



联合国
粮食及
农业组织

Food and Agriculture
Organization of the
United Nations

Organisation des Nations
Unies pour l'alimentation
et l'agriculture

Продовольственная и
сельскохозяйственная организация
Объединенных Наций

Organización de las
Naciones Unidas para la
Alimentación y la Agricultura

منظمة
الغذية والزراعة
للأمم المتحدة

S

COMITÉ DE PESCA

SUBCOMITÉ DE ACUICULTURA

Octava reunión

Brasilia (Brasil), 5-9 de octubre de 2015

INVESTIGACIÓN Y EDUCACIÓN EN PRO DEL DESARROLLO DE LA ACUICULTURA

RESUMEN

Este documento de trabajo ofrece una visión de conjunto de la situación de la investigación y la educación sobre la acuicultura y presenta ejemplos sobre cómo pueden contribuir mejor al desarrollo del sector. Sirve asimismo de base para el debate sobre si la FAO debería facilitar o brindar orientación sobre la investigación y la educación en pro del desarrollo de la acuicultura y, en caso afirmativo, en qué esferas y cómo.

Se pide al Subcomité que:

Examine el documento y formule observaciones al respecto y brinde asesoramiento sobre las medidas futuras que habrían de adoptarse a fin de prestar apoyo y mejorar la investigación y la educación en materia de acuicultura, en particular respaldando el uso eficiente de los recursos y la intensificación sostenible de la acuicultura.

INTRODUCCIÓN

1. En las tres últimas décadas, la acuicultura ha sido el subsector de producción alimentaria que más ha crecido. Actualmente, produce unos 97,2 millones de toneladas al año (incluidas las plantas acuáticas), lo que equivale aproximadamente al 50 % de todos los alimentos acuáticos¹. Es una de las industrias productoras de alimentos más prometedoras, tanto desde la perspectiva socioeconómica como de la seguridad alimentaria². Puede contribuir además a reducir la pobreza al brindar oportunidades de empleo y desarrollo económico.

¹ FAO. 2015a. Fishstat Plus, versión 2.32. Roma, FAO. (www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/es).

² Urdes, L-D., Diaconescu, C., Marin, M. y Dinita, G., 2013. The role of veterinary education in fostering aquaculture development. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 106: 3091-3094.

Para minimizar los efectos de los métodos de trabajo de la FAO en el medio ambiente y contribuir a la neutralidad respecto del clima, se ha publicado un número limitado de ejemplares de este documento. Se ruega a los delegados y observadores que lleven sus copias a las reuniones y se abstengan de pedir copias adicionales. La mayoría de los documentos de reunión de la FAO está disponible en Internet, en el sitio www.fao.org.

2. En 2012, alrededor de 58 millones de personas trabajaban directamente en la pesca y la acuicultura y unos 200 millones están empleados a lo largo de la cadena de valor. Los medios de vida de 880 millones de personas dependen de este subsector³. En 2012, 39,4 millones de personas se dedicaban a la pesca de captura y 18,9 millones a la acuicultura.

3. La acuicultura es también una alternativa a la explotación de los recursos acuáticos naturales y ha demostrado su capacidad para contribuir a la mitigación de los efectos del cambio climático a través de la producción de tipos de alimentos y productos básicos que emiten bajos niveles de gases de efecto invernadero y absorben el carbono. Por ejemplo, la huella de carbono del salmón del Atlántico, las aves de corral, el ganado porcino y el ganado vacuno es de 2,9, 2,7, 5,9 y 30,0 kilogramos de dióxido de carbono (CO₂), respectivamente, por kilogramo de la parte comestible del producto⁴.

4. Si bien la pesca de captura se ha estancado, la acuicultura ha impulsado el crecimiento del sector de los alimentos marinos, ha influido en la diversidad de los productos y ha encontrado la manera de abordar los objetivos del desarrollo económico y la conservación del medio ambiente en diversos ecosistemas acuáticos⁵. Históricamente, el sector se ha basado en gran medida en los recursos (de tierras, aguas y mano de obra), aunque más recientemente se ha visto impulsado cada vez más por el conocimiento y la tecnología.

5. Ha habido muchas innovaciones en materia de gestión y tecnología que le han permitido atender de manera eficiente las necesidades en relación con la seguridad nutricional, el trabajo decente y la producción sostenible. La adopción generalizada de tecnologías mejoradas por parte de las explotaciones tradicionales de varios países ha demostrado la capacidad de la acuicultura de mejorar la productividad, contribuir a la diversificación de los medios de vida rurales y generar empleo e ingresos en el sector agrícola de los países en desarrollo⁶, si bien ha debido hacer frente a ciertos problemas y desafíos.

EL CAMBIO DE “PRODUCIR MÁS” A “PRODUCIR MÁS CON MENOS”

6. Las limitaciones de recursos, entre otras cuestiones, han cambiado la idea central de la acuicultura de “producir más” a “producir más con menos”. Ello refleja la multitud de desafíos para el crecimiento sostenido de la productividad derivados de la demanda de más especies acuáticas, la diversidad de sistemas y entornos de cultivo, el aumento de la incidencia de enfermedades, la amenaza percibida del cambio climático y la creciente competencia por los recursos por parte de los diversos interesados y los conflictos que esta competencia puede generar. No todos los problemas se solucionarán por sí mismos y las cuestiones incipientes los agravarán.

