



PERÚ

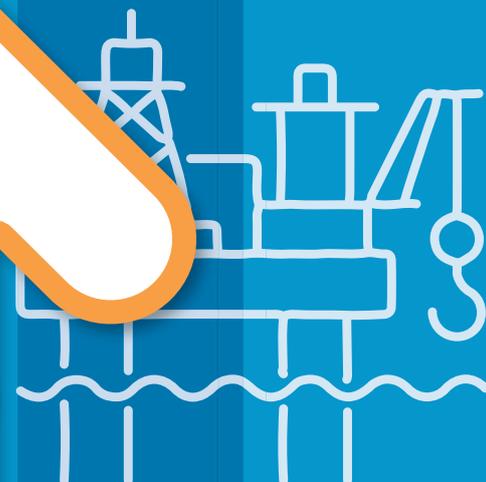
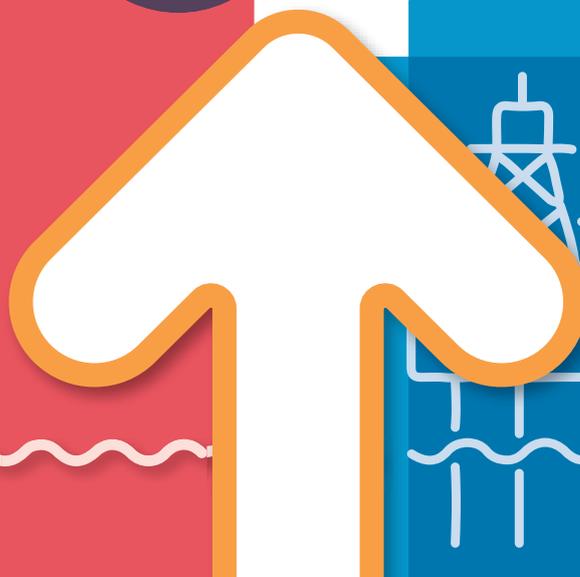
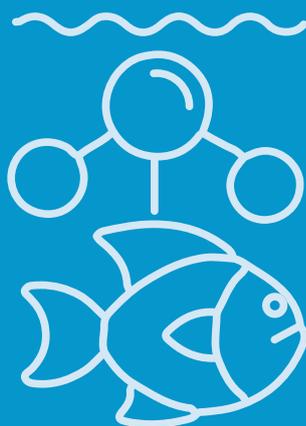
Ministerio  
de la Producción



**PNIPA**

PROGRAMA NACIONAL DE INNOVACIÓN  
EN PESCA Y ACUICULTURA

HOJA DE RUTA PARA  
**UNA ACUICULTURA  
DE PRECISIÓN**  
EN EL PERÚ



La hoja de ruta para una acuicultura de precisión en el Perú fue elaborada por:  
**PROGRAMA NACIONAL DE INNOVACIÓN EN PESCA Y ACUICULTURA - PNIPA**  
Av. Vasco Núñez de Balboa 271, Miraflores.

**Supervisado y aprobado por:**  
Unidad de Fomento de la Gobernanza del PNIPA.

**Autor:**  
Cristobal Aguilera

**Colaboradores:**  
Cynthia Gómez, Ana Sanjuán, Yolanda Molares.

**Editores responsables:**  
Aurore-Alexandra Castellacci, Paola Ferreyros, Fabricio Flores, Hans Gómez, Milthon Luján.

**Fotografías:**  
PNIPA, PRODUCE, Sociedad Española de Acuicultura - SEA, Freepik, Cynthia Gómez.

Junio 2021

Primera edición

**Edición, diseño y diagramación:**  
Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura, Silvia Roalcaba.

**Pre prensa e impresión:** .....

Copyright ©2021. Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura  
Derechos reservados.

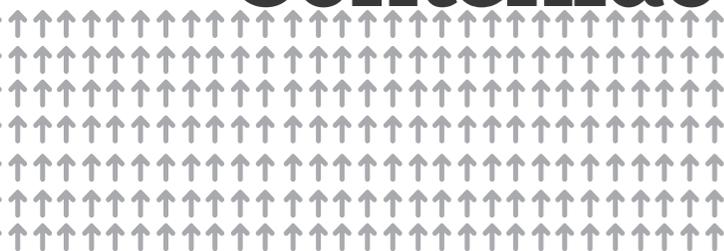
Hecho el depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 202107654

El PNIPA se reserva los derechos de autor de la información presentada en este título.  
También deben respetarse los derechos de autor del material base para esta publicación.

# HOJA DE RUTA PARA UNA ACUICULTURA DE PRECISIÓN EN EL PERÚ



# Contenido

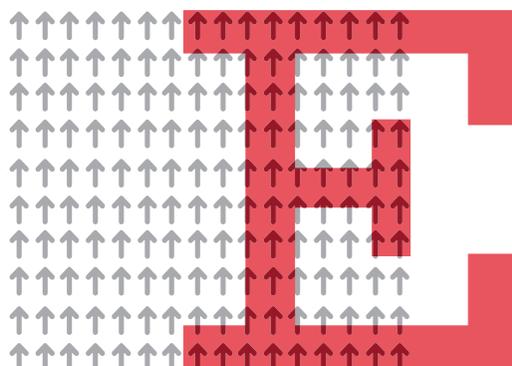


<b>PRESENTACIÓN</b>	<b>6</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>8</b>
<b>2. ASPECTOS METODOLÓGICOS Y OBJETIVOS</b>	<b>12</b>
<b>3. IDENTIFICACIÓN DE ACTORES CLAVES</b>	<b>18</b>
<b>4. PARTICIPACIÓN EN LOS TALLERES</b>	<b>28</b>
<b>5. ANÁLISIS DE OFERTA TECNOLÓGICA</b>	<b>32</b>
<b>6. ANÁLISIS DE LA DEMANDA TECNOLÓGICA</b>	<b>52</b>
6.1. Identificación de objetivos del sector acuícola para incrementar la competitividad	<b>56</b>
6.2. Brechas actuales para el logro de objetivos	<b>58</b>
6.3. Identificación de áreas críticas. Priorización de brechas	<b>72</b>
<b>7. REFLEXIONES PREVIAS A LA HOJA DE RUTA</b>	<b>80</b>

<b>8. HOJA DE RUTA PARA LA TRANSICIÓN HACIA UNA ACUICULTURA DE PRECISIÓN</b>	<b>94</b>
a. Visión a futuro de la transición del sector acuícola a la industria 4.0	<b>96</b>
b. Definición de ejes y líneas estratégicas	<b>102</b>
c. Objetivos y acciones estratégicas	<b>108</b>
d. Resumen de actuaciones transversales	<b>128</b>
<b>9. GOBERNANZA DE LA HOJA DE RUTA</b>	<b>130</b>
a. Diseño de instrumentos que refuercen el ecosistema permitiendo la aplicación de acciones innovadoras	<b>134</b>
b. Propuesta de instrumentos para el ecosistema innovador	<b>140</b>
<b>10. CUADRO DE MANDO PARA LA IMPLEMENTACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LA HOJA DE RUTA</b>	<b>150</b>
<b>11. CONCLUSIONES</b>	<b>168</b>



# Presentación



En los últimos años, la actividad acuícola en el Perú viene representando un importante crecimiento en todas las regiones del país, tanto en ambientes marinos como continentales. Por lo que, resulta de gran importancia fortalecer los aspectos referidos a tecnología, mercados y servicios de sus cadenas de valores, que permita resolver la problemática de la acuicultura referida a limitaciones que se dan en el entorno económico, social, ambiental y tecnológico.

**La necesidad de afrontar los desafíos que hoy tenemos como sector nos exige tomar decisiones estratégicas articuladas con las demandas de los diversos actores en el sector. Es por lo que, a través del Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura (PNIPA), se viene trabajando diversas líneas de intervención para la innovación que permitan mejorar la productividad, competitividad y obtener mayor valor agregado de manera eficiente y sostenible a través de la elaboración de diversos documentos especializados, entre ellos el “Estudio de Acuicultura de precisión”, con el propósito de contribuir a la transición de la acuicultura tradicional hacia la acuicultura de precisión en el sector acuícola del Perú, para la mejora de su competitividad y sostenibilidad.**

El interés despertado por la acuicultura en el país, alienta la transición del sector acuícola peruano hacia una industria 4.0, la cual permitirá gestionar un sector cada vez más complejo, enfocándolo hacia una mayor competitividad y rentabilidad.

Es por ello que el presente estudio, diseña una hoja de ruta que relaciona los principales objetivos que permitirá que la industria acuícola peruana alcance un desarrollo tecnológico que le permita equipararse con el resto de los países productores; con los ámbitos de aplicación en función de las principales brechas identificadas. Adicional a ello, contiene una fase de análisis de la demanda tecnológica, que ayuda a revelar las principales características sectoriales en cuanto al nivel de implantación de tecnologías de precisión en las prácticas acuícolas del país, las necesidades que presenta actualmente (carencias) y sus capacidades y potencialidades para la implementación de nuevas tecnologías en los procesos acuícolas.

En tal sentido, estamos convencidos que este estudio será un instrumento que impulse un diálogo amplio, permanente e intenso para la acción pública que merece el sector pesca y acuicultura con una visión integrada que incluya a los agentes productivos dado el papel relevante que cumplen en el crecimiento económico del sector.

En definitiva, los invito a dar una lectura crítica y propositiva que alimente nuestro esfuerzo, compromiso y dedicación para generar esas sinergias que permitan modelar el futuro, poniendo especial énfasis en aquellos temas que nos permitan generar motores de crecimiento, competitivos, inclusivos y sostenible en el país.

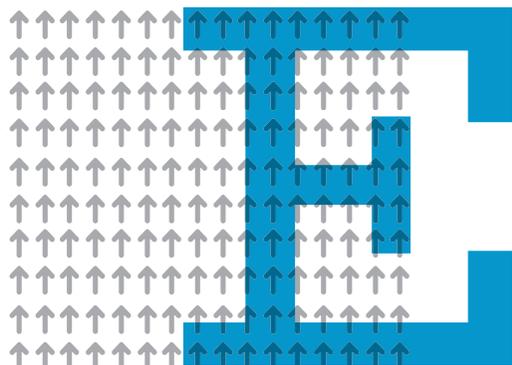
**DAVID ALFONSO RAMOS LÓPEZ**

Director ejecutivo

**PROGRAMA NACIONAL DE INNOVACIÓN EN PESCA Y ACUICULTURA**



# Introducción



El Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura (PNIPA) ha desarrollado este estudio con el objetivo de contribuir a la transición de la acuicultura tradicional hacia la acuicultura de precisión en el Perú y, así, aportar a mejorar la competitividad y sostenibilidad del sector.

Tomando como referencia los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) promovidos por Naciones Unidas, uno de los principales retos a los que se enfrenta la humanidad es la seguridad alimentaria (1-2), en un entorno altamente sensible (13-15), impulsando la innovación como motor de cambio

(9). Para garantizar el cumplimiento de estos retos la acuicultura se presenta como una opción clara ante este desafío (12-14), asegurando su sostenibilidad económica (8), social (1-10), ética (5-10-16) y ambiental (6-7-12).

**La acuicultura es, por tanto, una alternativa sostenible al consumo de peces procedentes de las pesquerías, por ejemplo, reduciendo los insumos, optimizando los productos y reduciendo la contaminación. Los desafíos que presenta la acuicultura son numerosos y los esfuerzos para afrontarlos se concentran en la innovación tecnológica. El camino es claro, aunque es preciso trazarlo y lograr la unión y suma de esfuerzos de todos los grupos de interés involucrados.**

El reto de la presente propuesta es la identificación del estado actual del sector acuícola en el Perú, el mapeo de los actores, la caracterización de las brechas y déficits tecnológicos, conocer las capacidades en las diferentes regiones y, en respuesta a sus necesidades, diseñar una hoja de ruta que funcione como una guía para la mejor implementación de estas nuevas tecnologías en función de las características del sector.

En el proceso de diseño de la hoja de ruta se ha tomado como referencia al sector agrícola. Este utiliza diferentes tecnologías para disminuir impactos ambientales, dando lugar a la agricultura de precisión, que es un concepto de gestión basado en la observación, medición y respuesta de la variabilidad espacio-temporal de las producciones. La acuicultura no puede estar ajena a este nuevo marco, por ello en Perú se plantea el reto, como apuesta



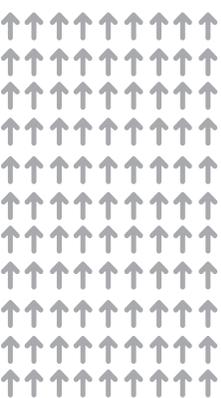
**Gráfico 1.** Los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (ODS) son fruto del acuerdo alcanzado por los Estados Miembros de las Naciones Unidas y se componen de una Declaración, 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible y 169 metas. Los Estados Miembros han convenido en tratar de alcanzarlos para 2030.

Fuente: Naciones Unidas.

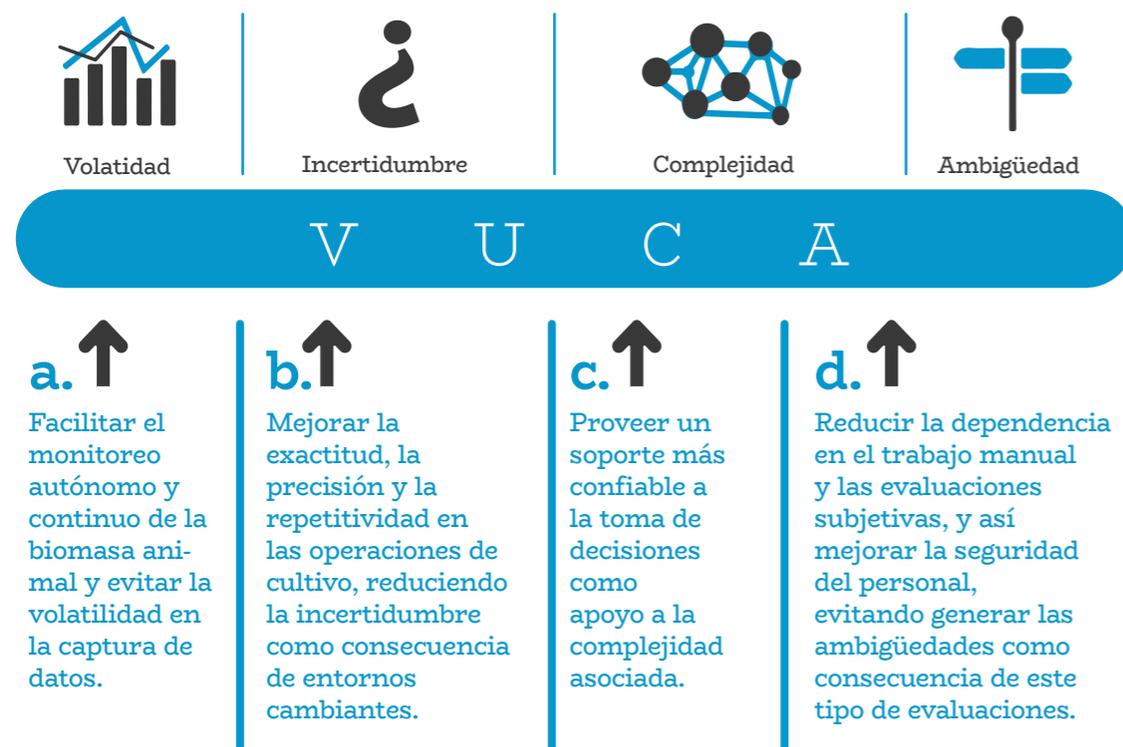
estratégica por la acuicultura, de trazar una hoja de ruta hacia la acuicultura de precisión. Es preciso aclarar qué se entiende por acuicultura de precisión para contextualizar el trabajo realizado y los resultados esperados.

La revolución tecnológica que está emergiendo en el sector agroalimentario está promoviendo cambios impensables hace apenas unos años. Las nuevas tecnologías, ampliamente transversales, están revolucionando la industria, especialmente la acuícola.

En 2018, científicos de *SINTEF Ocean*, *NTNU*, *KU Leuven* (Bélgica), *University of Melbourne* (Australia), *University of the Basque Country UPV/EHU* (España) y de la *University of New Hampshire* (EE. UU.) introdujeron el término “*Precision Fish Farming*” (PFF) con el objetivo de aplicar los principios de la ingeniería de control a la producción de peces, para mejorar la capacidad del productor para monitorear, controlar y documentar los procesos biológicos en los centros de producción. Sus objetivos generales, que pueden ser adaptados a un entorno VUCA, (gráfico 2) son los siguientes:



**Gráfico 2.**  
Elementos de VUCA: volatilidad, incertidumbre, complejidad y ambigüedad.



Recientemente se ha reformulado el alcance de la **acuicultura de precisión**, pues además de aplicar los principios de la ingeniería de control a la producción para dirigir a los productores a un mejor monitoreo, control y documentación de los procesos biológicos en los centros de producción, se han incorporado herramientas como la visión por computadora para monitoreo de animales, herramientas de monitoreo ambiental y red de sensores, robótica y finalmente herramientas de interpretación y decisión de datos. A través del Internet de las Cosas (IoT), los sistemas ciberfísicos se comunican y cooperan entre sí y con los humanos en tiempo real, tanto internamente como a través de los servicios organizacionales ofrecidos y utilizados por los participantes de la cadena de valor. Para aumentar la producción y mejorar la calidad del producto y los problemas de bienestar animal, es cada vez más importante monitorear y controlar el proceso de producción.



**“Precision Fish Farming” (PFF), término referente a la aplicación de los principios de la ingeniería de control a la producción de peces, para mejorar la capacidad del productor para monitorear, controlar y documentar los procesos biológicos en los centros de producción.**

El concepto **“smart farm”** se impone, de modo que tecnologías altamente eficientes y efectivas como los sistemas RAS (recirculación) se convierten en estratégicos para el desarrollo del sector. La competencia por los espacios naturales y la necesidad de salvaguardarlos nos está proporcionando una nueva forma de entender la acuicultura *off-shore*, a la que se incorporan elementos como la automatización, la robotización o el uso de drones para el control de las poblaciones. Los programas de innovación aplicados a la salud y la alimentación están proporcionando nuevas fuentes de materias primas y productos biológicos altamente eficaces, como vacunas de nueva generación.

Todos estos elementos se integran en plataformas de gestión de datos complejas, ayudadas por la inteligencia artificial y la cada vez más extendida IoT. El volumen de datos que hay que procesar se soporta en el análisis de la big data dando lugar a aplicaciones que integran la parte biológica, técnica, económica y social.

La integración de todos estos conceptos y tecnologías emergentes nos acercan a un nuevo modelo de acuicultura donde todo está conectado y donde se persigue implementar una acuicultura de precisión como enfoque esencial para la mejora de la producción y el incremento de la competitividad sectorial. Esta se basa en la gestión de la salud y el bienestar de los animales, la mejora de la alimentación mediante el uso adecuado de los recursos y la sostenibilidad ambiental, principalmente, pero sin descuidar aspectos esenciales como son los nuevos desafíos biológicos, económicos, sociales y ambientales para garantizar la soberanía y la seguridad alimentaria de una población en crecimiento continuo y que demanda proteína procedente de los recursos acuícolas.●



Parte **2**

**ASPECTOS,  
METODOLÓGICOS  
Y OBJETIVOS**

# Aspectos metodológicos y objetivos

El principal objetivo de este proyecto es contribuir a la transición de la acuicultura tradicional hacia la acuicultura de precisión en el sector acuícola del Perú, para la mejora de su competitividad y sostenibilidad.

Para lograrlo se plantea la elaboración de una hoja de ruta alineada con las tendencias actuales y adaptada a la realidad del sector peruano en cuanto a diversidad de especies, áreas geográficas y capacidades tecnológicas e industriales.

El éxito de la hoja de ruta dependerá de un adecuado diagnóstico, cuya característica fundamental es su carácter participativo. Solo si los diferentes agentes participan en el proceso de forma activa se logrará un resultado viable que será reconocido y apropiado por todos. Por tanto, tendrá un impacto positivo en el desarrollo sostenible del sector y en la mejora de la calidad de vida de las personas de los territorios involucrados.

En este caso, se ha aplicado un enfoque adaptado y basado en las diversas metodologías actualmente utilizadas en el mundo de la innovación tecnológica, donde se buscan aproximaciones integrales que incluyan una alta participación de actores privados, públicos y académicos. Se destacan dos momentos críticos en el desarrollo de la planificación estratégica:

... El establecimiento del punto de partida mediante la identificación de los requisitos sectoriales y las principales brechas y oportunidades.

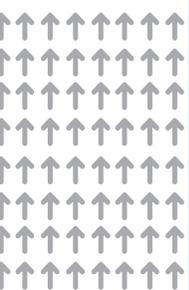
... La creación de una hoja de ruta orientada a solucionar los retos y los recursos necesarios.

Gráfico 3.  
Plan de trabajo propuesto para esta consultoría.



→ → → →

**El éxito de la hoja de ruta dependerá de un adecuado diagnóstico, cuya característica fundamental es su carácter participativo.**

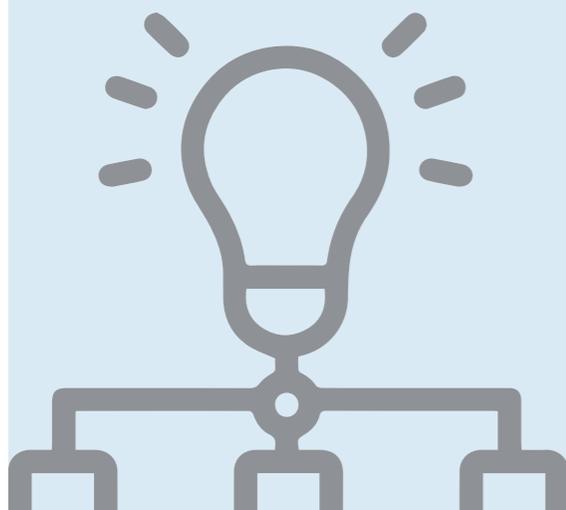


Para el establecimiento del punto de partida se aplicó la metodología basada en la identificación y el análisis de tres aspectos fundamentales:

## 1. Identificación de los actores clave:

Se ha realizado un mapa de grupos de interés que servirá para conocer en mayor profundidad aquellos agentes a nivel nacional e internacional que puedan tener una mayor o menor influencia en la transición del sector hacia la acuicultura de precisión.

Como soporte se ha utilizado el trabajo realizado previamente en el “Estudio de desarrollo tecnológico de peces marinos” y la lista de comprobación contrastada con el **PNIPA**.



## 2. Talleres participativos con los principales agentes implicados:

Para la adecuada ejecución de este análisis se han realizado cuatro talleres participativos con los principales agentes del sector.

**Gráfico 4.**  
Plan de trabajo propuesto para esta consultoría.

- Taller participativo en la sierra: **Puno.**
- Taller participativo en la Amazonía: **Tarapoto.**
- Taller participativo en la costa: **Tumbes.**
- Taller participativo y recopilatorio: **Lima.**

Fuente: elaboración propia.

Se ha asegurado que en los talleres exista representación de los actores de la cuádruple hélice: administración pública, investigación, sector privado y comunidades. Este



Dinámicas de trabajo para la identificación de objetivos y brechas.

es un aspecto clave para la sostenibilidad de la hoja de ruta, así como conseguir la participación y compromiso de todos los grupos de interés, pues se asegura que las acciones que se definan estén alineadas con sus necesidades y expectativas.

En los talleres se ha presentado, como contextualización y punto de partida para el trabajo, el estado del arte de las tendencias en la acuicultura de precisión a nivel mundial. Mediante la aplicación de la metodología del *design thinking*, se logra realizar un trabajo participativo de identificación de las competencias y capacidades actuales para diagnosticar las brechas existentes, con el objetivo de incorporar las innovaciones que impacten directamente a nivel sectorial.

## 3. Análisis de la oferta y demanda tecnológica:

Se realiza a través del conocimiento previo sobre la aplicación de estas tecnologías, mejores prácticas disponibles, lecciones aprendidas y el manejo de datos de tendencias para conocer la situación en otros países acerca de la transición de la acuicultura a la industria 4.0. Así se pueden estudiar las posibilidades de aplicación en Perú.●

Parte 3

**IDENTIFICACIÓN  
DE ACTORES  
CLAVE**



# Identificación de actores clave

Con el fin de asegurar la inclusión de la percepción de todos los actores relevantes sobre el estado actual y potencial de la acuicultura peruana, se realiza un esfuerzo de identificación de los actores más relevantes, segmentándolos por grupo de interés. Este ejercicio tiene un doble objetivo: **por un lado, asegurar la inclusión de todos los aspectos relevantes que permitan un diagnóstico y hoja de ruta acertados y adecuados a Perú y, por otro lado, favorecer la apropiación de los resultados por parte del sector.**

Para hacer operativa la consulta, y ante la imposibilidad de realizar talleres con toda la comunidad acuícola, se identificó, a través de la información contenida en el Catastro Acuícola Nacional del Ministerio de la Producción (Produce), la existencia de más de 8 900 derechos acuícolas otorgados en el ámbito continental y 499 en el ámbito marino.

