

## Reflexiones para el diseño de una política acuícola exitosa en México

Sergio Rosales Inzunza \*

Víctor Antonio Acevedo Valerio \*\*

Resumen: México requiere revertir su descapitalización, para ello el gobierno necesita estrategias que generen y ahoren divisas; no debe insistir en acciones que alimenten el desequilibrio de balanza de pagos, ni inventarle a las entidades vocaciones inexistentes, sino aprender a orquestrar la construcción de capacidades institucionales en los sectores de las economías estatales, como son las ligadas a la base natural de recursos, hasta hacer de ellas estructuras de producción industrial. Pero ese escalamiento es un proceso que se construye subsanando las fallas y los vacíos, que por hoy alimentan la primacía de un bien primario exportable. La acuicultura es de las actividades más promisorias y de las que más empleos y divisas generan en otras naciones. Y México, con su amplio litoral, en consecuencia, debe premiar todo lo que le permita dominar la tecnología de cultivo primero, para su escalamiento industrial después.

*Palabras clave:* industrialización de la base natural de recursos, construcción de capacidades institucionales, paquete tecnológico, escalamiento industrial.

\* Director general de Multiservicios cu. Correos electrónicos: ser-ros-in@hotmail.com / sergio.rosales@itesm.mx

\*\* Profesor-investigador titular de la Facultad de Derecho y Ciencias Sociales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Correo electrónico: aceval@umich.mx

**Abstract:** Mexico needs to reverse its decapitalization, and to do this, the government must develop strategies for generating and saving foreign currency. It should not insist on policies that exacerbate the balance of payments problem, nor invent economic activities the states do not have capacity for, but rather build institutional capacities within the various sectors of states' economies, such as those linked to the exploitation of its natural resource base, until they can be scaled up to industrial production. Furthermore, that escalation must be a process which corrects gaps and flaws in order to nurture the primacy of an exportable primary good. Aquaculture is one of the most promising activities and one of the main sources of rural employment and foreign currency in other parts of the developing world. Therefore, Mexico, with its extensive coastline, must reward any initiative that allows mastering aquaculture technology for subsequent commercial development.

**Key words:** natural resource industrialization, institutional building, mastering aquaculture technology, industrial development.

## Introducción

A fin de contrarrestar los altos índices de marginación y pobreza que enfrentan infinidad de comunidades en entidades con potencial acuícola como Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Veracruz y Michoacán y la descapitalización y transferencia de recursos de México hacia el exterior, urgen estrategias exitosas en generación de alimento, empleos, divisas y en industrialización rural. Baste decir, por ejemplo, que entre 1990 y 2009 la nación le transfirió al resto del mundo 388 121.5 millones de dólares (mdd), por déficit comercial y costo financiero de la deuda. Lo cual evidencia la endeble estabilidad macroeconómica, que tanto presumen los políticos y secretarios, cuyo lado inverso es la existencia de entornos microeconómicos territorialmente erosionados.

Frente a esos lastres del siglo XXI, la alternativa del gobierno en México se delimita, ya sea a persistir en la inercia transexenal y aceptar el debilitamiento normal de la soberanía, y reforzar la creencia de que la estrategia nacional es exitosa, aunque el país deambula con indicadores en retroceso, o bien reconocer lo mucho de perfectible que puede tener la política nacional y afrontar acciones inevitables para la prosperidad (por ejemplo aprender a construir capacidades institucionales en los sectores clave de las economías estatales), para diseñar los correctivos que, por su capacidad para generar divisas de manera directa e indirecta, reviertan paulatinamente el problema de balanza de pagos. Esta última alternativa no es una vuelta al pasado ni significa acotarle globalidad a México, sino aprender a transitar con éxito en ella. Para alcanzar ese objetivo, la acuicultura es una opción pertinente y con amplias posibilidades de rendir frutos, casi de forma inmediata. Por tanto, la pregunta es ¿qué determina su potenciación y cómo hacer de ella una fortaleza del desarrollo nacional?

El presente artículo intenta identificar los componentes clave de una política acuícola exitosa, y se estructura en tres partes: la primera describe rasgos generales de la economía y de la acuicultura en México; la segunda realza los factores clave para el desarrollo acuícola y la tercera establece las conclusiones.

## México: ¿necesidad de generar y ahorrar divisas?

El talón de Aquiles de la economía mexicana ha sido la falta de generación de divisas sobre bases donde los factores internos sean un componente creciente en la producción de cada unidad de valor y esa, a su vez, ha sido parte de los fundamentos de las grandes estrategias nacionales, pero ninguna ha tenido éxito en su cometido. La industrialización por sustitución de importaciones hizo a México dependiente de insumos tecnológicos y de bienes de capital, y no alentó el fortalecimiento de una cultura empresarial orientada hacia el mercado internacional; el desarrollo estabilizador generó desequilibrios sociales, sectoriales y regionales, y lo llevó a depen-

der fiscalmente del petróleo, lo que después desembocó en la crisis de liquidez, y la desregulación incrementó su dependencia del exterior y lo hizo vulnerable a los flujos del capital financiero ([www.banxico.org.mx](http://www.banxico.org.mx)). Por lo que hoy el país tiene un problema de balanza de pagos mayor al de cualquier momento de su historia. Por el lado de los pasivos, tan sólo el costo financiero de la deuda pública del gobierno federal (que en 2008 fue de 235 457 mdd) supera los 17 mil mdd anuales, y en cuanto a la balanza de cuenta corriente, una baja tasa de crecimiento económico significa un déficit de alrededor de 10 337 mdd, y de pretender un crecimiento mayor, éste puede rebasar los 20 mil mdd, como sucedió entre 1992 y 1994.

Frente a ello, con o sin crecimiento económico, la descapitalización en México es la regla, y no es neutral en la cuenta de capital (se incrementan los pasivos) ni en los grandes agregados de la macroeconomía (al sobrevalorarse el peso se encarecen las exportaciones y se abaratan las importaciones). Por ello, urgen estrategias que generen y ahorren divisas.

#### La acuicultura: actividad generadora de riqueza

En el mundo, la acuicultura ocupa un lugar destacado en la agenda contra el hambre y la pobreza, y en regiones específicas de Asia y América Latina se ha convertido en una fortaleza económica para sus naciones. Entre 1985 y 2009, la producción de China se incrementó en 40.6 millones de toneladas (t) y la de Chile en 873 mil t; en cuanto al valor, las variaciones para el primer país fueron de 52 mil mdd y para el segundo de 4 770 mdd. Noruega tuvo una tendencia similar, ya que en ese periodo su producción aumentó en 927 mil t y su valor en 3 412 mdd ([www.fao.org](http://www.fao.org)). Además, las importaciones mundiales de pescados y mariscos observan un crecimiento dinámico, cuyo valor en 2009 fue de 75 552 mdd (contra 45 mil mdd de 2001), y especies como el camarón y ostión son nichos con expectativas extraordinarias para las regiones con potencialidad y experiencia, ya que en conjunto tienen un mercado de 13 087 mdd, cifras muy superiores a las obtenidas en 1985, de 2 255 mdd. Lo que denota el amplio dinamismo del comportamiento acuícola en el mundo del mercado de productos en los que México

tiene ventajas naturales y cierta vocación con tradición, pero más por su contribución en las cuestiones de Estado, como la soberanía en sus vertientes económica y política.

La acuicultura en México: ¿potencial aprovechado?

Por su biodiversidad, México cuenta con uno de los potenciales acuícolas más importantes del mundo. Su ubicación entre las regiones biogeográficas neártica y neotropical le otorga condiciones privilegiadas para la existencia de una diversidad de especies, tanto de climas templados como cálidos y fríos; de fondo y de superficie; costeros y de alta mar; regionales y migratorias. Y, por su extensión territorial, las posibilidades para la diversificación de cultivos son vastas: cuenta con 11 592.7 km de litoral; 12 500 km<sup>2</sup> de lagunas costeras y esteros; más de 2.9 millones de hectáreas de aguas interiores como lagos, lagunas, represas y ríos y 3 millones de km<sup>2</sup> de zona económica exclusiva (Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, CONAPESCA 2008a). En esa extraordinaria plataforma acuática se ubican alrededor de 1 200 especies con potencial, de las que 305 están identificadas y 64 tienen importancia económica (Casas et al. 2007).

Pese a todo ello, la acuicultura en México no tiene convergencia con su potencial, ni sigue la trayectoria de las regiones líderes. Baste decir que en 2008 ocupó el lugar 23 por su valor y el 26 por su producción ([www.fao.org](http://www.fao.org)). Dentro de las pesquerías, el cultivo aportó 16 por ciento (CONAPESCA 2008b), cuando lo inverso debió ser su rasgo distintivo; también decrece el peso relativo que tienen las exportaciones agropecuarias dentro de las nacionales, y la acuicultura también lo hace a tasas aceleradas; las importaciones acuícolas son más dinámicas que sus exportaciones, y con ello disminuye el superávit de la actividad. Por ejemplo, entre 1993 y 2009, el saldo de la balanza comercial acuícola fue superavitario, pero en este último año fue 246 mdd menos que el obtenido en 1997 (643.6 contra 397.5) ([www.inegi.org.mx/sistemas/bie](http://www.inegi.org.mx/sistemas/bie)).