³ FAO. 2015b. The Blue Growth Initiative. Departamento de Pesca y Acuicultura. Roma, FAO. 47 págs.

⁴ <http://www.globalsalmoninitiative.org/es/sustainability-report/>.

⁵ Anon, 2014. National Aquaculture Research and Development Strategic Plan. National Program 106: *Aquaculture*. Servicio de Investigación Agrícola del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). 22 págs. http://www.nmfs.noaa.gov/aquaculture/docs/research/jsa_draft_aq_research_plan.pdf.

⁶ Ahmed, M. y Lorica, M.H., 2002. Improving developing country food security through aquaculture development – lessons from Asia. *Food Policy*, 27: 125-141.

7. La historia de la agricultura, sobre todo la Revolución Verde, ha demostrado que las inversiones bien orientadas en el desarrollo de la ciencia y la tecnología y los recursos humanos (a todos los niveles, desde científicos hasta agricultores) pueden ampliar la frontera de la productividad más allá del crecimiento demográfico. El rendimiento de la inversión en la investigación sobre los cereales ha sido muy positivo. En acuicultura, el desarrollo y la promoción de la tilapia GIFT⁷ es un buen ejemplo del elevado rendimiento económico de la inversión (un 70 % entre 1988 y 2010 con una estimación del valor neto actual de 368 millones de USD a precios constantes de 2001)⁸.

8. En resumen, las inversiones en investigación y educación han sido económica y socialmente beneficiosas al resolver de manera eficiente problemas persistentes, lo que facilita la solución de cuestiones nuevas y cataliza el desarrollo de innovaciones.

9. Producir más —“Utilizar, mejorar y compartir tecnologías conocidas para que la acuicultura esté a la par de la zootecnia”— fue el tema central de la estrategia científica propugnada en la Conferencia de Kyoto sobre la Acuicultura de 1976, organizada por el PNUD⁹ y la FAO. La Estrategia tenía cuatro pilares. En concreto: i) aumentar la producción de la acuicultura a través de la transferencia de tecnologías probadas; ii) realizar investigaciones adaptativas que faciliten una mayor producción, potenciando las investigaciones básicas y aplicadas a través de actividades complementarias de investigación con instituciones académicas; iii) capacitar al personal superior en la planificación y la gestión de proyectos de desarrollo y producción acuícolas; iv) justificar los gastos públicos para proyectos nacionales sobre el desarrollo de la acuicultura.

10. Se compararon los conocimientos de disciplinas afines, se tomó prestada la tecnología de los cultivos, la zootecnia y la pesca y se mejoraron las artes tradicionales y las técnicas elementales de producción disponibles para la cría de peces (como la acuicultura integrada de China, el policultivo de la India y represas sencillas para el cultivo del salmón de Noruega), se inculcó la ciencia en las mismas, se difundieron a través de cursos de formación práctica y se intercambiaron entre los diversos países.

11. Se reorientó la investigación de un enfoque disciplinario a uno multidisciplinario para la resolución de problemas específicos, prestando especial atención a los sistemas de cultivo. Se establecieron metas sobre el desarrollo de los recursos humanos mediante la evaluación de las necesidades científicas, técnicas, de gestión y de producción de la industria, adaptando los programas de capacitación a esas necesidades y prioridades.

12. Las prioridades iniciales eran sencillas: producir más especies cultivadas y ampliar el desarrollo de la acuicultura. Se prestó atención a la obtención de resultados visibles y medibles. Por ejemplo, a raíz de la adopción, a partir de 1978, de una política abierta a favor de los avances científicos, la producción acuícola de China se incrementó de 2,5 millones de toneladas en 1978 a 22,2 millones de toneladas en 1996 y a más de 57,1 millones de toneladas en 2013. Su participación en la producción pesquera total aumentó de 42,4 % en 1978 a 60,8 % en 1996 y a 77,5 % en 2013.

⁷ Tilapia cultivada genéticamente mejorada.

⁸ Banco Asiático de Desarrollo. 2005. An impact evaluation of GIFT
<http://www.adb.org/sites/default/files/publication/29623/ies-tilapia-dissemination.pdf>.

⁹ Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

13. Gracias a la cooperación entre las instituciones gubernamentales, se transfirieron sistemáticamente datos técnicos y de gestión de prácticas de producción de eficacia contrastada mediante iniciativas de capacitación, talleres y seminarios y mediante el intercambio de expertos e información. A nivel nacional, la formación del personal y la mejora de las instalaciones tuvieron un efecto multiplicador respecto a las inversiones posteriores en investigación y desarrollo (I+D). El fortalecimiento de las capacidades regionales y nacionales (que incluían la capacitación de personas y la mejora de las instalaciones y de la eficiencia de los sistemas operativos y de gestión) contribuyó a que resultara más fácil y económico ejecutar sucesivamente programas de investigación y formación.

14. La Estrategia funcionó muy bien. La acuicultura creció de forma constante. Con una producción anual estimada en 5,4 millones de toneladas en 1976, contribuyó a alcanzar una tasa anual de crecimiento del 10 % o más y, en 1996, llegó a 33,8 millones de toneladas. En 2013, superaba los 97 millones de toneladas y, actualmente, varios países producen más pescado de la acuicultura que de la pesca de captura.

