrededor de 17°C, pero los resultados alcanzados hasta el momento resultan concluyentes en cuanto su efecto sobre la generación de machos y hembras.

El objetivo de un equipo de investigadores del Instituto de Ciencias del Mar, perteneciente al

CSIC, fue encontrar un régimen térmico óptimo que pudiera maximizar el número de hembras sin comprometer el crecimiento de los peces.

El desarrollo experimental consistió en cuatro grupos de huevos fueron mantenidos a 15°C durante 10, 30, 60, 90 y 120 días tras su fertilización, y posteriormente pasados a 21°C. El grupo de 10 días presentó un porcentaje de 69% machos y 31% hembras. El incremento del tiempo a 15°C aumentó, en promedio, el porcentaje de hembras hasta el doble y redujo el número de machos precoces. Por otro lado, la baja temperatura retardó el crecimiento de los grupos con 60 o más días. Sin embargo, el grupo de 30 días manifestaron un crecimiento compensatorio a los 150 días. Las hembras alcanzaron el peso comercial (400 g) durante el segundo año, cuatro meses antes que los machos. A pesar de un crecimiento más lento inicialmente, un aumento del 10% en la biomasa fue estimado en el cultivo a 15 ° C para 60 días, en

comparación con las prácticas actuales de la industria.

Por último se analizaron estos y otros datos disponibles sobre el efecto de la temperatura sobre la lubina mostrando que la exposición a bajas temperaturas tras la fecundación no induce, pero sí facilita, el desarrollo de hembras. En contraste, las altas temperaturas masculinizan, en promedio, más de la mitad de las hembras. Los resultados indican que no existe un régimen de temperaturas que origine un 100% de hembras, y proponen comenzar el cultivo de los huevos a 17°C a partir de la fertilización hasta los 53 días aproximadamente. Este es el mejor equilibrio que consideran los investigadores para obtener un porcentaje de hembras aceptable y ralentizar lo menos posible el crecimiento de los peces. Esto combinado con la selección genética para obtención de hembras con baja sensibilidad a altas temperaturas, ofrecería una oportunidad para el cultivo comercial de la acuicultura europea marina.

Nº PATENTE	SOLICITANTE	PAÍS	TÍTULO
US2009075538	STETTEN GEORGE	Estados Unidos	Solar-powered inertial fluid vessel for use in e.g. aquaculture system, reservoir, includes electromechanical actuator which moves mobile weight within fluid-impervious hull
RU2374840	AKVATEKHNOPARK CO LTD	Rusia	Method for increase of fish hatchery roe and baby fishes safety
KR20090109978	NNT SYSTEMS CO LTD	República de Korea	Automatic feeding apparatus for underwater fish cages on sea, has feed supply tube delivering feed of silo to hopper, and main chamber storing feed provided to marine cage farming area
KR100928570B	HANGDO ENG CO LTD	República de Korea	Offshore wind power generating set, has upper and lower flanges formed in upper and lower parts of fish reef frame body and fixed to screw nut, where flanges are inserted inside clamp via tensioning rods by file binder
WO2009141002	UNIVERSIDAD DE VIGO	España	Shellfish e.g. crustacean, identification method, involves utilizing relative movement between laser beam and animal to identified to form mark on surface of shell or of carapace of animal to be identified
TW319458U	JOU L	Taiwan	Monitoring system for shellfish physiological behavior
CN101550036	BEIJING WEIJAREN BIOSCIENCE TECHNOLOGY CO LTD	China	Completely-dissolved fishery fertilizer used in aquaculture and in production of plankton comprises monoammonium phosphate, sodium humate, sodium silicate, premix compound, and urea
US2009256269 CN101555067	SUN SHULIN SUN JIAN	China	Swing-type submersible floating aerator for aerating liquid for supporting e.g. fish in aquaculture, has base arranged at center part of swing device comprising swing bearing that includes steel balls located between inner and outer rings
CN101503253	CHANGZHOU HAOHAN NEW MATERIAL TECHN CO L	China	Multi-purpose water purification device used, e.g. for circulating water of landscape comprises airtight reactor, ultrasonic cleaning system, rough filtration layer, advanced oxidation reaction area and -filtration layer
JP2009271020	DOKURITSU GYOSEI HOJIN KOKURITSU KENKO SANIN KENSETSU KOGYO KK	Japón	Apparatus for testing bivalve, detects quality of bivalve when control unit compares detected predetermined wavelength component intensity in different ranges