Lo antes expuesto tiene explicación, en primer lugar se señala la incapacidad del gobierno para desarrollar, en la base natural de recursos en general, estructuras productoras de bienes superiores

y, en segundo, un conjunto de aspectos específicos e inherentes a la acuicultura, por ejemplo la desorganización estructural del sector, la atomización institucional de sus esfuerzos, la falta de mejores laboratorios y equipos de diagnóstico, la vinculación escasa de académicos y científicos con productores y, en última instancia, la inexistencia de una política de Estado enfocada al dominio del paquete tecnológico y económico de las principales especies cultivadas (CONAPESCA 2008a). Por ello, se antoja difícil esperar que la acuicultura cumpla con las metas que en producción, empleos y divisas le impuso la federación o que aporte 54 por ciento del total de la producción pesquera (Ibid. 2008a), y mucho menos que su trayectoria esté en vías de convertirse en una fortaleza económica para México. Sin embargo, ¿puede el país superar las anomalías que por hoy inhiben la potenciación acuícola? En España y Chile, la acuicultura era inexistente décadas atrás, y hoy nadie duda de su importancia para el desarrollo regional.

## Factores clave para el desarrollo acuícola

El común denominador de las regiones acuícolas exitosas es que se han centrado en fortalecer acciones en dos vertientes: a) la política, ya que convertir una debilidad regional en fortaleza nacional es cuestión de Estado y b) un enfoque sistémico de la política, puesto que dominar el paquete tecnológico del cultivo hasta su escalamiento industrial exige la acción conjunta de actores diversos.

### Determinación política

La determinación política es el punto de partida y la explicación de todo éxito económico. Existen ejemplos como China y Chile; a mediados de los años setenta en China se reflexionó sobre la magnitud de sus niveles de pobreza y hambre, y se comprendió la importancia del mercado en la resolución de sus problemas (Bustelo y Fernández 1996). Pero a diferencia de México, que en su proceso de internacionalización siguió el manual del Banco Mundial y del Fondo Monetario Internacional, China diseñó su propia reforma:

a) modificó leyes para privilegiar diversas formas de propiedad; b) profesionalizó la administración pública y estudió los casos de éxito para aprender de ellos; c) privilegió la modernización rural para recibir el respaldo de acciones subsiguientes y d) clarificó escalonadamente los objetivos de la política con los del mercado (Feng 1999). A la par, líderes locales emprendieron estrategias pequeñas pero exitosas hasta cubrir el territorio nacional (Claro 2003). Por ello, China se insertó en la globalidad al privilegiar un proceso de arriba hacia abajo y viceversa, y no unidireccional, como lo hizo México, que profundizó su problema de balanza de pagos. En cuanto a lo sobresaliente de la manera en que China emprendió su reforma, baste decir que primero estableció relaciones comerciales con Occidente y, en particular, con Estados Unidos. En paralelo, instituyó el sistema de contrato de responsabilidades en la agricultura, para que los campesinos vendieran sus excedentes en el mercado y se establecieron zonas económicas especiales, dentro de las cuales se premió el desarrollo de aptitudes empresariales. Después se fortaleció el sistema de información (estadísticas especializadas), para asegurar un mayor efecto de la política pública. Luego, el gobierno cerró empresas deficitarias para no desviar recursos prioritarios. La reforma continúa en China en el siglo XXI, y su objetivo es que sus indicadores per cápita converjan al promedio del de las naciones ricas. Si China hoy ocupa el segundo lugar mundial por el valor de su producto interno bruto (PIB) –se estima que para 2016 esté en el primero–, detrás de ello está la orientación que le dio a la economía y el rol que en cuestiones de producción se le asignó el sector rural, que es donde se encuentra una de las principales fuentes generadoras de empleos, alimentos y divisas (Hu 2005; Wang 2001).

En 1973, Chile emprendió una contrarreforma orientada hacia el mercado, y privilegió la construcción de capacidades institucionales en general y agropecuarias en particular. Los objetivos de la reforma combinaron estrategias macro y microeconómicas, y al sector primario se le asignaron metas relacionadas con el dominio de la tecnología de cultivo, la diversificación e industrialización y generación de empleos y divisas (Soto y Morandé 1999). Hubo restricciones severas en los años setenta y situaciones críticas, como la de 1982, pero los frutos empezaron a aparecer después, y se con-

sagraron en 1990 cuando el país entró al pleno de la democracia y con un proceso de industrialización rural vinculado al comercio internacional. Si bien los altibajos de la economía chilena no son la excepción a la regla del mercado, su trayectoria de largo plazo es ascendente, y es de las pocas naciones de América Latina con una reforma exitosa.

Aun cuando China y Chile tuvieron puntos de arranque disímboles, el común denominador fue el desarrollo de los factores internos en relación con el mercado; el gobierno central fue el orquestador, pero no el actor dominante; los otros niveles acrecentaron responsabilidades, y en sus estrategias incorporaron a los actores del desarrollo local y rural. Si bien la estabilidad macroeconómica fue un objetivo de la reforma, no descuidó los fundamentos de la microeconomía, la diversificación, la cultura empresarial y diversas formas de organización para asegurar los frutos en la globalización (Kay 1998). En todo ello, la investigación y la transferencia tecnológica fue clave para aminorar riesgos, facilitar el proceso de descubrimiento de costos y disminuir pobreza. Si China y Chile ostentan el primero y segundo lugar mundial acuícola, ello no sólo se debe a la manera en que implementaron la reforma económica, sino al papel asignado a la acuicultura en la agenda del desarrollo nacional y a la cesta de estrategias que en lo particular se diseñaron para tal fin, y que terminaron por dominar la tecnología de cultivo y su escalamiento industrial de las principales especies.

### Enfoque sistémico

Una vez que lo político se define sobre el interés nacional, lo siguiente es darle vida al qué y al cómo de la actividad acuícola, para que su desarrollo sea sustentable y ordenado (Infante 2008). En cuanto a lo primero, por ejemplo se pueden exponer las grandes directrices como privilegiar la acuicultura sobre la captura; atender lo mismo el mercado interno que el externo; evitar el déficit de proteína animal en el campo y en la ciudad; involucrar a los productores en todas las fases del ciclo acuícola, desde actividades previas al cultivo hasta su producción, procesamiento y comercialización, y desarrollar cadenas de valor para ampliar la estructura de producción.

Aun cuando es obvio, es útil recordar la importancia estratégica de los embalses, del cultivo intensivo y de enseñarle al productor a organizarse. El diseño de micro guías es importante para darle vida operativa a la política pública. Por ejemplo: a) diseñarle al productor instrucciones para un mejor manejo del ecosistema y de su cultivo; b) a las instituciones académicas y científicas asignarles tareas relacionadas con la genética, sanidad, control de enfermedades, identificación de áreas apropiadas para siembra y reproducción, y adaptar y desarrollar técnicas relacionadas a cría, alimentación, captura y poscosecha y c) a la manufactura asignarle instrucciones especiales para que, en coordinación con los centros de investigación, diseñe fórmulas alimenticias de calidad y desarrolle tecnología de cultivo, cosecha y poscosecha. En cuanto a lo segundo, resulta prioritario atender las siguientes vertientes: a) atención a variables críticas; b) desarrollo de normas y regulaciones y c) desarrollo y fortalecimiento de instituciones.

#### *Atención a variables críticas*

*Producción de semilla* en cantidad y calidad. En esa dirección se ilustra la importancia de los elementos siguientes: el papel del gobierno como detonador y el sector privado como potenciador. Ya que el dominio del ciclo biológico de la especie en cautiverio requiere un fuerte respaldo de la política de ciencia y tecnología, tener en cuenta la evidencia científica disponible y asegurar el monitoreo de la que se intenta cultivar con la de su contraparte silvestre, para evitar efectos indeseables e irreversibles (Frissell 2004). Un primer paso es que el gobierno regional le asigne a su institución clave la tarea de identificar las dependencias que ostenten un amplio dominio de la tecnología de cultivo, en especies con potencialidad interna, luego establecer arreglos (convenios, licencias, patentes, ferias tecnológicas) para emprender estudios de agua tendientes a identificar las áreas óptimas para instalar criaderos y acciones para la formación de una plataforma de científicos y tecnólogos, e incorporar el currículo acuícola a las universidades y centros de capacitación e investigación en la región (Kleiss 2005). Dominar el ciclo biológico de la especie en cautiverio no es tarea fácil, implica flexibilidad y

prueba y error, pero una vez que la región logre producir su propia semilla, en ese momento tendrá capacidad para escalar la actividad a su fase comercial primero e industrial después (Rodrik 2005; Organización de las Naciones Unidas, ONU 2006).