15. Producir más con menos —“hacer más con menos”— fue la cuestión fundamental del examen mundial de la acuicultura organizado por la FAO en 2006 en Guangzhou¹⁰. Si bien las tecnologías están mejorando, los recursos están disminuyendo y la población está aumentando cada vez más. La Conferencia Mundial de Acuicultura celebrada en 2010 también volvió a confirmar estas tendencias¹¹. Este problema es, sin lugar a dudas, de alcance universal y otros sectores así lo han percibido y reconocido mucho antes de 2006. Ello ha llevado a la ciencia, el mundo académico, la industria y los gobiernos a buscar el modo de producir y suministrar más bienes y servicios utilizando menos recursos y energía, convertir los residuos en productos útiles y emitir menos desechos, guiados por el principio de que los beneficios se comparten de forma equitativa. Se trata de una descripción simplificada de una economía socialmente responsable basada en el conocimiento. El sector acuícola debería lograr lo antes posible lo que se preconiza en el presente documento.

16. El conocimiento, su producción, comunicación y uso, siempre han desempeñado una función esencial en el desarrollo de la acuicultura¹¹. Los responsables de la adopción de políticas y las partes interesadas necesitan comprender mejor los procesos del conocimiento tales como su transposición (su aplicación), sus redes (por ejemplo, el papel de las asociaciones de agricultores) y el uso de plataformas y negociadores, con objeto de difundir y adoptar conocimientos de forma más eficaz. La gestión de los conocimientos por la mayor parte de los interesados será cada vez más importante para el desarrollo sostenible de la acuicultura y la consecución de los objetivos establecidos en la Conferencia de Kyoto sobre la Acuicultura celebrada en 1976, reforzados por la Declaración de Bangkok, adoptada en 2000¹².

¹⁰ Departamento de Pesca de la FAO. Estado mundial de la acuicultura 2006. FAO Documento técnico de pesca. N.º 500. Roma, FAO. 2006. 134 págs. <http://www.fao.org/3/a-a0874s.pdf>.

¹¹ Davy, F.B., Soto, D., Bhat, V., Umesh, N.R., Yucel-Gier, G., Hough, C.A.M., Derun, Y., Infante, R., Ingram, B., Phoung, N.T., Wilkinson, S. y De Silva, S.S. 2012. Investing in knowledge, communications and training/extension for responsible aquaculture. *En* R.P. Subasinghe, J.R. Arthur, D.M. Bartley, S.S. De Silva, M. Halwart, N. Hishamunda, C.V. Mohan y P. Sorgeloos (editores). *Farming the Waters for People and Food. Proceedings of the Global Conference on Aquaculture 2010, Phuket (Tailandia). 22-25 de septiembre de 2010.* Págs. 569-625. FAO, Roma. NACA, Bangkok.

¹² <http://www.fao.org/3/a-ad351e.pdf>.

17. Existen buenos ejemplos de cómo hacer más con menos como resultado de los nuevos conocimientos. En las tres últimas décadas, los criadores de salmón del Atlántico han logrado una mejora significativa en la eficiencia de los piensos (kilogramos de aumento del peso vivo/kilogramos de pienso seco) de menos de 0,3 en 1975 a 0,85 aproximadamente en 2010¹³. Asimismo, el costo de los piensos por kilogramo de salmón del Atlántico criado en Noruega disminuyó de 3,5 USD en 1985 a 1,5 USD en 2006 como resultado de la mejora de la calidad del pienso y de la gestión de la alimentación animal¹⁴. El salmón de piscifactoría produce menos emisiones de gases de efecto invernadero por kilogramo que la mayor parte de las especies de camarones y peces alimentados¹⁵. Otros ejemplos incluyen la fuerte disminución en el uso de harina de pescado en dietas para el salmón (de 45 % en 1995 a 25 % en 2008, y está previsto que descienda a 12 % en 2020) al mismo tiempo que se incrementa el uso de ingredientes de piensos de origen terrestre¹⁶. Estas mejoras tecnológicas son el resultado de la investigación y las innovaciones en genética, alimentación y nutrición¹⁷. Otro caso es la reducción del uso de antibióticos por la utilización de las vacunas creadas a raíz de las investigaciones realizadas con el apoyo de inversiones dirigidas a la gestión de la salud (sobre todo en Noruega). El sector privado ha transferido estas innovaciones a otros países (como Chile).

ESTRATEGIA SOBRE EL DESARROLLO DE LA ACUICULTURA DESPUÉS DEL AÑO 2000

18. La Declaración y la Estrategia de Bangkok sobre el desarrollo de la acuicultura después del año 2000¹⁸ contienen 16 elementos. Dos de ellos son: a) invertir en las personas a través de la educación y la capacitación; e b) invertir en I+D. Entre las recomendaciones para la educación y la capacitación cabe citar las siguientes:

- la adopción de enfoques participativos para la elaboración de planes de estudio;
- la cooperación y el establecimiento de redes entre organismos e instituciones;
- la adopción de enfoques multidisciplinarios de aprendizaje basados en los problemas;
- la utilización de herramientas modernas de formación, educación y comunicación, como Internet y el aprendizaje a distancia, para promover la cooperación y el establecimiento de redes a nivel regional e interregional en la elaboración de planes de estudio, el intercambio de experiencias y la creación de bases de conocimientos y materiales de apoyo; y
- el logro de un equilibrio entre los enfoques prácticos y teóricos para capacitar a los acuicultores y proporcionar personal cualificado e innovador a la industria.