PRIMER SISTEMA DE CULTIVO DE ERIZOS DE MAR

Tanto los erizos de mar como sus huevas resultan una delicatessen para gran parte de Europa, América y Asia. Hasta ahora, el mercado era abastecido por ejemplares salvajes; lo que presenta inconvenientes tales como la estacionalidad y la imposibilidad de garantizar la cosecha y la calidad del producto final.

La Universidad de Cork, Irlanda, con el propósito de frenar la sobreexplotación del erizo de mar, ha trabajado

durante siete años en el desarrollo del primer sistema de cultivo de erizo de mar; "UrchinPlatter System".

El sistema se basa en un tanque en tierra caracterizado por su versatilidad; puede ser empleado tanto en el cultivo de erizos como en el engorde y mejora de huevas salvajes capturadas.

Permite albergar densidades de cultivo entre 50 y 90 kg/m² con ratios de mortalidad muy bajos, prácticamente nulos. En lo referente a los ciclos de mejora de las huevas, el sistema garantiza ciclos de 12 semanas.

Se emplean algas como alimento, evitando el uso de dietas artificiales, las cuales han propiciado problemas en otros tipos de cultivo.

Una de las principales ventajas que supone el uso de este sistema, es la posibilidad de obtener ejemplares fuera de temporada, lo que permite dar respuesta a la elevada demanda de este preciado producto. Además, permite controlar los parámetros de crecimiento y calidad de los individuos.

Los investigadores señalan que el sistema es de fácil manejo y graduación además de resulta una

alternativa tanto eficiente como sostenible a la producción salvaje.

Tras realizar sesiones de testeo con chefs de reconocido prestigio y obtener resultados excelentes, el desarrollo ha sido patentado en 19 países. Con ello, los investigadores esperan seguir siendo líderes en la comercialización de erizos de mar.

JAULAS ROBOTIZADAS, UNA ALTERNATIVA DE FUTURO

En la actualidad se plantean diversas alternativas tecnológicas que promueven una sostenible y óptima práctica acuícola.

Generalmente la práctica acuícola offshore se lleva a cabo en aguas poco profundas y cercanas a la costa donde están protegidas de los bruscos cambios climáticos. Estos lugares son accesibles, lo que facilita las tareas de alimentación y mantenimiento. Pero, esta práctica puede contribuir a la extensión de enfermedades entre los individuos y a la acumulación de residuos que pueden causar la contaminación del agua.

El Instituto de Ingeniería Acuícola en Tecnologías Offshore de Massachusetts, Estados Unidos, ha construido una jaula capaz de desplazarse con su propia energía.

Las jaulas situadas en aguas profundas facilitan la circulación continua de agua limpia además de ofrecer a los individuos alimento natural, lo que se refleja en peces más sabrosos. El inconveniente de estas jaulas es el difícil acceso y la severidad de las aguas profundas.

Los investigadores se plantearon la posibilidad de crear una jaula resistente y autosuficiente para el cultivo offshore en el océano profundo.

Como punto de partida se tomó la jaula "Aquapod", desarrollada por Marine based Ocean Farm Technologies. Estas jaulas, formadas por paneles triangulares cubiertos por envolturas de vinilo y redes de acero galvanizado, están disponibles en tamaños desde 8 a 28 metros de diámetro.

Los investigadores les incorporaron dos hélices de 2.4 m de diámetro que pueden ser dirigidas por controladores desde un bote al cual las jaulas están amarradas.

Idealmente, las jaulas deberían ser totalmente independientes para poder localizarlas en zonas profundas; capaces producir su propia energía, aprovechando la energía solar; la undimotriz u otro tipo de energía renovable.