El sector privado como potenciador. Una vez logrado lo anterior, lo siguiente es dominar los protocolos para un cultivo a escala comercial, para trasferirle al sector productivo dichos paquetes tecnológicos. Para ello, al gobierno le puede resultar útil organizar ferias y exposiciones donde el empresario observe a detalle los protocolos técnicos y económicos; constate los conocimientos e instituciones que lo respaldan, e identifique los instrumentos de política económica que la región pone a su disposición (Iizuka 2004; Reantaso 2005). Con ello, el gobierno apoya la construcción de capacidades empresariales y con la venta del paquete tecnológico recupera parte de la inversión, y emprende nuevos retos para subsanar fallas y vacíos determinantes para la competitividad del sector y la región.

*Producción de alimento para peces.* El alimento es de los insumos que más repercute en la estructura de costos del cultivo (hasta 50 por ciento del total), y de la que depende la tasa de sobrevivencia de larva (Vélez 2002). La oferta de alimento es cara y escasa, y las fórmulas disponibles no necesariamente obedecen a los requerimientos de las especies cultivadas (Hasan 2005). Problema que se agrava por el encarecimiento de insumos convencionales (harina y aceite de pescado) y por la competencia de los demás sectores productores de proteína animal ([www.iffonet.net](http://www.iffonet.net)). Lo que obliga a ser estratégicos e innovadores en la elaboración de alimento para peces; por ejemplo, diferenciar el que necesita la especie en sus diferentes estados y atender de manera estratégica y diferenciada la fase larvaria, ya que su sobrevivencia es básica para disponer de semilla;<sup>1</sup> distinguir las dietas de peces de poco y alto valor y las que se aplican entre sistemas de cultivo; fortalecer la investigación para acelerar la inclusión de dietas vegetales e insumos locales; tecnologías que optimicen el aprovechamiento del alimento por parte de los peces y apoyar

<sup>1</sup> La tasa de supervivencia de nauplios y larva es de hasta 25 por ciento, y depende de alimento vivo rico en proteínas y ácidos grasos insaturados. Por lo que sería un gran reto lograr tasas de sobrevivencia por encima de 50 por ciento (CONAPESCA 2008a).

la proliferación de empresas locales que lo elaboren, para que su oferta esté disponible en tiempo, cantidad, precio y lugar (Prieto et al. 2006). Hay avances en esa dirección: en maricultura y cultivo de moluscos y bivalvos, hay producción masiva de alimento vivo —incorpora harinas de microalgas (fitoplancton, rotíferos, artemias, copépodos, larvas de moluscos y nauplios del camarón)— la cual es estratégica para el sano desarrollo y crecimiento de larvas y alevines<sup>2</sup> (Berger 2000); para especies carnívoras como el salmón, hay desarrollos genéticos para que asimile insumos vegetales (harina de cebada, gluten de maíz y proteína de soya), existen fórmulas en las que ha sido posible sustituir en 50 por ciento el uso de insumos convencionales ([www.aquafeed.com](http://www.aquafeed.com)). En este rubro México no parte de cero, ya que la búsqueda de dietas alimenticias para cultivos de diversas especies es de las áreas más investigadas por los centros, institutos y universidades con orientación acuícola (Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Instituto Tecnológico del Mar, Universidad Autónoma de Baja California, Universidad Autónoma de Baja California Sur, Universidad de Sonora, Universidad Nacional Autónoma de México y Universidad del Mar).

a) Desarrollo de una infraestructura científica y tecnológica apropiada. El éxito acuícola no sólo depende de la dotación de recursos, climas tropicales, mano de obra barata y ubicación geográfica, sino de potenciar el institucionalismo científico para que la estructura de cultivos se organice sobre la base de *clusters* o de *sistemas de innovación*, determinantes de la competitividad (Hishamunda y Subasinghe 2003; Våge 2005). Sin embargo, esos no nacen de la noche a la mañana, y en mucho dependen de una cultura empresarial, en lo que la política pública puede jugar un papel detonador apoyando los siguientes rubros:

<sup>2</sup> En esta fase, el tamaño de la boca del animal es muy pequeño y su sistema digestivo no le permite ingerir alimento artificial, pero sí vivo.

Creación de centros de investigación. La función de éstos es apoyar la disponibilidad de semilla, engorda de juveniles, desarrollo genético, capacitación y transferencias tecnológicas, entre otros; deben cumplir con los siguientes atributos: a) crearse sobre la base de la sustentabilidad financiera, para que cada centro cumpla con los fines para los que fue instituido y no dependa exclusivamente del presupuesto público, que a la larga es insustentable, por tanto deben diseñarse con criterios de rentabilidad y vinculados a la industria ([www.ctaqua.es](http://www.ctaqua.es)); b) ser propios al entorno, para que cada centro acuícola responda a las diferencias ambientales, geográficas y climáticas que hay entre regiones y ambientes de agua, y ese mismo principio debe seguir la introducción de tecnología de cultivo para facilitar su asimilación y efectividad a las condiciones locales de la actividad; c) ubicarse estratégicamente ya sea dentro o contiguos a los campos universitarios con los que más se vayan a relacionar, por demandar conocimiento en áreas vinculadas con la biología pesquera, ecología, patología, fisiología y nutrición animal, tecnología de alimentos, ciencia del suelo, química acuática, ingeniería agronómica y economía agrícola (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO, por sus siglas en inglés, 1984); d) privilegiar la calidad de sus componentes como son recurso humano calificado e infraestructura y equipamiento moderno, y que su quehacer fortalezca los fines que les dieron vida, por ejemplo, producir semilla de calidad; e) adaptar y desarrollar tecnología innovadora y escalable; f) ser parte del diseño de mejores fórmulas de alimento y de generación de vacunas y metodologías de prevención de enfermedades; g) contribuir a la formación de científicos y h) ser parte de la solución de los problemas del productor como alimentación, patología, parasitología, genética e incorporación de las tecnologías de la información<sup>3</sup> (Moguillansky 2005). Además, que los conocimientos que generan a su vez sean pivote para fortalecer programas de educación superior, capacita-

<sup>3</sup> En la actualidad las empresas acuícolas modernas hacen uso de la tecnología de la información, para llevar un mejor control de los componentes que integran la calidad en las áreas de cultivo y, en especial, por la cuantiosa información que obtienen de las plataformas integradas.

ción y entrenamiento regional. La cantidad de centros de investigación con los que una región acuícola debe contar dependerá de la importancia económica que el o los cultivos tengan para la política industrial y de diversificación; de las características de los productos que se intente comercializar y de la magnitud de problemas que deberán resolverse.

En este rubro México tiene un vacío que llenar. Baste decir que de los 38 centros acuícolas que administra CONAPESCA ninguno se dedica a producir semilla de camarón, pese a ser el principal cultivo (CONAPESCA 2008a), y que el Instituto Nacional de la Pesca, dependiente de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), carece de una estrategia para dominar la producción de semilla en cautiverio de una especie en particular.

Fortalecimiento de los fondos para investigación acuícola. En el marco de una estrategia de desarrollo económico, los resultados de investigación y desarrollo (I&D) deben aminorar la vulnerabilidad del proceso productivo de los factores externos. Pero no es suficiente la cantidad de los fondos, importan los resultados de los proyectos y las fortalezas económicas que generen. Para ello, hay que rediseñar la estructura de decisión e innovar los procesos de convocatoria y autorización (Aquaculture Collaborative Research and Development Program, ACRDP 2005), esto debido a lo siguiente: a) debilidad en la que incurren muchos fondos, ya que financian proyectos orientados por la academia e irrelevantes para la industria ([www.thefishsite.com](http://www.thefishsite.com)); b) la necesidad de ser estratégicos y selectivos en temas, criterios, participantes, montos, tiempos y resultados (Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico, FONDEF 2008 y The Scottish Aquaculture Research Forum, [www.sarf.org.uk](http://www.sarf.org.uk)), frente a la escasez de recursos para I&D y c) la competitividad de la industria acuícola se correlaciona con la efectividad y repercusión de la I&D en temas relacionados con el medio ambiente, inocuidad e higiene, mejoramiento genético, tecnologías que optimicen la alimentación, mejor monitoreo de redes y jaulas, introducción de especies de valor y mayor entendimiento de las enfermedades, entre otros (Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica-CONICYT y Fisheries and Oceans Canada, [www](http://www).

dfp.mpo.gc.ca/indez-eng.htm). En este rubro, México observa una carencia de fondos para subsanar las debilidades estructurales de la actividad acuícola, por ejemplo, de 2002 a 2010 las convocatorias del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACYT-SAGARPA autorizaron 488 proyectos de investigación, 104 de ellos relacionados en forma directa con la actividad pesquera y acuícola. Sin embargo, dentro de éstos prevalece la dispersión de esfuerzos y, además, no hay registros de una demanda centrada en dominar la tecnología de cultivo de una especie en particular ([www.conacyt.gob.mx](http://www.conacyt.gob.mx)).