¹³ Kaushik, S.J. 2013. Feed management and on-farm feeding practices of temperate fish with special reference to salmonids. En M.R. Hasan y M.B. New, eds. *On-farm feeding and feed management in aquaculture*, págs. 519-551. FAO Documento técnico de pesca y acuicultura n.º 583. Roma, FAO. 585 págs.

¹⁴ Robb, D.H.F. y Crampton, V.O. 2013. On-farm feeding and feed management: perspectives from the fish feed industry. En M.R. Hasan y M.B. New, eds. *On-farm feeding and feed management in aquaculture*, págs. 489-518. FAO Documento técnico de pesca y acuicultura n.º 583. Roma, FAO. 585 págs.

¹⁵ <http://www.wri.org/events/2014/06/improving-productivity-and-environmental-performance>.

¹⁶ Tacon, A.G.J., Hasan, M.R. y Metian, M. 2011. *Demand and supply of feed ingredients for farmed fish and crustaceans: trends and prospects*. FAO Documento técnico de pesca y acuicultura n.º 564. FAO. 87 págs.

¹⁷ Asche, F. y Roll, K.H. 2013. Determinants of inefficiency in Norwegian salmon aquaculture. *Aquaculture Economics & Management*, 17(3): 300-321.

¹⁸ NACA/FAO. 2000. *Aquaculture Development Beyond 2000: the Bangkok Declaration and Strategy*. Conference on Aquaculture in the Third Millennium, 20-25 de febrero de 2000, Bangkok (Tailandia). NACA, Bangkok y FAO, Roma. 27 págs. <http://www.fao.org/3/a-ad351e.pdf>.

19. La estrategia de I+D propuesta consistía en hacer un uso eficiente de los recursos de investigación y en reforzar la capacidad de las instituciones de investigación a fin de que se tengan más en cuenta las necesidades del desarrollo a través de mecanismos tales como:

- la investigación multidisciplinaria cooperativa;
- la participación de los interesados en la determinación de investigaciones y la mejora de los vínculos entre la investigación, la extensión y los productores;
- la celebración de acuerdos de colaboración en materia de financiación entre instituciones y organizaciones del sector público y privado;
- el establecimiento de redes de comunicación eficaces;
- la cooperación regional e interregional; y
- la continuación de las iniciativas de capacitación de investigadores.

EDUCACIÓN: ESTABLECIMIENTO DE PRIORIDADES EN RELACIÓN CON LAS FUTURAS NECESIDADES Y ESTRATEGIAS DE APLICACIÓN

20. La educación es la base del desarrollo y la capacitación interdisciplinaria en acuicultura constituye los cimientos del desarrollo sostenible del sector. China, por su parte, se ha beneficiado enormemente de la inversión en educación en sectores clave, como la acuicultura¹⁹. Las prioridades para la educación deben basarse en las necesidades futuras y han de establecerse estrategias bien definidas para llevarlas a cabo. Sin embargo, los criterios para el establecimiento de prioridades suelen ser muy variables y no siempre es posible o conveniente aplicar enfoques uniformes. No obstante, entre las reglas generales que pueden observarse cabe citar las siguientes:

- determinar las principales esferas y oportunidades de desarrollo futuro;
- alentar a las universidades a reorientar los planes de estudio sobre la acuicultura en aras de satisfacer las necesidades prioritarias del sector;
- mejorar los planes de estudio y los programas especiales de capacitación con objeto de ofrecer una perspectiva global en acuicultura y gestión para poder encontrar soluciones a problemas reales;
- la educación a todos los niveles incluye la capacidad de reducir los efectos sociales y ambientales de la acuicultura;
- crear sistemas de aprendizaje alternativos como la enseñanza no formal y el aprendizaje continuo (no aprender por el simple hecho de aprender sino adquirir las competencias necesarias de adaptación a las circunstancias cambiantes). Hay muchas alternativas para la transferencia de conocimientos distintas de la enseñanza formal, por ejemplo, la investigación en colaboración con los agricultores;
- los sistemas de asesoramiento constituyen un componente importante de este tipo de sistemas de aprendizaje y habrían de coordinarse junto con las redes de conocimiento.

21. La normalización de los sistemas educativos facilitaría la movilidad en el mercado laboral de la acuicultura, si bien se corre el riesgo de menoscabar el carácter y la diversidad locales de los currículos o cursos. En consecuencia, es más importante la armonización que la normalización para fomentar la diversidad y la innovación; lo más adecuado para los distintos países redundaría en interés de los demás.

¹⁹ Nandeesh, M.C. 2003. Aquaculture Education in India – opportunities for global partnership. *Aquaculture Asia*, VIII (2): 26-31.

22. La colaboración y las alianzas a través de consorcios dirigidos por instituciones internacionalmente reconocidas, así como la creación de redes internacionales, son mecanismos eficaces para la mejora de la calidad de los programas educativos. Un consorcio puede servir para:

- racionalizar la investigación a fin de que las diferentes instituciones no repitan la misma investigación;
- intercambiar información y experiencias; y
- mejorar el atractivo para futuros estudiantes de un posible desarrollo profesional en los sectores acuícola y pesquero.