Por el momento, las jaulas diseñadas emplean un bote que transporta un generador que alimenta el sistema de propulsión aunque los investigadores indican que el generador puede ser fácilmente reducido e incorporado en una boya con el propósito de automatizar las operaciones.

Futuras acciones pretenden que las boyas, a parte de albergar la fuente de energía, se comuniquen por radiofrecuencia con la costa.

Aunque estas acciones son viables, desde el punto de vista tecnológico habrá que esperar.

Este tipo de cajas automatizadas permiten imitar los sistemas naturales siguiendo corrientes oceánicas elegidas cuidadosamente, lo que podría propiciar un menor impacto medioambiental.

Por otra parte, el cultivo acuícola a mayor profundidad contribuye a obtener un mayor número de individuos y más sanos que los

que se obtienen en granjas cerca de la costa.

Esta tecnología permitirá a los productores rotar y mover las jaulas sin necesidad de emplear botes para remolcarlas. Además, dada la variabilidad de las diversas áreas del océano y los requerimientos de cada especie, mediante estos sistemas se podrían localizar las jaulas en el lugar adecuado en cada una de las etapas del crecimiento de los individuos.

INNOVACIÓN BIOROBÓTICA EN ACUICULTURA

Hasta el momento el volumen de información sobre el ambiente marino era limitado, no se disponía de datos suficientes sobre el efecto de factores externos como el cambio climático.

Un ingeniero y un biólogo de la Universidad de Michigan, Estados Unidos, han aunado esfuerzos en el desarrollo de un robot capaz de nadar como un pez, con el propósito de conocer las condiciones del ambiente acuático, de obtener datos precisos sobre los diversos hábitats y los suministros de agua.

Con el fin de imitar el movimiento de los peces, los investigadores han desarrollado una especie de aletas con polímeros electroactivos que cambian su forma eléctricamente. Al igual que el tejido muscular, el polímero se retuerce o se dobla al aplicarse un determinado voltaje. Por otra parte, finos tentáculos están preparados para actuar como sistema nervioso y sensores infrarrojos hacen la función de ojos para evitar posibles obstáculos.

El robot incorpora un sistema de comunicación wireless para



transmitir datos a estaciones atracadas en la superficie y también para transmitir señales y coordinar maniobras con otros robots. Además, sistemas de posicionamiento global contribuyen a una navegación precisa.

Dada la finalidad de estos robots, adquirir datos sobre el medio acuoso, están dotados de sensores capaces de monitorizar la temperatura, oxígeno disuelto, así como la presencia de contaminantes y de algas marinas.

Los investigadores están llevando a cabo pruebas con un prototipo similar a una perca de unos 23 cm de longitud. Por el momento, el robot no es capaz de resistir fuertes corrientes por lo que se mantiene en aguas tranquilas. Las investigaciones se orientan hacia el desarrollo de modelos que incorporen la habilidad para variar la flotabilidad.

Los investigadores afirman que los diseños en los que están trabajando tendrán un precio asequible y que podrán ser empleados en la toma de muestras en lagos, granjas acuícolas así como para labores de vigilancia y control de reservas acuícolas.

Este desarrollo resulta un gran avance en la tecnología bio-robótica en el campo acuícola y permite obtener datos sin precedentes sobre las condiciones acuáticas.

POTENCIAL DEL ÁCIDO PERACÉTICO COMO DESINFECTANTE EN LA INDUSTRIA ACUÍCOLA

Existen gran variedad de técnicas empleadas para garantizar la calidad del agua en sistemas acuícolas. Cabe destacar la combinación de productos químicos, para mejorar la calidad del

agua, y de antibióticos, con el propósito de tratar las enfermedades emergentes.

Investigadores del Centro de Investigación del Mar del Norte y la Universidad de Química e Ingeniería Medioambiental de Aalborg, ambos en Dinamarca, han estudiado el potencial del uso del ácido peracético (APA) como agente desinfectante en acuicultura así como su impacto en los procesos de nitrificación en sistemas de recirculación, RAS.