Educación y capacitación. En esta tarea, las estrategias del sistema educativo son cruciales. Por el lado de la educación superior, es necesario apoyar carreras, especialidades y posgrados relacionados con lo acuícola e incluir el tema como parte de los contenidos de otras; favorecer sinergias entre universidades e instituciones de investigación para ofrecer doctorados, maestrías, especialidades y cursos de capacitación y entrenamiento acuícola, o en temas específicos como ciencias marinas, biotecnología (genética molecular y microbiología, fisiología, alimentación, histopatología de moluscos), economía pesquera y manejo del medio ambiente (acuicultura de microalgas y ecología marina). En cuanto a la educación técnica y vocacional, incrementar carreras cortas, cursos de entrenamiento y talleres de capacitación, donde el productor y su fuerza laboral eleven capacidades y habilidades en temas de interés, como buenas prácticas, manejo de estanques, uso de tecnología para el monitoreo de la calidad del agua y oxidantes ([www.aquafeed.com](http://www.aquafeed.com)). Se trata de que la fuerza laboral domine los aspectos genéricos del sector y los específicos de la granja ([www.natfish.tafensw.edu.au/default.asp](http://www.natfish.tafensw.edu.au/default.asp)). En México, hay esfuerzos importantes y un número considerable de posgrados relacionados con la actividad acuícola, como son los del CIAD o algunos de los centros de investigación CONACYT, y aun cuando resalta el papel de Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA 2009) en apoyo a la transferencia tecnológica, el rubro absorbe 2 por ciento del total de recursos que administra la institución.

Fortalecimiento del sistema de extensionismo acuícola. El éxito de la acuicultura mucho depende del papel del extensionista, ya que es el puente entre la investigación y el productor –responsable

de trasferirle la cesta de tecnologías que requiere—, y un eje en la diversificación de cultivos o en la conversión de sistemas extensivos en intensivos ([www.ong-aida.org](http://www.ong-aida.org)). Ante ello, el extensionista acuícola no es sólo un bien privado, cuyos beneficios los recibe el productor, sino también público, por su contribución al desarrollo comunitario (FAO 1997). Regiones con potencialidad acuícola no tienen que partir de cero, puesto que hay metodologías exitosas como la denominada Trickle Down System (TDS) of Aquaculture Extension aplicada fructíferamente en Bangladesh y Vietnam, y en vías de adopción en países de África. La metodología citada hizo posible que en cinco años la productividad del acuicultor pasara de una a seis toneladas por hectárea anual; y que ellos mismos conformaran su red de extensionistas, donde cada uno que es capacitado se responsabiliza de capacitar a seis o diez vecinos (Ibid. 1999).

Pero si realmente se quiere aprender del extensionismo, hay que estudiar el caso de China, cuya metamorfosis distingue cuatro momentos: a) la institucionalización, en 1952, para aminorar el analfabetismo del productor, capacitarlo y hacerlo productivo ante la necesidad de disponer de cantidades crecientes de alimento; b) el rediseño, en 1979, cuando en el entorno de la reforma económica, al sector se le asignaron objetivos relacionados a alimentación, empleos y divisas; c) el fortalecimiento como Sistema Nacional de Extensionismo, a inicios de los años noventa, dentro del que se distinguen dos periodos clave: el de 1991, cuando se crea el Centro Nacional de Extensionismo para las Tecnologías Pesqueras, a fin de consolidar la presencia acuícola de China en el ámbito internacional y el de 1992, cuando el gobierno central emprende un proceso de descentralización y d) el robustecimiento de las capacidades técnicas, operativas y funcionales de las estaciones locales de extensionistas, para asegurar que la actividad cumpliera con nuevos objetivos: contribuir con 85 por ciento en las metas adicionales de producción de pescado entre quinquenios, elevar en un tercio el ingreso per cápita del productor y diversificar la estructura de cultivos (Zhiwen1997). Para alcanzarlos, el extensionista privilegió la transferencia tecnológica para incorporar nuevas áreas de cultivo; hacer intensivo el de moluscos y el de piscifactoría de estanques; usar más algas y derivados del ensilaje agrícola en la alimentación de peces;

intensificar el alimento comprimido en sistemas intensivos; incorporar las mejores prácticas y métodos para el manejo de ecosistemas y programas relacionados con la salud de animales; intensificar los sistemas integrados de cultivo de alto rendimiento e incursionar estratégicamente en la maricultura. Pero eso no es todo, en China los medios de comunicación, organismos no gubernamentales e industrias conexas practican el extensionismo; la Academia China de Ciencias Pesqueras y la Sociedad Pesquera de China divulgan resultados de investigación en 17 revistas científicas; la radio escuela acuícola desde 1985 forma y capacita a productores (más de 20 mil se han graduado o recibido entrenamiento especializado), así como las propias industrias de alevines, alimento y tecnologías para que el productor conozca sus productos y los aplique con éxito en sus cultivos.

b) Diversificación de cultivos. Una vez dominada la tecnología de cultivo, la región entra en un proceso de diversificación inevitable, por un lado, para revertir las externalidades negativas del monocultivo, como ha sucedido en diversos momentos, por ejemplo, con la tilapia en China ([www.panoramaacuicola.com](http://www.panoramaacuicola.com)), la dorada en Grecia y Portugal (Luna et al. 2006), y con el salmón en Chile ([www.terram.cl](http://www.terram.cl)) y, por el otro, para usufructuar los beneficios de un *know how* ya instituido (Gylfason 2004) con nichos de mercado posicionados, y por la necesidad política y pública de desarrollar el entorno productivo de la región. De 1980 a 2007, la estructura de cultivos en China pasó de 22 a 81 y la de Chile de 7 a 17. Pero la limitante principal de la diversificación es la dificultad de dominar el ciclo biológico en cautiverio de especies orientadas al mercado internacional, por lo que la semilla se tiene que obtener del medio silvestre para su cultivo.

c) Organización de mercados y canales de comercialización. Bajos precios y problemas de mercado acompañan a productores desorganizados, cuyos productos carecen de atributos y diferenciación. Por tanto, hay que ayudarlo a organizarse, a ser competitivo para que cumpla con las exigencias del mercado sin problemas de precio y comercialización (United Nations Conference on Trade and Development, UNCTAD, por sus siglas en inglés/Organización Mundial

del Comercio, OMC 2008). En ello es decisiva la participación de dos instituciones que se describen a continuación.

El gobierno regional, como orquestador del proceso, es responsable de que los esfuerzos del productor sean redituables (FAO 2007). Para ello, hay que enseñarle al empresario a organizarse e identificar sus contrapartes sistémicas ya que es ahí donde encontrará respuesta a su problemática, desde la semilla hasta la comercialización de su producto. El sistema de información es vital y debe explorar la situación mundial de los productos acuáticos (exigencias, normas, certificaciones, metodologías); el comportamiento de cada especie y de su precio en los mercados, la manera en que las regiones líderes organizan su oferta y la vinculan a la demanda y desarrollar herramientas que mejoren la toma de decisiones internas (Wiefels 2003). Más adelante, los productores se verán en la necesidad de agregarle atributos a sus productos y hasta abrir oficinas en las principales ciudades de los países importadores, para atender de forma directa sus mercados (eliminar triangulaciones) y segmentos específicos ([www.prochile.cl](http://www.prochile.cl) y [www.corfo.com](http://www.corfo.com)). Y aun así, la innovación de los canales de comercialización es un proceso inacabado y en constante transformación, como lo son las subastas<sup>4</sup> acuícolas en Europa que, con la ayuda de la telemática, han logrado expandir el radio de acción de sus productores y mantener una oferta por debajo de la demanda, para estabilizar precios o moverlos hacia arriba (Comisión Europea 2009).

El sector corporativo es responsable de que sus agremiados transiten por el mercado con premios y sin castigos. Para ello, deben hacer diagnósticos internos para identificar sus asimetrías frente a los productores líderes; organizar ferias y exposiciones dentro y fuera de la región para poner frente a frente a los oferentes y demandantes, y potenciar formas de asociación que aminoren costos o añadan valor a sus productos; identificar el estado del arte de la tecnología de alimento para que sus productos cumplan con las formas

<sup>4</sup> En Europa, la subasta es una práctica cotidiana en el mercado acuícola, no sólo es una plataforma de venta de un puerto pesquero, sino una empresa que propone soluciones globales a sus clientes marisqueros: garantiza la calidad del producto y diversifica las opciones, ya que en la misma se ofrecen diversos tipos de pescados y mariscos.

demandadas; actualizar el directorio de agentes distribuidores de sus mercados objetivos y estudiar la manera de acceder a ellos; ser sede de seminarios y talleres de capacitación y tener vínculos con los centros de investigación y de educación y capacitación dentro y fuera del país ([www.sefoa.gob.mx](http://www.sefoa.gob.mx)). Si en la fase de arranque del cultivo el productor no está organizado, más adelante vislumbrará su necesidad y le dará vida a un gremio. Pero no es obligación que todos formen parte de la misma agrupación, pues cabe la posibilidad de que exista más de una organización para fines específicos sobre la misma especie, sin que ello sea desventaja ([www.panoramaacuicola.com](http://www.panoramaacuicola.com)). Una región con problemas de comercialización tiene que aprender de las exitosas para simplificar su camino, y hasta explorar formas de asociación para acceder a mercados internacionales. Además, el gremio debe tener en cuenta que el grueso de sus tareas debe hacerse vinculada al gobierno e instituciones correlacionadas, y le debe otorgar especial atención a lo que fortalezca la transferencia de tecnología de cultivos.

