

**CENTRO COSTERO DE ACUICULTURA Y DE INVESTIGACIONES  
MARINAS  
de la Universidad Católica del Norte  
UN ESTUDIO DE CASO**

*El presente caso ha sido elaborado por Andrés Bernasconi, Profesor del Instituto de Estudios Políticos de la Universidad Andrés Bello, en el contexto del proyecto de investigación “Las universidades líderes de América Latina y su contribución al desarrollo sustentable en la región”, que se está ejecutando durante 2006 y 2007 en Chile, Argentina, Brasil y México, con el apoyo de la Fundación Ford y el patrocinio de la Inter-American Network of Academies of Sciences. Más antecedentes sobre el proyecto, en [http://www.iets.inf.br/article.php3?id\\_article=513](http://www.iets.inf.br/article.php3?id_article=513).*

*El autor agradece el apoyo de la Fundación Ford y la colaboración prestada para la investigación de este caso por el Profesor Dr. Juan Enrique Illanes, Director del Departamento de Acuicultura de la Universidad Católica del Norte, y la Prof. Dra. Elisabeth Von Brand, Decana de la Facultad de Ciencias del Mar de la misma universidad, así como la cooperación prestada para el estudio por los profesores e investigadores del citado Departamento y del Centro Costero de Acuicultura y de Investigaciones Marinas. Los análisis e interpretaciones son, sin embargo, de exclusiva responsabilidad del autor.*

## **1. Caracterización y status institucional del CCAIM**

### *1.1 Historia*

Los primeros experimentos de cultivos marinos en ambiente controlado en Chile datan de 1977, cuando la Universidad Católica del Norte (UCN), en conjunto con la Fundación Chile<sup>1</sup>, desarrolló en su Sede en Coquimbo técnicas para el cultivo y producción de semilla de moluscos en laboratorio. Sin embargo, para el éxito comercial de estas iniciativas las experiencias de laboratorio no eran suficientes. Se requería formar personal especializado, mantener investigación permanente, desarrollar nuevas tecnologías o adaptar soluciones extranjeras al medio nacional, y transferir esa tecnología a la industria.

Las bases indispensables para el desarrollo de todas estas actividades en la Sede Coquimbo de la UCN fueron sentadas por un proyecto de cooperación técnica Japón-Chile, que ejecutó en 1985 la *Japan Internacional Cooperation Agency* (JICA) en la UCN, y que consistió esencialmente en una donación por US\$ 5,3 millones para construir, equipar y echar a andar un Centro Costero de Acuicultura y de Investigaciones Marinas. La gestación de la donación fue obra del trabajo conjunto entre los directivos de la sede y de un experto japonés de JICA, quien desde 1981 estaba integrado al staff de Acuicultura de la UCN en Coquimbo. La especialidad del experto japonés era el cultivo del ostión, de modo que desde la llegada del experto la Sede Coquimbo de la UCN dedicó sus esfuerzos a apoyar el cultivo de esta especie, que existe en forma autóctona en Chile. El experto japonés se dio cuenta del gran potencial de la bahía de Tongoy, 80 km. al Sur de Coquimbo, para la captación y cultivo de semillas de ostión en ambiente natural (más barato que producción en *hatchery*), y por

---

<sup>1</sup> La Fundación Chile es una institución privada sin fines de lucro cuya misión es introducir innovaciones y desarrollar el capital humano en los *clusters* clave de la economía chilena a través de la gestión de tecnologías.

ocho años trabajó con sus colegas chilenos—quienes eran versados en cuestiones teóricas, pero no en la práctica del cultivo, y para reforzar ese aspecto fueron a capacitarse a Japón—en desarrollar el conocimiento para optimizar la captura y el cultivo de los juveniles hasta el tamaño comercial. Al mismo tiempo se crearon *hatcheries* de moluscos en general y posteriormente de abalones, para abastecer la emergente industria nacional.

Veinte años después, Chile es el tercer productor mundial de ostiones de cultivo, luego de China y Japón. El ostión es el principal cultivo acuícola de la región Norte del país, exportándose 24 millones de dólares en 2005. A la actividad económica que generan los cultivos se suma una industria nacional de insumos tales como mallas, flotadores, cabos, jaulas, embarcaciones y maquinaria que, previamente, se importaban.