Estudios previos se han centrado en la eficacia del uso de APA contra diversos patógenos pero, hasta el momento, no se había prestado atención ni a la cinética de la reacción de degradación ni al efecto sobre los procesos de nitrificación.

Así, el estudio llevado a cabo por el equipo danés, tenía como objetivo estudiar el ratio de degradación del APA y del peróxido de hidrógeno (PH) en biofiltros y en diversos medios acuosos en sistemas RAS; la relación entre la degradación del APA y la biomasa; efecto del APA y PH sobre el biofiltro, la estabilidad relacionada con la acumulación de amonio y nitritos así como el efecto sobre las comunidades nitrificantes.

Para el desarrollo de todas las experiencias se consideraron 12 tanques de 1700 litros con una biomasa constante de 12kg. Todos los tanques fueron operados en las mismas condiciones durante 3 meses antes de los tratamientos con PAA.

Se empleó una solución comercial en equilibrio (APA, PH, ácido acético y agua), PA+ (Brenntag, DK).

Los resultados obtenidos indican que tanto las reacciones de degradación del APA (degradado químicamente) como el PH (degradación microbiana

por actividad catalasa) siguen cinéticas de primer orden. La degradación del APA aumenta conforme aumenta la biomasa y en presencia del biofiltro. Por otra parte, los investigadores notaron que en elevadas concentraciones del PA+ y con bajo contenido orgánico en el medio de cultivo, la degradación del HP cesaba. Esto se produce como consecuencia indirecta de la activación microbiana producida por el PAA.

De todo esto, los investigadores indican que, para utilizar el APA como agente antiparasitario en acuicultura es necesario conocer la biomasa y la superficie y funcionamiento del biofiltro.

Relativo al efecto del APA en el biofiltro, destacan que esta sustancia afecta mínimamente a los microorganismos nitrificantes, bacterias y arqueas.

Los investigadores concluyen que si se aplican soluciones de APA en sistemas RAS, se podría aplicar, temporalmente, un bypass al biofiltro, es decir, aplicando la solución APA en los tanques de cultivo, circulando el agua a través de un filtro específico que elimine el exceso de APA, que podría afectar en cierto modo a los microorganismos nitrificantes, y que la solución acuosa resultante se redirija al biofiltro. Además, señalan la importancia de controlar los niveles de nitrógeno amoniacal total y de nitritos con el fin de aplicar las medidas correctoras oportunas.

Los resultados del proyecto indican la importancia de monitorizar a lo largo del proceso de degradación del APA, el contenido residual del mismo.

Nº PATENTE	SOLICITANTE	PAÍS	TÍTULO
WO2009137057	PFIZER INC	Estados Unidos	Genetic trait predictor generating method for e.g. animal species, generating individual molecular estimates, and correlating genetic trait predictor to trait measured by trait measure
WO2009128953	UNIV MARYLAND BALTIMORE	Estados Unidos	Determining susceptibility of an individual to developing essential hypertension by detecting at least one single nucleotide polymorphism in the Stk39 gene in a sample from the individual
WO2009118778	UNIV TOKYO MARINE SCI&TECHNOLOGY	Japón	Novel polynucleotide useful for isolating and identifying fish immature reproductive cell, and inducing differentiation and proliferation of fish immature reproductive cell, expresses specifically in fish immature reproductive cell
JP2009225714	RABO KK UNIV HOKKAIDO	Japón	Hybridization instrument for hybridizing probe nucleic acid with target nucleic acid, has substrate in which through-hole is formed in longitudinal direction to adjust internal pressure of microtube accommodating target nucleic acid

PRIMER MÉTODO GENÉTICO PARA IDENTIFICAR LAS 8 ESPECIES DE ATÚN

Algunas de las especies de atún son consideradas de las más importantes al tiempo que las más amenazadas, encontrándose algunas de ellas en peligro de extinción.

De ahí la importancia en la identificación de las especies de este género que se comercializan en restaurantes y supermercados.