En el Catastro Acuícola Nacional, que consta de 47 capas de información, una de las más interesantes para nuestro diagnóstico es la que determina al sector productor según la tipología de los derechos acuícolas formalmente otorgados. Se identificaron tres categorías:

→ → →  
**Las categorías AMyGE y AMyPEs de mayor producción, representan a las empresas con acceso a mayor tecnología y serían potencialmente las indicadas para dar el salto hacia la acuicultura de precisión.**



## 1. →

### Acuicultura de Recursos Limitados (Arel)

Identifica a aquellas explotaciones que responden al autoconsumo o autoempleo y presentan una producción inferior a las 3.5 t/año. Según el catastro, corresponden a 5 600 explotaciones, es decir el 64 % de los derechos acuícolas vigentes.

## 2. →

### Acuicultura de Micro y Pequeña Empresa (Apyme)

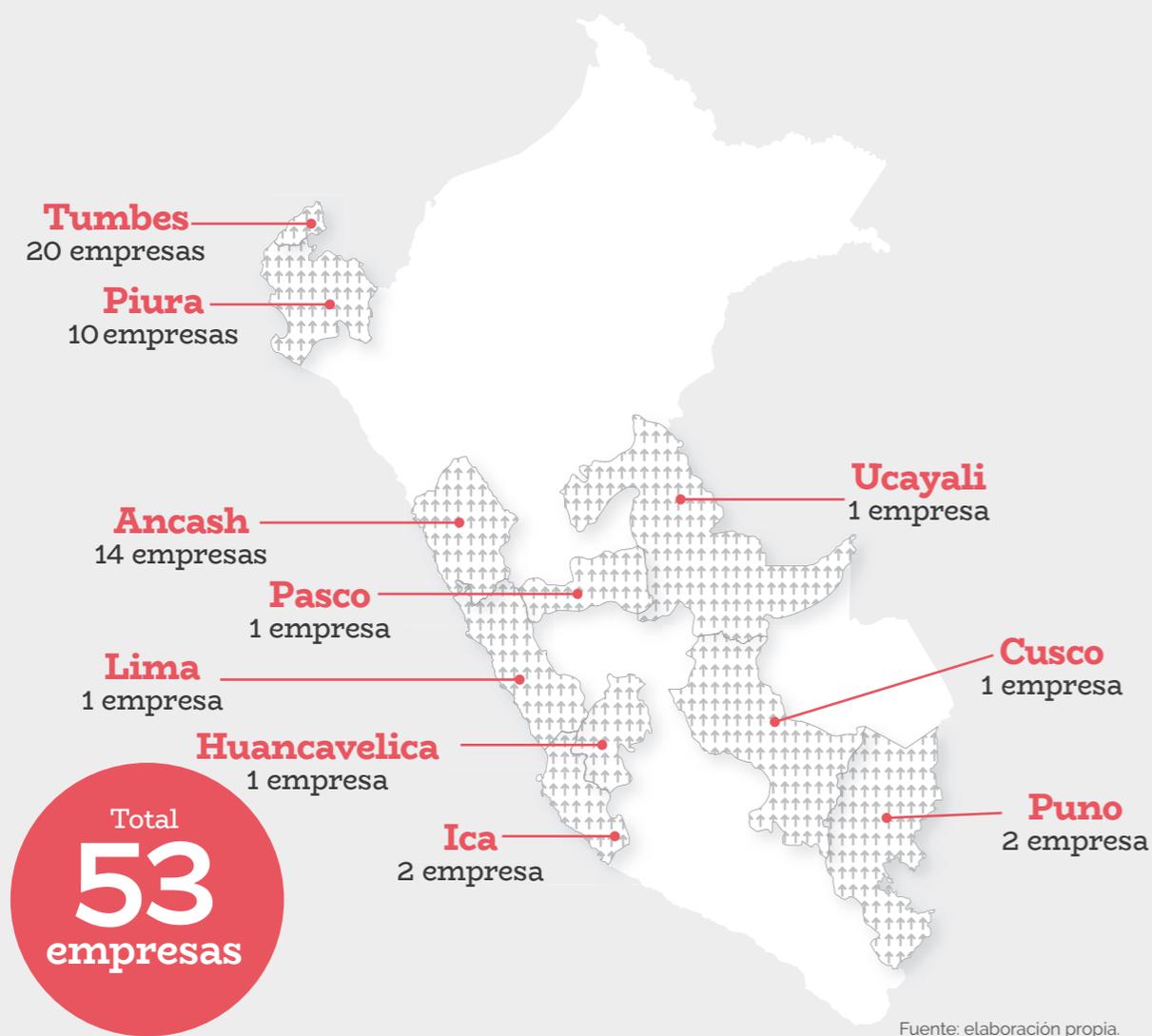
Son explotaciones con una producción superior a las 3.5 t/año y hasta un máximo de 150 t/año. Estas empresas han sido esenciales en los talleres y necesarias para un adecuado diagnóstico. Según el catastro, se otorgaron unos 3 300 derechos bajo este concepto en Perú, lo que correspondía a un 37 %.

## 3. →

### Acuicultura de Mediana y Gran Empresa (Amyge)

Son explotaciones con producciones superiores a las 150 t/año. Expresamente han sido contactadas en las regiones en las que se han desarrollado los talleres, por ser empresas tractoras de la producción y la economía, así como potenciales líderes del cambio tecnológico. Existen 54 empresas identificadas en el catastro. Las visitas técnicas corresponden a esta categoría.

**Tabla 1**  
Número de empresas acuícolas de mediano y gran tamaño según la consulta del Catastro Nacional Acuícola.



→ → → →  
**Las empresas ubicadas en Piura, Puno y Tumbes representan el 60 % del total de las Amyge.**

Las actividades de Acuicultura de Micro y Pequeña Empresa (Apype) y Acuicultura de Mediana y Gran Empresa (Amyge), aunque porcentualmente son minoritarias, representan a las empresas potencialmente usuarias de tecnología y son las mejor preparadas para el salto hacia la acuicultura de precisión. Por este motivo, se las ha considerado, especialmente, como empresas objetivo para este diagnóstico

**Tabla 2**  
Representación porcentual de los agentes de la cadena de valor identificados en los estudios precedentes

Actores	Número de instituciones
Privado	28%
Estado	22%
Academia	17%
Productor acuícola	12%
N/I	8%
Sociedad civil	5%
ONG	4%
Pública	2%
Proveedor de servicios	2%
Procesadora	1%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

Fuente: elaboración propia.

están representadas como agentes clave de la cadena de valor. Las empresas ubicadas en Piura, Puno y Tumbes representan el 60 % del total de las Amyge.

**Para poder tener una amplia representación de la cadena de valor de la acuicultura peruana, se seleccionaron e invitaron a más de 500 representantes de la cadena de valor de la acuicultura**, a fin de que estuviesen representados todos aquellos que pudieran tener un considerable impacto en la transición de la acuicultura tradicional hacia una acuicultura 4.0. Los agentes identificados responden a las características de cada una de las regiones en las que se han realizado los talleres.

Teniendo en cuenta lo anteriormente descrito, se han considerado para este diagnóstico

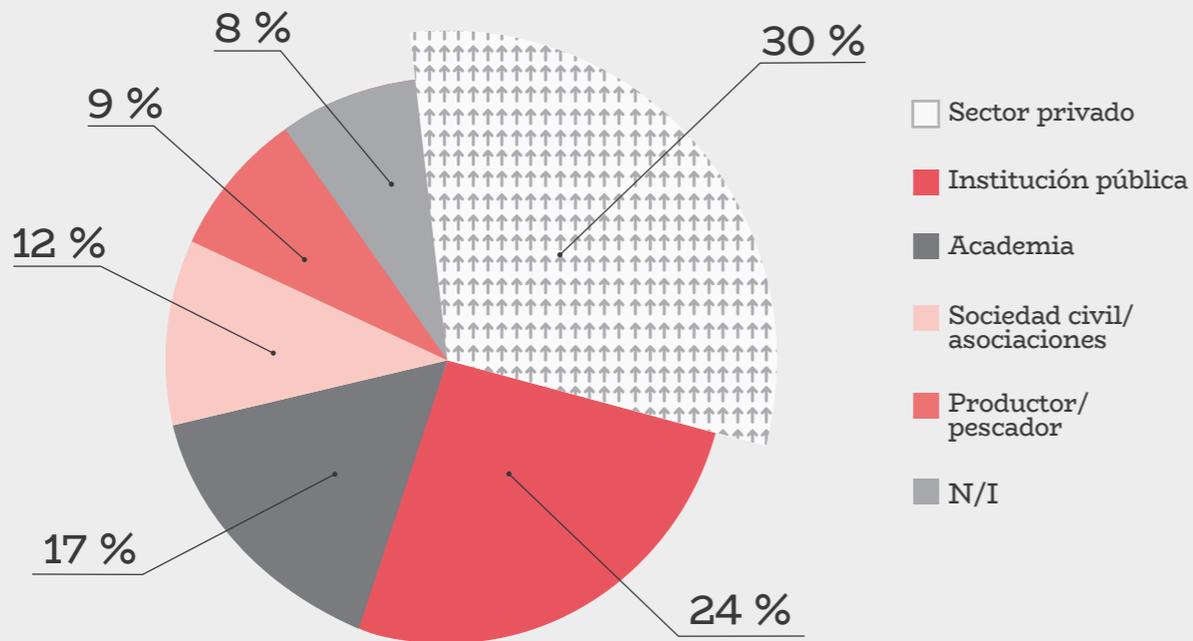
468 agentes de la cadena de valor de la acuicultura peruana.

Desde el análisis estadístico se observa que el sector privado es el principal representado con un 28 % (en este grupo hay mucha transversalidad y una alta representatividad de la cadena de valor acuícola), el Estado en segundo lugar con un 22 %, la academia con un 17 % y los productores acuícolas con un 12 %.

Este resultado es consecuencia de la distribución de las respuestas y la frecuencia, no representa más que a los productores específicamente contactados asociados a las regiones determinadas. Estos cuatro agentes representan el 78 % de todos los identificados. A continuación, encontramos un porcentaje significativo.



**Gráfico 5.** Redefinición de la cadena de valor en 6 eslabones representativos del tejido acuícola peruano.



Fuente: elaboración propia.

Tal vez lo más destacable es que en total se encuentran representadas unas 230 organizaciones, lo que permite entender la elevada diversidad que existe en Perú y el interés en contribuir a generar el mejor de los escenarios de futuro posible en la acuicultura.

Para poder realizar un análisis de los actores clave se ha redefinido la cadena de valor en seis eslabones que integran a los anteriores, quedando **representados el sector privado no productor (30 %)**, por **las instituciones públicas (24 %)**, la academia que incluye universidades, institutos de **investigación y centros de formación (17 %)**, la sociedad civil que incluye asociaciones, ONG, **fundaciones, consorcios y colegios profesionales (12 %)**, el sector de la producción primaria incluyendo **pescadores (9 %)**, en otros:

Se observa una sobrerrepresentación de las instituciones públicas en detrimento del mundo académico, sin embargo, esta aparente desviación es consecuencia de la definición como institución pública de organismos que tienen un doble papel y que

- **Procesadores**
- **Transformadores**
- **Comercializadores del producto y no asignados (8 %).**



Una importante consideración a destacar es la reducida presencia de la mujer en los diversos eslabones de la cadena (28 %). El bajo porcentaje de representación de la mujer se concentra en tres de los principales eslabones de la cadena de valor:

**27 %**  
en la administración pública,

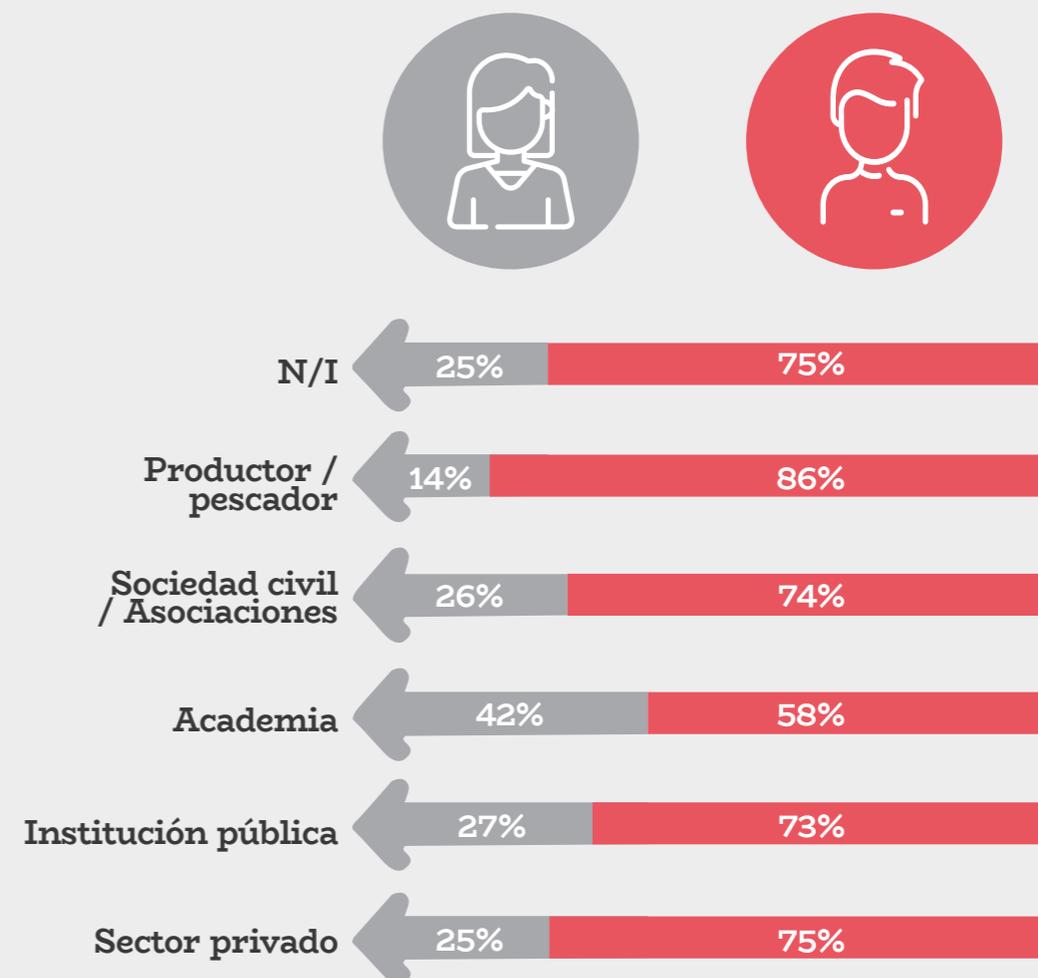
**25 %**  
en el sector privado de servicios, principalmente.

Tal vez el **14 %**  
de la producción o pesca responde a unos condicionantes socioculturales evidentes, aunque de forma positiva destaca la representación académica con un 42 %.

realizan una función investigadora y académica muy considerable en el país. Es el caso de instituciones como el **Imarpe, los CITES del ITP o el IIAP**, con presencia y peso regional especialmente destacable. En conjunto, consideramos el mapa de actores identificado como una representación adecuada y coherente del tejido existente en el país, y de alto valor por su conocimiento en profundidad de la realidad acuícola.

Esta situación, que impacta directamente en uno de los principales objetivos de los ODS: punto 5 Igualdad de género, debe tenerse en cuenta para la elaboración adecuada de la hoja de ruta y para el futuro desarrollo de la mejora de la acuicultura, ya que contribuye significativamente a la reducción de la desigualdad (punto 10 de los ODS), generando trabajo decente y crecimiento económico (punto 8 de los ODS).●

**Gráfico 6.**  
Presencia de la mujer en la cadena de valor acuícola peruana.



Fuente: elaboración propia.



Parte 4

**PARTICIPACIÓN  
EN LOS  
TALLERES**

# Participación en los talleres

Asistieron a los talleres participativos 120 personas (26 % de los agentes identificados) con una distribución similar a la definición de actores en la cadena de valor, los que representan a 64 instituciones (28 % de las instituciones identificadas).

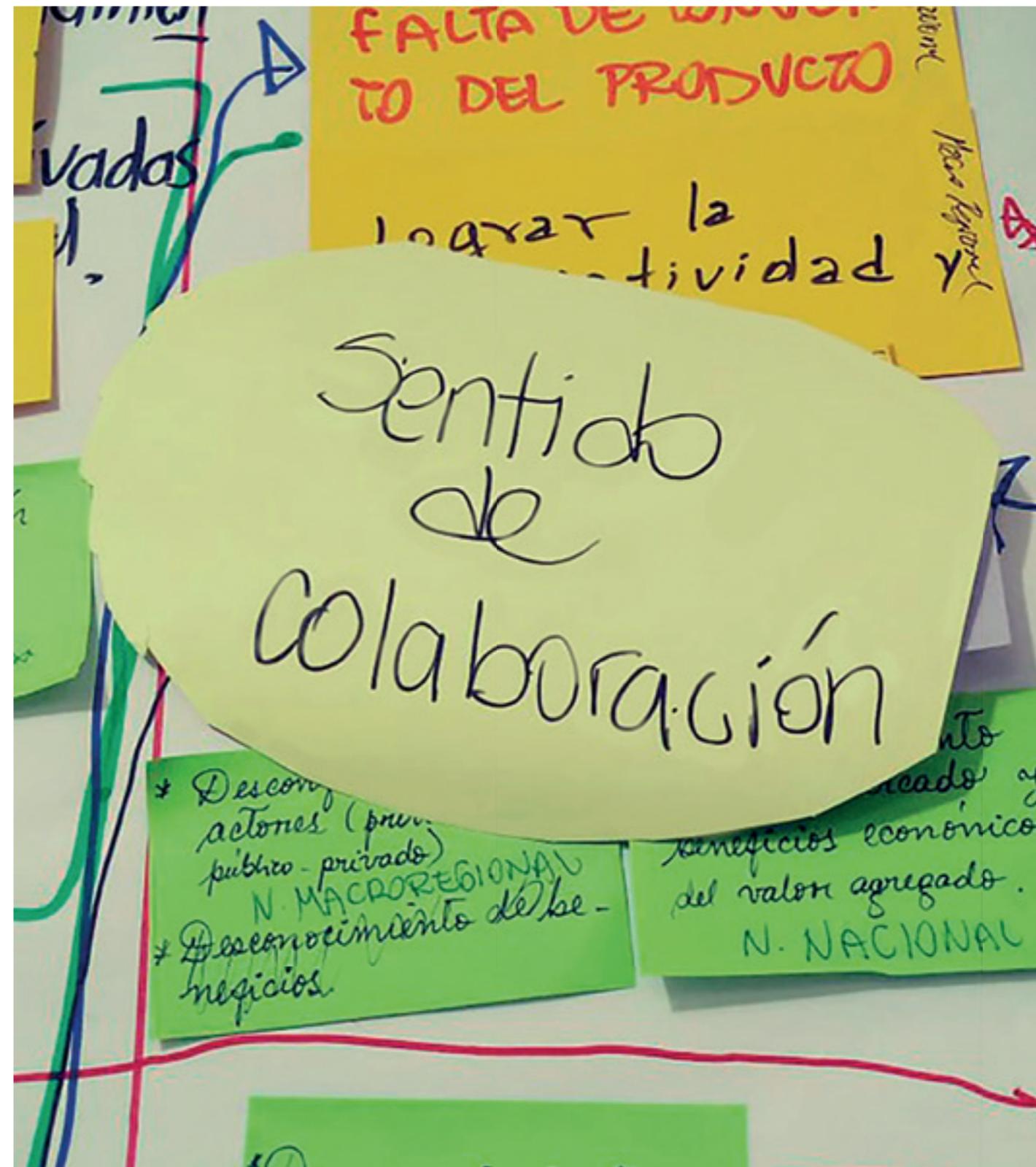
Cabe resaltar, que este es un indicador positivo del interés y expectativas del sector percibido como una actividad econó-

mica, social y ambiental viable; y de forma específica respecto a la necesidad real de la hoja de ruta y su aplicación objeto de este ejercicio, alienta la alta participación en todos los talleres; la que se mide considerando el número de asistentes (en proporción al desarrollo acuícola del área) y su involucramiento en los talleres, considerando sus intervenciones y aportes, siendo mayoritariamente muy proactivos y con un grado de responsabilidad y participación altamente considerables.●

**Tabla 3.** Número de asistentes a los diferentes talleres y porcentaje representativo de la cadena de valor

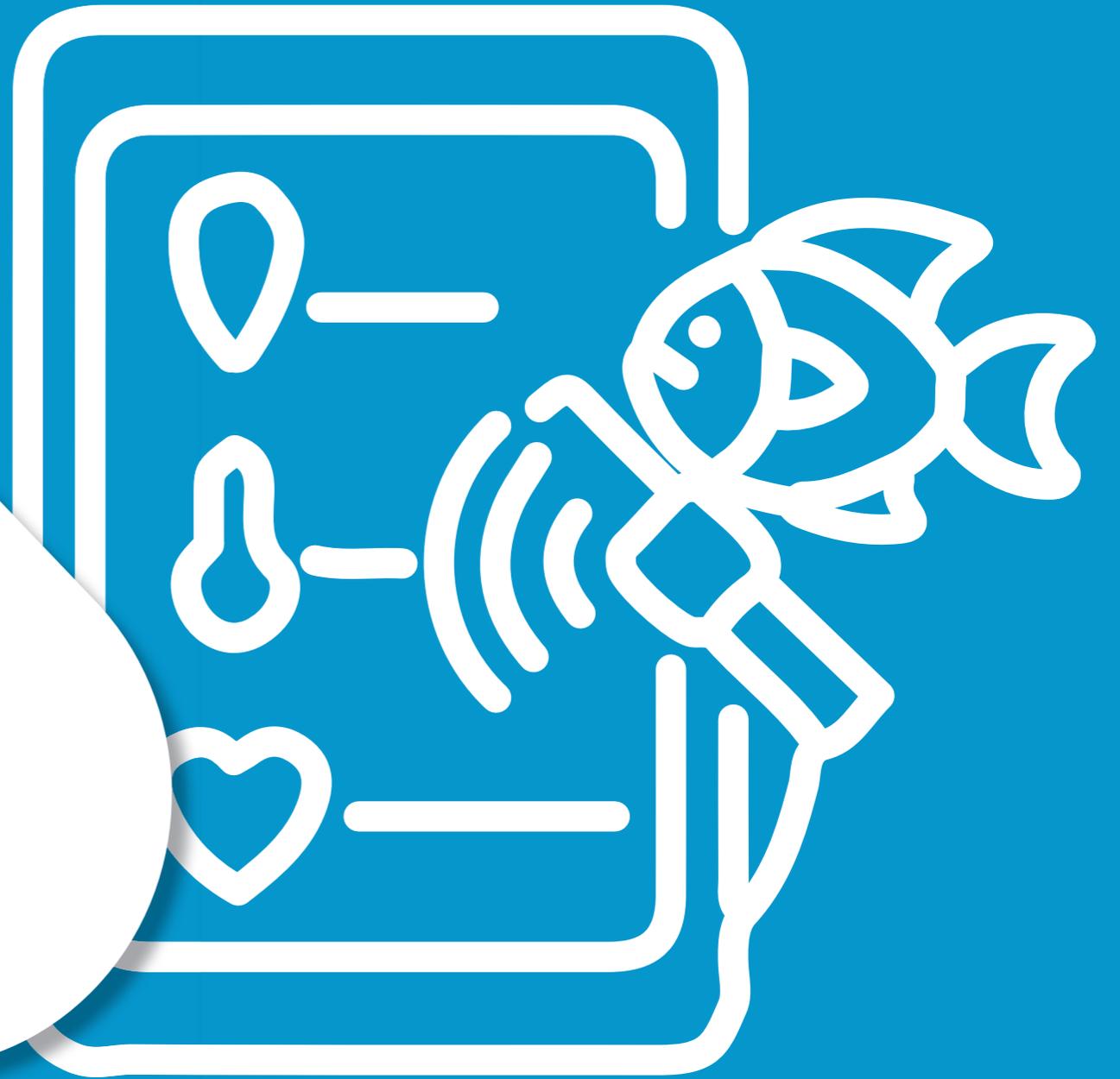
Asistentes	Talleres						%
	Lima	N/I	Puno	Tarapoto	Tumbes	Total	
Cadena valor							
Sector privado	11	3	12	2	5	33	28%
N/I				6	26	32	27%
Institución pública	11		7	5	6	29	24%
Academia	3		5	1	1	10	8%
Sociedad civil/ asociados	2	1	2		4	9	8%
Productor/ pescador			3		4	7	6%
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>4</b>	<b>29</b>	<b>14</b>	<b>46</b>	<b>120</b>	

Fuente: elaboración propia.



Parte 5

**ANÁLISIS  
DE OFERTA  
TECNOLÓGICA**



# ↑↑↑↑↑↑↑↑ **Análisis de oferta tecnológica**



SEA

SEA

**C**on miras a la agenda del 2030, estos son algunos de los principales objetivos del desarrollo sostenible que se proponen:

- Poner fin al hambre a nivel mundial.
- Conseguir la seguridad alimentaria.
- La mejora de la nutrición.
- Promover una acuicultura sostenible.