El Centro, por su parte, se convirtió en la unidad de estudio de cultivo de mariscos más importante de América Latina. Su trabajo se centra en la biología, cultivo y propagación de animales y plantas marinas, tanto autóctonas como introducidas, en el desarrollo de transferencia de tecnologías para centros de cultivo, en la producción de semillas de especies para su explotación comercial o para repoblamiento, y en la formación, perfeccionamiento y capacitación de especialistas en acuicultura para Chile y América Latina. Una peculiaridad del Centro es que su misión no sólo incluye la investigación, asistencia técnica, y capacitación en cultivos marinos, sino también la producción y venta de insumos para la industria del cultivo. Así, el CCAIM abarca los aspectos biológicos, tecnológicos, ingenieriles y económicos de los cultivos.

En la actualidad el Centro trabaja con moluscos, peces, crustáceos, algas y erizos. Ha estudiado el cultivo del ostión, el camarón ecuatoriano, el camarón de río, la langosta australiana, el lenguado chileno, el erizo, el chorito, la almeja, la ostra y el abalón, entre otros. En el caso de las especies autóctonas el Centro ha desarrollado tecnología original. Para las especies introducidas, lo que ha hecho es adaptar a las condiciones locales y optimizar tecnología importada. Sin embargo, la historia de éxito del ostión no ha podido repetirse aún con el abalón japonés, otro gran proyecto apoyado por Japón en la segunda mitad de los '90, porque ha tenido dificultades de adaptación de tecnología y especialmente de alimentación para su cultivo comercial en Chile. No obstante, ha habido éxito con el abalón rojo de California, de cuya introducción a Chile en 1978 también fue responsable la UCN, en este caso en conjunto con la Fundación Chile.

El Centro se ubica en una bahía cerrada y protegida del mal tiempo en toda época del año, lo que permite disponer de un área de mar directa para el estudio y la producción, pero que al mismo tiempo está situada dentro del entorno urbano de la ciudad puerto de Coquimbo, ubicada a 470 km. al Norte de Santiago de Chile. Coquimbo es una de las sedes de la UCN, la cual tiene su campus principal en Antofagasta, a 1360 km. de Santiago. La UCN fue fundada en 1956, por iniciativa de los Jesuitas. Aunque es una Universidad Católica, cuenta con subsidio del estado para su funcionamiento. Tiene unos 9000 alumnos y casi 300 académicos regulares, un tercio de los cuales cuenta con doctorados, y otro tercio con grado de maestría. Aunque la UCN es una universidad predominantemente docente comparada con otras universidades chilenas, sin embargo es la que tiene una actividad de investigación más importante en el Norte del país, especialmente en algunas áreas. Ciencias del Mar es una de ellas: la UCN es la tercera universidad del país en número de investigadores activos en ciencias del mar, según datos de la Academia Chilena de Ciencias para el periodo 2000-2004, con 13% del total nacional.

En el contexto regional de América Latina, Chile tiene el liderazgo en la productividad de literatura de corriente principal en ciencias del mar. Según datos de

dicha Academia, entre 2000 y 2004 Chile duplicó el número de publicaciones de Argentina en las revistas de más alto impacto en ciencias del mar, y publicó aproximadamente sólo 10% menos que Brasil y 30% menos que México. Al analizar las cifras normalizadas por número de habitantes, Chile aparece a la cabeza de la región, seguido de Argentina, Brasil y México.

En los últimos años el CCAIM ha incorporado la genética en su estudio de las especies con que trabaja, con el objeto de identificar y potenciar las configuraciones genéticas más apropiadas para el cultivo.

### *1.2. Estructura y organización*

El Centro Costero de Acuicultura e Investigaciones Marinas es un conjunto de laboratorios de investigación, asistencia técnica y producción que dependen de la Facultad de Ciencias del Mar de la UCN. El Centro como tal no tiene entidad jurídica, ni presupuesto ni una dirección. La Facultad de Ciencias del Mar, por su parte, se estructura en tres departamentos académicos—Biología Marina, Acuicultura, e Ingeniería en Prevención de Riesgos y Medio Ambiente—y en dos programas que están bajo la autoridad del Decanato, y que forman la base organizacional del Centro: el Laboratorio Central de Cultivos Marinos y el Centro de Producción de Abalón.