#### *Desarrollo de normas y regulaciones*

El entorno normativo-jurídico (leyes, acuerdos, reglamentos y actitudes) lleva a estadios superiores a la actividad acuícola, y la vincula al mercado internacional con atributos notables; diferente a lo que acontece en zonas carentes de normas y las que existen son laxas o inoperantes. ¿Por dónde empezar? Cada región tiene su punto de partida, pero debe privilegiar diversas formas de propiedad (Selock 1993), pero el ámbito acuícola no es en su totalidad un bien privado, la base natural de recursos y en particular los embalses, por razones de Estado y soberanía, son bienes públicos que el gobierno debe regular para que su incorporación a la vida nacional cumpla con objetivos múltiples, y no únicamente empresariales (Asian Development Bank, ADB 2006; FAO 1989). Se distinguen tres tipos de normas que, de manera genérica o específica, rigen el sector: leyes, reglamentos, nuevas normas y reglamentos.

*Leyes.* La acuicultura no debe ser caótica, sino un proceso organizado que tome en cuenta los ordenamientos nacionales relacio-

nados con el tema y las cuestiones socioeconómicas, territoriales y ambientales. Si bien la actividad está regida por una ley nacional de pesca, son necesarias leyes complementarias para clarificar componentes clave, por ejemplo los procedimientos que las instituciones públicas involucradas deberán regir; los criterios que deben prevalecer para cuidar la ecología y el medio ambiente; la forma de resarcirle atribuciones concretas a las comunidades costeras, cuyo derecho para usufructuar los beneficios acuícolas es legítimo y las que de manera específica ordenen el conjunto de actividades que convergen en un mismo espacio, para armonizar intereses y desterrar conflictos.

**Reglamentos.** Las leyes nacionales requieren de reglas concretas para atender situaciones complejas, como las relacionadas con la concesión de áreas; la identificación de zonas donde sólo puede ejercerse el cultivo y no otras prácticas; el tipo de especies susceptible de cultivar o la manera de ejercer el policultivo o el cultivo integrado; los protocolos que los concesionarios deben cumplir para cuidar el medio ambiente, o para proteger su cultivo de determinadas especies en ambientes de agua específicos; los criterios para importar especies hidrobiológicas vivas o insumos para elaborar alimento para peces; la manera de clasificar enfermedades y las medidas para su control y prevención; lo relacionado con el registro nacional acuícola o los procedimientos para la entrega de información estadística. También son necesarios los reglamentos sobre plagas hidrobiológicas; manejo y explotación de recursos bentónicos; operación de colectores de semilla o los que determinen el funcionamiento de los centros de matanza; lo que procede en área de florecimiento algal nocivo. De igual manera, debe haber instrucciones para un manejo eficiente de semilla; atender y prevenir brotes de epizootias en criaderos y estanques; fortalecer la diseminación y transferencia de tecnología acuícola y estrechar la función de los centros de investigación y desarrollo con las necesidades del productor. También resulta básico normar la actividad agropecuaria, para que sus descargas no dañen la base de cultivos acuícolas.

**Nuevas normas y reglamentos.** La acuicultura enfrentará nuevos obstáculos para los que habrá necesidad de establecer procedimientos normativos novedosos. Por ejemplo, instrucciones donde el gobier-

no obligue a sus ministerios a avanzar en fórmulas que subsanen los problemas de comercialización, sobreproducción o desorganización. Pueden centrarse en la diversificación de cultivos, que en determinadas áreas se destinen a especies que cumplan criterios específicos; acelerar la investigación para el dominio del ciclo biológico de especies de alto valor; organizar mercados de mayoristas con reglas de operación incluyentes; privilegiar el cultivo de algunas especies sobre los otros sistemas de producción agropecuaria; exenciones fiscales que fortalezcan la vinculación de las empresas con los centros de investigación, educación y capacitación; medidas que eviten usos productivos diferentes en las áreas destinadas al cultivo; insistir en nuevos protocolos para la obtención de semilla de calidad o el diseño de programas más vigorosos sobre sanidad e inocuidad; obligaciones para que los productores introduzcan acciones de prevención primaria y de tratamiento; normas específicas para que la institución responsable de la política acuícola mantenga en reestructuración al sector y lo oriente hacia el desarrollo de cadenas de valor. Cuando el sector muestre autonomía, el gobierno tendrá que innovar sus funciones y tomar decisiones sobre la base del conocimiento y la biotecnología para, por ejemplo, dominar la tecnología de cultivo para especies cuya semilla se obtiene aún del medio natural, controlar de mejor manera los problemas ictiosanitarios, fortalecer el mejoramiento genético de las especies principales y avanzar en la identificación de zonas estratégicas para montar laboratorios con fines reproductivos.

### Desarrollo y fortalecimiento de instituciones

El institucionalismo importa, y si en un momento determinado es disfuncional o carece de algunos componentes torales, no significa que sus problemas sean insalvables (FAO 2001).

### *La formación de científicos en acuicultura. El caso de España*

A finales de los años setenta, la acuicultura en España sólo era tema en el Instituto Español de Oceanografía, donde se reconocía su potencial pero faltaba personal calificado en técnicas de cultivo. Para

subsana esa debilidad, se seleccionó a los mejores oceanógrafos y los enviaron a Japón a capacitarse (Labarta 2007). Ese fue el primer paso, pero el verdadero impulso se logró con la primera Convención Nacional de Cultivos Marinos, en 1980, de la que se derivó el Programa Especial de Investigación y Desarrollo en Acuicultura, en 1982, que consideraba importante atender aspectos relacionados con la crianza, nutrición y patología de especies marinas y continentales, y también desarrollar tecnologías propias. Para lo que se diseñó un proyecto piloto, del que en 1983 se derivó el Plan de Formación de Técnicos Superiores en Acuicultura, mismo que debería ejecutarse de 1983 a 1987, a través de cinco etapas. La primera se centró en seleccionar a los 36 mejores egresados de carreras universitarias relacionadas con el tema, y que dominaran los idiomas inglés y francés. De 639 solicitudes, las 200 mejores se enviaron al Instituto Británico de España y a la Embajada de Francia en Madrid, para que determinaran su idoneidad para cursar estudios superiores en el extranjero. Se seleccionó a las 72 mejores: 36 para cumplir con la meta y el resto para disponer de reserva en caso de alguna renuncia.

En la segunda los aspirantes tomaron un curso teórico de tiempo completo con duración de dos meses y medio, en el que analizaron 13 bloques temáticos: introducción a la acuicultura; el medio acuático; especies de mayor interés acuícola; sistemas y condiciones de cultivo; reproducción de especies; nutrición y alimentación; patología; genética; ingeniería acuícola; organización de empresas acuícolas; economía en la empresa acuícola; uso de bancos bibliográficos y trabajos prácticos y bloque de clausura. El cuerpo colegiado se integró por profesores de España, Gran Bretaña, Francia, Italia, Alemania y Portugal, y al finalizar el curso los alumnos recibieron un diploma que facultó su paso a las etapas posteriores.

La tercera consistió en especializar a los estudiantes en centros españoles, como paso previo para su preparación en el extranjero. En 1985, los participantes fueron canalizados a diferentes centros de investigación y empresas dentro de España, para adquirir conocimientos prácticos para la industria. A los alumnos se les becó para que se concentraran en sus estudios y, de paso, avanzaran en los protocolos de sus tesis doctorales. La cuarta se centró en especializar

a los estudiantes en centros internacionales de prestigio, para que se enfocaran en temas relacionados con peces y moluscos como patología, cultivo integral, nutrición, genética y aprovechamiento de algas, de interés para la industria española. Y a partir de 1986 se les integró a las instituciones que mejor cumplieran sus líneas de investigación: seis fueron a Estados Unidos; cinco a Gran Bretaña; diez a Francia; dos a Italia; cuatro a Canadá; dos a Turquía y dos se quedaron en España.

La quinta consistió en reunir a todos los beneficiarios del plan en 1987 para que expusieran experiencias y resultados, y extenderles la beca en el extranjero por un año más, a fin de consolidar su formación; 50 por ciento de los alumnos aprovechó el ofrecimiento y el resto prefirió involucrarse en empresas en España. En 1987, una vez concluido el citado plan, el gobierno le dio vida al Programa Nacional de Recursos Marinos y Acuicultura (1988-1991), donde se diseñaron acciones concretas para el desarrollo acuícola, como estímulos para la transferencia de resultados de investigación y la construcción de infraestructura.