Es evidente que asumir estos retos requiere una extraordinaria capacidad predictiva y tomar decisiones diversas y complejas, pero lo que se necesita es la aplicación e incorporación de los avances científicos y tecnológicos más adecuados, para que se produzca la transformación de un sector considerado estratégico a nivel mundial y con un elevado impacto en la sociedad.

Existen muchos organismos que formulan recomendaciones para que dispongamos de un sistema alimentario productivo, sostenible, resiliente, saludable, responsable y de acceso universal. Las principales recomendaciones insisten en la necesidad de reforzar la investigación en las técnicas y tecnologías que permitan una producción más respetuosa con el entorno, mediante el fomento de una acuicultura de precisión y las tecnologías de la información y comu-

nicación (TIC) para asegurar una gestión óptima de los recursos. También se recomienda reforzar las herramientas e instrumentos de transferencia y asesoramiento al sector productor con el fin de incrementar la eficiencia en la gestión de los principales insumos: agua, energía, alimento, productos sanitarios y suministro de semillas y larvas de calidad; sin olvidar el principal capital y fuerza de la innovación, las personas.

A través del conocimiento ya existentes sobre la aplicación de estas tecnologías, mejores prácticas disponibles, lecciones aprendidas y el manejo de datos de tendencias para conocer la situación en otros países de la transición de la acuicultura a la industria 4.0 así como para estudiar las posibilidades de aplicación en Perú, se ha realizado este análisis de oferta tecnológica, algo que se está desarrollando en otros sectores para mejorar la productividad, o de forma más simple, aplicar medidas innovadoras que nos ayuden a reducir tareas manuales repetitivas.

→ → → →  
**Las principales recomendaciones insisten en el fomento de una acuicultura de precisión y las tecnologías de la información y comunicación (TIC).**

→ → → →  
**Los sistemas de teledetección, robótica y sistemas automáticos, redes de sensores y control de instalaciones, sistemas de identificación y de trazabilidad son la vanguardia de la acuicultura de precisión.**

El concepto de granja inteligente (*smart farm*) se impone, y tecnologías altamente eficientes y efectivas se convierten en estratégicas para el desarrollo del sector acuícola. Se basan principalmente en el uso intensivo de tecnologías TIC y de la aplicación de sistemas automáticos para mejorar la productividad, pero también la calidad de la producción, factor determinante para generar valor añadido.

A lo largo del proceso de consulta participativa se han identificado diversas brechas y desafíos —demandas—, a las cuales puede responder la oferta tecnológica actualmente disponible, en parte o en su totalidad. A modo de ejemplo, se destacan algunas.

Se ha constatado que existe en Perú en todas las granjas de las diferentes especies una demanda del conocimiento exacto de las instalaciones, de los centros de producción y de los cuerpos de agua actualmente en uso, en una acuicultura desarrollada hoy por un porcentaje considerablemente informal. También se ha verificado, acerca del uso del recurso hídricolas y las dificultades de gestionarlo adecuadamente. Este problema se experimenta de forma generalizada en la agricultura, y la propuesta de la **aplicación de los sistemas de teledetección** por satélite o el uso de drones están posibilitando la obtención de multitud de parámetros, como por ejemplo, diagnósticos sobre el uso de los espacios.

**Gráfico 7.**  
 Imagen de la web del ACUAVISOR con la información relevante



Fuente: ACUAVISOR, 2020.

→ **Un ejemplo muy destacable es Acuavisor, un visor cartográfico que integra información relevante para el desarrollo de la acuicultura española**, al tiempo que apoya las actuaciones de planificación espacial, mediante el uso de sistemas de información geográfica (SIG), proporcionando información precisa combinándola con GPS.

→ **Otro de los puntos álgidos es la necesidad de incorporar tecnología disruptiva como robótica, drones y sistemas automáticos asociados a las tareas rutinarias**, tanto en instalaciones en tierra como criaderos o en el exterior; por ejemplo, los centros de engorde, tanto extensivos como intensivos.

Estas tecnologías se están empezando a aplicar en la acuicultura mediante la combinación de diversas técnicas, en las que se incluyen el procesamiento de imágenes y la inteligencia artificial, así como el diseño de algunos robots para la limpieza de instalaciones o reconocimiento del estado sanitario de los animales.

→ **Un ejemplo reciente se refiere a la cooperación que se ha producido entre dos tipos de agentes de la cadena de valor** (generadores de *software* y productores) en la plataforma Aquabyte; donde han usado herramientas de análisis de imagen para monitorear la presencia de parásitos en el



→ → → →  
**Los nuevos sistemas RAS son cada vez más eficaces y eficientes.**

salmón, mediante uso de algoritmos que se sustentan en tecnologías de machine learning, proporcionando un análisis del estado de la población, gestión de la alimentación y una optimización de la producción.

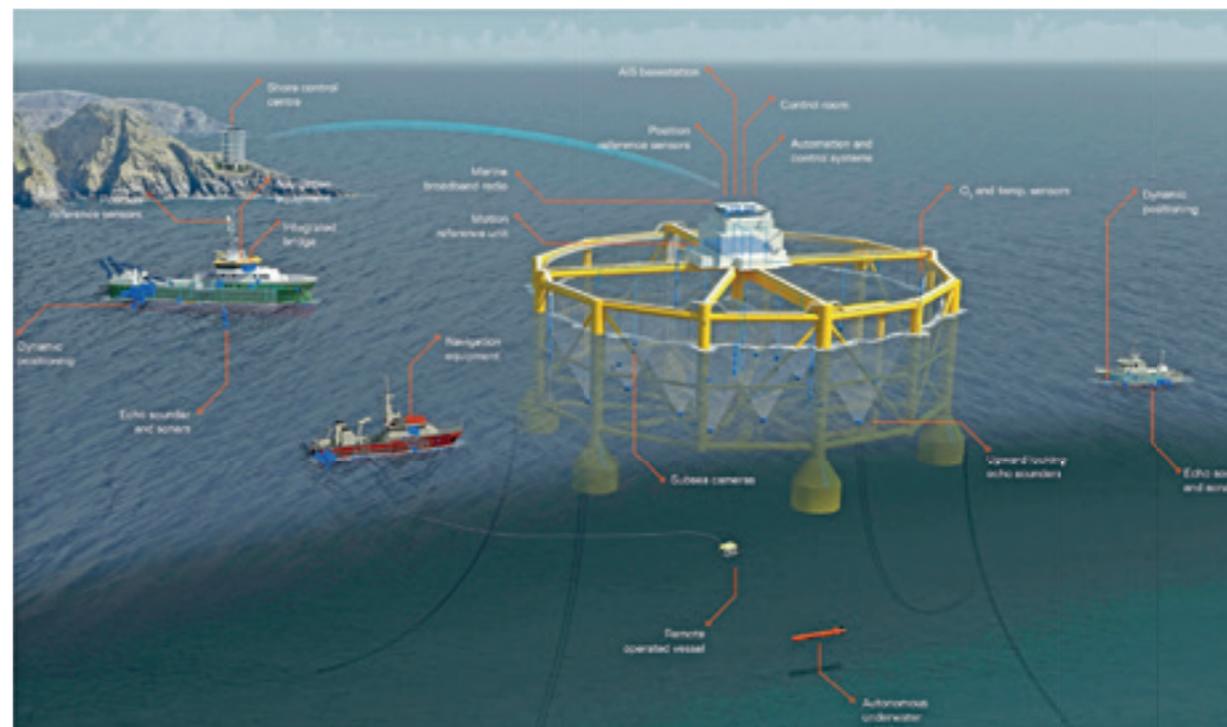
→ Otro interesante y reciente ejemplo es el de **CayeEye**, que a través de un sistema hidroacústico efectúa una medición objetiva del apetito de los peces y sus hábitos alimenticios, proporcionando soluciones a través del análisis del comportamiento de los peces para gestionar la alimentación.

→ La incorporación de redes de sensores y control de instalaciones es otro de los grandes campos de actuación, ya que la

información captada, en muchas de las ocasiones mediante sistemas IoT de acceso remoto, hace posible el monitoreo continuo de los principales parámetros como la temperatura, salinidad, nivel de oxígeno, calidad y cantidad del agua, pH, niveles de CO<sub>2</sub>, nutrientes, cantidad de fitoplancton: el análisis y el procesamiento de estos datos mejora nuestra capacidad de análisis, proporciona herramientas útiles para la toma de decisiones e incluso permite actuar con acceso remoto.

→ Un ejemplo más es el programa de seguimiento de la calidad de las aguas, moluscos y fitoplancton tóxico de las zonas de producción de marisco del litoral catalán (**PSQAM**) que ejecuta el Programa de Aguas Marinas y Continentales del Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentarias (IRTA, por sus siglas en catalán) por encargo de la Dirección General de Pesca y Asuntos Marítimos (DGPAM) de la Generalitat de Cataluña. Mediante este programa, ejecutan el Reglamento (CE) 854/2004, en relación con los controles oficiales relativos a los moluscos bivalvos vivos procedentes de las zonas de producción clasificadas. Actualmente, este programa se ha adaptado a otro de los grandes retos estratégicos que no permiten demora: el impacto y la gestión del cambio climático en zonas altamente sensibles y vulnerables y que, generalmente, suelen tener una elevada asociación a las zonas de producción acuícola, y lo está haciendo, incorporando redes de sensores y drones para el análisis espacial.

**Gráfico 8.** El primer proyecto de desarrollo acuícola 'en alta mar' del mundo recibe luz verde del gobierno noruego.



→ Otra iniciativa es **SmalleTechnologies**, socio del Clúster **Acuiplus**, especialista en sensorica que está desarrollando productos y servicios para monitorear a las piscifactorías en tiempo real, incorporando variables como el control de la temperatura del agua, nivel de oxígeno disuelto, corrientes, salinidad, pH y otros parámetros asociados. Estos productos permiten una mejora en la gestión y posibilitan la toma de decisiones que impactan en la productividad. Los datos son accesibles a través de cualquier dispositivo y altamente configurable.

→ Los sistemas de identificación y de trazabilidad proporcionan confianza en la cadena de producción y valorizan el producto. Se pueden encontrar sistemas sencillos, pasivos y de bajo costo que proporcionan lecturas determinadas. También se encuentran sistemas que se asocian a sensores de temperatura, pH, humedad, gases e incluso geoposicionamiento; los que ofrecen identificaciones inequívocas, por ejemplo, en la gestión de reproductores mediante chips o asignación de referencias del producto comercializado (sistemas RFID), garantizando etiquetados

**Tabla 4.** Resumen de las diferentes tecnologías de observación y sistemas de actuación aplicadas a la industria acuícola.

Sistemas de observación		Centro de gestión	Sistemas de actuación	
<b>Sistemas de información</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teledetección por satélite</li> <li>• Drones</li> <li>• Fotometría</li> <li>• Cartografía</li> <li>• SIG</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura, oxígeno, gases</li> <li>• Iluminación</li> <li>• Vídeo control</li> <li>• Parámetros</li> </ul> 	<b>Centro de control procesamiento de la información y toma de decisiones</b>	<b>Actuaciones en granjas y centros de producción</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatura</li> <li>• Oxígeno</li> <li>• Gases totales</li> <li>• Ph</li> <li>• Amonio</li> </ul>	
<b>Sistemas de sensorización</b>			<b>Producción animal</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de la alimentación</li> <li>• Control de la salud</li> <li>• Geolocalización</li> <li>• Tamaño de instalaciones</li> </ul>	
<b>Redes de comunicación</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sin hilos (RF, óptica)</li> <li>• Fibra óptica</li> <li>• IoT</li> <li>• GPS</li> </ul>			<b>Drones</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recogida de muestras</li> <li>• Dispensación (insumos)</li> <li>• Dispensación (tratamientos)</li> <li>• Seguimiento</li> </ul>	
			<b>Robotización</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de instalaciones</li> <li>• Distribución de alimentos</li> <li>• Distribución de tratamientos</li> <li>• Preparación de terrenos</li> </ul>	
			<b>Gestión productiva</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestión de reproductores</li> <li>• Gestión del stock</li> <li>• Gestión de insumos</li> </ul>	
			<b>Gestión energética</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Control del agua</li> <li>• Fotovoltaica</li> <li>• Eólica</li> <li>• Eléctrica</li> </ul>	

Fuente: adaptación de la industria agrícola y ganadera.

con código único. Estos sistemas se están utilizando actualmente en la gestión sanitaria y la trazabilidad de la seguridad alimentaria en toda su cadena.

→ **Un ejemplo más es el de Precintia**, otra empresa socia del Clúster Acuiplus especializada en la fabricación de precintos y sistemas de seguridad en una amplia gama de industrias, especialmente en el ámbito de la alimentación. Recientemente ha incorporado tecnología *blockchain* al mundo de la pesca y la acuicultura para proporcionar servicios de denominación de origen, trazabilidad y control de calidad de las cajas de pescado desde la granja al consumidor.

→ **Los nuevos sistemas de Recirculation Aquaculture System (RAS)** son cada vez más eficaces y eficientes. El agua es mucho más que un recurso estratégico, es preciosa y necesaria; como se ha comprobado en los diversos talleres. La tecnología RAS va desde pequeños sistemas altamente sofisticados como los sistemas patentados **IRTamar™**, que representan una fusión que engloba la experiencia de un centro de investigación en la tecnología de recirculación, una empresa experta en automatización y control industrial, y otra empresa experta en soluciones técnicas para cualquier tipo de instalación hidráulica.

Pero los RAS también se encuentran asociados, y cada vez más, a grandes instalaciones productivas, consecuencia de la regulación ambiental y sanitaria o como modelo de eficiencia productiva. Todas estas aproxi-

→ → → →  
**Se acabó la necesidad de usar, exclusivamente, recursos marinos. Nuevas fuentes de materia prima empiezan a ser realidad, y algunas tienen su origen en la tecnología desarrollada para la industria acuícola.**

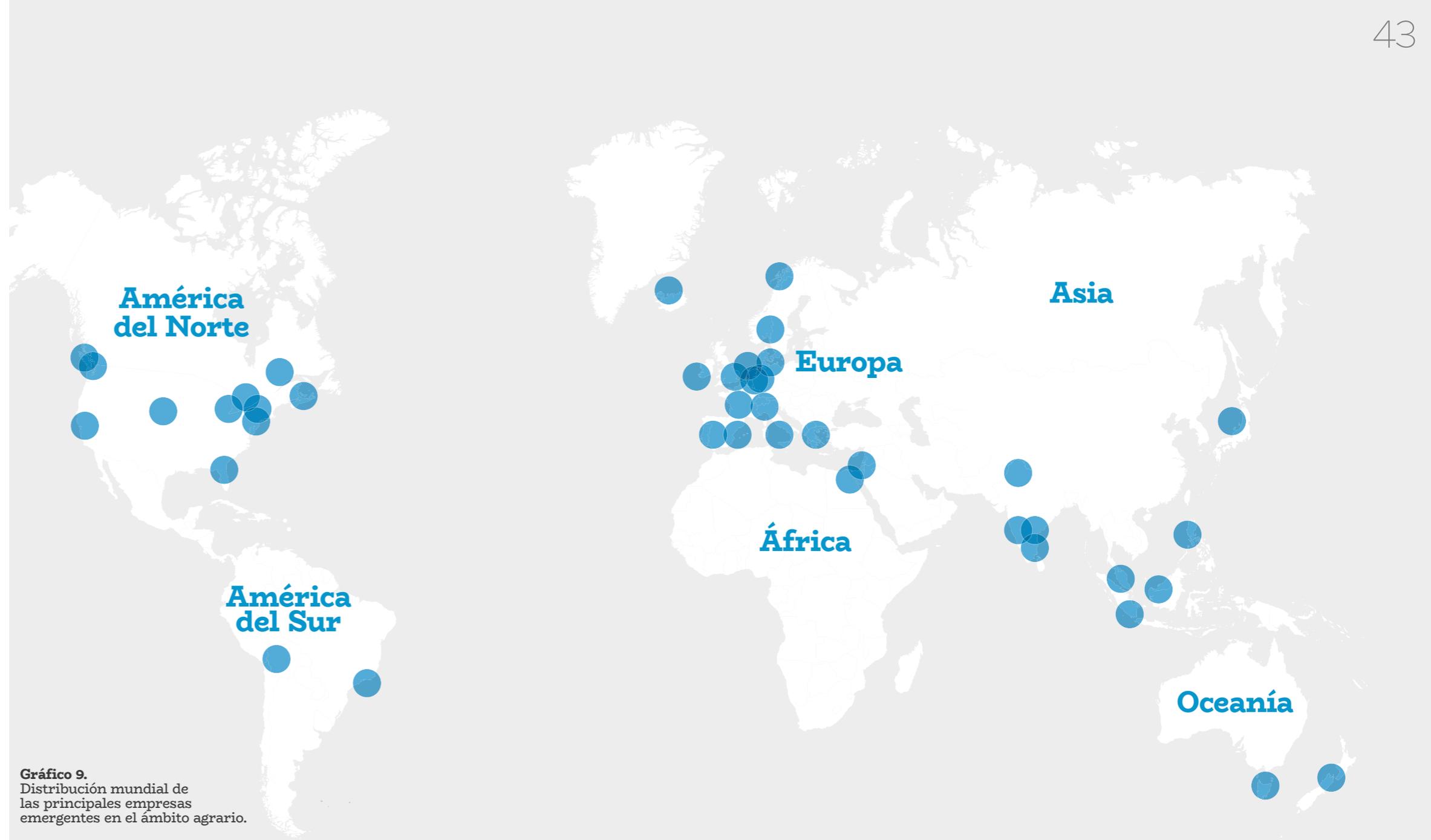
maciones pueden observarse en el ejemplo de **AquaBounty** que se define como un método de cultivo de salmón más sostenible, el método de piscicultura más ecológico: acuicultura terrestre. Si bien el cultivo de salmón en jaulas marinas es menos costoso y complejo tecnológicamente que una granja en tierra, la cría de salmón en tierra elimina muchos de los problemas ambientales asociados con las granjas en mar abierto.

Como consecuencia de una elevada competencia por los espacios y los recursos nos alejamos de la costa. La tecnología procedente de las actividades off shore está posibilitando que se den otras formas de producción. Así, evitan competir con zonas de alto valor ecológico y santuario, como son las próximas a la costa. Las iniciativas que se están llevando a cabo en países líderes como Noruega o en entornos altamente sensibles como el Mediterráneo están impulsando este tipo de alternativas. Se cuenta con experiencias como el proyecto de desarrollo de acuicultura ‘off-shore’ que recibió luz verde del Ministerio de Comercio y Pesca de Noruega y aprobó la primera concesión de desarrollo de Ocean Farming AS, con el apoyo de **Kongsberg Maritime AS**.

El análisis de la información, mucho más que el uso de grandes cantidades de datos, permite tomar decisiones en tiempo real y sincronizarlas con la realidad. Las nuevas aplicaciones de gestión integran la parte biológica, técnica y económica. Se cuenta con un gran número de ejemplos de plataformas asociadas al análisis de la información:

- 
- **Aquanetix**
  - **AquaManager**
  - **Aquatracker**
  - **SmartWaterPlanet**

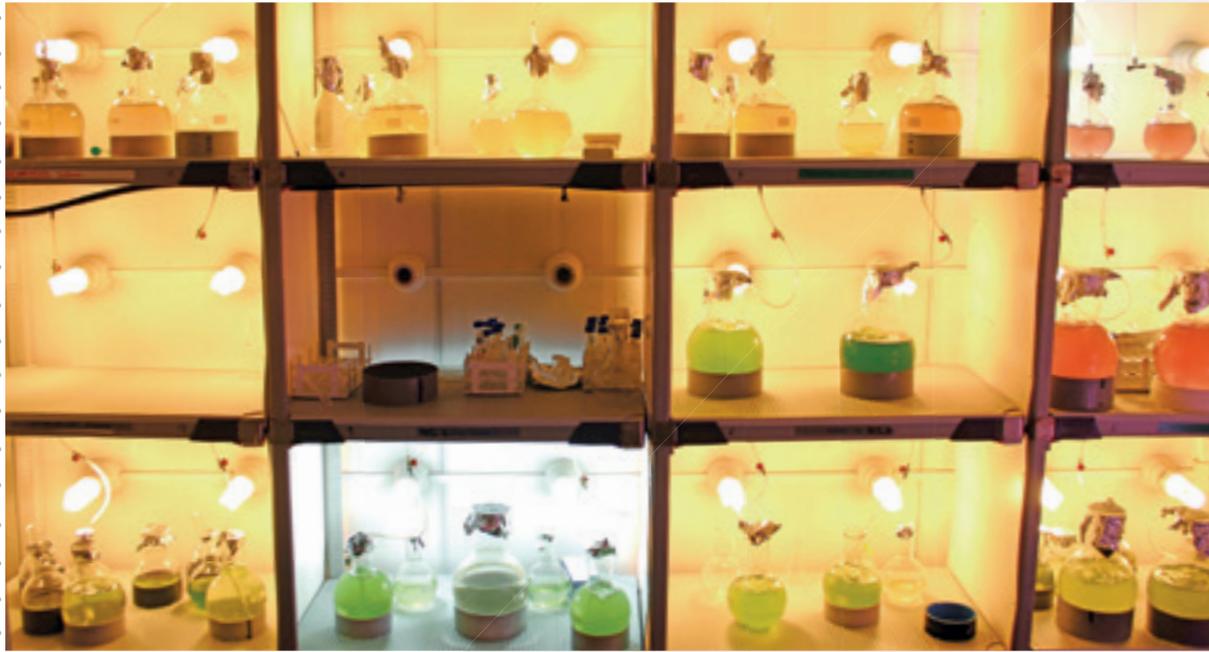
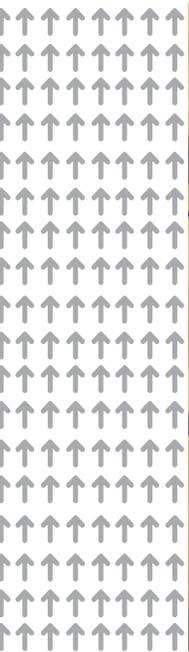
son plataformas que ofrecen soluciones integradas para la gestión de la acuicultura, integrando las tecnologías inteligentes y las innovaciones en piscicultura. De hecho, SmartWaterPlanet es la plataforma en la que está trabajando el proyecto europeo MedAID para ir un paso más allá y permitir a las empresas acuícolas comparar sus resultados en línea.



Fuente: Mapa de la distribución mundial de las empresas emergentes agrarias.



**La tecnología procedente de las actividades off shore está posibilitando que se den otras formas de producción.**



SEA

Se acabó la necesidad de usar, exclusivamente, recursos marinos. Nuevas fuentes de materia prima empiezan a ser realidad, y lo curioso es que algunas tienen su origen en la tecnología desarrollada para la industria acuícola. Biomasa algal y harinas de insectos han llegado para quedarse y reemplazar a las harinas de pescado procedentes de las actividades extractivas. **Entomo** (otro socio del Clúster Acuiplus) utiliza subproductos y residuos de la industria agroalimentaria utilizando insectos y los transforma en alimento para peces.

Todo debe aprovecharse, todo es útil y si puede tener una segunda oportunidad, es obligatorio que la tenga. La economía circular obliga a rediseñar nuevas formas de trabajo, aprovechar los desechos para nuevas fuentes alimentarias, nuevos productos biotecnológicos, y llegar al punto de emisión cercano al “cero”. Se debe entender que se

comerán otras cosas. Se están dando casos tan sorprendentes como la empresa **Fin-less Food** que está produciendo productos del mar sin tener que cultivar o cosechar peces vivos.

Los peces, moluscos o algas que se produzcan serán cada vez más eficientes, más sanos, más saludables y con un impacto menor en el ecosistema. Y para que esto suceda la edición del genoma va a abrir una puerta de la que apenas se conoce su potencialidad.

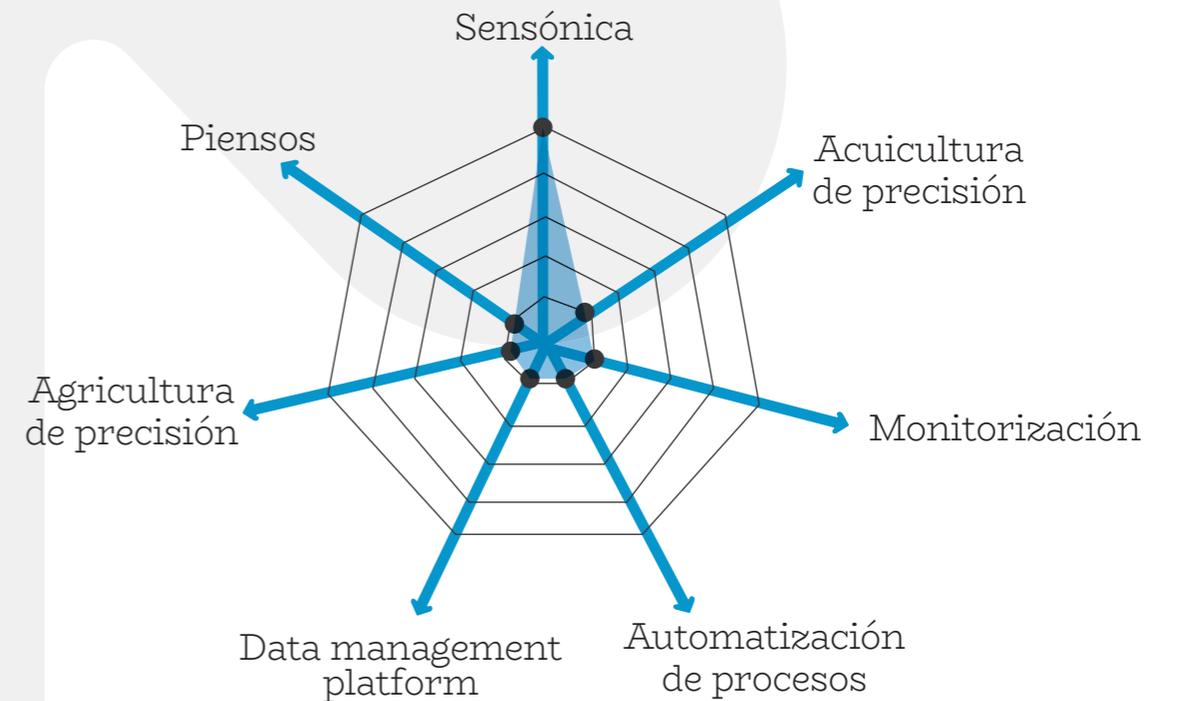
Los peces sufren y el consumidor lo percibe. El bienestar animal se medirá con sensores diversos que determinarán el control del ejercicio, el efecto de la alimentación, la salud y el sacrificio.