Hasta el momento esta identificación ha resultado complicada dada forma en la que se presenta el atún (destripado o loncheado; fresco o congelado), lo cual dificulta en cierto modo los procesos de conservación de las especies o los controles de los mercados.

Investigadores de la Universidad de Girona y de la organización WWF Mediterráneo, han desarrollado el

primer método genético para la identificación de las ocho especies del género *Thunnus*.

Gran variedad de protocolos han sido empleados para identificar las especies en diversos productos marinos, como tecnologías basadas en el enfoque isoelectrico o cromatografía líquida de alto rendimiento (HPLC). Entre ellos, las metodologías basadas en ADN son las más precisas y robustas, pueden ser empleadas en diversas etapas de la especie marina y en cualquier tipo de muestra.

La identificación de las ocho especies de atún mediante marcadores genéticos se llevó a cabo en base al procedimiento FINS (*Forensically Informative Nucleotide Sequencing*).

En primer lugar, los investigadores seleccionaron tres marcadores genéticos en función de la disponibilidad de secuencias de estos marcadores según estudios anteriores. Además, se tuvo en

cuenta la elevada semejanza genética entre las especies y la frecuente introgresión entre alguna de ellas.

Los tres marcadores seleccionados fueron, una región de control de ADN mitocondrial (ADNmt CR), subunidad I citocromo oxidasa (COI) y un fragmento nuclear rADN, el primer separador transcritto interno (ITS1).

Con el fin de validar los marcadores, se analizaron individuos con señales de introgresión identificadas y los resultados se compararon con los estudios llevados a cabo por Alvaradi Bremer (2005). De esta práctica se concluyó que el marcador ADNmt CR era el más preciso aunque era necesaria una segunda comprobación de la especie utilizando el marcador ITS1 cuando se daba una identificación positiva de las especies *T. alalunga*, con el fin de garantizar si se trata de esta especie o de *T. thynnus* con introgresión de *T. alalunga* ADNmt.



Concluyeron además que el marcador COI era menos preciso que el ADNmt en la diferenciación de especies de Atún.

Para probar la aplicabilidad de la metodología, utilizando el protocolo FIRS y basado en la variación secuencial del ADNmt CR seguido de una segunda validación con el marcador ITS1, se tomaron 26 muestras de atún provenientes de mercados Japoneses y restaurantes. En todos los casos la identificación fue satisfactoria.

Los investigadores proponen este método para la completa identificación de las ocho especies de atún, evitando el uso de técnicas de secuenciación de ADN ya que resultan más caras.

Sin embargo, indican que debido a la gran variabilidad del marcador ADNmt CR, resulta compleja la puesta en marcha de la metodología. Por otro lado, remarcan la necesidad de considerar un número de individuos amplio que representen todo el rango de especies.

Este método permite identificar las muestras sea cual sea su presentación o parte del individuo (cualquier tejido puede ser analizado), lo que supone un gran avance para la comercialización de este género.

PERFIL METABÓLICO Y DIFERENCIACIÓN DE LA DORADA

La calidad de los individuos comercializados no solo dependen de sus características intrínsecas, como son la especie o el sexo, sino de otros factores como la composición de la alimentación o el entorno en el que se cultivan. De esta forma, para garantizar la calidad de los productos es necesario

optimizar el proceso de cultivo y los procesos post-cultivo.

Un grupo de investigadores Daneses e Italianos han estudiado el perfil metabólico de la dorada cultivada según tres prácticas acuícolas diferentes con el propósito de conocer la influencia del sistema de cultivo en la calidad y valor nutricional de los productos finales.

En el estudio se consideró el cultivo de dorada en tanques, cajas y lagos. Se seleccionaron 6 individuos de cada uno de los sistemas con el fin de evaluar el efecto del sistema de cultivo y los procesos post-cultivo. Las muestras biológicas consistían en una pequeña porción del músculo blanco del lomo.

Con el objetivo de estudiar tanto el efecto de los sistemas de cultivo como el almacenamiento *postmortem*, se tomaron muestras de 3 individuos de cada sistema en el momento de la captura y otras tres muestras tras 16 días de almacenamiento en hielo a -80 °C.