La idea original era que el CCAIM se financiara como centro de costo independiente con la producción de semillas en Coquimbo y en un campo experimental que tenía la Facultad en la bahía de Tongoy. Esta iniciativa fracasó, y la universidad optó por integrar el deficitario Centro a la Facultad y tratarlo como unidad de docencia, investigación y extensión, y no como centro de negocios. Sin embargo la idea de una actividad más empresarial se mantuvo viva en una parte del CIAMM que se llamó Laboratorio Central de Cultivos Marinos, que administra al CCAIM y genera recursos a través de la venta de insumos a las empresas.

El Centro de Producción del Abalón se creó en 1996 para producir y vender semillas de abalón verde y dar asistencia técnica para su cultivo y diseño de instalaciones de producción. Los problemas de adaptación de la especie al cultivo en Chile, que se explican más abajo, llevaron al Centro a reconvertirse al abalón rojo, que es más eficiente para el cultivo, de modo que hoy 95% de la capacidad del Centro está dedicada a abastecer la industria del abalón rojo. El porcentaje restante se ocupa en proyectos de investigación para comprender mejor cómo resolver los problemas de alimentación y enfermedades de la especie verde. Esto ha permitido generar 120 familias genéticas de abalón verde cuyo estudio hasta la etapa de adulto podría dar información de buena calidad para optimizar la sobrevivencia y crecimiento en cultivo del abalón verde.

### *1.3. Financiamiento*

La Universidad Católica del Norte es una organización centralizada. Toda la gestión de las Facultades pasa por la administración central. Además de su presupuesto regular de operaciones, la Facultad maneja el equivalente a dos millones de dólares anualmente en proyectos de investigación y asistencia técnica financiados por agentes externos, sobre los cuales recauda *overheads* de 12% para la universidad y 3% para la Facultad. La Universidad financia los sueldos de los profesores y personal administrativo permanente de la Facultad, paga los honorarios de los docentes part-time, pone los edificios, y paga las cuentas de consumos básicos. Todo lo demás necesario para funcionar debe ser generado por proyectos.

El presupuesto del CAIMM es equivalente a US\$ 100.000 anuales. Desde mediados de los '90 la venta de productos del Laboratorio Central de Cultivos Marinos—venta de larvas y semillas de ostiones, ostras, y abalones—permite cubrir la mitad de esos costos de operación del Centro. La otra mitad, que corresponde a energía, insumos menores, y sueldos de un pequeño staff técnico y de secretaría, es suministrada por la universidad. El Centro no les cobra por sus servicios a los proyectos financiados externamente, pero en la práctica los proyectos hacen al Centro aportes de 1 a 2% de sus ingresos para cooperar con la mantención de los laboratorios. Pero los ingresos propios no son todavía tan grandes para hacer inversiones mayores en el Centro, o para entregar excedentes a la Facultad. Por su aporte a los proyectos de la Facultad, el Laboratorio Central de Cultivos marinos está exento de *overhead*.

El Centro de Producción del Abalón está en proceso de autofinanciarse con la venta de semillas de abalón rojo de alta calidad, resultado que se espera para 2007. Su staff es de cinco personas, y su presupuesto anual es el equivalente a US\$120.000 anuales. La Universidad sólo subsidia el uso del espacio físico del Centro. Todos los demás gastos son de cargo del Centro.

## **2. Productividad académica**

A la fecha de creación del Centro la Universidad ya impartía la carrera de pregrado de Biología marina en Coquimbo. A ella se agregó la Ingeniería en Acuicultura en 1986. Los primeros programas de magíster se iniciaron en 1995, y el doctorado en Acuicultura comenzó en 2005, en conjunto con la Universidad de Chile y la Universidad Católica de Valparaíso. Las dos carreras de pregrado y el Magíster en Ciencias del Mar se encuentran acreditados nacionalmente. El Magíster en Acuicultura, iniciado en 2003, tiene una orientación profesional y por esa razón es poco probable que se acredite. El doctorado en Acuicultura, que comenzó en 2005, está en proceso de acreditación, y aunque tiene un elenco académico sólido, es difícil predecir cómo va a tomar la agencia nacional de acreditación el hecho que el doctorado está orientado a formar profesionales para la industria, no para la academia, y que es un programa part-time, porque sus alumnos además trabajan.