La seguridad alimentaria, en toda su extensión, debe garantizar un mundo sin hambre.

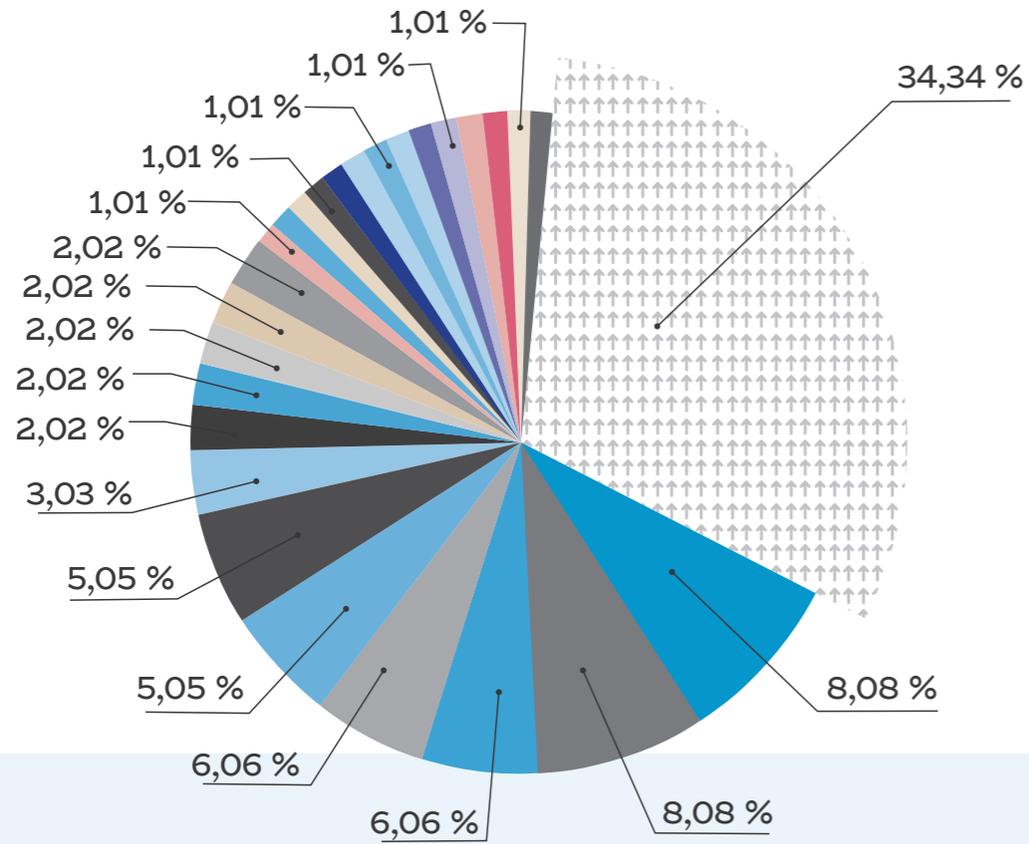


SEA

**Gráfico 10.** Áreas de especialización de las start-ups analizadas y la importancia de la acuicultura de precisión.

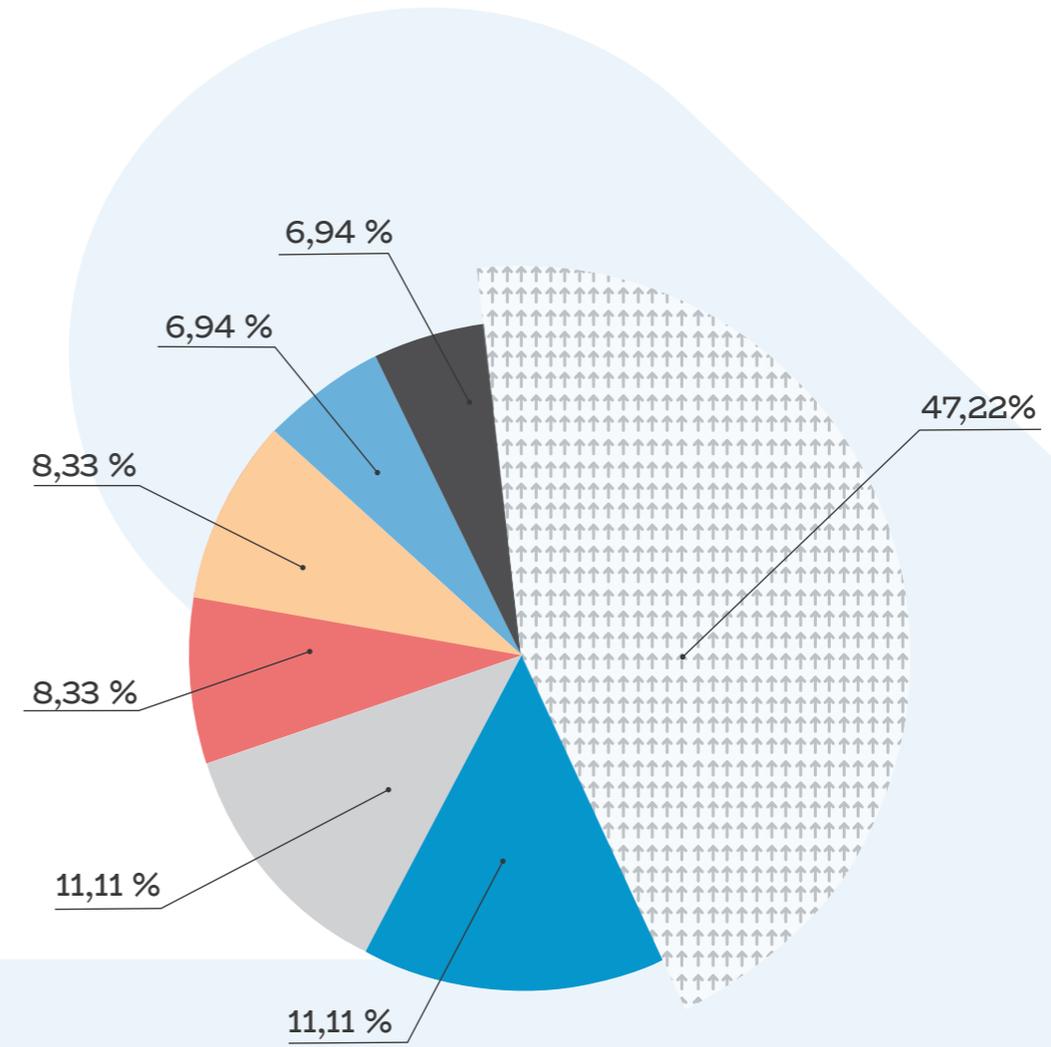


**Gráfico 11.**  
Análisis de la intensificación de las empresas especializadas en datos.



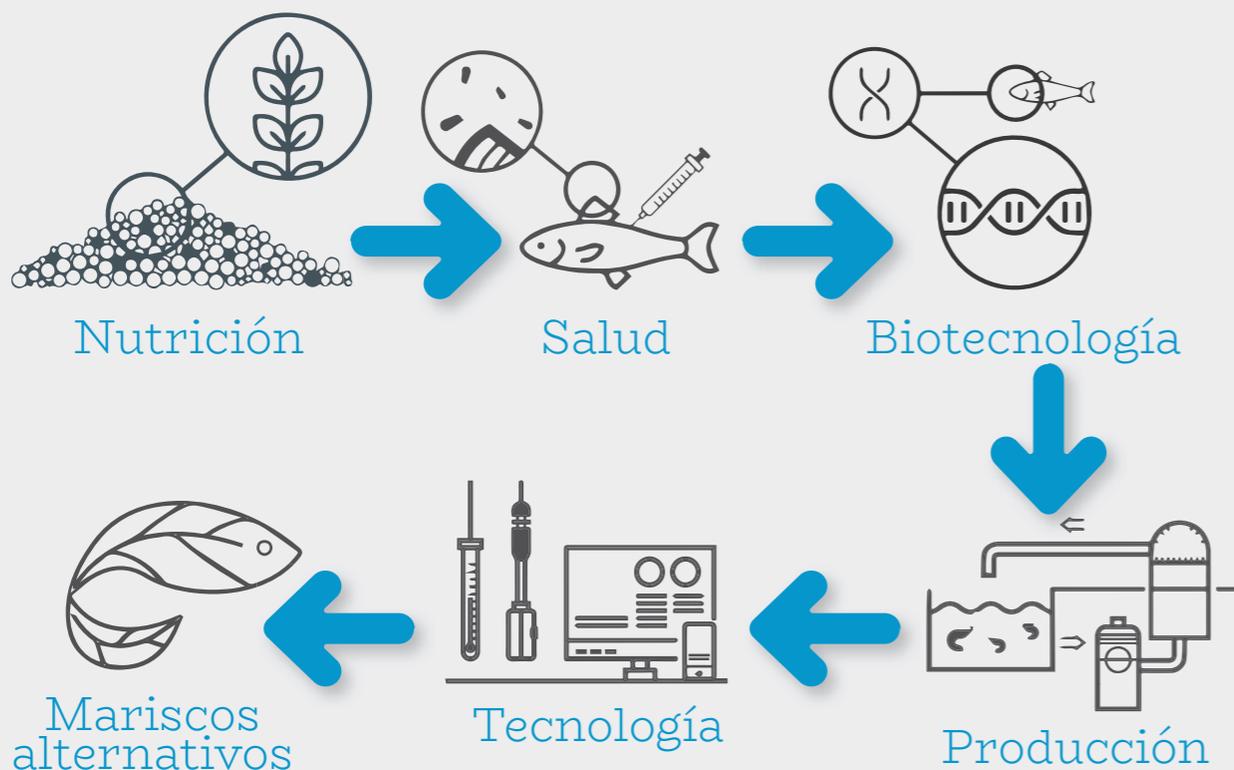
### Ámbito de servicios

- Sensónica
- Acuicultura de precisión
- Monitorización
- Automatización de procesos
- Data management platform
- Agricultura de precisión
- Piensos
- Acuicultura
- AI
- Data analysis
- Food-chain
- IA
- Identificación de patógenos
- Aceleradora de start-ups de acuicultura
- Buscador de acuicultura
- Capital, experiencia y datos
- Detectores de odorandos digitales
- Digitalización y automatización de producción
- Ganadería de precisión
- Identificación de patógenos
- Productos biotecnológicos
- Productos marinos sostenibles
- Productos de osmosis
- Sistemas de aeración
- Sostenibilidad
- Tratamiento de aguas residuales
- Vacunas



### Ámbito de servicios

- Sensónica
- Acuicultura de precisión
- Monitorización
- Automatización de procesos
- Data management platform
- Agricultura de precisión
- Piensos



Fuente: pantallazo de Hatch

La forma en la que se gestionan los recursos no es una opción. Las grandes transformaciones de nuestros sistemas vendrán de la forma en cómo se consigue manejar nuestros recursos. De la capacidad para gestionar los avances y de su impacto en la acuicultura dependerá, en gran medida, nuestra capacidad para enfrentarnos a los desafíos. **Bluephage** comercializa kits para el análisis de indicadores virales que permiten aumentar la seguridad sanitaria del producto, tanto agua como alimentos o el proceso industrial que se controla.

Los programas de innovación y emprendimiento están empezando a dar frutos. Así, Alimentos Venture es una plataforma para acelerar la creación de empresas para

Al realizar el análisis de este caso, más del

**70 %**  
de las  
start-ups

estudiadas se especializan, al menos, en la mejora o especialización de una de estas tareas que tienen que ver precisamente con sensores.

desarrollar innovación en piensos y tecnología para la acuicultura. **Aqua-Spark** es un fondo de inversión global que realiza inversiones en negocios de acuicultura sostenible. Laboratorio Tech4Climate selecciona proyectos que quieren ir más allá de la rentabilidad económica, buscando tener un impacto positivo en nuestra sociedad a través de la mejora del medio ambiente, favoreciendo la sostenibilidad, la calidad de vida y los entornos saludables.

Emergen nuevas **start-ups** que revolucionan la forma de fabricar vacunas y el uso de elementos biológicos. El impacto en la reducción de químicos será evidente y cada vez más nos acercamos a modelos de producción basados en el conocimiento y no en la previsión. Cada vez están apareciendo más **start-ups** involucradas en el desarrollo, mejora y perfeccionamiento de prácticas agrícolas. Su distribución se encuentra dispersa, como se observa en la siguiente imagen, a lo largo del globo, así como sus especificidades en los diferentes ámbitos de aplicación de sus productos.

No obstante, cabe destacar la intensificación y especialización de las empresas emergentes en el campo de la recogida, análisis, explotación de datos, así como en la predicción de patrones y acciones y su posterior automatización de procesos. Como puede observarse en el siguiente gráfico en el que los servicios de sensores son cada vez más emergentes e integradores. Hasta tal punto que los sensores empiezan a ser parte del servicio.

Al realizar el análisis de este caso, más del 70 % de las start-ups estudiadas se especializan, al menos, en la mejora o especialización de una de estas tareas que tienen que ver precisamente con sensores. Recoger los datos en tiempo real cada vez más automatizado permite el monitoreo constante de datos. Y su integración y posterior análisis en conjunto promociona la generación de modelos de predicción para así poder adelantarnos al comportamiento y necesidades que puedan presentar los centros de acuicultura gracias al uso de plataformas de análisis y manejo de datos.

Cabe destacar que se encontraron también empresas como buscadores o aceleradoras de **start-ups**. Los primeros, a través de la generación de algoritmos de búsqueda, sugieren a empresas acuícolas con oferta de productos que se adecúen a las necesidades del consumidor como podría ser: producto local con base de alimentación orgánica, como AquaHarvest. Los segundos se centran en ofrecer capital y experiencia para promover la generación de nuevas empresas en el ámbito de la producción acuícola a partir de distintos programas, como Hatch Aquaculture Accelerator.

La acuicultura de precisión puede, por tanto, asociarse al concepto de acuicultura 4.0 como un modelo de industria conectada en la que se hace uso intensivo de la IoT, el big data y la aplicación de algoritmos e inteligencia artificial para poder procesar ingentes cantidades de datos y poder tomar decisiones. En definitiva, el objetivo

**Tabla 5.**  
Ámbito de aplicación de las *startups* dentro de la acuicultura.

Ámbito de aplicación	Representación (%)
Sensónica	34,34%
Acuicultura de precisión	8,08%
Monitorización	8,08%
Autorización de procesos	6,06%
Data management platform	6,06%
Agricultura de precisión	5,05%
Piensos	5,05%
Acuicultura	3,03%
AI	2,02%
Data analysis	2,02%
Food-chain	2,02%
IA	2,02%
Identificación e patógenos	2,02%
Aceleradora de star-ups de acuicultura	1,01%
Buscador acuicultura	1,01%
Capital, experiencia y datos	1,01%
Detectores de odorantes digitales	1,01%
Digitalización y automatización de procesos de datos	1,01%
Ganadería de precisión	1,01%
Identificación de patógenos	1,01%
Productos osmosis	1,01%
Sistemas de aeración	1,01%
Sostenibilidad	1,01%
Tratamiento de auas residuales	1,01%
Vacunas	1,01%
<b>Total</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: elaboración propia.



es el de aprovechar lo mejor posible los recursos y adaptarse a las necesidades productivas. Todos estos modelos pueden completarse con el uso intensivo de datos históricos posibilitando realizar modelos predictivos, modelos que afectan el crecimiento de las especies, a su índice de transformación en función de las características ambientales y las fuentes nutritivas, la planificación sanitaria e incluso a la oferta y la demanda productiva. Si se disponen de datos en tiempo real podría gestionarse la producción integralmente, afectando a toda la cadena productiva y gestionando un recurso esencial para los objetivos del país.

**Aunque es evidente que muchos de estos procesos pueden ser transversales y podrían tener un efecto disruptivo en la acuicultura; en el ámbito agroalimenta-**

rio, cada vez más, se habla del concepto asociado a la innovación frugal, se trata de una innovación centrada en lo esencial, en el desarrollo de nuevos productos (nuevas especies producidas) y servicios (pienso balanceado, sanidad, gestión, etc.) en entornos con ciertas restricciones de recursos (agua, alimento, mercados) y en un entorno de cierta urgencia (comunidades, regiones aisladas) para obtener productos (producción acuícola) a precios ajustados.

Se habla del concepto innovación frugal asociándola al menor uso posible de materias primas, con un impacto menor en el ambiente y orientada a generar beneficio directo a los sectores o segmentos de bajo poder adquisitivo y que no pueden permitirse los precios procedentes de mercados más desarrollados.●



Parte **6**

**ANÁLISIS  
DE LA DEMANDA  
TECNOLOGICA**

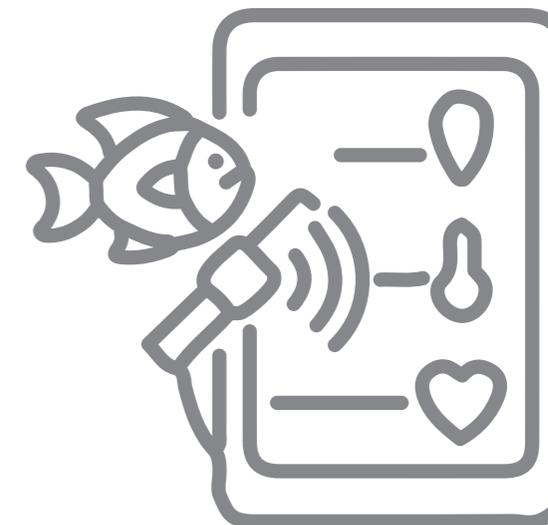


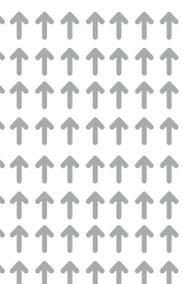
Fuente: IRTAMAR

## ↑↑↑↑↑↑↑↑ ↑↑↑↑↑↑↑↑ ↑↑↑↑↑↑↑↑ ↑↑↑↑↑↑↑↑ ↑↑↑↑↑↑↑↑ ↑↑↑↑↑↑↑↑ ↑↑↑↑↑↑↑↑ ↑↑↑↑↑↑↑↑ ↑↑↑↑↑↑↑↑ ↑↑↑↑↑↑↑↑ Análisis de la demanda tecnológica

La fase de análisis de la demanda tecnológica es esencial para la adecuada y correcta redacción de la hoja de ruta, pues ayuda a revelar las principales características sectoriales en cuanto al nivel de implementación de tecnologías de precisión en las prácticas acuícolas del país, las necesidades que presenta actualmente (carencias) y sus capacidades y potencialidades para la implementación de nuevas tecnologías en los procesos acuícolas.

Durante los talleres se ha realizado un análisis de las demandas tecnológicas en el sector, totalmente necesario para poder realizar una evaluación del grado de implementación de tecnología en las empresas del sector acuícola, así como las capacidades de desarrollo existentes en centros de investigación (Imarpe, universidades, centros tecnológicos, instituciones privadas de investigación como INCA-Biotec) y las capacidades para la gestión de personas (formación académica y profesional).





# 6.1

## Identificación de objetivos del sector acuícola para incrementar la competitividad

En un primer estadio se solicitó a los participantes que definieran lo que a su entender eran los principales objetivos estratégicos para el impulso sectorial de la acuicultura, sin especificar que fuera de aplicación exclusiva en el ámbito de la acuicultura de precisión, aunque sí en relación directa con ese objetivo primordial.

Este trabajo ha posibilitado que se identifiquen **34 objetivos generales** que tras

un proceso de curación del texto se han redefinido en **12 objetivos transversales** y que han sido, mayoritariamente, coincidentes en los talleres de **Puno, Tarapoto y Tumbes y posteriormente compartidos y confirmados en el taller de Lima.**

Los objetivos transversales se especifican en el cuadro que viene a continuación, donde se detallan los objetivos por cada uno de los talleres y finalmente el valor agregado de los doce objetivos.



SEA

**Tabla 6.** Cuadro resumen de los objetivos identificados en los respectivos talleres y resultado agregado.

<p><b>Taller TUMBES</b> Brecha Objetivos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programa de sanidad acuícola-riesgo- bioseguridad</li> <li>• Diversificación del cultivo de especies</li> <li>• Aplicación de nuevas tecnologías en la producción acuícola</li> <li>• Aseguramiento de la oferta energética y de agua</li> <li>• Programas de selección genética</li> <li>• Producir alimento balanceado de calidad</li> </ul>
<p><b>Taller PUNO</b> Brecha Objetivos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora de la productividad</li> <li>• Caracterización de la cadena de valor</li> <li>• Producir alimento balanceado de calidad</li> <li>• Desarrollo de capital humano- capacitación</li> <li>• Residuos generados de la acuicultura</li> <li>• Ingeniería de infraestructura acuícola</li> <li>• Implementar cultura de la asociatividad</li> </ul>
<p><b>Taller TARAPOTO</b> Brecha Objetivos</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Producir alimento balanceado de calidad</li> <li>• Implementar cultura de la asociatividad</li> <li>• Mejora de la productividad</li> <li>• Caracterización de la cadena de valor</li> <li>• Aplicación de nuevas tecnologías en la producción acuícola</li> <li>• Aseguramiento de la oferta energética y de agua</li> <li>• Desarrollo de capital humano-capacitación</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.





**Taller AGREGADO**  
Brecha Objetivos

- Producir alimento balanceado de calidad
- Mejora de la productividad
- Caracterización de la cadena de valor
- Aplicación de nuevas tecnologías en la producción acuícola
- Programas de sanidad acuícola - riesgo - bioseguridad
- Desarrollo de capital humano- Capacitación
- Aseguramiento de la oferta energética y de agua
- Diversificación del cultivo de especies
- Implementar cultura de la asociatividad
- Residuos generados de la acuicultura
- Ingeniería de infraestructura acuícola
- Programas de selección genética

Fuente: elaboración propia.

6.2

**Brechas actuales para el logro de objetivos**

En el taller participativo se solicitó a los asistentes que definieran las principales brechas asociadas a cada uno de los objetivos, el grado de conocimiento existente al respecto y el nivel de criti-

cidad que consideraban. En este diagnóstico **se han identificado 65 brechas, que se han asociado a cada uno de los 12 objetivos transversales anteriormente identificados.**

**Tabla 7.** Cuadro de objetivos transversales y brechas asociadas.

Tabla de objetivos y brechas		
<p><b>Aplicación de nuevas tecnologías en la producción acuícola</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Burocracia para la obtención de concesiones</li> <li>• Desconocimiento de las tecnologías</li> <li>• Identificación de nuevas tecnologías</li> <li>• Tecnologías no actualizadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carencia de profesores capacitados</li> <li>• Desarrollo de malla curricular</li> <li>• Desconexión empresa-universidad</li> <li>• Formación especializada</li> <li>• Instituto Técnico</li> <li>• Malla curricular adaptada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Micro y pequeños productores</li> <li>• Músculo financiero</li> <li>• Ovas de calidad, libres de enfermedades y adaptadas al lago</li> </ul>
<p><b>Aseguramiento de la oferta energética y de agua</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Catastro desactualizado sin considerar crecimiento urbano</li> <li>• Contaminación</li> <li>• Energía importada de Loreto</li> <li>• Investigación para su aplicación en sistemas acuícolas</li> <li>• Investigación para su aplicación en tecnologías de producción (semilla)</li> </ul>	<p><b>Diversificación del cultivo de especies</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desconocimiento de la especie</li> <li>• Dificultad en las concesiones</li> <li>• Dificultad para la obtención de larvas</li> <li>• Falta de investigación básica</li> <li>• Identificar especies con potencial</li> </ul>	<p><b>Producir alimento balanceado de calidad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Carencia de información</li> <li>• Identificación de insumos</li> <li>• Investigación no escalable</li> <li>• Manejo deficiente</li> <li>• No existen alternativas a la materia prima actual</li> <li>• Nuevas fuentes de proteína</li> <li>• Parámetros de control</li> </ul>
<p><b>Caracterización de la cadena de valor</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alto coste de implantación</li> <li>• Alto coste de producción</li> <li>• Carencia de valor añadido</li> <li>• Conocimiento de espejo de agua</li> <li>• Conocimiento de productores formales</li> <li>• Control de calidad</li> <li>• Cuerpos de agua administrados por la comunidad</li> <li>• Problemas sociales y culturales (comunidad)</li> <li>• Temor a inversionistas extranjeros</li> </ul>	<p><b>Implementar cultura de la asociatividad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Asistencialismo</li> <li>• Bajo nivel asociativo</li> <li>• Confianza entre productores</li> <li>• Desconfianza del Estado</li> <li>• Resistencia al cambio</li> </ul>	<p><b>Programas de sanidad acuícola- riesgo-bioseguridad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Carencia de especialistas</li> <li>• Centros libres de patógenos</li> <li>• Dependencia de producción exterior</li> <li>• Escaso conocimiento en gestión de riesgo a nivel empresarial</li> <li>• Falta de infraestructuras</li> <li>• Identificación de contaminantes</li> <li>• Programa de gestión unificado</li> </ul>
<p><b>Desarrollo de capital humano - capacitación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Carencia de mano de obra calificada</li> </ul>	<p><b>Ingeniería de infraestructura acuícola</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Carencia de oferta formativa</li> <li>• Carencia de técnicos calificados</li> </ul> <p><b>Mejora de la productividad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Carencia de investigación de especies producidas</li> <li>• Diagnóstico del sector</li> <li>• Escaso conocimiento de las fases productivas</li> <li>• Falta de organización sectorial</li> <li>• Falta de planificación de la producción</li> </ul>	<p><b>Programas de selección genética</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Carencia de especialistas</li> </ul> <p><b>Residuos generados de la acuicultura</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No existe legislación adaptada</li> <li>• No existe relleno sanitario</li> <li>• No existen empresas proveedoras de servicios</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.