23. La República de Corea ha propuesto la creación de una Universidad Pesquera Mundial de la FAO como institución internacional independiente al amparo del artículo XV de la Constitución de la FAO y la Secretaría de la Organización ha emprendido un estudio independiente destinado a evaluar la viabilidad de esta propuesta. Si bien es inminente la presentación oficial de la propuesta coreana al Director General de la FAO, pronto podrá iniciarse, con sujeción a una decisión del propio Director General, un proceso de consultas con distintos órganos rectores de la FAO conducente a una decisión al respecto por parte de la Conferencia de la Organización en junio de 2017. La Universidad Pesquera Mundial de la FAO ofrecería programas de postgrado (másteres y doctorados) mediante tres centros que incluirían uno dedicado a la tecnología de la acuicultura. El objetivo consiste en que llegue a ser un centro mundial de excelencia para la educación superior y la investigación en materia pesquera con una función específica de enseñanza a estudiantes de países en desarrollo, pero también dirigida a estudiantes de países desarrollados.

24. El sector privado debería formar parte del consorcio con objeto de que se examinen sus necesidades tecnológicas y de recursos humanos (a menudo, el sector privado no está seguro de lo que las instituciones educativas requieren de él). La demanda de una oferta educativa en particular puede verse impulsada por una tendencia comercial; a su vez, los estudiantes se ven motivados por la disponibilidad de empleo. Tailandia registró un fuerte aumento en la tasa de inscripción en programas de acuicultura durante el auge del camarón a mediados de la década de 1990.

25. La cuestión fundamental a este respecto es que la educación (y la investigación) responden al mercado. La tendencia parece apuntar a que las instituciones de enseñanza —incluso las universidades públicas con el mandato de ofrecer educación e investigación como un bien público— están impulsadas cada vez más por el mercado. Ello hace pensar en una estrategia fundamental: la formación de alianzas entre el mundo académico, el sector privado (incluidos los proveedores de insumos y servicios y los productores), las instituciones y organismos gubernamentales pertinentes, es decir, un consorcio.

LA FUNCIÓN DEL SECTOR PRIVADO Y LA COOPERACIÓN PÚBLICO-PRIVADA

26. El sector privado ha desempeñado una función clave en los avances en investigación e innovación. Ello es digno de mención sobre todo en las esferas de la nutrición y la salud. En cuanto a la nutrición, la elaboración y la gestión de piensos, cabe señalar que las empresas de piensos han invertido considerablemente en programas de investigación —pese a que los resultados no siempre se comparten ampliamente—. La inversión en I+D, sobre todo por parte del sector privado en las

economías desarrolladas, se ve impulsada por el elevado valor y rentabilidad económicos de un producto o servicio. Los productos de I+D deberían compartirse con los países y regiones menos adelantados, y así se ha hecho en algunos casos. En materia de salud, las mejoras en el desarrollo de vacunas, diagnósticos y tratamientos, han reducido significativamente las pérdidas relacionadas con las enfermedades en la acuicultura.

27. Se han adoptado los avances tecnológicos en la cría de salmón para mejorar la eficiencia en el cultivo de otras especies tales como la tilapia del Nilo, el bagre y las carpas de China y la India. Respecto a la cooperación en investigación y capacitación dentro del sector, el gobierno y la industria pueden orientar la investigación a atender las necesidades del desarrollo de la acuicultura. El sector privado ha reconocido que la investigación conjunta para mejorar la alimentación animal y los índices de conversión de piensos (ICP) pueden reducir la presión sobre la disponibilidad de ingredientes de piensos y aumentar la productividad y el desempeño ecológico de la acuicultura.

28. Vínculos entre las instituciones de un país: actualmente resulta económico y eficiente gestionar una plataforma para el intercambio de información entre las instituciones de enseñanza de un país o subregión. Las tecnologías de la información posibilitan tales vínculos a un costo y esfuerzo mínimos, por lo que sería útil establecer una red de instituciones que participan en actividades de investigación y formación sobre la acuicultura.

29. Establecimiento de redes con las comunidades agrícolas: en última instancia, los productores ponen a prueba la viabilidad comercial de las tecnologías, si bien introducen sus propias innovaciones en las explotaciones. El establecimiento de redes con los productores podría proporcionar resultados educativos rentables al acoger a estudiantes para que adquieran una valiosa experiencia laboral práctica y al brindar oportunidades para emprender programas de investigación y desarrollo con una orientación comercial.

30. Establecimiento de redes en una región: la diversidad y la movilidad son componentes esenciales para la creación de capacidad en la esfera de la educación a nivel mundial. Es tan importante compartir los recursos entre las regiones como dentro de las mismas. Asia, por ejemplo, cuenta con una serie de instituciones especializadas en acuicultura y existe la posibilidad de establecer una estrecha relación entre las mismas. El Japón ha desempeñado una función importante al prestar asistencia a otros países de la región aportando conocimientos especializados. A través del SEAFDEC²⁰, el Japón ha brindado un apoyo significativo al Departamento de Acuicultura del SEAFDEC de Filipinas.

31. El Instituto Asiático de Tecnología de Tailandia ha desempeñado una función clave en el desarrollo de la tecnología de la acuicultura en pequeña escala en la región y en la formación de investigadores, gestores, técnicos y productores de varios países. La cooperación Sur-Sur o el programa de la FAO de asociación entre diferentes países y organizaciones ha ofrecido una plataforma muy útil para la creación de redes y el establecimiento de vínculos estrechos entre las instituciones o países de diferentes regiones (por ejemplo, Asia y el Pacífico, también Asia meridional, Asia central, África subsahariana y América Latina y las islas del Caribe).