El Departamento de Biología marina tiene 20 académicos, 11 de ellos doctores, y el de Acuicultura cuenta con 13 profesores, nueve con doctorado. Aunque los dos departamentos tienen formalmente los mismos objetivos, en la práctica la investigación científica que se publica en la corriente principal es generada mayoritariamente por Biología Marina, mientras que Acuicultura es relativamente más activo en asistencia técnica y en la ejecución de proyectos aplicados. Así, en 2005, por ejemplo, las 35 publicaciones ISI de la Facultad de Ciencias del Mar tuvieron como autores a profesores del departamento de Biología Marina. Lo mismo ocurrió en 2004 con los 37 artículos ISI de la Facultad. De hecho, entre 1999 y 2005 el departamento de Acuicultura sólo registra siete artículos ISI (aunque debe considerarse que entre 1999 y 2002 Biología Marina tenía el doble de académicos con doctorado que Acuicultura). En lo que Acuicultura ha destacado especialmente ha sido en la captación de recursos de varios programas gubernamentales que financian investigación aplicada a problemas productivos, entre los que destaca el programa Fondef, que subsidia sobre la base de concurso de proyectos la investigación aplicada a la solución de problemas de interés para la empresa. En 2005, por ejemplo, el departamento de Acuicultura tenía siete de estos proyectos en ejecución, mientras que contaba ese año con un sólo proyecto Fondecyt (ciencia básica) en desarrollo. Además de Fondef, existen fondos de investigación del Ministerio de Agricultura, Ministerio de Economía, Gobierno

Regional de Coquimbo, Comité Oceanográfico Nacional, federaciones de pescadores artesanales, y empresas. Hay, por otra parte, muy escasa presencia de fondos internacionales

Con todo, la Universidad y la Facultad han puesto énfasis en los últimos años en la productividad científica de corriente principal de sus académicos, ya que existe preocupación por lo que se advierte como un exceso de trabajo de asistencia técnica en el Departamento de Acuicultura, en que cada profesor participa en promedio en tres proyectos de asistencia técnica simultáneamente, en desmedro de las publicaciones. Desde 2004 existe un sistema de evaluación del desempeño de los profesores, vinculado a remuneraciones, que enfatiza los productos de investigación, y las tesis de los alumnos de programas de magister empiezan a ser canalizadas hacia la publicación. Se anticipa que en 2006 Acuicultura tendrá 10 publicaciones ISI. Biología Marina, por su parte, ha incursionado cada vez más en el programa Fondef, porque provee más recursos (hasta doce veces más) que el programa de ciencia básica Fondecyt, y permite entonces financiar equipos completos de investigadores y profesionales, e involucrar directamente a empresas en la transferencia de los conocimientos, y todo ello sobre una base menos competitiva que el Fondecyt, de modo que para obtener recursos para investigación aplicada es más rentable apostar al Fondef. Entonces, aunque el prestigio académico está con Fondecyt, los recursos están con Fondef. Además, las ciencias aplicadas han ganado cada vez más legitimidad en Chile, y allí donde hace una generación las cuestiones aplicadas eran despreciadas, hoy son valoradas por su impacto en la economía nacional.

El tiempo que los académicos dedican a la docencia es muy variable. Oscila entre unas pocas horas a la semana y media jornada, y no hay requerimientos claros de dedicación mínima. Con todo, considerando que los académicos de tiempo completo no hacen los cursos introductorios de ciencias básicas de las carreras de pregrado, sino que se contrata para ello a docentes externos part-time, la carga docente es en general más bien baja.

### **3. Relaciones con el medio externo**

El modelo de negocio del CCAIM es introducir el cultivo de nuevas especies mediante la producción de semillas y la asesoría técnica a las empresas que las cultivan. Por eso se trabaja sólo con especies que tengan un potencial de explotación comercial. La prioridad de las oportunidades de producción es un criterio generalizado entre los investigadores del Centro.

Una fuente de contactos con la empresa son los Talleres de Acuicultura que se hacen para inversionistas, profesionales y acuicultores. La Asociación de Cultivadores de Ostras y Ostiones de la Región de Coquimbo, por ejemplo, se formó en uno de esos talleres, y sus primeras sesiones se desarrollaron en las aulas de la UCN.

Por el lado del gobierno, el CCAIM mantiene relaciones permanentes con los organismos reguladores y de fomento.

El Centro trabaja también con pescadores, haciendo capacitación a pescadores artesanales de Chile y Perú para convertirlos en PYME cultivadoras de peces, a través de subsidios locales, nacionales e internacionales. Además, el Centro hace transferencia de tecnología de cultivo de peces a Cuba, y de moluscos a Perú, a través de JICA y la Agencia Chilena de Cooperación Internacional.