Tras los 16 días, las muestras fueron preparadas para el análisis mediante técnicas de Resonancia Magnética Nuclear (NMR en sus siglas en inglés), las cuales proporcionan rápidamente y de forma fiable la huella metabólica de una muestra biológica. Se realizó una extracción de ácido perclórico de cada una de las muestras por triplicado, por lo que se dispuso de un total de 54 muestras listas para ser analizadas por NMR.

Dada la complejidad de los resultados proporcionados por el NMR, se hizo uso de técnicas quimiométricas para obtener la mayor información posible, siendo la herramienta más potente la iECVA (Interval Extended Canonical Variable Analysis).

Los resultados mostraron que una serie de metabolitos pueden ser considerados como fiables biomarcadores para distinguir entre los diversos sistemas de cultivo y el tiempo de almacenamiento de los productos.

En particular, la inosina y la inosina 5-monofosfato pueden ser empleados como biomarcadores del "energy metabolismo" que se produce durante el almacenamiento, mientras que la histidina, alanina y glicina demostraron ser metabolitos clave en la clasificación acuícola.

Por otra parte, el nivel de glucógeno medido tras 16 días de almacenamiento, era significativamente superior en los individuos cultivados en tanques que aquellos cultivados en lagos o cajas. Esto puede indicar stress sufrido por los individuos en el proceso de captura o el elevado contenido de glucosa en el metabolismo como debido a más ejercicio. Los cambios que sufren los biomarcadores empleados en la diferenciación de los sistemas de cultivo, durante el almacenamiento indica el impacto del método de cultivo sobre el proceso metabólico durante el almacenamiento.

Dado la influencia de los sistemas de cultivo y almacenamiento en el metabolismo de los individuos cultivados, es primordial la su optimización con el propósito de garantizar la calidad de los productos.

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN EL DESARROLLO DE LA LUBINA

En la práctica habitual de cultivo de la Lubina, aproximadamente entre el 75 y el 95% de los individuos son machos, lo que supone dos principales

problemas, los machos crecen por lo general más despacio que las hembras y además, alrededor del 30% de los machos crece precozmente durante el primer año y más lento durante el segundo, alcanzando, en el momento de la comercialización, un peso 18% menor que aquellos no precoces.

Investigadores del Institut de Ciències del Mar, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), en Barcelona, han llevado a cabo un estudio cuyo propósito es conocer el efecto de la temperatura sobre la diferenciación sexual con el fin de producir un stock con elevado porcentaje femenino.

Las experiencias fueron planteadas con el propósito de determinar un régimen térmico tal que maximizase el número de hembras sin que ello comprometiese el crecimiento de los individuos.

Se plantearon 4 tandas de cultivo en el que se sometía a las larvas a 15°C durante cinco periodos de tiempo diferentes, 10 días (grupo de control), 30, 60, 90 y 120 días tras fecundación. Tras este periodo, los individuos eran cultivados a 21°C hasta el día 120 tras la fecundación y, hasta el momento de su comercialización, a 18°C. Aunque inicialmente se pretendía duplicar las prácticas con cada temperatura, finalmente se utilizaron 35 tanques en lugar de los 40 planificados.

Los resultados indicaban que al aumentar el tiempo de cultivo a 15°C, el número medio de hembras aumentaba hasta alcanzar el 59% aproximadamente, al tiempo que se reducía el porcentaje de machos precoces, del 29% en el grupo de control al 10-20% en los grupos de trabajo. Por el contrario, se producía un retardo en el crecimiento de los individuos.

Del conjunto de resultados, los investigadores indicaban que cultivar la lubina a 15°C durante los 60 primeros días tras fecundación, era necesario para prevenir la masculinización de los individuos aunque no se pudiese evitar el retardo en el crecimiento. Como era necesario llegar a una solución de compromiso con la supervivencia de los individuos, recomiendan el cultivo a 17°C durante 53 días, proceso que no influye en la diferenciación sexual.