²⁰ Centro de Desarrollo de la Pesca en Asia Sudoriental.

32. El establecimiento de redes en investigación y educación sobre acuicultura merece especial atención en el África subsahariana, por muchas razones. Si bien el África subsahariana alberga varias instituciones académicas con capacidad de investigación en acuicultura, estas suelen estar geográficamente aisladas y el establecimiento de redes y el intercambio de recursos son mínimos. Recientemente, se han realizado intentos para promover la creación de redes entre las instituciones en aras de desarrollar la capacidad de investigación y educación a nivel regional.

33. Por ejemplo, bajo los auspicios del programa de la NEPAD-RFN (Nueva Alianza para el Desarrollo de África-Nodo Regional de Pesca), el Colegio Bunda de Agricultura de la Universidad de Malawi, ha elaborado un programa regional de doctorado sobre acuicultura. El programa respalda la formación de estudiantes del África oriental, central y meridional para crear y reforzar una red de investigadores que participan en el perfeccionamiento y la ejecución de proyectos para mejorar la producción de la acuicultura y la pesca y la biodiversidad.

34. Entre otras instituciones cabe citar el Foro de Investigación Agrícola en África (FARA), el órgano técnico de la Comisión de la Unión Africana (UA) sobre asuntos relativos a la ciencia, la tecnología y la innovación en agricultura. A través de su programa Refuerzo de la capacidad de investigación agrícola para el desarrollo (por su sigla en inglés, SCARDA), se propone reforzar la capacidad humana e institucional de los sistemas nacionales africanos de investigación agrícola. Tras el cierre de la oficina de pesca de la NEPAD, la Oficina Interafricana de Recursos Animales (IBAR) de la UA ha asumido el papel de la Asociación para la Pesca en África. A este respecto, su grupo de trabajo sobre acuicultura constituye un posible mecanismo para coordinar la investigación en acuicultura.

35. La Asociación de Universidades Africanas ha señalado la necesidad de mejorar los programas de estudio de las universidades africanas a fin de garantizar que proporcionan los conocimientos y los profesionales que requiere el mercado laboral. Este aspecto puede fomentarse como esfera de trabajo en colaboración con la Asociación Regional de Universidades del África Meridional.

36. En el África meridional, el proyecto de la SARNISSA (Red de Investigación sobre Acuicultura Sostenible en el África Subsahariana) ha vinculado estrechamente a investigadores, agricultores y el sector privado. No ha asumido un papel formal de creación de redes en educación sobre acuicultura, pero ha demostrado ser muy eficaz en la promoción de redes dentro de la comunidad agrícola y como una herramienta de información y educación.

37. La FAO ha apoyado la creación de la Red de Acuicultura para África (ANAF), que se basa en el modelo de la NACA²¹. La ANAF se ha concebido para facilitar el intercambio de información sobre acuicultura en el África subsahariana y en el desarrollo de una red informal, flexible y eficiente de expertos regionales en pro del desarrollo de la acuicultura.

38. Podría considerarse la posibilidad de orientar los planes de estudio, la investigación y los programas especiales de la FAO hacia África. Podría organizarse un taller regional, precedido y

²¹ Red de centros de acuicultura de Asia y el Pacífico.

sustentado por una encuesta de planes de estudio y programas de investigación. El taller determinaría las esferas clave susceptibles de mejora. Los resultados del taller se podrían utilizar para crear a nivel regional una red y un programa en el ámbito de la innovación científica y tecnológica en acuicultura. Podría integrarse asimismo dentro del programa de trabajo de la IBAR de la UA.

INVESTIGACIÓN: UNA ESTRATEGIA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE PRIORIDADES

39. Teniendo en cuenta la diversidad de prácticas y sistemas acuícolas en el mundo, el establecimiento de prioridades de temas de investigación por región puede ser la mejor opción y la FAO puede facilitar iniciativas regionales sobre la determinación de cuestiones que podrían investigarse después de evaluar las necesidades en el plano regional. Sin embargo, cabe destacar una serie de cuestiones de investigación que revisten importancia a nivel mundial:

- la adopción de sistemas sostenibles de producción técnicamente avanzados y compatibles con el medio ambiente;
- la domesticación de especies económicamente importantes y la mejora de su productividad;
- el desarrollo de especies cultivadas y nuevos productos con una fuerte demanda de mercado; y
- el aprovechamiento de las ventajas competitivas mediante la utilización integrada de los recursos hídricos y de piensos para la producción de bienes públicos y servicios ambientales mejorados, tales como alimentos sanos, poblaciones de especies silvestres fuertes y ecosistemas saludables.