Con financiamiento de FAO, entre 1985 y 1987 se realizaron tres Cursos Internacionales de Cultivo de Moluscos. Los cursos continuaron desde 1988 con apoyo de JICA y, últimamente, también de la Agencia Chilena de Cooperación Internacional.

Por ellos han pasado, además de relatores de Japón, Europa y EE.UU., unos 500 académicos y técnicos vinculados a la producción de ostión, abalón y ostra, de todos los países de América Latina. El curso dura un mes y los alumnos no chilenos son íntegramente becados. La tecnología comunicada en estos cursos ha contribuido al desarrollo de proyectos de cultivo en Perú, Colombia, Cuba, Brasil, Venezuela y Ecuador, entre otros.

La unidad de Ingeniería del departamento de Acuicultura también ofrece con mucho éxito cursos prácticos de una semana de diseño de instalaciones y sistemas de agua para técnicos de la empresa.

Hay algunos ejemplos aislados de patentes, pero no una cultura de patentamiento entre los investigadores del Centro. Hay, sí, una conciencia clara de que por falta de oportuna protección de la propiedad intelectual la Universidad perdió oportunidades de explotar sus avances en la tecnología del abalón que están hoy en el dominio público.

Todavía no hay *spin-ins*. Sin embargo, hay un caso de una empresa, Live Seafood, que se generó por un proyecto Fondef del CCAIM, que generó tecnología de transporte de productos acuícolas vivos a mercados internacionales. Y la unidad de ingeniería está considerando organizarse como un *spin-in*, debido al volumen de negocios que ha generado con el diseño de instalaciones de cultivo, que ha llevado a los dos académicos de la Facultad que prestan estos servicios a contratar un staff de siete ingenieros.

Adicionalmente, la Facultad está en el proceso de instalar un Centro Acuícola Demostrativo de Entrenamiento y Servicios (CADES) en la bahía de Tongoy, que es la principal zona de producción de ostiones de Chile. El CADES operaría como una empresa subsidiaria de la Facultad, autofinanciando sus operaciones de investigación aplicada, desarrollo tecnológico y capacitación, y generando excedentes para la Facultad. La Universidad ya compró el terreno en la bahía de Tongoy, que es la tercera bahía más importante del mundo en la producción de ostiones. El costo de instalar el Centro es de US\$ 3 millones, y se pretende que un porcentaje importante pueda ser subsidiado por un programa gubernamental de fomento a la innovación. Los negocios serían capacitar operarios de la industria acuícola, educación continua de profesionales y técnicos, asistencia técnica, venta de semillas, laboratorios de análisis para control sanitario de productos, venta de alimentos pelletizados para la industria del abalón, servicio de cuarentena, arrendamiento de instalaciones para incubar empresas, y prueba y validación de nuevos productos. El CADES estaría plenamente operativo en 2009.

El apoyo administrativo de la Facultad y la Universidad para la ejecución de los proyectos es muy escaso. Se espera que cada investigador se haga cargo de administrar sus proyectos hasta los detalles más nimios. Por esta razón cada investigador mantiene un equipo de entre dos y cinco alumnos ayudantes, profesionales y técnicos, que asisten en la investigación y en la administración de los proyectos, financiados con recursos de éstos. Sólo en el departamento de Acuicultura hay una cincuentena de personas que se encuentran en esta situación.

### *3.1 Origen de los proyectos con el medio externo*

El principal vínculo de cooperación con las empresas es el programa Fondef, que financia proyectos de investigación aplicada al desarrollo productivo, en un concurso anual en que se presentan las universidades asociadas con empresas. El énfasis de Fondef en resultados comerciales—que en este caso se traduce en financiar investigación en especies susceptibles de explotación comercial—concuera muy bien con la vocación de la gente de Acuicultura por especies de cultivo. No es de extrañar,

entonces, que los esfuerzos de los investigadores en acuicultura se concentren en comprender mejor el ciclo de vida de especies de moluscos, peces, crustáceos y algas con valor comercial.

Según se me explicó, el modelo antiguo era que las universidades decidían qué investigaban, y era un criterio secundario si a las empresas le interesaba. Hoy día, con los proyectos Fondef, las ideas de investigación siguen surgiendo de las universidades, pero hay que vendérsela a la empresa, porque si no le interesa a la industria, no hay proyecto.