Los años 1982, 1986 y 1988 fueron decisivos para el desarrollo acuícola en España. En el primero se crearon los Programas Especiales de Investigación y Desarrollo; en el segundo se promulgó la Ley de Fomento y Coordinación de la Investigación Científica y Técnica y en el tercero se implementó el I Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico y la promulgación de los Planes de Cultivos Marinos. Si bien la acuicultura española no ocupa los primeros lugares internacionales, es de las pocas regiones que cuenta con clusters acuícolas.

#### *El papel de Fundación Chile (FCH)*

Lo que hoy es la acuicultura chilena lo explica principalmente el papel que en ella ha tenido la FCH, surgida en 1976 como entidad autónoma y sin fines de lucro, en la que participó el gobierno central y la International Telephone and Telegraph Corporation (ITT), de Estados Unidos, después se agregaron más instituciones fundadoras ([www.fundacionchile.cl](http://www.fundacionchile.cl)). El eje de FCH ha sido la transferencia

tecnológica para el desarrollo de sectores ligados a la base natural de recursos. Para ello, primero detecta oportunidades de inversión, después se aboca a dominar su paquete tecnológico correspondiente, para luego transferirlo al sector productivo y potenciarlo a escala comercial. También presta servicios relacionados con producción, procesamiento, comercialización y, a su vez, es sede de cursos y seminarios y publica tres revistas especializadas.

*Modelo de trabajo de Fundación Chile.* Primero busca oportunidades para agregarle valor, cuyo proceso inicia al identificar una posibilidad de mercado a la que se pueda acceder con innovaciones; después, se materializa una nueva empresa o se genera el paquete tecnológico que facilite su creación. En paralelo, y con ayuda de otras instituciones, se trabaja en la identificación y aminoración de las asimetrías de información. Segundo, FCH se dedica a obtener tecnologías, ya sea adaptando una del exterior o llevando a cabo un proceso de I&D interno. Y tercero, la dependencia busca el escalamiento de la tecnología en el ámbito comercial, para apoyar la creación de empresas, una vez que se trasfiere la tecnología de cultivo, la institución suministra servicios diversos, certifica e implementa los estándares e intensifica su esfuerzo de difusión y capacitación vía seminarios, publicaciones y ferias.

*Impacto de Fundación Chile en la acuicultura.* Los primeros esfuerzos de FCH se centraron en introducir la tecnología de cultivo de ostra japonesa, para el desarrollo de la parte sur del país, donde en la actualidad hay toda una industria ostrícola. También hubo esfuerzos para introducir tecnologías relacionadas con los cultivos de abalón rojo californiano y turbot o rodaballo, considerados hoy industrias emergentes. Pero el rasgo distintivo de la institución fue la introducción y dominio de la tecnología del cultivo de salmónidos (salmón plateado, rey y del Atlántico) a fines de los años setenta, y tres décadas después Chile se convirtió en el segundo productor mundial de salmón y el primero en trucha; la industria crece a una tasa de 22 por ciento anual y representa 65 por ciento de las exportaciones pesqueras, y por sí misma genera más de 5 mil mdd, un cluster en torno al cual giran alrededor de 1 200 empresas proveedoras de bienes y servicios y un poco más de 53 mil empleos directos e indirectos (Infante 2008).

El papel de Fundación Chile en la diversificación de la estructura acuícola. Ésta obedece principalmente al know how desarrollado por la industria del salmón y, en particular, por el institucionalismo y aprendizaje que sobre él se ha acumulado de 1970 a 1990. Después de ello, el proceso de diversificación fue inevitable, y presionado por los frutos que la industria del salmón le genera al país y que es necesario multiplicar. Para ello, la estrategia de diversificación se ha orientado en los siguientes rubros:

a) Introducción de tecnologías para nuevas especies foráneas. Entre ellas están las inherentes al cultivo de bagre americano (*Ictalurus punctatus*), pez plano hirame (*Paralichthys olivaceus*) de origen japonés, pez plano halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) del Atlántico norte y esturión blanco de California (*Acipenser transmontanus*), a fin de producir caviar. En paralelo se han centrado esfuerzos para el desarrollo de actividades con las que se asocia cada cultivo, entre las que destacan la elaboración de alimento, control sanitario y ambiental e innovación en los procesos para mejorar la productividad del sector. Por ejemplo, en certificación de calidad y medioambiental FCH creó un sello de calidad, ya utilizado por la industria salmonera para certificar exportaciones, y también el Código de Buenas Prácticas Ambientales.

b) Diversificación de especies endémicas. En 1977, FCH emprendió el programa Desarrollo del Cultivo de Peces Marinos Nativos de Aguas Frías, dentro del cual la primera especie aclimatada fue la merluza austral, de la que ha sido posible reproducir adultos silvestres que han generado las primeras partidas de juveniles en sistemas controlados. También el bacalao de profundidad y dos especies más. Hay éxito en el cultivo de las algas nativas, como las pardas (de los géneros *Lessonia* y *Macrocystis*), a fin de generar alimentación para cultivar moluscos (abalones). Ambas especies, nativas del país, disponen de una tecnología industrial viable, y hay avances en el cultivo de lenguados chilenos en sistemas controlados.

El modelo de transferencia tecnológica. Los desarrollos tecnológicos emprendidos por la institución responden a un modelo de transferencia que involucra la creación de empresas demostrativas de tecnologías de cultivo a escala comercial y la venta de paquetes tecnológicos. En este contexto, FCH ha creado empresas demostrativas de cultivos

de ostras y salmónidos que se han trasferido al sector privado, y quedan pendientes las que cultivarán turbot y abalón. La modalidad también incluye el desarrollo de empresas coligadas, donde FCH participa con un porcentaje de propiedad, como ocurre con las de turbot, y así comparte los riesgos del negocio.

*Financiamiento de las actividades.* FCH dispone de capital propio, entregado por los fundadores en partes iguales. Lo que ha permitido financiar proyectos de innovación, desarrollo y transferencia de tecnología. También accede a fondos concursables nacionales, en forma independiente o asociada con otras instituciones de investigación y empresas emprendedoras privadas. Esta independencia para alcanzar su financiamiento le ha permitido concentrarse en temas y proyectos, que pueden contribuir al desarrollo económico y social de la nación.

*Frente al futuro.* Fundación Chile fortalece tres ejes: a) explotación de nuevas alternativas de especies y tecnologías, para privilegiar las nativas de aguas dulce y marinas y así fortalecer la estructura de diversificación; b) incidencia en la productividad, para mantener la competitividad alcanzada y ampliación de la base de consumidores en el extranjero, lo cual precisa eficientar procesos, mejoramiento genético, generación de vacunas eficaces, mejores fórmulas de alimentos, sistemas de cultivo cerrados (recirculación), reforzar los programas de capacitación y c) robustecer la asistencia técnica a la producción, para trasferir las innovaciones y que éstas incidan en la productividad.

#### *El papel de las asociaciones e interdependencias*

Por regla, el acuicultor opera a pequeña escala, además cumple un papel multifacético al ser propietario, operador, gerente, administrador y vendedor. Por lo que su productividad es baja (Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific, NACA 2008). En el otro extremo, pocos productores operan a escala industrial, pero su oferta es inferior a la demanda, lo que abre potencialmente las puertas para que ambos estrechen asociaciones y vínculos con industrias conexas. Los grandes productores pueden apoyar a los pequeños con montos específicos de inversión, tecnología, información y, ade-

más, garantizarles la recolección del producto para incrementar su oferta, con su subsiguiente derrama de ingresos y empleos dentro de la comunidad (ONU 2006; FIDA 2006). Los pequeños acuicultores pueden formalizar acuerdos con industrias conexas (por ejemplo fabricantes de alimento), que los capacitarían en técnicas de cultivo, introducción de nuevas especies, manejo sanitario y control de calidad del agua, etcétera, cuyo efecto quedará reflejado en los aspectos técnico, gerencial y administrativo. Así, la institucionalización de acuerdos y vínculos genera situaciones ganar-ganar ([www.rediex.gov.py](http://www.rediex.gov.py)). Lo crucial de esto es que el cultivo necesita diversas formas de asociaciones y que cada reto identifique la más adecuada (Tveteras 2006).

## Conclusión

Las estrategias adoptadas por México en la búsqueda de su desarrollo han resultado incapaces de incidir en un saldo favorable de balanza de pagos, y la falta de divisas ha sido de los obstáculos más graves para la prosperidad nacional. El costo financiero de la deuda y el exceso de importaciones sobre exportaciones han convertido al país en un exportador neto y creciente de capitales. Lo cual es grave, ya que mientras se trasfiere prosperidad hacia el exterior, el interior se empobrece. El reto para el gobierno, en todo caso, es buscar la manera de convertir déficits en superávits y pasivos en activos; esto apremia y también urgen estrategias exitosas en generación y ahorro de divisas. En ese sentido, la política económica en México no debe premiar las fallas de mercado y gobierno, sino privilegiar la construcción de capacidades institucionales en el interior de las vocaciones estatales. Así, los soportes de la macroeconomía no serán las coyunturas (por ejemplo precio elevado del petróleo) ni el capital golondrino (bursatilización de la deuda pública), sino la economía de las entidades federativas. La acuicultura tiene amplias posibilidades de ser una fortaleza nacional, y su potenciación no exige acciones extraordinarias ni atentar contra los tratados que México ha suscrito con el resto del mundo, sino la voluntad política para hacer converger los componentes sistémicos del institucionalismo

acuícola dentro de las entidades federativas del país. Le toca a cada una identificar los componentes tecnológicos que domina y subsanar los que le faltan, en el entendido de que la atención a las variables críticas establecen relaciones jerárquicas, y la disponibilidad de semilla y la existencia de criaderos es uno de los puntos de partida más importantes para el desarrollo subsiguiente de la acuicultura.