40. La estrategia de investigación respalda las prioridades actuales, cuya importancia varía en función de las regiones y subregiones:

- la integración del desarrollo de la acuicultura y la conservación del medio ambiente;
- la elaboración de modelos del impacto ambiental; la mejora de la ordenación territorial o la ordenación integrada de los recursos y la adopción de enfoques ecosistémicos de la acuicultura; la optimización de las prácticas de cultivo;
- la genética para aumentar la productividad, satisfacer las demandas de los consumidores y proteger las poblaciones naturales;
- los programas de selección o mejoramiento genéticos (es decir, para mejorar el crecimiento, la resistencia a las enfermedades, la calidad del producto); la ordenación de los recursos genéticos de las poblaciones cultivadas y silvestres; la evaluación y la elaboración de modelos de riesgos genéticos y el control de la introducción de especies y de genotipos no nativos;
- la gestión de la salud y la biodiversidad;
- la caracterización de agentes patógenos o la partenogénesis; la creación de vacunas, medicamentos y probióticos; la mejora de la detección y las pruebas de diagnóstico o los protocolos de vigilancia de enfermedades; la mejora de los protocolos de vigilancia de la salud de las poblaciones y de bioseguridad;
- la mejora de la eficiencia de la producción acuícola y el bienestar;
- la intensificación de los sistemas de producción; el establecimiento de factores de estrés en los sistemas de cultivo y las medidas de mitigación asociadas; el aumento del crecimiento y la supervivencia con tecnologías mejoradas de cultivo;
- la mejora de la nutrición y alimentación animal y la gestión de los piensos en el medio acuático;

- la optimización de las fórmulas de los piensos para especies y tamaños específicos; la sustitución de aceites o harinas de pescado; la mejora de las tecnologías de fabricación de piensos; la optimización de las prácticas de gestión de la alimentación animal;
- el aumento de la oferta de pescado marino nutritivo, inocuo y de calidad;
- la mejora de las tecnologías de elaboración de alimentos y de postcaptura; la inocuidad de los productos a través de la mejora de los diagnósticos (por ejemplo, bacterias, toxinas, residuos) y el control de la calidad del producto; la prolongación de la vida útil; las políticas, la legislación y la reglamentación en materia de alimentación;
- la creación de sistemas innovadores de producción acuícola, que incluyen la reducción de la huella ecológica;
- la adopción de sistemas y tecnologías de producción rentables —sistemas de recirculación en acuicultura, sistemas integrados de acuicultura multitrófica, sistemas de tratamiento de efluentes mejorados—;
- la integración de las ciencias económicas y sociales en el sistema de investigación e innovación en acuicultura;
- la mejora de la comprensión de las cadenas de valor y las partes interesadas; la elaboración de modelos económicos y la maximización del rendimiento económico y el bienestar social; los mercados y el comercio; la certificación; la capacidad de recuperación social; el establecimiento de redes de conocimientos; cuestiones de equidad y de género.

41. El establecimiento de redes en investigación: esta medida podría facilitar las sinergias entre las instituciones. Se podría considerar la posibilidad de crear plataformas de desarrollo tecnológico para los diferentes sectores de producción con objeto de determinar qué actividades realiza cada uno y en qué países, así como las necesidades futuras. Se podría empezar por los diversos simposios internacionales que atraen a científicos, productores y proveedores del sector privado, entre otros. Otra opción sería examinar las redes de investigación existentes con objeto de extraer algunas enseñanzas y directrices:

- WorldFish, Globefish, COPESCAALC²², NACA, WIOMSA²³ son algunas de las organizaciones que participan en el establecimiento de redes de investigación. ¿Es necesario evaluar la eficacia y el impacto de algunos de estos acuerdos de redes?
- La FAO puede facilitar la creación de redes entre estas organizaciones, colaborar con diferentes universidades en las regiones, así como coadyuvar a los Estados miembros en la determinación de las prioridades regionales y las necesidades del sector privado en relación con el desarrollo de la acuicultura.
- ¿Cómo pueden las universidades dedicarse a la investigación aplicada? Esto requeriría una financiación considerable.

SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN

42. Es esencial la inversión en investigación y educación proactiva para que el sector pueda atender sus necesidades de desarrollo y responder a aquellas de la sociedad. A este respecto, el establecimiento y el fortalecimiento de sistemas nacionales de innovación en pro de la acuicultura pueden ser un medio eficaz para hacer frente a los desafíos del desarrollo de la acuicultura basado en el conocimiento.

²² Comisión de Pesca Continental y Acuicultura para América Latina y el Caribe.

²³ Asociación de Ciencias Marinas del Océano Índico Occidental.

43. La OCDE^{24,25} ha definido de diversas formas qué se entiende por sistema nacional de innovación. Según la definición más reciente, por tales sistemas se entiende “la serie de instituciones distintas que en conjunto y por separado contribuyen a la difusión de las nuevas tecnologías y constituyen un marco en el que los gobiernos conciben y aplican políticas para influir en el proceso de innovación. Así pues, se trata de un sistema de instituciones interconectadas para crear, almacenar y transferir los conocimientos, técnicas y artefactos que definen las nuevas tecnologías”²⁶. Lo ideal sería que estos sistemas incluyeran lo siguiente:

- universidades: educación e investigación aplicada y básica;
- centros e instituciones de I+D: capacitación e investigación aplicada y adaptativa;
- el sector privado: fabricantes de equipo y maquinaria, productores de piensos, medicamentos y aditivos para piensos: aplicación comercial de las innovaciones, producción y suministro de insumos;
- asociaciones de agricultores: ensayos en las explotaciones, retroalimentación para la industria y los centros de I+D; comerciantes —mayoristas y minoristas—: retroalimentación sobre la aceptación de los productos y servicios;
- grupos o asociaciones de consumidores: retroalimentación sobre la satisfacción de las necesidades;
- organizaciones de la sociedad civil: a veces representan a los consumidores;
- el gobierno: incentivos a la inversión en innovación, políticas y reglamentos.