Para el tratamiento de los datos, como algunas de las brechas son transversales para un mismo objetivo, se han establecido cuatro grandes ámbitos de aplicación:



Esta asignación posibilita combinar los resultados de los objetivos, las brechas identificadas y su designación a cada ámbito de actuación, de manera que al integrar los datos de los tres talleres: **Puno, Tarapoto y Tumbes** y ordenarlos por la frecuencia de repetición, que se asigna según su importancia, obtenemos los resultados agregados que se presentan a continuación:

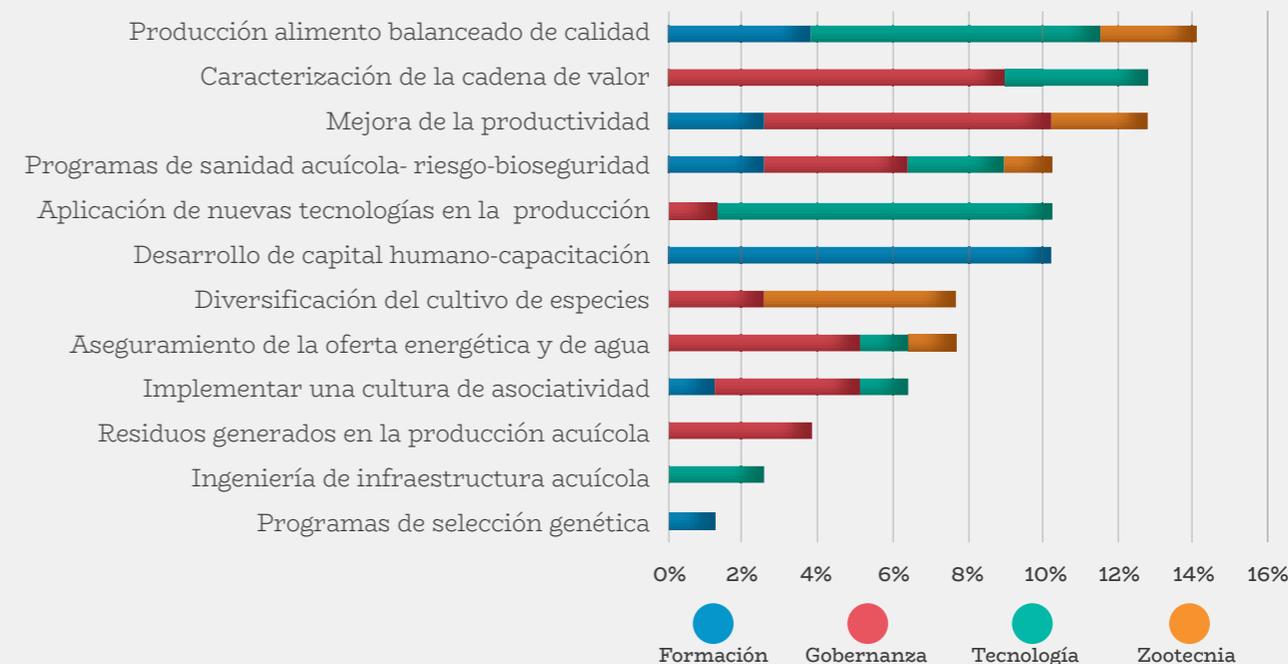
**Tabla 8.** Objetivos y brechas según ámbitos de aplicación

Objetivos	Brechas				Total
	Formación	Gobernanza	Tecnología	Zootecnia	
Producción alimento balanceado de calidad	3,8%	0,0%	7,7%	2,6%	14,1%
Mejora de la productividad	2,6%	7,7%	0,0%	2,6%	12,8%
Caracterización de la cadena de valor	0,0%	9,0%	3,8%	0,0%	12,8%
Aplicación de nuevas tecnologías en la producción acuícola	0,0%	1,3%	9,0%	0,0%	10,3%
Programas de sanidad acuícola- riesgo-bioseguridad	2,6%	3,8%	2,6%	1,3%	10,3%
Desarrollo de capital humano-capacitación	10,3%	0,0%	0,0%	0,0%	10,3%
Aseguramiento de la oferta energética y de agua	0,0%	5,1%	1,3%	1,3%	7,7%
Diversificación del cultivo de especies	0,0%	2,6%	0,0%	5,1%	7,7%
Implementar una cultura de asociatividad	1,3%	3,8%	1,3%	0,0%	5,4%
Residuos generados en la producción acuícola	0,0%	3,8%	0,0%	0,0%	3,8%
Ingeniería de infraestructura acuícola	0,0%	0,0%	2,6%	0,0%	2,6%
Programas de selección genética	1,3%	0,0%	0,0%	0,0%	1,3%
<b>Total</b>	<b>21,8%</b>	<b>37,2%</b>	<b>28,2%</b>	<b>12,8%</b>	<b>100,0%</b>



SEA

**Gráfico 11.** Asignación porcentual de los objetivos y brechas identificadas en los diversos talleres



Fuente: elaboración propia.

De forma genérica se observa que el **37.2 % de los objetivos y sus brechas asociadas corresponden al ámbito de la gobernanza**, un **28.2 % se encuadran dentro de las necesidades tecnológicas**, el **21.8 % corresponde a la formación** y un **12.8 % se refiere a las mejoras zootécnicas**. Se puede observar con detalle cada uno de los objetivos y sus brechas asociadas, así como la importancia asociada a cada una de ellas respecto a los ámbitos de aplicación.

## 1. Producción de alimento balanceado de calidad:

A este objetivo se le asigna la mayor importancia porque alcanza un **14.1 %**. Las brechas se han asociado a los ámbitos de la necesidad de incorporar tecnología (**7.7 %**) destacando la incorporación de nuevas fuentes de proteína, la mejora en el manejo y la gestión y, en menor medida, la carencia de la identificación de los insumos disponibles para cada región, junto a la carencia de materias primas alternativas. Respecto al ámbito de aplicación de la formación (**3.8%**) encontramos que existe carencia de información, no se ha desarrollado investigación lo suficientemente escalable y hay un manejo deficiente del conocimiento existente. En el ámbito de la zootecnia (**2.6%**) se identifica una falta crónica de control de los principales parámetros productivos.

## 2. Mejora de la productividad:

Con un **12.8%** es el segundo objetivo en importancia. Destaca especialmente la gobernanza (**7.7%**) asociándose a la brecha de la necesidad de realizar un adecuado diagnóstico sectorial en cuanto a las producciones reales, centros de producción y actores implicados, entre otros. Se asigna un peso similar a la formación (**2.6%**) y la zootecnia (**2.6%**).

Respecto a la primera hay una carencia de investigación orientada a la mejora de las especies que ya están en producción y un escaso conocimiento de las diferentes fases productivas. En cuanto a la zootecnia se asocia con una falta de planificación productiva y una escasa calidad de ovas y alevines, que deben estar libres de enfermedades y que puedan ser adaptadas a los entornos particulares.



## 3. Caracterización de la cadena de valor:

Con un porcentaje similar al anterior, **12.8 %**, este es el tercer objetivo en importancia. El ámbito de la gobernanza (**9.0%**) es el que incorpora mayor número de brechas, ya que se identifica una carencia de valor añadido en el producto, la necesidad de saber con exactitud el número de productores y el uso del espacio, tanto privado como comunitario para contribuir en la solución de los problemas sociales y culturales. También se identifica cierto temor a las inversiones extranjeras. Las brechas tecnológicas (**3.8%**) se asocian a un alto costo de implantación y su efecto en el costo de producción y la necesidad de aplicar controles de calidad adecuados.



## 4. Aplicación de nuevas tecnologías en la producción acuícola:

Probablemente, a priori, este debería haber sido el principal objetivo identificado en los talleres participativos ya que hace mención directa a la introducción al taller y específicamente a los objetivos del presente diagnóstico. Sin embargo, ocupa la cuarta posición con un **1.3 %**. El principal ámbito identificado es el tecnológico (**9.0%**) y se asocia a un uso de tecnologías no actualizadas, a la necesidad de identificar nuevas tecnologías y al desconocimiento de las ya existentes, ya que pueden aportar una mejora directa a la producción acuícola. El segundo ámbito de impacto es la gobernanza (**1.3%**) ya que la burocracia actualmente existente bloquea la obtención de nuevas concesiones y limita la aplicación tecnológica.

## 5.

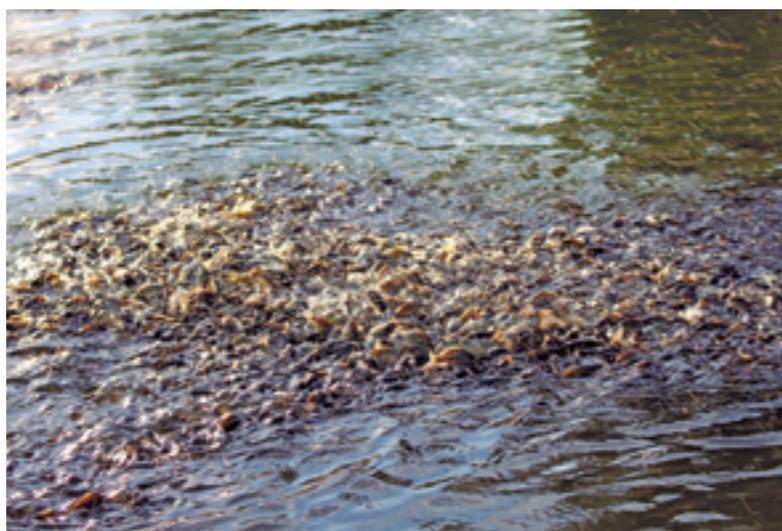
## Programa de sanidad acuícola, de gestión del riesgo y de bioseguridad:

Impacto similar al anterior, un **10.3 %**, considera que afecta a todos los ámbitos y se identifica como uno de los objetivos más transversales. La gobernanza (**3.8 %**) se identifica con el escaso conocimiento que existe en gestión del riesgo a nivel empresarial, una necesidad de identificar y cuantificar los contaminantes, así como implantar un programa de gestión unificado. **La formación (2.6 %) se vincula a la carencia de especialistas y la estandarización de centros de producción libres de patógenos.** En el ámbito de la tecnología (**2.6 %**) se asocia precisamente a la necesidad de incorporarla a los centros productivos para controlar patógenos y la carencia de infraestructuras que posibiliten la producción de organismos libres de patógenos. Finalmente, en el ámbito de la zootecnia (**1.3 %**), la dependencia de una producción importada es uno de los males crónicos que debería ser corregido.

## 6.

## Desarrollo y capacitación de capital humano:

A este objetivo se le asigna un peso similar a los dos anteriores y se asocia enteramente al ámbito formativo (**10.3 %**). La necesidad de implementar una formación altamente especializada es la principal brecha, aunque también se identifica la carencia de mano de obra calificada, así como la de profesionales del mundo académico. También se identifica una desconexión entre la empresa y la universidad que requiere de un ajuste de la malla curricular adaptada a las necesidades reales.



## 7.

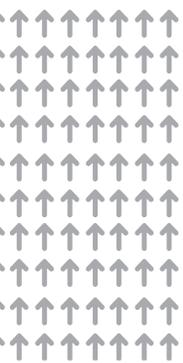
## Aseguramiento de la oferta energética y de agua:

Resulta evidente que la acuicultura, tal y como se entiende actualmente, sea extensiva o intensiva, requiere de estos dos suministros. Con un **7.7 %** del peso, se asigna al ámbito de la gobernanza (**5.1 %**), principalmente, ya que el catastro está desactualizado y no se ha considerado el crecimiento urbano y la presión a la que se somete a la práctica acuícola. **Hay problemas asociados a la contaminación y a una elevada dependencia de la importación de la energía.** Las mejoras tecnológicas (**1.3 %**) son necesarias para ser aplicadas en los sistemas acuícolas y desde el punto de vista zootécnico (**1.3 %**), por ejemplo, en la mejora de la producción de semilla.

## 8.

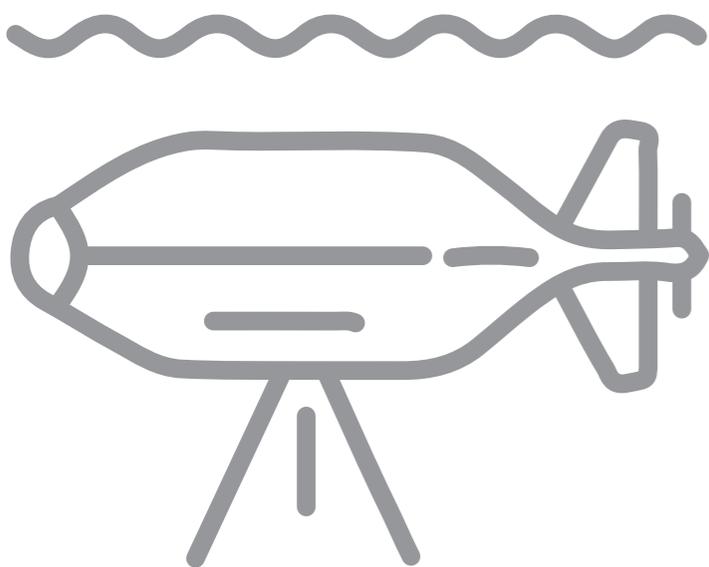
## Diversificación del cultivo de especies:

Este objetivo suele ser otro de los que se relacionan con la innovación y la acuicultura altamente tecnificada, sin embargo, en este análisis ocupa la octava posición con un 7.7% de impacto. **Evidentemente, las principales brechas están asociadas al ámbito de la zootecnia (5.1 %) ya que existe desconocimiento de las especies identificadas y de su verdadero potencial, no es fácil obtener larvas y existe una carencia crónica de investigación básica.** Esta situación se ve agravada con una gobernanza (2.6 %) que dificulta el acceso a la financiación y no facilita las nuevas concesiones.



## 9. Implementar una cultura de asociatividad:

La innovación en la acuicultura no solo se asocia a la tecnología, existe un aspecto de gran relevancia relacionado a la asociatividad. El hecho de que este objetivo esté representado con un **6.4%** indica que existe sensibilidad por una mejora integral. La falta de confianza entre productores y hacia el Estado, junto con la resistencia al cambio constituyen las principales brechas asociadas a la gobernanza (**3.85 %**). El bajo nivel de asociatividad, así como un elevado asistencialismo es consecuencia de una carencia formativa (**1.3 %**) y tecnológica (**1.3%**).



## 10. Residuos generados en la producción acuícola:

La sensibilidad ambiental es un aspecto relevante, aunque con un peso relativamente bajo de un **3.8 %**. El hecho que no exista una legislación ambiental adaptada ni empresas que provean de servicios que faciliten el traslado de residuos a espacios de relleno sanitario, al parecer casi inexistentes, promueven el ámbito de la gobernanza (**3.8 %**).

## 11. Ingeniería de infraestructuras acuícolas:

Aunque menor, **2.6 %**, se asocia al ámbito tecnológico (**2.6 %**) porque no se puede realizar debido a una carencia de oferta formativa y la falta de técnicos calificados. Es evidente que ambas brechas son transversales con el ámbito formativo



## 12. Programa de selección genética:

Finalmente, el menor de los objetivos identificados se asocia íntegramente a la necesidad de formar (**1.3 %**) especialistas que puedan iniciar y llevar adelante programas de mejora genética.

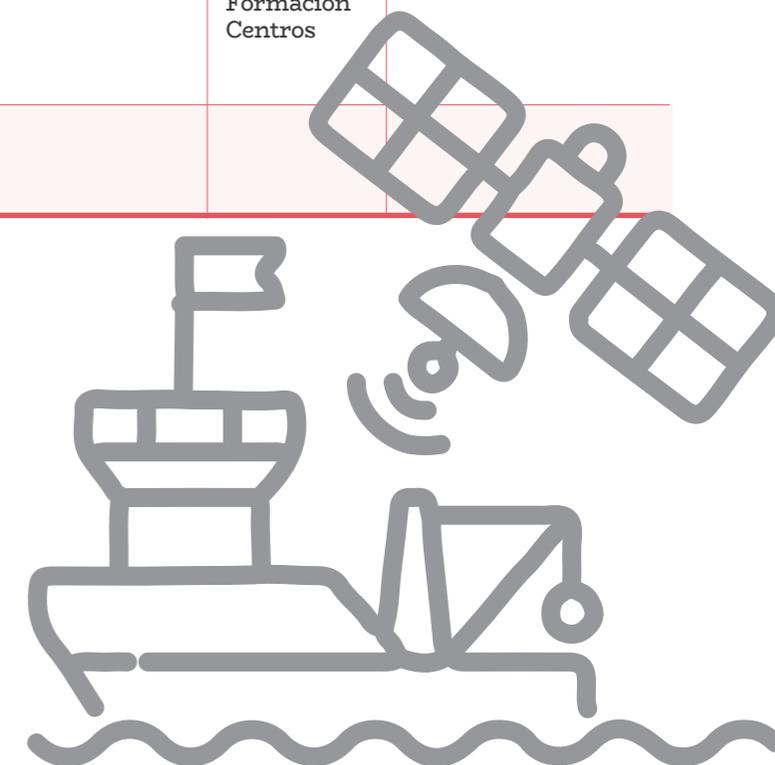
→→→→  
**La cultura de asociatividad, la gestión de los residuos, la ingeniería asociada a las infraestructuras y la mejora genética, aunque con un menor consenso, son ideas de futuro con una importante presencia en las mesas de trabajo.**

**Tabla 9.**  
Resumen de las principales brechas identificadas en función de los objetivos y ámbitos de aplicación.

Ámbito				
Objetivo	Formación	Gobernanza	Tecnología	Zootecnia
Producir alimento balanceado de calidad	Investigación no escalable/carencia de información / manejo deficiente		Deficiencia en el manejo/ nuevas fuentes de proteína	Control de parámetros
Mejora de la productividad	Escaso conocimiento de especies y fases	Diagnóstico sectorial		Planificación y alevines de calidad
Caracterización de la cadena de valor		Carencia de valor añadido	Alto costo de implantación y producción	
Aplicación de nuevas tecnologías en la producción acuícola		Burocracia	Identificación y actualización tecnológica	
Programas de sanidad acuícola riesgo bioseguridad	Carencia de especialistas y centros	Gestión del riesgo/ contaminantes / programa unificado	Infraestructuras adecuadas	Dependencia exterior
Desarrollo de capital humano capacitación	Formación especializada			
Aseguramiento de la oferta energética y de agua		Catastro / contaminación/ dependencia exterior	Dependencia exterior	

Ámbito				
Objetivo	Formación	Gobernanza	Tecnología	Zootecnia
Diversificación del cultivo de especies		Financiamiento y concesiones		Desconocimiento y dificultad para la obtención de larvas. Carencia de investigación básica.
Implementar cultura de asociatividad	Asistencialismo/ baja asociatividad	Confianza productores/ desconfianza estado		
Residuos generador en la producción acuícola		Legislación ambiental / rellenos sanitarios / proveedores		
Ingeniería de infraestructura acuícola	Formación especializada		Formación Centros	
Programas de selección genética	Especialistas			

Fuente: elaboración propia



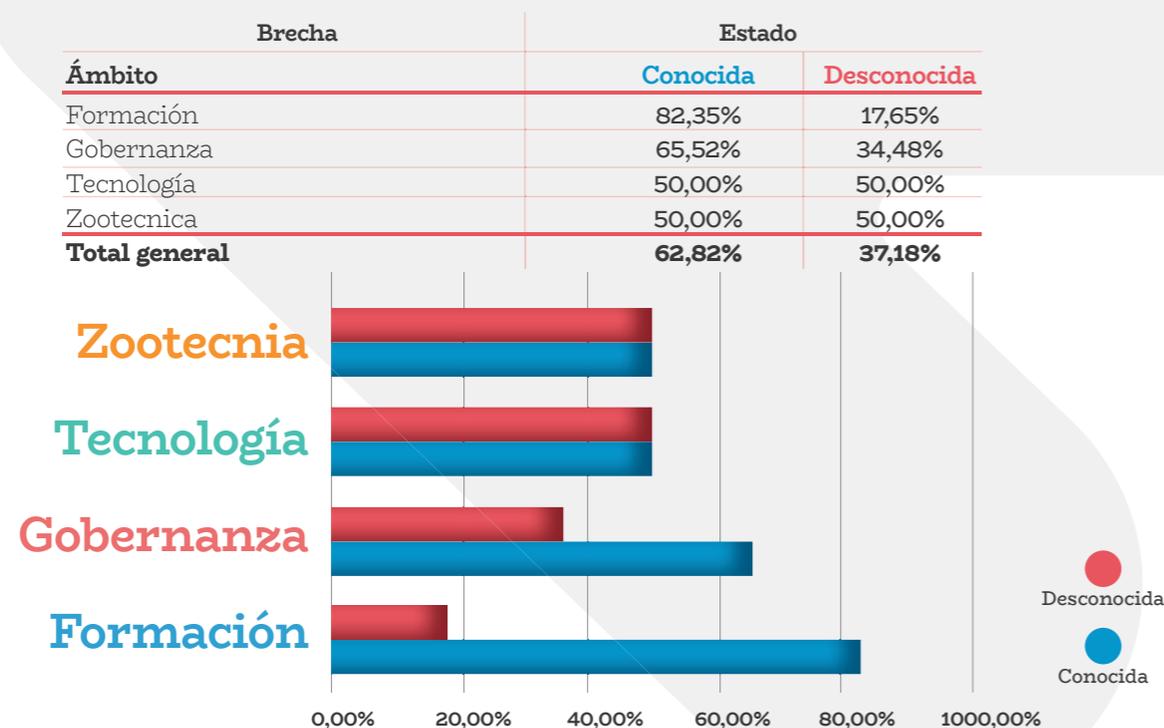
Como parte del proceso final del taller participativo se solicitó a los asistentes que identificasen el grado de conocimiento de la brecha identificada (conocido/no conocido) y el nivel de criticidad que se le asignaba a cada una de ellas (crítica/no crítica). Esta clasificación permite observar el grado de conocimiento respecto a los objetivos y los ámbitos.

**El 63 % de las brechas identificadas son conocidas y posibilitará implementar medidas concretas y adecuadas en un tiempo relativamente corto;** por el contrario, en el 37 % restante, e identificadas como no conocidas, se requerirá de la imple-

mentación de acciones a más largo plazo.

El hecho de que el ámbito con un mayor nivel de conocimiento sea el de la formación (**82.3 %**) indica la necesidad de implementar de forma consensuada actuaciones con cierta urgencia, así como en la gobernanza (**65.5 %**). El **50 %** de las brechas asociadas a los ámbitos tecnológicos y zootécnicos es consecuencia directa de lo identificado, se debe a la falta de identificación de tecnologías asociadas a la acuicultura de precisión, así como a su desconocimiento o la creencia del elevado extracosto productivo y su impacto burocrático.