Para acciones cortas de asistencia técnica las empresas buscan y se entienden con los investigadores directamente, hasta la fase de preparar un convenio. Otra modalidad es que el investigador tome la iniciativa de presentar a una o varias empresas un problema productivo que ha identificado, y arme un proyecto con la empresa que se interese en el problema planteado. En los proyectos Fondef son los académicos los que toman la iniciativa y salen a convencer a los empresarios de apoyarlos en la postulación. En todo caso, la formulación de proyectos es descentralizada, y no hay una instancia de discusión grupal del mérito de los anteproyectos. La Dirección del Departamento sólo interviene para oficializar los contratos respectivos, y los recursos para los proyectos ingresan y se pagan a través de las cuentas de la universidad.

### 3.2 Ejemplos de colaboración

- *Centro de Producción del Abalón:* El Centro se originó en 1996 en una donación de equipos de Japón (La Universidad aportó el terreno y el edificio), con la idea de introducir en Chile el cultivo del Abalón Verde (o japonés), una especie más refinada que el Abalón Rojo (o de California) introducida en Chile en 1978, y de más alto precio en el mercado internacional, pero muy difícil de producir comercialmente, porque toma 4 a 5 años en llegar a tamaño comercial (el ostión, en comparación, demora 18 meses), presenta alta mortalidad, usa mucha agua y se alimenta de macroalgas, no de fitoplancton, consumiendo 15 veces su peso en algas. Además, el alga que en Chile se usa para alimentarlos es cosechada ya para otros usos, y por esa razón tiene veda. Así mientras la producción mundial de ostión es de un millón de toneladas anuales, la de abalón es de apenas 20 mil.<sup>2</sup>

Las empresas que intentaron producir comercialmente el abalón verde no tuvieron éxito, y en su mayoría se reconvirtieron al abalón rojo, que es una especie más rústica, con mejor tasa de crecimiento y una tecnología de engorda más conocida. Con el tiempo, el Centro del Abalón hizo lo mismo, iniciando producción de semillas de abalón rojo, pero manteniendo su programa de investigación en la especie japonesa, y nutriendo a la única empresa que aún mantiene la producción del abalón verde como objetivo central de su cultivo (otras mantienen pequeños stock en reserva, esperando que se solucionen los problemas de crecimiento). Por estas razones, el objetivo de que el Centro funcionase como una unidad de negocio autofinanciada no ha podido cumplirse, y funciona con déficit.

---

<sup>2</sup> En Japón el sistema de producción de abalón verde consiste en generar semillas, lanzarlas al mar, y luego cosechar a los individuos adultos, de modo que allí el objetivo principal del cultivo es la mantención de una pesquería (la que en todo caso, se encuentra actualmente en declinación).

Potencialmente, el cultivo del abalón podría llegar a ser para Chile “el nuevo salmón”, como lo puso un profesor del CCAIM. A diferencia del ostión, el abalón puede cultivarse en instalaciones terrestres, y por lo tanto no está limitado por la capacidad de las bahías naturales, como el ostión. Pero para explotar este potencial es necesario independizarse de reproductores importados, como se hizo con el salmón, y desarrollar cultivos de algas, mejores técnicas de manejo de algas silvestres, o alimentos alternativos. En esas líneas trabaja hoy el CCAIM.

- *Laboratorio de cultivo de peces.* Establecido en 1986, se dedica al estudio y desarrollo de tecnología del cultivo de peces marinos nativos de interés comercial, al control de la reproducción de peces marinos en cautiverio, y a la larvicultura y mejoramiento del alimento larval de peces marinos. Presta servicios de venta de huevos y larvas de peces, especialmente Lenguado Chileno, asistencia técnica en proyectos, estudios de factibilidad de proyectos, y diseño de *hatcheries* e instalaciones para engorde, evaluación de potencialidades e instalaciones, y entrenamientos en técnicas de cultivo de peces.

La elección del Lenguado Chileno obedeció a que tiene un mercado internacional interesante, y a que es muy parecido a otras especies del mismo grupo que se encuentran en otros países de América Latina, por lo que se espera que el conocimiento generado en Chile sea luego exportable.

Toda la tecnología del Lenguado Chileno se desarrolló entre 1987 y 1996. El ciclo comienza con la captura de reproductores del medio ambiente, se los trae a confinamiento, y se les estudia en cuanto crecimiento, nutrición, enfermedades, reproducción, manejo de huevos y larvas, y manejo de juveniles, hasta obtener individuos adultos. Luego debe repetirse el ciclo con cantidades industriales de peces, y finalmente viene una fase de mejoramiento de los resultados obtenidos. En total, hasta la fase de paquete tecnológico el ciclo toma de seis a ocho años. En la actualidad se está recorriendo el mismo ciclo con otras dos especies de peces económicamente importantes para la zona Norte del país, cuya pesca ha caído en el país por su sobreexplotación.

- *Unidad de Ingeniería.* Alojada en Laboratorio Central de Cultivos Marinos, la unidad de Ingeniería evalúa, diseña y supervisa centros de cultivo acuícola en tierra y diseña infraestructura hidráulica especializada. Han diseñado ya 13 centros de cultivo de abalones, y realiza cursos y asesorías sobre temas de su especialidad

La dificultad en obtener resultados comerciales en gran escala es puesta por los investigadores en la perspectiva del milenario desarrollo de la agricultura. Explican que tomará todavía un tiempo dominar las especies comestibles del mar de la forma en que dominamos las especies animales y vegetales de tierra.

### 3.3. Lecciones aprendidas en el trabajo con empresas

- Sólo las empresas grandes pueden sustentar el costo de poner en marcha y mantener programas de mejoramiento genético de cultivos, porque pasa mucho tiempo hasta que los programas den fruto. Las empresas pequeñas no pueden absorber este costo, porque el retorno a las mejoras es menor que la inversión de lograrlas, por un problema de escala de producción. Para estas empresas, la

única estrategia viable para mejorar rendimientos es asociarse con la universidad, o con empresas de biotecnología.

- A la empresa le interesa relacionarse con personas, no con la universidad. Cuando tienen un problema buscan a un especialista, no a un departamento. Y las relaciones con personas se basan en la confianza, que a su vez requiere una inversión de tiempo para que se produzca. Como lo puso un investigador “la empresa tiene muchas aprehensiones contra la universidad: lentitud, informalidad, falta de compromiso con los resultados... a las empresas les interesan cosas muy simples y concretas con resultados claros, mientras que al investigador le interesa lo opuesto: problemas complejos con resultados ambiguos”.
- A los empresarios hay que hablarles como empresario, no como académico, para pasar de la fase de los prejuicios y poder construir una comunicación. Reconocer los problemas y los errores es fundamental, así como redactar los contratos con minuciosidad, como si se tratara de la regulación de los riesgos, costos y beneficios de un negocio.
- Para publicar en el contexto de un proyecto productivo, es necesario planificar durante el diseño del proyecto para introducir acciones que conduzcan a tener resultados publicables a partir de una rama secundaria del proyecto, ya que la línea principal tiene otros objetivos.

#### **4. Factores que potencian las relaciones con empresas**

##### *4.1. Factores internos*

Los investigadores no tienen límites al número de proyectos externos que pueden ejecutar simultáneamente, siempre que cumplan con sus obligaciones académicas. Así, los profesores pueden incrementar substancialmente su remuneración básica, que es equivalente a unos US\$3.000, con montos que son de unos US\$1.000 adicionales por proyecto. Sin embargo, todos los servicios de asesoría a la empresa deben hacerse a través de la universidad, y no por fuera de ella como consultoría personal.

A pesar de que los proyectos externos de fomento productivo no son considerados en la evaluación de los académicos, son esenciales para mantener funcionando a los equipos profesionales que apoyan el trabajo de los investigadores. Una vez formados esos equipos, funcionan como una presión constante para generar nuevos proyectos para evitar que se desmoronen los grupos de trabajo. Además, toda compra de equipamiento, e incluso los gastos de operación de los investigadores deben cargarse a las cuentas de los proyectos externos. Un profesor sin fondos externos no puede comprar equipos, ni hacer llamadas internacionales, ni sacar fotocopias.

Los programas de magíster en Acuicultura (hay dos, uno en Coquimbo y otro en Puerto Montt, en el Sur) son una buena vitrina para mostrar a la empresa las capacidades de los investigadores del Departamento de Acuicultura, y generan contactos que permiten crear oportunidades de capacitación y asistencia técnica.

##### *4.2. Factores externos*

La relación con Japón no sólo hizo posible el nacimiento de un Centro completamente formado, sino que ha continuado en la forma de becas de

perfeccionamiento (desde postdoctorado y doctorado hasta cursos cortos para el personal de la Facultad de Ciencias del Mar), pasantías de expertos japoneses en Chile, donación de equipos, repuestos y materiales, y el financiamiento de los Cursos Internacionales de Cultivo de Moluscos. Setenta por ciento de los académicos de la Facultad ha hecho estancias en Japón y cuatro hicieron estudios de postgrado allá.

Los fondos gubernamentales de subsidio de la inversión en investigación y desarrollo de proyectos productivos han sido clave. El laboratorio de análisis de toxinas de la Facultad de Ciencias del Mar es un buen ejemplo de cómo la empresa, el gobierno y la universidad pueden cooperar en proyectos de interés para los tres: la certificación sanitaria de los productos del mar que se exportan, desde el punto de vista de las necesidades de la empresa, es un problema de si están o no presentes los elementos proscritos: “hay o no hay”. Ese chequeo no tiene interés científico para la universidad, la que en cambio sí está interesada en estudiar el ciclo de vida de las toxinas y la forma como contaminan las especies comerciables. Pero esos estudios no son del interés de la empresa. Aquí ha intervenido el gobierno, financiando la investigación de la universidad que permita entender mejor los fenómenos de intoxicación.

La acuicultura tiene buenas perspectivas de crecimiento a nivel global, por el aumento de la demanda y la creciente explotación y congestión de las pesquerías naturales. Por otra parte, la configuración geográfica de Chile y su alto comercio con Asia favorecen con ventajas competitivas el desarrollo de la industria acuícola de exportación. La comparación entre la industria del ostión y la del salmón muestra que una industria madura, con empresas grandes, como la del salmón, crea sus propios departamentos de investigación para optimizar lo que están produciendo hoy día, pero la exploración de recursos que podrían ser importantes en el futuro seguirá siendo realizada por las universidades, porque las empresas no están interesadas en productos hipotéticos. No se ha desarrollado aún una línea de comercialización de paquetes tecnológicos, aunque el tema está en discusión. La apuesta del CCAIM es preparar paquetes tecnológicos que estén listos y disponibles cuando las empresas vengan a buscarlos.

## **5. Desafíos a futuro**

El staff está sobrevenido, y la planta académica está congelada. La presión que existe por generar recursos vía proyectos para suplir la falta de inversión de la Universidad distrae a los profesores de la transformación de sus resultados de investigación en publicaciones, mientras al mismo tiempo la universidad exige publicaciones a los profesores. Por ejemplo, la universidad incentiva los artículos ISI con aproximadamente US\$1.000 por cada uno, y las patentes *obtenidas* (no solicitadas) con US\$ 2.000. Con estos incentivos, es claro para los investigadores que conviene más publicar que patentar. Así, las políticas institucionales de transferencia tecnológica no están alineadas con las políticas de investigación, generando tensiones y frustraciones entre los académicos.

La universidad y la facultad no están organizadas para optimizar el tiempo de los profesores, quienes pierden mucho tiempo en cuestiones de administración que podrían ser cumplidas por funcionarios administrativos. No hay una unidad de gestión de proyectos que concentre los aspectos administrativos de los proyectos.

La autonomía de los académicos es muy grande y no tiene contrapeso en la dirección de los departamentos y de la facultad. Las modalidades de trabajo actuales son la suma poco sistemática y no planificada de las trayectorias de cada profesor, de modo

que en el Departamento de Acuicultura, por ejemplo, hay una sensación de entropía y desorden. No hay un plan de desarrollo estratégico, ni definición de áreas prioritarias, ni una coordinación de los académicos como cuerpo, que potencie las fortalezas particulares de cada investigador, y subsane sus limitaciones. La implementación de los planes anuales de trabajo y de la evaluación de desempeño académico son herramientas que pueden ayudar a ordenar el trabajo de los académicos. Por ejemplo, el Comité de Evaluación de la Facultad ha definido que un profesor titular tiene que tener dos publicaciones ISI por año como autor principal o segundo autor, o una ISI y dos SciELO, y ser jefe de un proyecto grande de investigación básica o aplicada. Un profesor asociado tiene exigencias algo menores, y así para abajo.