Recibido en agosto de 2010

Aceptado en agosto de 2011

## Bibliografía

ACRDP. 2005. Strategic Review of the Aquaculture Collaborative Research and Development Program, 2005. Fisheries and Oceans Canada. [www.dfo-mpo.gc.ca/science/enviro/aquaculture/acrdp-pcrda/strateg-eng.htm](http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/enviro/aquaculture/acrdp-pcrda/strateg-eng.htm) (15 de marzo de 2010).

ADB. 2006. Proponed Loan. Republic of Indonesia: Sustainable Aquaculture Development for Food Security and Poverty Reduction Project. Project number 35183. [www.adb.org/Documents/RRPS/INO/35183-INO-RRP.pdf](http://www.adb.org/Documents/RRPS/INO/35183-INO-RRP.pdf) (31 de enero de 2010).

Asociación AIDA. Ayuda, Intercambio y Desarrollo. Mejora de la producción acuícola de la zona costera norte de Vietnam. [www.ongaida.org/doc/prod\\_acui\\_norte.pdf](http://www.ongaida.org/doc/prod_acui_norte.pdf) (febrero de 2010).

Berger, C. 2000. Aportes de la bio-tecnología a la alimentación y a la inmuno-estimulación de camarones peneidos. En *Avances en nutrición acuícola. Memorias del V Simposium internacional de nutrición acuícola*, editado por L.E. Cruz Suárez, Marie Ricque, M. Tapia, M.A. Olvera y R. Civera, 102-110. Monterrey: UANL. [www.nutricionacuicola.uanl.mx/5/berger.pdf](http://www.nutricionacuicola.uanl.mx/5/berger.pdf) (1 de diciembre de 2009).

Bustelo, P., e Y. Fernández Lommen. 1996. Gradualismo y factores estructurales en la reforma económica china (1978-1995). En *Documentos de trabajo de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales*,

- no. 11, Universidad Complutense de Madrid, España. [www.ucm.es/BUCM/cee/doc/0036/03010036.htm](http://www.ucm.es/BUCM/cee/doc/0036/03010036.htm) (8 de noviembre de 2009).
- Casas, R., J. Dettmer, L. Celis y C. Hernández. 2007. Redes y flujos de conocimiento en la acuicultura mexicana. *Redes* 13 (26): 111-144. <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/Art-PdfRed.jsp?iCve=90702608>.
- Claro, S. 2003. 25 años de reformas económicas en China: 1978-2003. En *Estudios Públicos*. 91: 261-292. [www.cepchile.cl/dms/lang\\_1/doc\\_3216.html](http://www.cepchile.cl/dms/lang_1/doc_3216.html)
- Comisión Europea. 2009. Los subastadores se reagrupan. *Pesca y Acuicultura en Europa*, Dirección General de Asuntos Marítimos y Pesca 43, abril: 9. [www.ec.europa.eu/fisheries/publications/magaz/fishing/mag43\\_es.pdf](http://www.ec.europa.eu/fisheries/publications/magaz/fishing/mag43_es.pdf)
- CONAPESCA. 2008a. Diagnóstico y planificación regional de la pesca y acuicultura en México. [www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/pro-grama\\_rector\\_nacional\\_de\\_pesca\\_y\\_acuicultura](http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/pro-grama_rector_nacional_de_pesca_y_acuicultura) (11 de marzo de 2010).
- \_\_\_\_\_. 2008b. Anuario estadístico de acuicultura y pesca 2008. Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. Mazatlán, Sinaloa, México. (<http://www.conapesca.sagarpa.gob.mx>) (6 de septiembre de 2010).
- CONICYT. Últimos días para postular a nueva convocatoria del programa: Hacia una Acuicultura de Nivel Mundial del CONICYT. ([www.conicyt.cl/573/article-30578.html](http://www.conicyt.cl/573/article-30578.html)) (8 de agosto de 2008).
- FAO. 2008. Oportunidades para superar los desafíos en satisfacer creciente demanda por pescado de acuicultura. Cuarta sesión, Comité de Pesca/Subcomité de Acuicultura, Puerto Varas (Chile), 6-10 de octubre. [www.aquahoy.com/index.php?option=com\\_content&id=5833%3Aoportunidadex-para-superar-los-desa](http://www.aquahoy.com/index.php?option=com_content&id=5833%3Aoportunidadex-para-superar-los-desa)

fos-en-satisfacer-creciente-demanda-por-pescado-de-acuicultura-ra-&catid=56&lang=pt

- \_\_\_\_\_. 2007. América Latina y el Caribe. Entornos favorables para el desarrollo del sector agroindustrial. Oficina Regional para América Latina y el Caribe/Dirección de Sistemas de Apoyo a la Agricultura, Chile. [www.smye.info/gia-mexico/wp-content/uploads/2010/07/12\\_EFDSAAL.pdf](http://www.smye.info/gia-mexico/wp-content/uploads/2010/07/12_EFDSAAL.pdf).
- \_\_\_\_\_. 2001. Report of the Conference on Aquaculture in the Third Millenium, Bangkok. Fisheries Report No. 661. FIRI/R661. [www.fao.org/DOCREP/005/Y2815E/y2815e00.htm](http://www.fao.org/DOCREP/005/Y2815E/y2815e00.htm) (3 de mayo de 2009).
- \_\_\_\_\_. 1999. Trickle Down System (TDS) of Aquaculture Extension for Rural Development, Regional Office for Asia and the Pacific, RAP Publication 1999/23. Bangkok. [www.fao.org/docrep/003/X6946E/x6946e00.htm](http://www.fao.org/docrep/003/X6946E/x6946e00.htm) (8 de febrero de 2010).
- \_\_\_\_\_. 1997. The Success of UNDP/FAO Project VIE/93/001 Freshwater Fish Culture Extension. Aquaculture Newsletter –FAN–, August 16:28. [ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/005/w6154e/w6154e00.pdf](http://ftp.fao.org/docrep/fao/005/w6154e/w6154e00.pdf) (23 de abril de 2009).
- \_\_\_\_\_. 1989. Planificación del desarrollo de la acuicultura, UNDP/FAO, Roma. [www.fao.org/docrep/T5728E/t5728e00.htm](http://www.fao.org/docrep/T5728E/t5728e00.htm) (6 de marzo de 2009).
- \_\_\_\_\_. 1984. Programa de Desarrollo y Coordinación de la Acuicultura. ADCP/REP/83/20-Planificación del Desarrollo de la Acuicultura. <http://www.fao.org/docrep/x5743s/x5743s00.htm> (23 de abril de 2009).
- \_\_\_\_\_. s/f. Global Aquaculture Production. <http://www.fao.org/fishery/statistics/global-aquaculture-production/query/en> (20 de diciembre de 2010).

- Feng, H. 1999. Agricultural Development in the Netherlands: An Analysis of the History of Dutch Agricultural Development and its Importance for China. LEI/The Hague, p. 104. [www.lei.wur.nl/publicaties/PDF/1999/5\\_XXX/5\\_99\\_06.pdf](http://www.lei.wur.nl/publicaties/PDF/1999/5_XXX/5_99_06.pdf). (15 de junio de 2010).
- FIDA. 2006. República Popular de Bangladesh. Documento sobre oportunidades estratégicas nacionales, Junta Ejecutiva-87 periodo de sesiones, Roma, 19 y 20 de abril, p. 40. [www.ifad.org/gbdocs/eb/87/s/EB-2006-87-R-9.pdf](http://www.ifad.org/gbdocs/eb/87/s/EB-2006-87-R-9.pdf) (28 de junio de 2010).
- FIRA. 2009. Informe de actividades 2009. <http://www.fira.gob.mx>
- FONDEF. 2008. Concurso de proyectos 2008, programa: Hacia una Acuicultura de Nivel Mundial (HUAM). [https://gestion.conicyt.cl/postulacion/ur/fondef/huam/3/static\\_sitio/index.html#](https://gestion.conicyt.cl/postulacion/ur/fondef/huam/3/static_sitio/index.html#)
- Frissell, C., G. Oosterhout y C. Huntington. 2004. Scientists Say Real Salmon Recovery Depends on Improving Freshwater Habitat: Federal Hatchery Policy Plays Politics with Salmon Science. Pacific Rivers Council. <http://www.pacificrivers.org/about/press/releases/scientists-say-real-salmon-recovery-depends-on-improving-freshwater-habitat-federal-hatchery-policy-plays-politics-with-salmon-science> (25 de agosto de 2008).
- Fundación Centro Tecnológico de Acuicultura de Andalucía. [www.ctaqua.es](http://www.ctaqua.es) (21 de febrero de 2010).
- Gylfason, T. 2004. Natural Resources and Economic Growth: From Dependence to Diversification. Trabajo presentado en el taller Sustainable Economic Liberalization and Integration Policy: Options for Eastern Europe and Russia, organizado por European Institute for International Economic Relations (EIIW)/University of Wuppertal, Alemania y Bruselas. [www.cer.ethz.ch/resec/sgvs/029.pdf](http://www.cer.ethz.ch/resec/sgvs/029.pdf) (6 de junio de 2008).
- Hasan, M. R. 2005. Use of Feed and Fertilizer for Sustainable Aquaculture Development. FAO Aquaculture Newsletter 34 <ftp://ftp.fao>.

org/docrep/fao/008/a0435e/A0435E02.pdf (16 de abril de 2009).