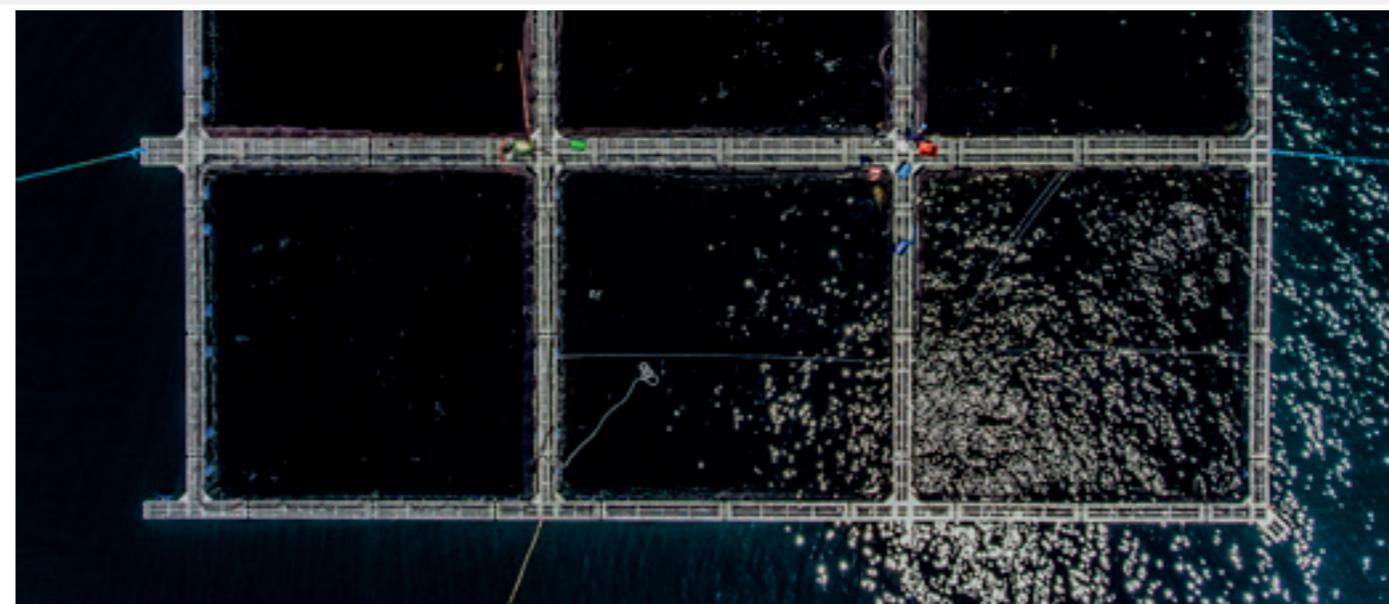
**Gráfico 12.** Grado de conocimiento relativo de la brecha identificada en base a los objetivos (conocido/no conocido)



Fuente: elaboración propia



**63 % de las brechas identificadas son conocidas y posibilitará implementar medidas concretas y adecuadas en un tiempo relativamente corto. El 37 % restante son brechas no conocidas, que requerirán la implementación de acciones a más largo plazo.**



## 6.3

## Identificación de áreas críticas y priorización de brechas

Como parte esencial de este diagnóstico, se realizó un análisis de criticidad, asimilando las brechas a una consideración de crítica o no crítica en función de los parámetros anteriormente identificados.

Existe una elevada diversidad asociada a la caracterización de lo que se considera no crítico, por evidentes cuestiones productivas, ya que las especies producidas en cada una de las regiones son diferentes (en Puno principalmente trucha, en Tarapoto principalmente tilapia y paiche, así como en Tumbes, langostino, paiche y tilapia), por el uso de los cuerpos de agua (continental frente a marina), de uso estrictamente nacional o internacional (usos combinados con Bolivia o Ecuador), por los diferentes niveles de toneladas producidas y su acceso a los mercados, así como niveles de gobernanza e impacto de la cadena. Se han separado los resultados según los talleres, aunque también se presentan los resultados combinados, tanto en cuanto a cada región, como respecto a los ámbitos.

→ En Puno se considera un 57 % de las brechas identificadas como críticas, siendo especialmente significativas en el ámbito de la gobernanza (64 % crítico).

→ En Tarapoto el porcentaje es similar en cada parámetro (50 %), aunque también destaca la criticidad de las brechas en el ámbito de la gobernanza (60 % crítico).

→ Es en Tumbes donde las brechas son, en su gran mayoría, consideradas como críticas, llegando hasta el 71 %, y aunque en general el nivel es elevado en todos los ámbitos, especialmente destaca a nivel tecnológico (86 % criticidad).

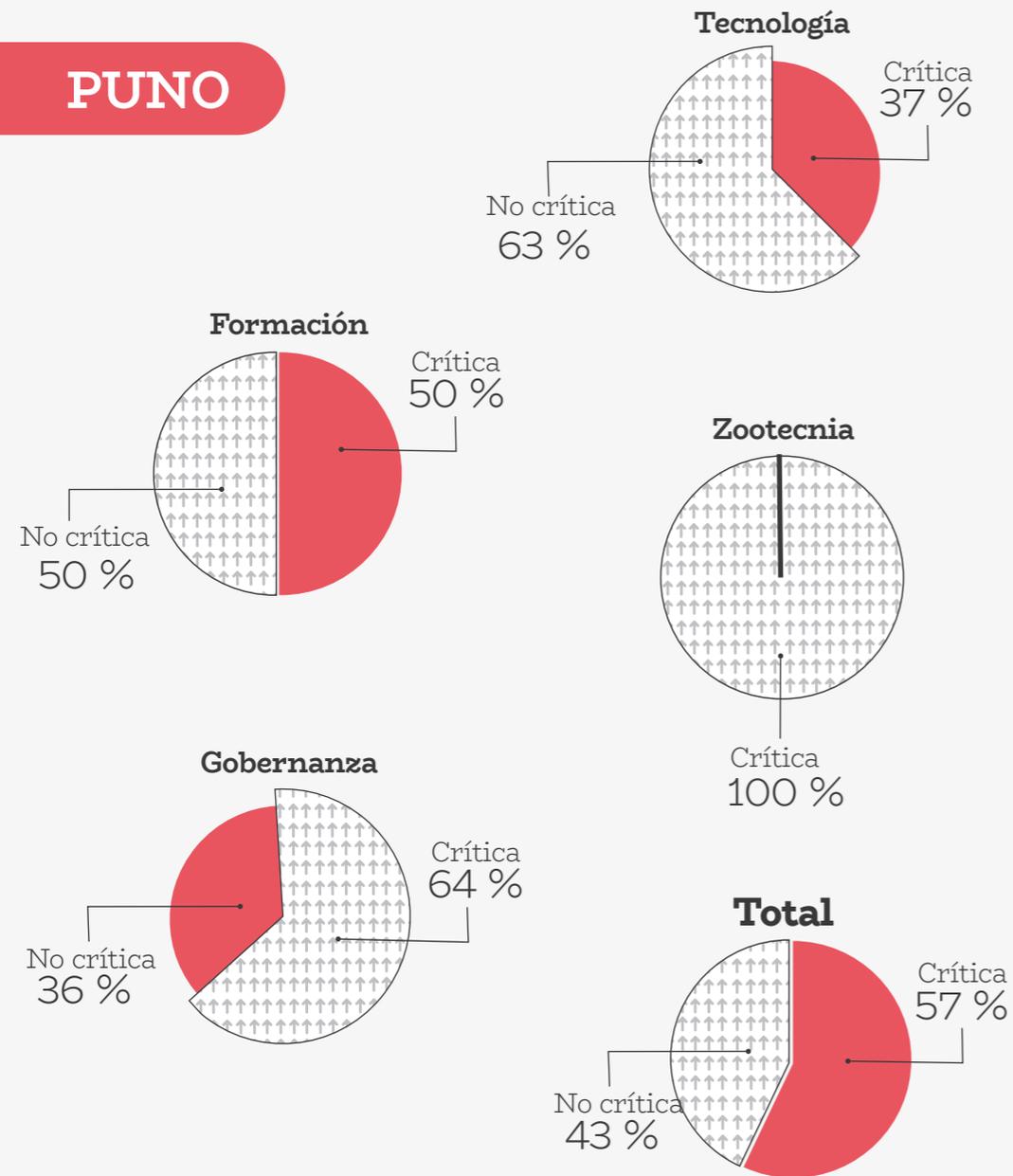
Si el análisis se realiza por ámbitos, se encuentra que en formación, el 53% de las brechas se consideran no críticas y el 47 % críticas. Con respecto a la gobernanza, el 66 % se estima crítico frente a un 34 % no crítico. En el ámbito tecnológico tenemos un 55 % crítico frente a un 45 % no crítico, y a nivel zootécnico el 70 % de las brechas son consideradas críticas frente a un 30 % no crítico.

← ← ← ←  
Las especies producidas en cada una de las regiones son diferentes (en Puno principalmente trucha, en Tarapoto principalmente tilapia y paiche, así como en Tumbes, langostino, paiche y tilapia)



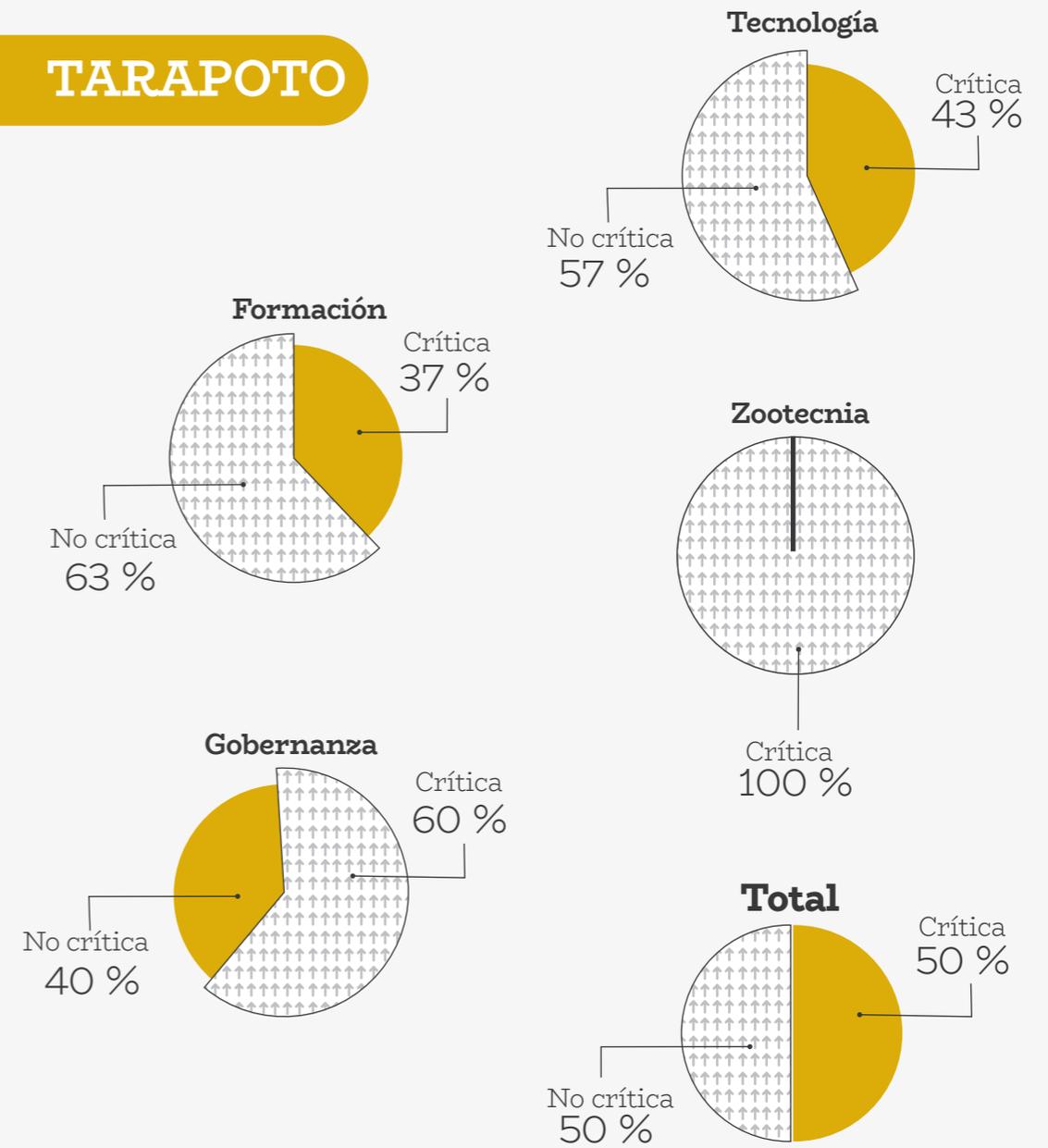
**Gráfico 13.**  
Resultado del grado de criticidad en función del ámbito de aplicación y taller.

**PUNO**



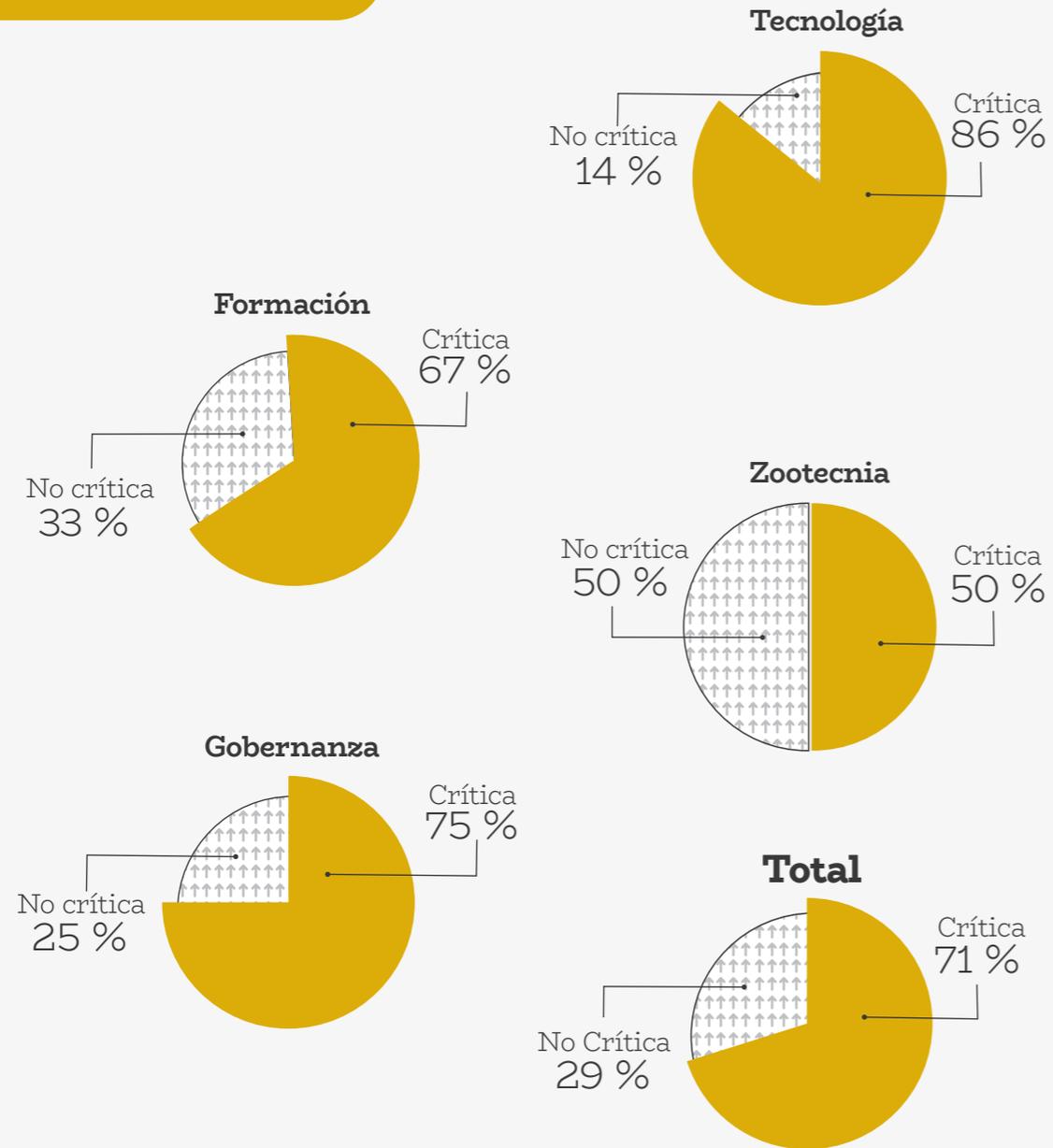
Fuente: elaboración propia

**TARAPOTO**



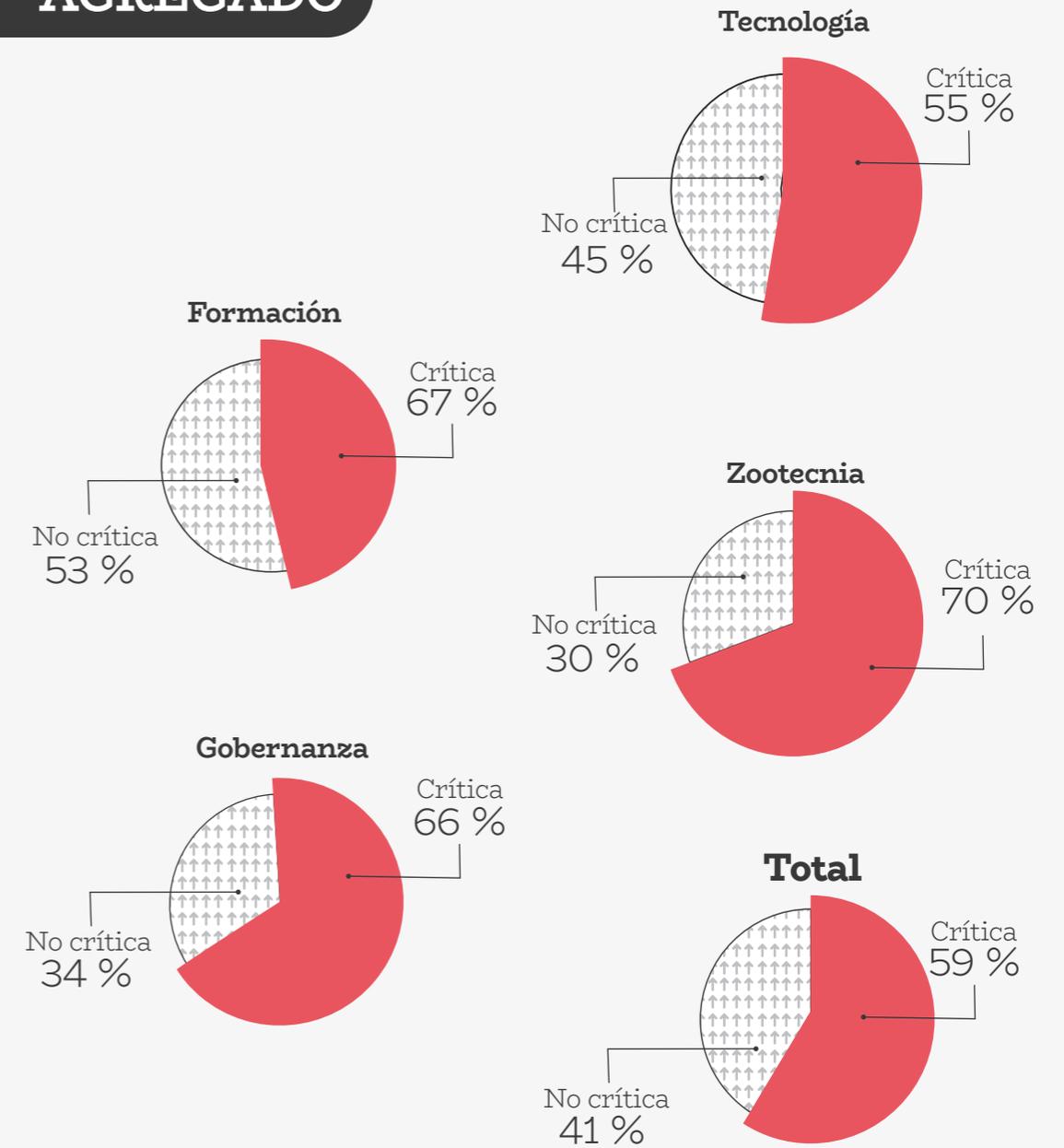
Fuente: elaboración propia

## TUMBES



Fuente: elaboración propia.

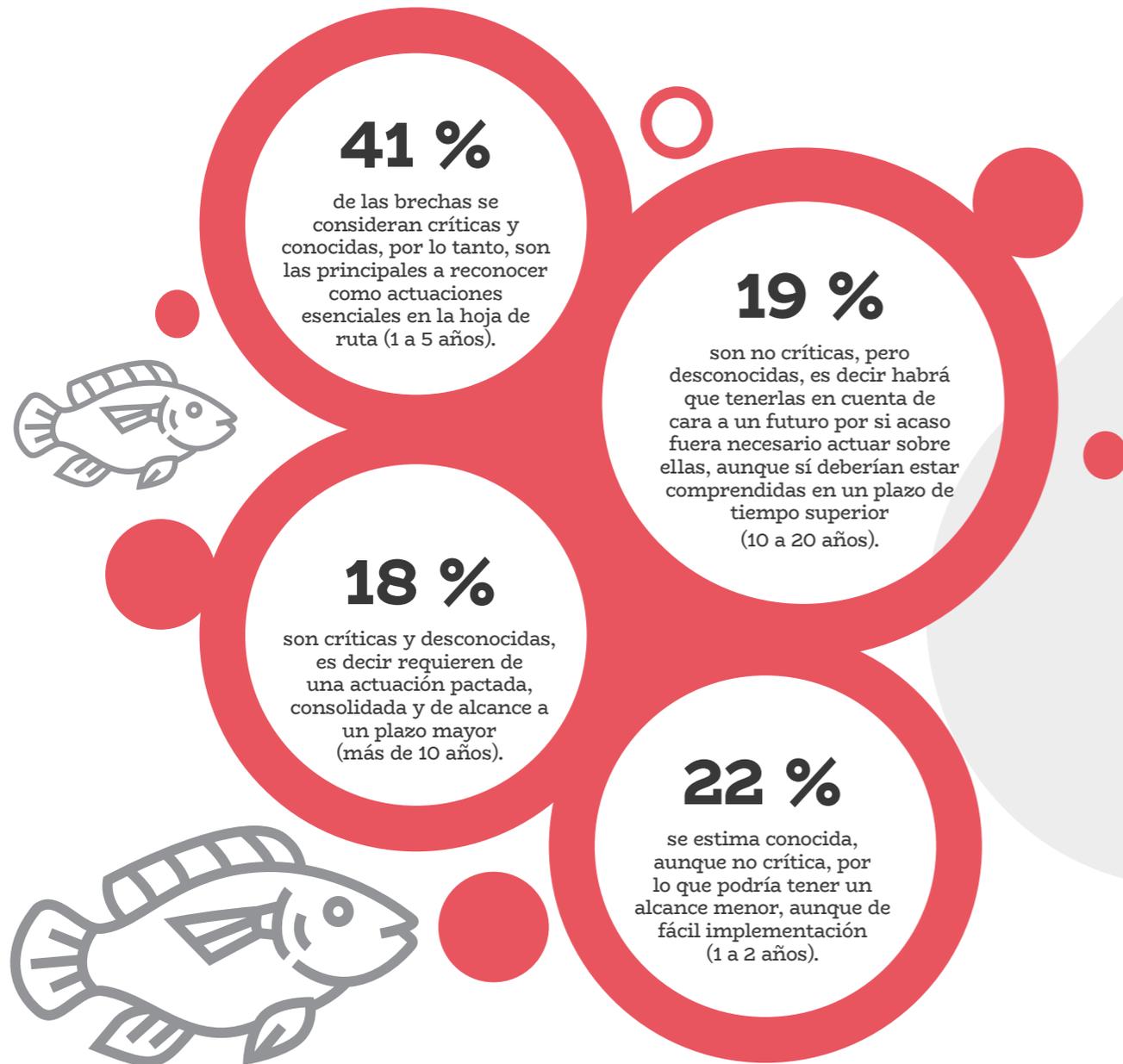
## AGREGADO



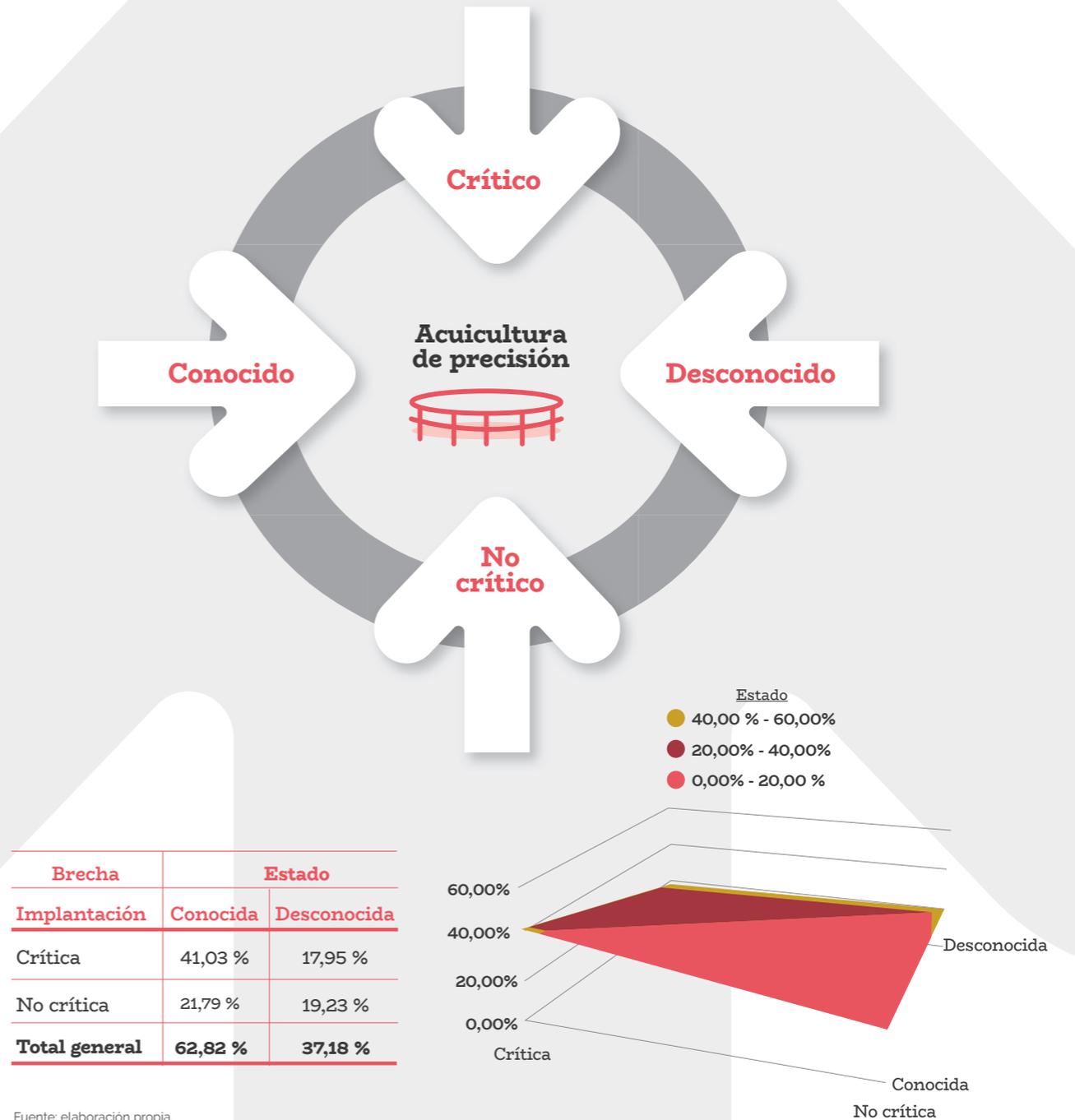
Fuente: elaboración propia.

Finalmente, se presenta la interacción entre criticidad y conocimiento que era parte de uno de los objetivos de los talleres y que se identificó como un ejercicio conjunto para un posterior análisis asociado

a la hoja de ruta. La metodología Lean Starup que se ha propuesto y se basa en el análisis combinado de los objetivos y brechas, ha proporcionado el siguiente resultado:



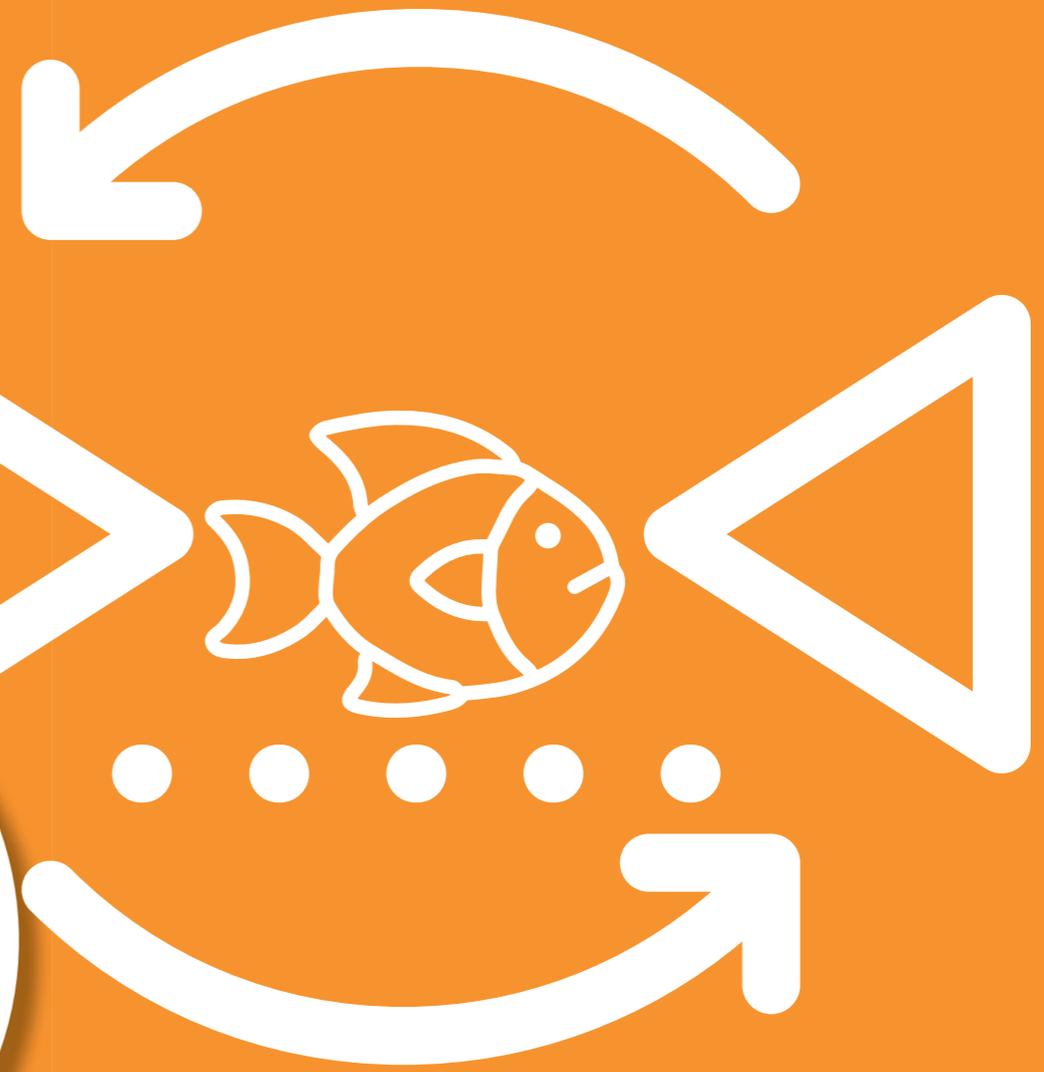
**Gráfico 14.** Distribución de las brechas según su nivel de estado y criticidad de implantación.



Fuente: elaboración propia.

Parte 7

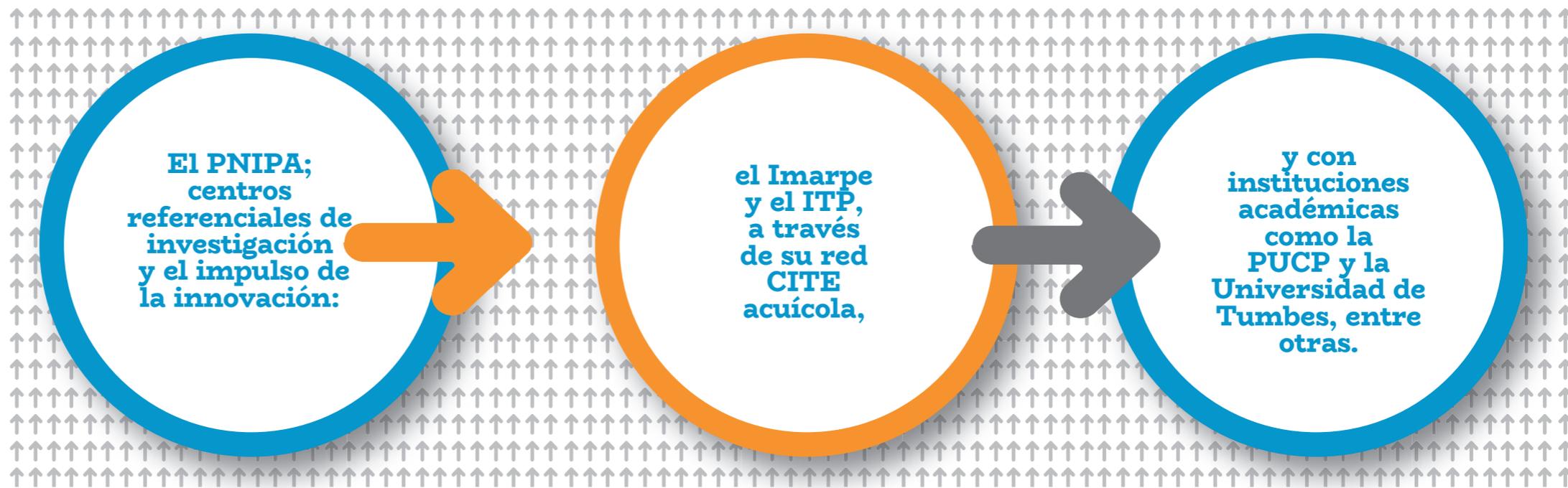
# REFLEXIONES PREVIAS A LA HOJA DE RUTA



# Reflexiones previas a la hoja de ruta

Este diagnóstico es el resultado de la misión desplegada sobre el terreno del 9 al 16 de enero de 2020, días en que se llevaron a cabo reuniones específicas con los principales impulsores del programa: El PNIPA; centros referenciales de la investigación y el impulso de la innovación: el Imarpe y el ITP, a través de su red CITE acuícola, y con instituciones académicas como la PUCP y la Universidad de Tumbes, entre otras.

Se realizaron visitas a productores con diferentes niveles de desarrollo tecnológico, algunas empresas con niveles de tecnología considerablemente elevados y de acuerdo a las tendencias actuales, como Puno en la producción de trucha; otros en niveles medios de uso tecnológico para la producción, el caso de tilapia en Tarapoto; e incluso empresas muy incipientes o con tecnologías casi inexistentes en la producción, el caso de tilapia y paiche en Tumbes. Sin embargo, esta misma empresa se encuentra en otro nivel en la producción de camarón. Las visitas a centros académicos como el CITE acuícola de Ahuashuiyacu en San Martín muestran



un elevado potencial para la innovación y la formación en tecnologías acuícolas emergentes y mejora de las actualmente existentes.

De acuerdo con los resultados que se obtuvieron en la clasificación anterior, se organizaron las brechas identificadas para cada uno de los objetivos, según orden de frecuencia (de mayor a menor) en base a los criterios nivel de conocimiento y la



**El proceso de diseño de la hoja de ruta requiere un diagnóstico detallado que incorpore la visión y experiencia de los diferentes actores del sector privado, investigación y formación, gobierno y sociedad civil.**

criticidad de la actuación. A partir del conocimiento recopilado y los resultados de las mesas de trabajo, una vez analizada la información, el siguiente paso es: la hoja de ruta para la transición del sector acuícola peruano a la industria 4.0.

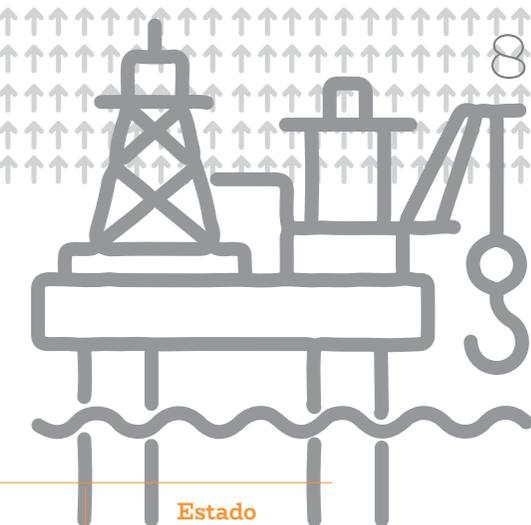
Los siguientes cuatro cuadros muestran el resultado de este análisis, en base a lo obtenido en los talleres participativos realizados en Puno, Tarapoto y Tumbes,

además del taller de integración de Lima en el que participaron 120 profesionales de la cadena de valor de la acuicultura peruana. El resultado es descriptivo, aunque muestra la frecuencia que se le asignó a cada brecha y está ordenado en función de los objetivos. Se han organizado según el ámbito temporal previsible, aunque evidentemente este es un resultado preliminar, que servirá para fijar la propuesta de la hoja de ruta.

**Tabla 10.**  
Resultado del análisis horizonte de 1 a 2 años.

Objetivo / Brechas	Estado
<b>Implantación</b>	<b>Conocida</b>
<b>No crítica</b>	<b>100,00 %</b>
<b>Producir alimento balanceado de calidad</b>	<b>23,53 %</b>
Manejo deficiente	17,65 %
Investigación no escalable	5,88 %
<b>Implementar la cultura de asociatividad</b>	<b>17,65 %</b>
Asistencialismo	5,88 %
Resistencia al cambio	5,88 %
Bajo nivel asociativo	5,88 %
<b>Caracterización de la cadena de valor</b>	<b>17,65 %</b>
Carencia de valor añadido	11,76 %
Problemas sociales y culturales (comunidad)	5,88 %
<b>Desarrollo de capital humano-capacitación</b>	<b>17,65 %</b>
Carencia de profesores capacitados	5,88 %
Formación especializada	5,88 %
Desarrollo de malla curricular	5,88 %
<b>Aseguramiento de la oferta energética y de agua</b>	<b>11,76 %</b>
Energía importada de Loreto	11,76 %
<b>Programas de selección genética</b>	<b>5,88 %</b>
Carencia de especialistas	5,88 %
<b>Aplicación de nuevas tecnológicas en la producción acuícola</b>	<b>5,88 %</b>
Burocracia para la obtención de concesiones	5,88 %
<b>Total general</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: elaboración propia.



**Tabla 11.**  
Resultado del análisis horizonte de 1 a 5 años.

Objetivo / Brechas	Estado
<b>Implantación</b>	<b>Conocida</b>
<b>Crítica</b>	<b>100,00 %</b>
<b>Mejora de la productividad</b>	<b>21,88 %</b>
Carencia de investigación de especies producidas	3,13 %
Espalda financiera	3,13 %
Micro y pequeño productores	3,13 %
Escaso conocimiento de las fases productivas	3,13 %
Ovas de calidad, libres de enfermedades y adaptadas al lago	3,13 %
Falta de organización sectorial	3,13 %
Falta de planificación de la producción	3,13 %
<b>Programas de sanidad acuícola-riesgo-bioseguridad</b>	<b>18,75 %</b>
Centros libres de patógenos	6,25 %
Programa de gestión unificado	3,13 %
Falta de infraestructuras	3,13 %
Carencia de especialistas	3,13 %
Dependencia de producción exterior	3,13 %
<b>Aplicación de nuevas tecnológicas en la producción acuícola</b>	<b>9,38 %</b>
Tecnologías no actualizadas	9,38 %
<b>Desarrollo de capital humano-capacitación</b>	<b>9,38 %</b>
Carencia de mano de obra calificada	3,13 %
Instituto técnico	3,13 %
Formación especializada	3,13 %
<b>Residuos generados por la actividad acuícola</b>	<b>9,38 %</b>
No existe legislación adaptada	3,13 %
No existen empresas proveedoras de servicios	3,13 %
No existe relleno sanitario	3,13 %
<b>Producción de alimento balanceado de calidad</b>	<b>6,25 %</b>
Parámetros de control	6,25 %
<b>Caracterización de la cadena de valor</b>	<b>6,25 %</b>
Cuerpos de agua administrados por la comunidad	3,13 %
Control de calidad	3,13 %
<b>Diversificación del cultivo de especies</b>	<b>6,25 %</b>
Dificultad en las concesiones	3,13 %
Dificultad en el financiamiento	3,13 %

Objetivo / Brechas	Estado
<b>Implantación</b>	<b>Conocida</b>
<b>Crítica</b>	<b>100,00 %</b>
<b>Implementar la cultura de asociatividad</b> Desconfianza del estado Confianza entre productores	<b>6,25 %</b> 3,13% 3,13%
<b>Ingeniería de infraestructura acuícola</b> Carencia técnicos calificados	<b>3,13%</b> 3,13
<b>Aseguramiento de la oferta energética y de agua</b> Contaminación	<b>3,13%</b> 3,13
<b>Total general</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: elaboración propia.



**Tabla 12.**  
Resultado del análisis horizonte de 1 a 10 años.

Objetivo / Brechas	Estado
<b>Implantación</b>	<b>Desconocida</b>
<b>Crítica</b>	<b>100,00 %</b>
<b>Aplicación de nuevas tecnologías en la producción acuícola</b> Desconocimiento de las tecnologías Identificación de nuevas tecnologías	<b>28.57%</b> 7.14% 21.43%
<b>Aseguramiento de la oferta energética y de agua</b> Catastro desactualizado sin considerar crecimiento urbano Investigación para su aplicación en sistemas acuícolas Investigación para su aplicación en tecnologías de producción (semilla)	<b>21.43%</b> 7.14% 7.14% 7.14%
<b>Caracterización de la cadena de valor</b> Alto costo producción Conocimiento de espejo de agua Conocimiento de productores formales	<b>21.43%</b> 7.14% 7.14% 7.14%
<b>Desarrollo de capital humano-capacitación</b> Malla curricular adaptada	<b>7.14%</b> 7.14%
<b>Diversificación del cultivo de especies</b> Dificultad para la obtención de larvas	<b>7.14%</b> 7.14%
<b>Mejora de la productividad</b> Diagnóstico sector	<b>7.14%</b> 7.14%
<b>Programas de sanidad acuícola-riesgo-bioseguridad</b> Identificación de contaminantes	<b>7.14%</b> 7.14%
<b>Total general</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 13.**  
Resultado del análisis horizonte a más de 10 años

Objetivo / Brechas	Estado
<b>Implantación</b>	<b>Desconocida</b>
<b>No crítica</b>	<b>100,00 %</b>
<b>Producción alimento balanceado de calidad</b>	<b>33.33%</b>
Carencia de información	6.67%
Identificación de insumos	6.67%
No existen alternativas a la materia prima actual	6.67%
Nuevas fuentes de proteína	13.33%
<b>Diversificación del cultivo de especies</b>	<b>20.00%</b>
Desconocimiento de la especie	6.67%
Falta de investigación básica	6.67%
Identificar especies con potencial	6.67%
<b>Mejora de la productividad</b>	<b>13.33%</b>
Diagnóstico del sector	13.33%
<b>Caracterización de la cadena de valor</b>	<b>13.33%</b>
Alto costo implantación	6.67%
Temor a inversionistas extranjeros	6.67%
<b>Desarrollo de capital humano-capacitación</b>	<b>6.67%</b>
Desconexión empresa-universidad	6.67%
<b>Programas de sanidad acuícola-riesgo-bioseguridad</b>	<b>6.67%</b>
Escaso conocimiento en gestión de riesgo a nivel empresarial	6.67%
<b>Ingeniería de infraestructura acuícola</b>	<b>6.67%</b>
Carencia de oferta formativa	6.67%
<b>Total general</b>	<b>100%</b>

Fuente: elaboración propia.



El proceso del diseño de la hoja de ruta requiere un diagnóstico detallado que incorpore la visión y experiencia de los diferentes actores del sector privado, investigación y formación, gobierno y sociedad civil.

Solo de este modo se asegura la construcción de una hoja de ruta consistente, sustentada en bases adecuadas a la realidad de las diferentes actividades acuícolas peruanas. A partir de ello, el enorme esfuerzo de involucrar de forma directa al menos a 120 personas representativas de todos los grupos de interés.

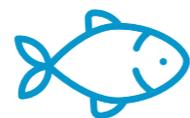
Se han identificado los principales objetivos para la mejora productiva y la com-

petitividad, mediante la innovación y la aplicación de tecnologías relacionadas con la acuicultura de precisión y que pueden inscribirse en cuatro grandes apartados:

- Zootecnia
- Formación
- Tecnología
- Gobernanza



Las brechas asociadas presentan una situación crítica en su implementación, con un impacto temporal a corto o mediano plazo. En cuanto al análisis de las brechas asociadas al impulso de la acuicultura de precisión se identifican las siguientes, clasificadas por ámbito de aplicación:



### **Respecto a la zootecnia**

la diversificación de especies, el impulso de programas sanitarios, la alternativa a las materias primas convencionales, la producción larvaria y la mejora genética.



### **Respecto a la formación**

la necesidad de impulsar una formación técnica adaptada a los diferentes niveles, una apuesta clara por la investigación orientada a las necesidades sectoriales, el establecimiento de programas que financien pasantías nacionales e internacionales y el impulso de programas de emprendimiento dentro de la investigación, la gestión privada e incluso en la administración.



### **La tecnología debe adecuarse a las especies**

y a los procesos, aunque se observa que es factible promover herramientas tecnológicas comunes y transversales. Un ejemplo sería mediante la puesta en funcionamiento de modelos productivos escalables que con impulso público-privado permitan transferir fácil y rápidamente tecnologías como el RAS, la automatización de procesos, el análisis de la información y la formación especializada. Todo ello sin descuidar los casos de éxito asociados a los diversos estados de desarrollo según los diferentes modelos productivos actuales.



### **La gobernanza es un reto de país**

Se observa que los asistentes a los diversos talleres tienen conocimiento de la existencia de marcos legislativos y regulatorios dentro de los planes nacionales y programas de impulso público, sin embargo, su aplicación es diversa y variada. Además, aunque reconocen la existencia de estos programas, hace falta una integración sectorial potente basada en el concepto de “cadena de valor”. Es decir, tecnologías que permitan la identificación de instalaciones y plantas de producción, gestión de datos productivos, articulación del riesgo y trazabilidad de procesos.



En resumen, la implementación de medidas asociadas al impulso de la acuicultura de precisión puede contribuir significativamente a la mejora competitiva del sector acuícola peruano.

No obstante, aunque existe un Plan Nacional de Innovación, producto de diversos planes específicos de las diversas instituciones, se observa la necesidad, de contar para los próximos 10 años con un Plan Estratégico para la Innovación, integrado, de acuerdo a la realidad y diversidad productiva del país, en base a la región y la especie o especies producidas.

La hoja de ruta que se diseña a partir de la priorización de objetivos y brechas, se recomienda que se considere como un input valioso para el diseño de este Plan Estratégico, totalmente necesario para asegurar la viabilidad de la misma, y por tanto la sostenibilidad del sector. Recordemos que por sostenibilidad se entiende el alcance del desarrollo social, económico y ambiental, y por índole la mejora de la calidad de vida de las personas.●

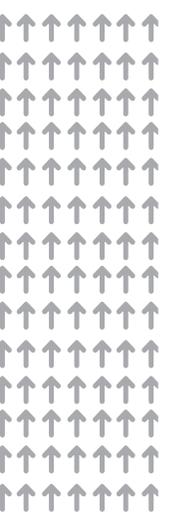
→ → → →

**En resumen, la implementación de medidas asociadas al impulso de la acuicultura de precisión pueden contribuir significativamente a la mejora competitiva del sector acuícola peruano.**

Parte 8

**HOJA DE RUTA**





# Hoja de ruta para la transición hacia una acuicultura de precisión

## a. Visión a futuro de la transición del sector acuícola a la industria 4.0



Fuente: <https://vitapro.com.pe/innovacion/#>

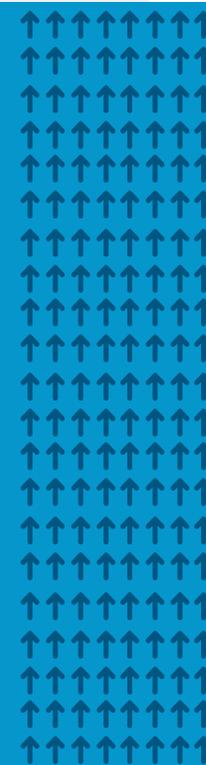
La definición de la visión de un sector establece una meta a largo plazo con la que nos comprometemos a través de una misión concreta.

La transición del sector acuícola peruano hacia una industria 4.0 tiene como objetivo gestionar un sector cada vez más complejo, enfocándolo hacia una mayor competitividad y rentabilidad.

**Gráfico 15.**  
Visión a futuro de la transición del sector acuícola a la industria 4.0

La forma en la que se gestione esta complejidad será la que determine su futuro. Un futuro cada vez más líquido en el que la hibridación del talento posibilitará adquirir avances que tal vez, ahora, cuesta imaginar.

Debemos imaginarnos el futuro y trabajar para que se convierta en una realidad. Aunque cada vez hay más pistas de por dónde se va, lo cierto es que aún falta. Este es el motivo por el que hay que impulsar la investigación y el desarrollo tecnológico dentro del ámbito acuícola de forma efectiva. Esto se consigue facilitando la transferencia de los avances científicos, valorizando los avances tecnológicos y buscando la máxima coordinación y sinergias. En definitiva, hibridando ideas, personas, colectivos y la sociedad.



Existe la obligación de crear un nuevo modelo productivo, más eficiente, más responsable, más social y más integrador, desde un punto de vista ambiental que apoye proyectos en los que el cambio climático sea el eje fundamental. Este debe integrar las nuevas tecnologías para facilitar los procesos de adaptación, así como tener en cuenta los cambios sociodemográficos que se están produciendo, que se adapte a los nuevos perfiles de los consumidores y donde la gestión de los recursos sea prioritaria.