El proceso termal determinado resulta interesante desde el momento en el que se incrementa el número de hembras cultivadas, lo que se traduce en una mayor biomasa, al tiempo que reduce el número de machos precoces. De esta forma además, se alcanza el tiempo de comercialización antes con lo que se reducen los costes de producción.

El estudio realizado proporciona un esquema teórico que transforma la influencia de la temperatura en consideraciones para el cultivo de la lubina y la obtención de un mayor porcentaje de hembras.

Aunque las experiencias se llevaron a término con lubina, los resultados son de aplicación general y, tras las pertinentes adaptaciones, pueden considerarse en otras especies.

Es posible obtener lubinas hembra mediante tratamiento directo con estrógenos aunque podría causar preocupación entre los consumidores. Por este motivo se plantea controlar el efecto que tiene la temperatura, o los factores externos, sobre la diferenciación sexual, más aún en el caso de la Lubina donde el periodo de influencia es relativamente mayor.

HEREDABILIDAD Y CORRELACIÓN GENÉTICA PARA LONGITUD Y RESISTENCIA A PASTEURELOSIS EN LA DORADA

La pasteurelosis, infección producida por el patógeno *Photobacterium damsela* subespecie *piscicida* (Phdp), afecta a gran parte de las especies teleosteas. En el caso de la Dorada, las larvas y los juveniles son susceptibles de infección mientras que individuos con una masa superior a los 50 gramos son comparativamente más resistentes.

Esta enfermedad tiene un ratio de mortalidad entre el 90-100% de los individuos infectados, lo que se traduce en grandes pérdidas económicas.

Un equipo de investigadores de Italia, Reino Unido y Holanda han llevado a cabo un estudio para conocer la variación genética sobre la resistencia a esta enfermedad y crecimiento en la Dorada, *Sparus aurata* L.

Entre las diversas soluciones para controlar las infecciones se encuentran las exhaustivas técnicas de desinfección de las instalaciones y la prevención mediante el uso de vacunas o selección genética.

Estudios previos demuestran que la resistencia a enfermedades infecciosas en acuicultura tiene una componente genética importante.

En el estudio llevado a cabo, 3000 juveniles fueron infectados con el Phdp y la mortalidad fue monitorizada hasta el final de la experiencia.

Un total de 9 microsátélites fueron empleados para asignar a 1257



individuos a sus progenitores. En función de las familias identificadas, se estimó tanto la heredabilidad de la longitud como el tiempo de supervivencia tras la infección. Además se consideró la correlación entre estos dos aspectos. Conocer si seleccionando una longitud determinada, podemos obtener una resistencia determinada a la infección.

La mortalidad se comenzó a medir tres días después de la infección, midiendo este parámetro los días 5, 8, 10, 12, 15 y 20. Se observaron dos picos de mortalidad, los días 7 y 11 tras la infección. Al final de la

experiencia, día 20, el porcentaje de supervivencia fue del 2.7%, significativamente menor al de experiencias previas llevadas a cabo con un menor número de individuos.

En relación con la heredabilidad de la supervivencia, varía desde 0.178 a 0.45 entre los días 5 y 20 (medidas antes mencionadas). El valor de la heredabilidad de la dorada ante la pasteurelisis es significativamente diferente de cero, 0.12 ± 0.04 .

La correlación genética entre longitud del individuo y supervivencia o resistencia al patógeno, fue positiva y significativa, ratio del 0.61 ± 0.16 .

Según los investigadores, esta relación hay que considerarla con precaución ya que no es posible distinguir si se da porque los individuos más resistentes son más largos porque tienen más tiempo para crecer o si se debe a que los individuos más largos son los que más sobreviven.

A modo de conclusión, los investigadores indican que es posible una mejora genética debido al valor relativo de la heredabilidad en la resistencia ante la pasteurelisis. Por otra parte, aunque son necesarias más investigaciones, concluyen que no existe impacto negativo entre la selección de individuos más largos y la resistencia a enfermedades.

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:

