

El pez blanco de Pátzcuaro (*Chirostoma estor estor* Jordan 1879), especie exclusiva del estado de Michoacán, en México, en particular del lago de Pátzcuaro, es de gran importancia cultural, económica y social. Muy apreciado por su calidad, delicioso sabor y atractiva presencia, es uno de los platillos más representativos del estado, y ha mantenido a mil 500 familias de pescadores del lago. Pero su precio (entre 150 y 350 pesos por kilo) lo ha llevado casi a la desaparición, a la que se unen otras causas: la tala inmoderada de la cuenca, motivo de nuevos depredadores, y la contaminación del lago con aguas residuales industriales y agrícolas.



PÁTZCUARO HOY:

RESCATE DEL PEZ

CARLOS A. MARTÍNEZ-PALACIOS Y LINDSAY G. ROSS



BLANCO



Estanques piloto en Ichupio, Michoacán.

En la actualidad, su rescate es un hecho gracias al trabajo integral de profesores y alumnos del laboratorio de Acuicultura y Nutrición de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, en Morelia, coordinado por quien esto escribe, y el apoyo múltiple del Consejo Nacional de Ciencia Tecnología (CONACYT), la Universidad de Stirling, (Escocia, Reino Unido), la Facultad de Química y el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Universidad Iberoamericana (UIA), el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo-Mazatlán (CIAD-Mazatlán) y el Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados-Mérida (CINVESTAV-Mérida). Se han sentado las bases para su cultivo a través de una secuencia metodológica iniciada en 1999, con investigaciones de ciencia básica y aplicada que permiten decir que el pez blanco de Pátzcuaro es una especie que puede cultivarse en ciclo completo con fines comerciales o de repoblación.

→ APRENDER SOBRE LA MARCHA

El camino no fue fácil. Desde la década de 1960 se dieron importantes intentos, con pocos progresos. Entre los problemas principales estaban los siguientes: no se le había domesticado, es nadador veloz en las profundidades, es muy sensible al manejo, y sus huevos y larvas son muy pequeñas, lo que dificulta su alimentación.

De entrada requeríamos registrar su crecimiento, lo conseguimos empleando una *video técnica*: filmamos y grabamos imágenes de los pequeños peces en el agua, para después ampliarlas en una pantalla y medir su longitud con precisión, sin dañarlos, misma que relacionamos con su peso individual. Esto permitió establecer modelos matemáticos para determinar el peso de los animales. Así, desarrollamos un plan de alimentación exitoso. Además, como son de sangre fría (*poikilotermos*), requieren de una adecuada temperatura para tener un crecimiento óptimo. Pudimos determinarla: 25°C.

Pero, el aprendizaje más importante fue darnos cuenta de que era una especie *no típica* de agua dulce. Pertenece a un grupo que se originó

→ El pez blanco se originó a partir de una población marina que se alejó de este medio por movimientos tectónicos durante el Cuaternario temprano



a partir de una población de origen marino, que quedó aislada de este medio por los movimientos tectónicos del temprano Cuaternario (hace 1.6 millones de años). Desde entonces se establecieron los ancestros de los modernos peces blancos en la mesa central de México. Como los salmones, el pez blanco tiene una considerable *eurihalinidad* (tolera amplias variaciones de concentraciones salinas en el medio ambiente), por lo que puede vivir en aguas dulces o salobres. Con una cuidadosa adaptación a la salinidad, los individuos jóvenes sobreviven en salinidades de hasta 15 g/l, con crecimientos superiores a los del agua dulce, en iguales condiciones de temperatura y alimentación.

También descubrimos que la salinidad incrementa la supervivencia de los huevecillos al eliminar enfermedades y parásitos (como los hongos acuáticos parásitos del género *Saprolegnia* (ver gráfica) que no la soportan. Al haber más huevecillos vivos, hay más larvas, es decir la *eclosión* es mayor en altas salinidades. Mediante una *secuencia de optimización del medio salino* de las larvas, incrementamos su índice de supervi-

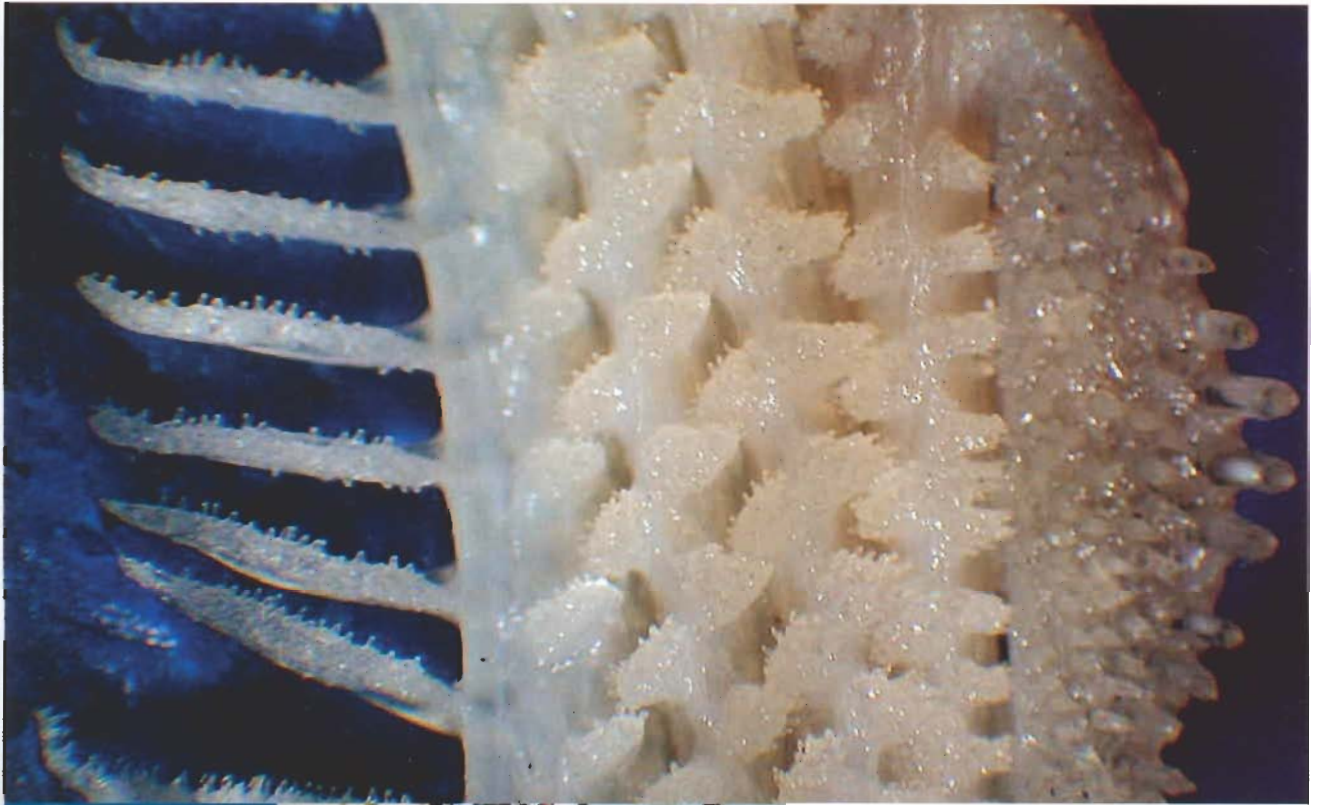
vencia y logramos presiones osmóticas equilibradas (*isotonía*), reduciendo así el estrés causado por un medio agresivo.

→ POR LA BOCA VIVE EL PEZ

Cuando iniciamos nuestras investigaciones teníamos la idea de que los individuos adultos del pez blanco se alimentaban de otros peces (*ictiófagos*), pero descubrimos que no es así: comen zooplancton (*zooplanctófagos*). A esta conclusión llegamos tras alimentarlos con mezclas de estas microestructuras biológicas, cuya anatomía estudiamos al detalle con la técnica de *microscopía electrónica de barrido* (MEB), donde se recubren con oro para que los electrones emitidos por el microscopio puedan definir sus contornos, luego fotografiados. Se demostró que la especie es zooplanctófaga *selectiva*, y se pudo diseñar una secuencia de alimentación acorde a la estructura anatómica del pez, con excelentes resultados en lo que a crecimiento se refiere.

El secreto está en los *arcos branquiales* del pez blanco: en especial del segundo al cuarto cuentan con una serie de haces de espinas sobre-

Larvas de pez blanco



Espinas largas branquiales en el arco 1 (Izquierda), haces de espinas imbricadas en los arcos 2 a 4 (medio) formando una superficie filtrante y los dientes faríngeos (derecha).



puestas, que forman en la cavidad bucal una pequeña superficie filtrante flexible y continua. La comparación entre las presas atrapadas y los espacios en esta superficie muestra que no se trata de un simple filtro: es un mecanismo de filtración de flujo transversa, utilizado en forma amplia por diversas industria en procesos de filtrado.

En nuestros peces, las partículas filtradas se aglutinan (pegan unas a otras), a causa de la acción del moco segregado por las membranas branquiales, y forman otras, en apariencia mayores al tamaño del poro del filtro. El pez las traslada atrás de la cavidad bucal gracias al patrón de flujo mencionado, y tal vez con la ayuda de la flexibilidad de los arcos que forman la superficie filtrante. Así el filtro permanece limpio y sin bloqueos. En la parte

trasera están los dientes faríngeos; muelen a la partícula, previo a su entrada en el esófago y, después, al tracto digestivo (carente de estómago), donde es atacada y digerida por poderosas enzimas.

→ NACER Y SOBREVIVIR PARA CRECER

Sistemas de incubación y tanques de crecimiento se diseñaron para garantizar al máximo la supervivencia de huevos y larvas. Junto al paralelo método de primer crecimiento en recirculación (el agua se reusa por medio de filtración física y biológica), estos sistemas llevaron a la creación de *Robestor*, pequeño robot que los limpia, elimina el manejo excesivo de peces, reduce las causas de su estrés y los costos de una limpieza manual, y conserva el alimento vivo durante esta etapa.

Cornenzamos la reproducción inducida del pez blanco a partir de peces silvestres desovados por nosotros en 1999. Nuestros reproductores fueron sus hijos, y hoy trabajamos con sus descendientes. Algunos se mantienen en el laboratorio para asegurar las características hereditarias (genómicas) y trabajar sin recurrir a las poblaciones del lago de Pátzcuaro.

Por otro lado, por un año controlamos la reproducción gracias al uso del fotoperiodo. Tomando en cuenta las etapas de luz, observamos que el desove se activa con más de 12 horas de luz (días

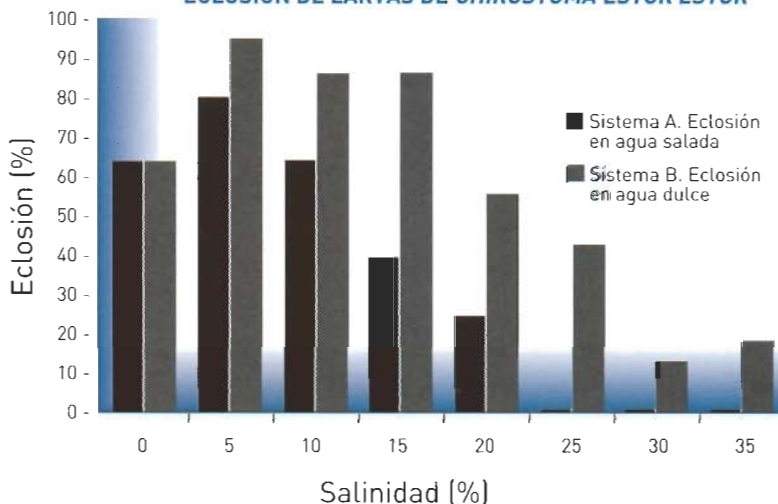
→ El binomio ciencia-tecnología permitió comercializar con éxito el pez blanco y evitar su extinción