Hishamunda, N., y R. P. Subasinghe. 2003. Desarrollo de la acuicultura en China. Función de las políticas del sector público, FAO/Departamento de Pesca, documento técnico de pesca 427. [www.fao.org/DOCREP/006/Y4762S/Y4762S00.htm](http://www.fao.org/DOCREP/006/Y4762S/Y4762S00.htm) (16 de octubre de 2009).

Hu, V. 2005. La reforma económica china y la creación de empresas en China. Ponencia presentada en la x Jornada d' Economia caixa Manresa l'esperit emprendedor, Caixa Manresa/FUOC. [www.uoc.edu/symposia/caixa-manresa/jornadaeconomia/2005/esp/vicky\\_hu.pdf](http://www.uoc.edu/symposia/caixa-manresa/jornadaeconomia/2005/esp/vicky_hu.pdf) (19 de mayo de 2009).

Iizuka, M. 2004. Organizational Capability and Export Performance: The Salmon Industry in Chile. Paper to be presented at the DRUID Winter Conference, 22-24 January, 2004, SPRU/Science & Technology Policy Research/University of Sussex. [www.salmonchile.cl/files/Iizuka.pdf](http://www.salmonchile.cl/files/Iizuka.pdf).

Infante, V. R. 2008. Industria del salmón en Chile: un ejemplo de innovación, Salmón Chile A.G. <http://200.9.100.74/Rodrigo%20Infante.pdf>

Kay, C. 1998. Estructuralismo y teoría de la dependencia en el periodo neoliberal. Una perspectiva latinoamericana. *Nueva Sociedad* 158: 100-119.

Kleiss, M. E. 2005. The Salmon Hatchery Myth: When Bad Policy Happens to Good Science. *Minnesota Journal of Law, Science & Technology* 6 (1): 433-443.

Labarta, U. 2007. El desarrollo de la acuicultura en España. *Arbor Ciencia, Pensamiento y Cultura* CLXXXIII (727): 669-685.

Luna Sotorrío, L., José María Fernández y Fernando González. 2006. El mercado de lubina y dorada en la UE en el periodo 2003-2006,

- Universidad de Cantabria/Gobierno de España. [www.innovamar.org/descargas/sectorial/Pesca%20y%20Acuicultura/Informe%20Mercado%20Dorada%20y%20Lubina%202003%202006.pdf](http://www.innovamar.org/descargas/sectorial/Pesca%20y%20Acuicultura/Informe%20Mercado%20Dorada%20y%20Lubina%202003%202006.pdf) (27 de agosto de 2010).
- Moguillansky, G. 2005. La importancia de la tecnología de la información y la comunicación para las industrias de recursos naturales. Comisión Económica para América Latina, serie Desarrollo Productivo no. 164: 39. [www.eclac.org/publicaciones/xml/9/23149/lc164.pdf](http://www.eclac.org/publicaciones/xml/9/23149/lc164.pdf). (23 de abril de 2007).
- NACA y Asean Fundation. 2008. Strengthening Capacity of Small Holder ASEAN Aquaculture Farmers for Competitive and Sustainable Aquaculture, Bangkok. [http://library.enaca.org/inland/reports/asean\\_project\\_workshop.pdf](http://library.enaca.org/inland/reports/asean_project_workshop.pdf) (3 de octubre de 2010).
- ONU. 2006. A Case Study of the Salmon Industry in Chile. United Nations, Conference of Trade and Development. Transfer of Technology for Successful Integration into the Global Economy. [www.unctad.org/en/docs/iteit200512\\_en.pdf](http://www.unctad.org/en/docs/iteit200512_en.pdf) (23 de julio de 2009).
- Panorama Acuícola. 2008. Informe del mercado de tilapia. [www.panoramaacuicola.com/reportes\\_de\\_mercado/2008/10/17/informe\\_del\\_mercado\\_de\\_tilapia\\_septiembre\\_2008\\_.html](http://www.panoramaacuicola.com/reportes_de_mercado/2008/10/17/informe_del_mercado_de_tilapia_septiembre_2008_.html)
- Prieto, M., F. Castaño, J. Logato y P. Botero. 2006. Alimento vivo en larvicultura de peces marinos: copépodos y mesocosmos. *Revista MVZ Córdoba* 11 (suplemento 1): 30-36.
- Reantaso M. 2005. Freshwater Seed as Global Resource for Aquaculture. *FAO Aquaculture Newsletter* 34 (diciembre). [www.fao.org/docrep/009/a0435e/A0435E09#ch9](http://www.fao.org/docrep/009/a0435e/A0435E09#ch9).
- Rodrik, D. 2005. Políticas de diversificación económica. *Revista de la CEPAL* (87): 7-23.

- SAGARPA. 2008. Anuario estadístico de pesca 2008. [http://www.cona-pesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/cona\\_anuario\\_estadistico\\_de\\_pesca](http://www.cona-pesca.sagarpa.gob.mx/wb/cona/cona_anuario_estadistico_de_pesca).
- Selock, S. 1993. Choosing an Organizational Structure for Your Aquaculture Business. Fisheries Research Laboratory, Southern Illinois, University-Carbondale. <http://extension.missouri.edu/ex-plore/miscoubs/mx0394.htm>.
- Soto, R., y F. Morandé. 1999. Reformas económicas en Chile: una perspectiva institucional. Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico, p. 94, Santiago de Chile. [www.economiaynegocios.uahurtado.cl/pdf/publicaciones/inv121.pdf](http://www.economiaynegocios.uahurtado.cl/pdf/publicaciones/inv121.pdf).
- Tveterås R. 2006. The Future of Fishing and the Seafood Industry. Ponencia presentada en International Fishmeal and Fish Oil Organisation. Annual Conference, Barcelona. [www.powershow.com./view/139119-Njc2M/The\\_future\\_of\\_fishing\\_and](http://www.powershow.com/view/139119-Njc2M/The_future_of_fishing_and).
- UNCTAS/OMC. 2008. Exportar productos pesqueros a la Unión Europea. Export Quality Boletín 84 (agosto): 34. [www.globefish.org/files/EQ84%20Como%20Exportar%20Productos%20Pesqueros\\_679.pdf](http://www.globefish.org/files/EQ84%20Como%20Exportar%20Productos%20Pesqueros_679.pdf).
- Våge, K. 2005. El desarrollo de la salmonicultura en Chile entre 1985-2000. Tesina Universitet I Bergen. <http://ub.uib.no/elpub/2005/h/529001/Masteroppgave.pdf>.
- Vélez, M. A. 2002. Producción de alimento vivo para hatchery de peces marinos. Conferencia Internacional Aqua Sur. [www.aqua-sur.cl/conferencias/Antonio%20Velez.ppt](http://www.aqua-sur.cl/conferencias/Antonio%20Velez.ppt).
- Wiefels, R. 2003. Consumo de pescado y estrategias de comercialización para los productos acuícolas. *Infopesca Internacional* 16. [www.infopesca.org/articulos/art10.pdf](http://www.infopesca.org/articulos/art10.pdf) (27 de marzo de 2009).

- Wang, Y. 2001. China P. R.: A Review of National Aquaculture Development. En *Aquaculture in the Third Millenium. Technical Proceeding of the Conference on Aquaculture in the Third Millenium*, editado por R. P. Subasinghe, P. Bueno, M. J. Phillips, C. Hough, S. E. McGladdery y J. R. Arthur. NACA/FAO, p.147. [www.fao.org/DOCREP/003/AB412E/AB412E00.htm](http://www.fao.org/DOCREP/003/AB412E/AB412E00.htm) (24 de febrero de 2008).
- Zhiwen, S. 1997. *A Review of Aquaculture Extension Services in the People's Republic of China*. Bangkok: Regional Office for Asia and the Pacific Publication 1997/34. [www.fao.org/DOCREP/005/AC804E/AC804E00.htm](http://www.fao.org/DOCREP/005/AC804E/AC804E00.htm) (6 de mayo de 2009).