44. Un ejemplo de una agrupación de innovación a nivel nacional para encontrar soluciones a una serie de problemas es el sistema nacional de innovación (es decir, un consorcio de la industria, el mundo académico, el gobierno y la asociación de productores) dedicado a la industria del cultivo de camarones marinos establecido en Tailandia a principios de la década de 1990²⁷. Su programa comenzó con el desarrollo de material de reproducción y el mejoramiento genético del langostino jumbo (*Peneaus monodon*). Estas iniciativas se institucionalizaron en el Centro de Mejoramiento Genético del Camarón para el desarrollo del langostino jumbo SPF²⁸ por medio de la selección genética.

45. Ello muestra la eficacia de establecer una cooperación entre la ciencia, la industria y el gobierno en torno a un determinado problema. Apunta asimismo a la necesidad de crear entre las principales partes interesadas de un sector vínculos institucionalizados (a diferencia de aquellos con carácter especial o impulsados por proyectos) con objeto de abordar cuestiones generales, específicas, persistentes y emergentes. La colaboración con la industria abarca no solo la naturaleza técnica del problema, sino también los aspectos normativos, reglamentarios, de gestión y de desarrollo de capacidades.

²⁴ Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos.

²⁵ OCDE. 1997. National Innovation Systems. Centre Français d'Exploitation du Droit de Copie (CFC), 3, rue Hautefeuille, 75006 París, 48 págs. <http://www.oecd.org/science/inno/2101733.pdf>.

²⁶ Metcalfe, J.S. 1995. The economic foundations of technology policy: equilibrium and evolutionary perspectives. En P. Stoneman, ed. *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, págs. 409-512. Blackwell Publishers, Oxford (Reino Unido)/Cambridge (Estados Unidos de América). 583 págs.

²⁷ READI. 2014. ASEAN Research Landscape in Aquaculture: Opportunities for Investments and Cooperation in Science and Technology. Instrumento de Diálogo Regional Unión Europea (UE)-Asociación de Naciones del Asia Sudoriental (ASEAN). 59 págs. <http://readi.asean.org/news/155-asean-research-landscape-in-aquaculture-opportunities-for-investments-and-cooperation-in-science-and-technology>.

²⁸ Exento de patógenos específicos.

VÍNCULOS REGIONALES Y MUNDIALES PARA LA INNOVACIÓN EN ACUICULTURA

46. Todas las regiones cuentan con instituciones de enseñanza, centros de I+D, establecimientos privados de investigación dedicados a la acuicultura que incluyen este sector en sus mandatos o esferas de trabajo sobre el desarrollo de tecnologías de las que la acuicultura puede beneficiarse o sobre la capacitación de personas en disciplinas que el sector acuícola puede emplear. Algunos tienen capacidad para realizar actividades de investigación básicas e impartir capacitación de alto nivel en ciencia y tecnología, otros tienen una capacidad intermedia y están orientados hacia la investigación aplicada y adaptativa y otros tienen el mandato de adaptar la investigación con miras a su aplicación a nivel local. La mayoría de ellos incluyen la capacitación del personal en investigación, extensión, gestión y producción.

47. Mediante diferentes marcos se han establecido numerosas iniciativas de colaboración regional e interregional en la esfera de la ciencia y la tecnología (incluida la formación de los recursos humanos) y contemplan varios mecanismos de financiación. Cabe citar, entre otros, la ASEAN, la APEC²⁹, la SAARC³⁰, la CARICOM³¹, la SPC³², la FEAP³³.

48. El papel general de la FAO en este ecosistema internacional de investigación y educación en acuicultura y las esferas afines consistiría en dar un enfoque a sus programas, como por ejemplo la promoción actual (de la FAO) a nivel mundial del crecimiento azul. Muchas de estas instituciones han desarrollado sus capacidades o han colaborado en programas para hacer frente a los problemas del cambio climático. También han ampliado sus conocimientos en investigación, lo cual contribuye a la intensificación de la producción y a la mitigación de los riesgos e impactos ambientales. La Iniciativa sobre el crecimiento azul de la FAO proporcionaría indicaciones para sus distintos proyectos de ciencia y tecnología, pero sobre todo para sus programas de colaboración.

49. Si se desglosa esta Iniciativa, en otras palabras, si se presentan sus componentes por separado, es probable que uno o más de ellos estuvieran en consonancia con los actuales programas, intereses o capacidades de las entidades mundiales, regionales y nacionales con mandatos en acuicultura o esferas afines. La medida estratégica consistiría en establecer una colaboración con estas entidades para reforzar o colmar las lagunas a través de insumos en investigación y/o educación —en ámbitos particulares de su interés y que contribuyen a la Iniciativa—.

50. La función antedicha de la FAO comprende la creación de sistemas nacionales de innovación en acuicultura. Puede utilizarse para alentar la formación de agrupaciones de instituciones nacionales (el mundo académico, el gobierno, la industria) o prestar asistencia en el fortalecimiento de las mismas, a fin de establecer un sistema nacional de innovación en acuicultura, cuyos programas de ciencia y tecnología estén en consonancia con la iniciativa del crecimiento azul.

²⁹ Foro de Cooperación Económica Asia-Pacífico.

³⁰ Asociación del Asia Meridional para la Cooperación Regional.

³¹ Secretaría de la Comunidad del Caribe.

³² Secretaría de la Comunidad del Pacífico.

³³ Federación de Productores Acuícolas de Europa.