largos), y provocamos esta función orgánica en grupos de animales que permanecen con periodos de luz menores (a través del alargamiento de éstos hasta 18 horas). En consecuencia, extendimos la temporada de reproducción, obteniendo huevos de pez blanco durante todo el año, sin restricción, y compensando la poca cantidad que de manera natural pone cada hembra. Complementamos esto probando con sencillos experimentos de manejo que los peces blancos pueden crecer hasta etapa adulta comiendo sólo zooplancton. Con nuestro conocimiento básico acerca del desarrollo y la madurez de sus individuos, generamos a la par una *biotecnología para la implementación del cultivo del pez blanco en la región*. Su base es el uso indirecto de la fertilización de los estanques de cultivo con fertilizantes inorgánicos, lo que multiplica el zooplancton. Los peces blancos se alimentan de la productividad natural del estanque, reduciendo los costos de producción al no tener que invertir en alimentos balanceados.

En 2004 iniciamos el cultivo de peces blancos en estanques de tierra, construidos en la ribera del lago de Pátzcuaro con la cooperación de los purhépechas del poblado de Ichupio, municipio de Tzintzuntzan a orillas del lago de Pátzcuaro, pero esperamos expandir la actividad este 2005. A principios de 2004 obtuvimos un significativo apoyo por parte del CONACYT, (a través de *fondos mixtos* con el estado de Michoacán) para producir 200 mil crías, lo que nos permite construir y operar a principios de 2005 la primera planta piloto productora comercial de individuos jóvenes de pez blanco para repoblación y engorda, y por primera vez transferir tecnologías de cultivo a otras especies: hemos podido reproducir con éxito el pez blanco de Chapala (*Chirostoma promelas*). Tenemos suficientes crías, lo cual beneficiará a los pobladores de sus alrededores.

A la vez recibimos un sustancial respaldo del Department for Environment Food and Rural Affairs (DEFRA), por medio de la Iniciativa Darwin, del Gobierno Británico, cuyo compromiso es mantener la biodiversidad en diferentes ecosistemas. En nuestro caso, el acuático, a través de la acuicultura particular del pez blanco y de su sustentabilidad. Así, en el lago de Pátzcuaro, la comunidad podrá generar el cultivo comercial de esta especie de alto valor que pertenece por tradición a su quehacer

EFFECTO DE LA SALINIDAD EN EL ÉXITO DE LA ECLOSIÓN DE LARVAS DE *CHIROSTOMA ESTOR ESTOR*



cultural, alimenticio y económico. Por el lado ecológico, este cultivo de especies nativas permitirá su recuperación y conservación, así como el del ecosistema en el que están. La alternativa potencial que presenta el cultivo de los peces blancos para mejorar la calidad de vida de algunos grupos en México e impulsar una acuicultura nacional competitiva, es clara. Gota de agua necesaria en el tormentoso mar actual. ●

Efecto de la salinidad en el éxito de la eclosión de larvas de *Chirostoma estor estor*.

Para mayor información sobre especies nativas mexicanas y *Chirostoma*, favor de ver: www.aquaculture.stir.ac.uk/gisap/chirostoma

Carlos A. Martínez Palacios es doctor en Filosofía por la Universidad de Stirling en Escocia y miembro del SNI, nivel II. Actualmente trabaja en el proyecto Transferencia tecnológica para el cultivo semi-intensivo de pez blanco de Pátzcuaro, que forma parte del Programa Fondos Mixtos CONACYT - Michoacán, y su publicación más reciente es "The Effects of Saline Environments on Survival and Growth of Eggs and Larvae of *Chirostoma estor estor* Jordan 1880" (Pisces: *Atherinidae*). *Aquaculture*, Elsevier, 2004. palacios@zeus.umich.mx

Lindsay G. Ross es doctor en Filosofía por la Universidad de Stirling en Escocia y Decano de Ciencias Naturales 1996-2003. Actualmente trabaja en el proyecto Sustaining livelihoods and protecting biodiversity through development of pez blanco aquaculture, como parte de la Iniciativa Darwin. Su publicación más reciente, es Pérez, O. M., et al. 2003. "Water Quality Requirements for Marine Fish Cage Site Selection in Tenerife (Canary Islands): Predictive Modelling and Analysis Using GIS", *Aquaculture*, 224: 51-68. lgr1@stir.ac.uk