**Se debe crear un nuevo modelo productivo, más eficiente, más responsable, más social y más integrador y que desde un punto de vista ambiental apoye proyectos en los que el cambio climático sea el eje fundamental.**

Hoy el problema no son los recursos, es el uso que se hace de ellos y cómo se gestionan para conseguir la soberanía alimentaria, y su distribución justa. Justa en lo social, justa en cuanto a la ética y justa económicamente hablando.

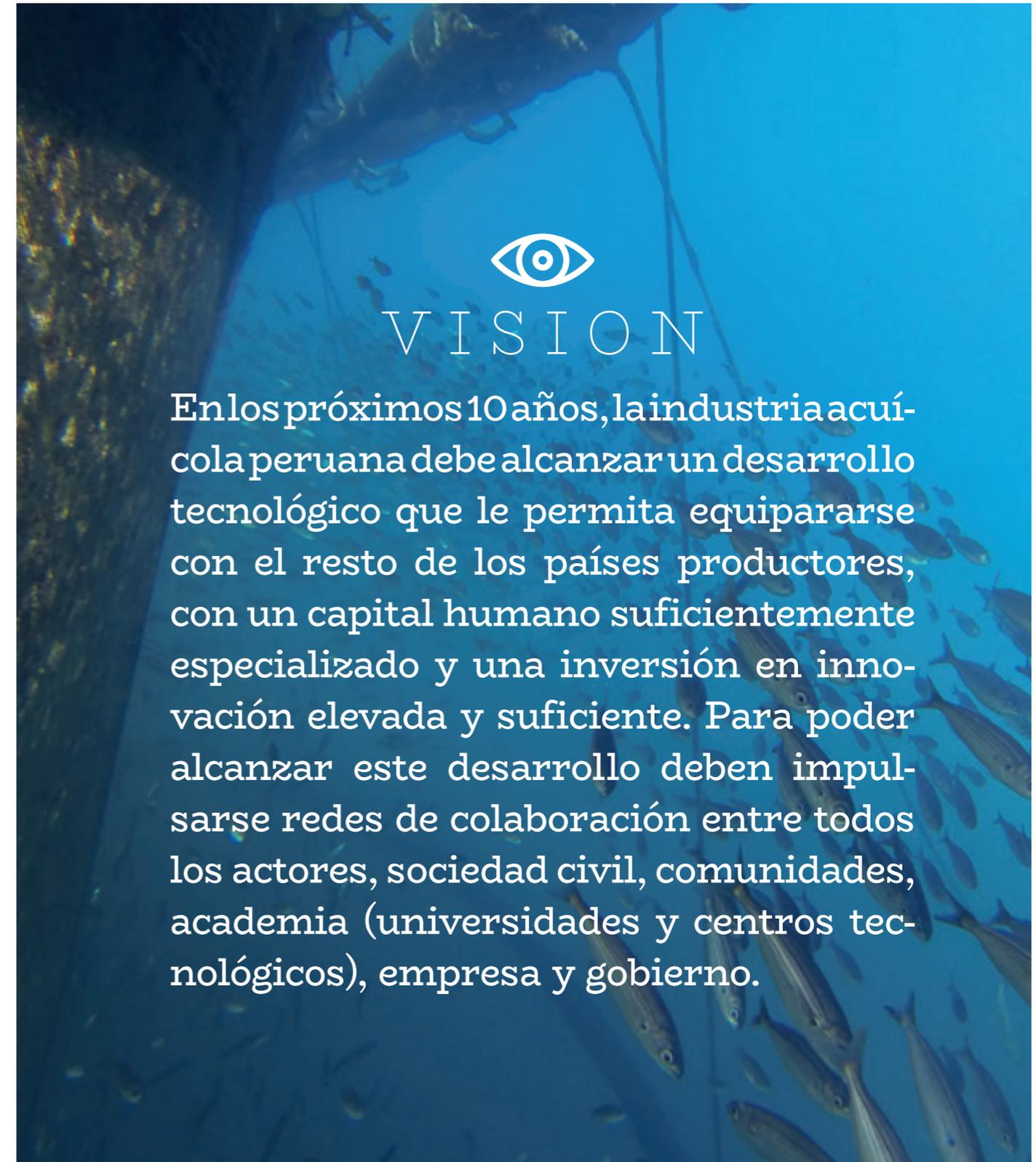
Además, se debe apostar por un modelo productivo socialmente responsable, éti-

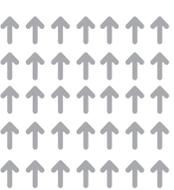
camente aceptable, ambientalmente sostenible y económicamente viable. Las oportunidades de negocio, social y ambientalmente responsable, basadas en el conocimiento deben ser la palanca de impulso que posibilite el cambio del contrato social. Es indispensable apostar por la innovación abierta y disruptiva, desde la tecnología, pero con las personas como impulsoras del cambio.

Cambio que se sustentará en la capacidad de idear nuevos métodos de producción acuícola, fuentes de proteínas alternativas, implementación de modelos capaces de preservar el valor de los recursos alimentarios, haciendo eficiente la cadena de suministro y reduciendo los desperdicios, en definitiva, apostando por un modelo innovador basado en la economía circular.

Perú requiere de una transición hacia un modelo productivo que cumpla con los requerimientos anteriores y la acuicultura de precisión debe contribuir a ello.

A continuación, se propone una visión que se ha elaborado a partir de diferentes contribuciones, y se ha tenido también en cuenta su alineación con el Plan Nacional de Acuicultura.





## b. Definición de ejes y líneas estratégicas

Para el diseño de la hoja de ruta se utiliza como punto de partida la tabla 1 de la fase de diagnóstico. En ella se relacionan los principales objetivos con los ámbitos de aplicación en función de las principales brechas identificadas.

Con el fin de superar estas brechas, es preciso aplicar un enfoque holístico que permita identificar acciones estratégicas desde cada uno de los ámbitos establecidos. Esto es consecuencia de la elevada comple-

jidad que se encuentra asociada a la gestión productiva, a los riesgos sanitarios, a la demanda ambiental y a la necesidad de generar un capital humano altamente especializado en un entorno cambiante y exigente. Se añade la regionalización y las particularidades de cada entorno, así como sus características y carencias, que se suman a la necesidad de que el desarrollo sea inclusivo. Todo ello desde un punto de vista tecnológico, e integrado transversalmente.

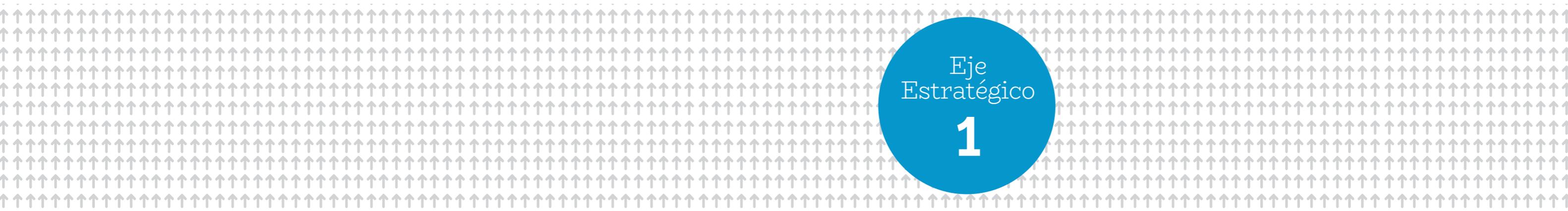


SEA

**Gráfico 16.** Descripción de ejes y líneas estratégicas.

Ejes estratégicos	Líneas estratégicas
<b>Desarrollo de estructura de gobernanza de innovación acuícola</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de plan de apoyo a la innovación en la acuicultura.</li> <li>• Refuerzos y colaboración interinstitucional, entre ministerios, en el ámbito acuícola.</li> </ul>
<b>Incremento de conocimiento especializado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de programas e instrumentos de formación integral.</li> <li>• Generación de redes de conocimiento tanto nacional como internacional.</li> <li>• Diseño y desarrollo de programas de innovación aplicada público-privado.</li> </ul>
<b>Aplicación de tecnología a la producción acuícola</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de plan de actualización tecnológica.</li> <li>• Implementación del plan aplicado a la optimización productiva de las principales especies.</li> <li>• Implementación del plan aplicado a sanidad acuícola, riesgo y bioseguridad.</li> <li>• Implementación del plan aplicado a la diversificación de cultivo de especies.</li> <li>• Implementación del plan aplicado a selección genética.</li> <li>• Implementación del plan aplicado a infraestructuras acuícolas.</li> </ul>
<b>Promoción de colaboración sectorial y asociatividad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promoción de la creación de Clúster para la gestión de innovación en la cadena de valor.</li> <li>• Caracterización de la cadena de valor por especie.</li> </ul>

Fuente: elaboración propia.



De esta forma se definen los ejes estratégicos a los que se ligan las principales líneas estratégicas, y cada una de ellas deriva en acciones concretas que son descritas más adelante.

En términos generales, los ejes estratégicos que se proponen se alinean con la Visión y Misión establecidas. Para su

alcance es preciso trabajar de manera estratégica en reforzar el conocimiento especializado disponible en el país, con el fin de incorporar un modelo tecnológico adecuado, fundamentado en la colaboración sectorial y el establecimiento de alianzas público-privadas, asegurando un acervo normativo y estructura administrativa adecuada y ágil.



**El desarrollo hacia una acuicultura 4.0 deberá tener en cuenta los limitantes actuales y contribuir a su refuerzo, fundamentalmente en lo que se refiere al ordenamiento, planificación y financiamiento de investigación.**

Eje Estratégico  
**1**

**Desarrollo de estructura de gobernanza de innovación acuícola.**



Sibien existen las bases normativas aplicables al desarrollo sectorial acuícola, se identifican aspectos críticos fundamentales a reforzar para el logro del desarrollo sostenible de la actividad. Por ello, el desarrollo hacia una acuicultura 4.0 deberá tener en cuenta las limitantes actuales y contribuir a su refuerzo, fundamentalmente en lo que se refiere al ordenamiento, planificación y financiación de investigación, entre otros. Así, se propone el ordenamiento y adecuación de los instrumentos de planificación e implementación actuales en pro de la concentración de esfuerzo hacia el logro de un desarrollo tecnológico,

basado en innovación que asegure el crecimiento sostenible del sector. Así, desde la “construcción” de un Plan de Innovación Acuícola, alineado con el Plan Nacional de Acuicultura, se generan diferentes “ramas” enfocadas a la resolución de desafíos productivos (sanidad, alimentación, diversificación de especies); desafíos de gobernanza sectorial (formación de clusters, observatorio); generación de capacidades basada en el desarrollo y transferencia del conocimiento (capacitación, investigación, creación de redes nacionales e internacionales) y desafíos relacionados con la disponibilidad de recursos (adecuación de infraestructuras y terrenos, diseño y coordinación de instrumentos financieros disponibles). Los ejes estratégicos que continúan en esta hoja de ruta responden a cada uno de los aspectos antes mencionados.

Eje Estratégico  
**2**

Incremento de conocimiento especializado.

La disponibilidad de cuadros formados y capacitados en el país, tanto en el marco técnico –operativo, político–administrativo, como en investigación es fundamental para asegurar el crecimiento sostenible del sector. Si bien en el país se identifican cuadros relevantes, es una demanda generalizada la necesidad de reforzar el conocimiento relacionado con cada uno de los eslabones fundamentales de la cadena de valor: Producción, aprovisionamiento de insumos y servicios, investigación, formación, desarrollo y aplicación de normativa. Se propone en términos generales, desde una evaluación de necesidades el reforzamiento del

conocimiento, el diseño de un programa único nacional que cuente con diferentes ramas de capacitación y acompañamiento técnico. De forma paralela, es preciso asegurar la existencia de programas de financiamiento que lleven acompañadas líneas de financiación dirigidas a apoyar técnica y económicamente, iniciativas relacionadas. Para ello, se propone reforzar los lazos de cooperación entre las diferentes entidades con competencia en Perú, así como con otras entidades homólogas (sector privado, investigación, formación y capacitación) de otros países acuícolas con características sectoriales homólogas.

Eje Estratégico  
**3**

Aplicación de tecnología a la producción acuícola

A partir del diagnóstico realizado, en el que se identifican los puntos críticos de reforzamiento productivo (entre otros, bioseguridad, alimento), se avanzará de forma paralela a otros ejes en el diseño de un plan operativo de actualización tecnológica del sector, que de forma específica sea aplicable para reforzar aspectos clave a corto y mediano plazo. El reforzamiento tecnológico debe ir acompañado de una estrategia paralela enfocada tanto a reforzamiento de capacidades como de mercado.

Eje Estratégico  
**4**

Promoción de colaboración sectorial y asociatividad

Los procesos de innovación son generados desde cada una de las aspas de la cuádruple hélice (gobierno, sector privado, sociedad civil y academia) para lo cual deben generarse estructuras sectoriales que, integrando a cada una de ellas, favorezcan la puesta en marcha de iniciativas e intercambio de experiencias de valor. La creación de un clúster acuícola o el reforzamiento de la estructura nacional existente, favorecerá la puesta en marcha de dinámicas de innovación basadas en la generación de conocimiento y colaboración intrasectorial.



## C. Objetivos y acciones estratégicas

Con el fin de profundizar el alcance de las líneas estratégicas identificadas, es preciso detallar a nivel operativo, las acciones concretas que deben ser implementadas. Cada una de ellas estará enfocada al logro de objetivos concretos que serán implementados a través de acciones medibles y temporalizadas por los diferentes grupos de interés.

A cada una de las líneas estratégicas se le asigna uno o varios objetivos según su interés y especificidad. Algunas de ellas se consideran líneas transversales, como es el caso de la primera línea estratégica:

“Diseño del plan de apoyo a la innovación en la acuicultura”, las que deberán ser priorizadas. Esta actuación corresponde a una brecha transversal que afecta a todos los otros ejes.

**Las acciones identificadas se asocian al grado de éxito en el cumplimiento de cada una de las líneas descritas. No es una condición determinante que todas deban ser cubiertas, sin embargo, son esenciales para un desempeño integral que posibilite la transformación del sector acuícola.**

A continuación, se detalla a modo de plan de acción cada una de las líneas estratégicas y las acciones propuestas.

**Gráfico 17.**  
Ejes estratégicos del plan de acción.



Fuente: elaboración propia.





### EJE ESTRATÉGICO 1

**Desarrollo de estructura de gobernanza de innovación acuícola**

**Línea Estratégica 1.1.**  
Diseño de plan de apoyo a la innovación en la acuicultura

**Línea Estratégica 1.1. Diseño de plan de apoyo a la innovación en la acuicultura**

Esta acción implica asumir, lo que efectivamente se evidencia en el marco peruano de la acuicultura, que la innovación es una, por no decir la más importante, de las soluciones para mejorar la competitividad sectorial, y que es necesario unificar actuaciones para ordenar adecuadamente su apoyo a la acuicultura. Resulta evidente que este eje es transversal a todos los anteriores.

**OBJETIVOS ESTRATÉGICOS** **Elaboración de un plan estratégico de innovación acuícola**

La gobernanza de un sector se logra desde la planificación y el monitoreo de esta. Si bien Perú cuenta con el Plan Nacional de Acuicultura, es preciso desarrollar un alineamiento específico desde la innovación tecnológica. Este programa deberá incorporar otros lineamientos con qué afrontar los desafíos concretos tecnológicos. Estos se mencionan de forma específica asociados al Eje. 2. Lo mencionado permitirá el diseño de programas de financiamiento adecuados y dirigidos a lograr los hitos esperados de innovación tecnológica en el plan.

**DESCRIPCIÓN**

**ACCIONES PREVISTAS**

- Alcanzar un diagnóstico consensuado sobre la situación actual y las necesidades de innovación. Se toma como punto de partida el que precede de esta hoja de ruta.
- Elaborar el plan basado en líneas de innovación, siguiendo la hoja de ruta establecida en este documento.
- Dotar el plan de recursos suficientes e implementar las medidas estratégicas.

**Línea Estratégica 1.2.**  
Refuerzos y colaboración inter-institucional en el ámbito acuícola (entre ministerios)

**Línea Estratégica 1.2. Refuerzos y colaboración interinstitucional en el ámbito acuícola (entre ministerios)**

El diseño e implementación de un plan nacional de innovación acuícola requiere de la estrecha colaboración de diferentes ministerios y áreas gubernamentales. Adicionalmente a las áreas más obvias relacionadas con pesca y acuicultura, deberán sumarse economía y finanzas, investigación, educación, sanidad, ambiente, entre otros.

**OBJETIVOS ESTRATÉGICOS** **Asegurar la implementación del plan de innovación de forma eficaz y eficiente**

La coordinación entre administraciones debe ser diseñada desde el inicio de la implementación de esta hoja de ruta. Solo si se considera desde un plano de relevancia nacional se conseguirá llegar a obtener un sector sostenible que asegure una fuente de empleo y riqueza.

**DESCRIPCIÓN**

**ACCIONES PREVISTAS**

- Presentación de la hoja de ruta a todos los órganos implicados para el logro del acuerdo.
- Creación de mesas intergubernamentales para el proceso de diseño del plan de innovación de modo que se integren todas las prioridades, capacidades y limitantes, y se diseñen instrumentos viables.



# EJE ESTRATÉGICO 2

**Incremento de conocimiento especializado** → **Línea Estratégica 2.1.**  
**Diseño de programas e instrumentos de formación integral**

## Línea Estratégica 2.1. Diseño de programas e instrumentos de formación integral



Esta acción responde a la necesidad de incrementar el conocimiento altamente especializado que requiere la acuicultura de precisión y generar un capital humano capacitado e impulsor de la transformación del sector. Solo con ello la incorporación de tecnología será viable y tendrá un impacto en el desarrollo sectorial positivo.

**OBJETIVOS ESTRATÉGICOS** **1 Refuerzo de capacidades técnicas a través de la formación profesional**

**DESCRIPCIÓN** Una de las brechas de la incorporación de innovación en centros de producción y desarrollo es la escasez de cuadros técnicos con formación adecuada. Se propone el establecimiento de lazos de colaboración en el marco de las diferentes entidades del Produce (ITP, CITES) y con otras entidades internacionales con experiencia en formación profesional.

- ACCIONES PREVISTAS**
- Diseño de programa de formación de profesionales (currículo).
  - Programa de formación de formadores.
  - Refuerzo de centros de formación profesional en el ámbito de formadores en infraestructuras, equipamiento y material didáctico

**OBJETIVOS ESTRATÉGICOS** **2 Refuerzo de capacidades de las universidades y centros de investigación**

**DESCRIPCIÓN** La acuicultura requiere de un elevado capital innovador y la academia deber ser motor del impulso y transferencia. La necesidad de adaptarse a las nuevas tecnologías implica un refuerzo continuo del capital humano altamente especializado.

- ACCIONES PREVISTAS**
- Plan de pasantías y acompañamiento internacional para capacitar a los investigadores.
  - Programa de actualización de competencias y conocimientos tecnológicos avanzados en acuicultura.



# EJE ESTRATÉGICO 2

## Línea Estratégica 2.2. Generación de redes de conocimiento (nacional e internacional)

### Línea Estratégica 2.2. Generación de redes de conocimiento (nacional e internacional)



Esta acción es consecuencia de la dificultad que existe para generar, en una sola organización, todo el conocimiento necesario para dar el salto tecnológico. La cooperación y transversalidad son imprescindibles para asegurar más allá de la generación del conocimiento, que respondan a las necesidades reales del sector y que puedan transferirse. Para ello es fundamental la cooperación de todas las partes.

#### OBJETIVOS ESTRATÉGICOS 1 Integración de los organismos con conocimiento tecnológico

**DESCRIPCIÓN** Mantener actualizada la información y las tendencias para tomar las decisiones adecuadas.

- Fortalecimiento del plan de investigación en acuicultura, alineando los planes de trabajo de los diferentes centros de investigación. Este plan estará ligado al Plan Nacional.

**ACCIONES PREVISTAS**

- Establecimiento de un Observatorio de Acuicultura asociado al ámbito tecnológico y ligado al Plan Nacional. A modo de ejemplo este observatorio manejaría la red propuesta en el O1 de este eje, un servicio nacional de vigilancia tecnológica alimentado desde los centros de investigación, una base de datos "who is who" en la que se incluya información actualizada del trabajo de investigación y demandas tecnológicas del sector privado, entre otros. Asimismo, este observatorio, a través de la red, podría participar u ofrecer información a la mesa acuícola.

#### OBJETIVOS ESTRATÉGICOS 2 Establecimiento de lazos de cooperación y transferencia de conocimiento entre los diferentes actores

**DESCRIPCIÓN** La diversidad de necesidades asociadas a las especies y regiones requiere especialistas transversales que puedan cubrir las demandas tanto formativas como de transferencia del conocimiento. Estos especialistas, en algunos casos disponibles en el país (privado y públicos), deben ser identificados. Se propone favorecer espacios de colaboración entre estos actores y que puedan contribuir de forma concreta a la implementación de la hoja de ruta hacia acuicultura 4.0 con inputs técnicos de valor.

- ACCIONES PREVISTAS**
- Continuidad del Simposio de Innovación desarrollado en 2019 en cuyo diseño participen diferentes actores.
  - Creación de una red público-privada que además participe activamente en la mesa acuícola. Esta red deberá estar dotada de contenido, por lo que se propone esté liderada por una entidad seleccionada de forma rotatoria. Además, estará ligada al observatorio que se propone crear en este eje (O1).
  - Incorporación de los investigadores peruanos en redes de conocimiento de carácter internacional (p.ej. Ecomar) y diseño de un plan de aprovechamiento de resultados obtenidos de la misma.





## EJE ESTRATÉGICO 2



### Línea Estratégica 2.3.

### Diseño y desarrollo de programas de innovación aplicada público-privado

#### Línea Estratégica 2.3. Diseño y desarrollo de programas de innovación aplicada público-privado



Esta acción tiene como objetivo alinear las necesidades procedentes de la industria acuícola con las desempeñadas por el sector académico y orientarlas hacia sus necesidades. Para ello, la creación de espacios de encuentro e intercambio de conocimiento, necesidades y experiencias, identificadas en el eje anterior, debe estar acompañadas por el diseño de instrumentos de financiamiento específicos, o la adaptación de los existentes. Los programas actualmente desarrollados por el PNIPA, son positivos, el hecho de reforzar la identificación previa a los mismos reforzaría el impacto definitivo. Asimismo, es preciso asegurar la continuidad y sostenibilidad de estos programas logrando que se constituyan como instrumentos esenciales de promoción de innovación y desarrollo tecnológico.

#### ACCIONES PREVISTAS

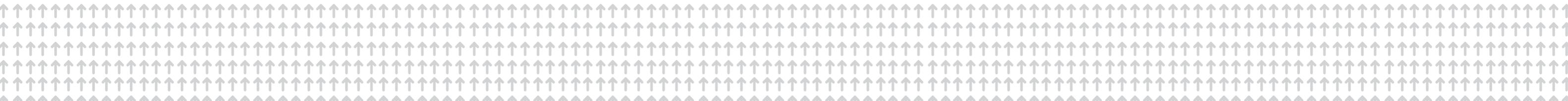
- Consolidación del órgano actual o creación de un órgano coordinador de la innovación público-privada por ejemplo vinculado al Observatorio.
- Estudio nacional de oferta y demanda tecnológica. Este estudio deberá ser actualizado y contrastado anualmente en función del avance sobre los retos del sector o posibles nuevos desafíos.
- Elaboración de una cartera de tipo proyectos priorizados y pactados según el punto anterior.
- Diseño de instrumentos de innovación tecnológica adecuados a las necesidades y capacidades de los beneficiarios (p. ej. incluir financiación de equipamientos, incentivos y apoyo técnico para la coordinación con otros programas de financiación iberoamericano, p. ej. Cyted, Iberoeika, otros).
- Desarrollo de un sistema de evaluación de impacto de los proyectos financiados sobre el desarrollo tecnológico del sector y su implicancia sobre el mismo.

#### OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

**Asegurar la continuidad de los programas de financiamiento a la innovación adecuadas a las prioridades de desarrollo sectorial desde una perspectiva público y privada.**

#### DESCRIPCIÓN

Las brechas apuntan a una insuficiente alineación entre los programas de innovación y una debilidad en la articulación público-privada en la planificación del impulso tecnológico. Observamos la existencia de fondos concursables para el impulso de la innovación en el ámbito acuícola y pesquero: Innóvate Perú, Fondecyt o PNIPA. Sin embargo, es fundamental asegurar que todos ellos estén coordinados y orientados a las necesidades concretas que demandan tanto la investigación como el sector privado. En este sentido, se propone el refuerzo de los actualmente existentes. La identificación previa es tan clave para el diseño de los instrumentos como la sostenibilidad de los mismos.





### EJE ESTRATÉGICO 3

**Aplicación de tecnología a la producción acuícola** → **Línea Estratégica 3.1. Diseño de plan de actualización tecnológica**

#### Línea Estratégica 3.1. Diseño del plan de actualización tecnológica



Esta acción está orientada hacia los procesos y mecanismos necesarios para que la transferencia tecnológica sea efectiva hacia el sector privado. El plan deberá incorporar, desde un diagnóstico profundo, todos los aspectos sociales, económicos y normativos necesarios para el desarrollo sostenible del sector en base a la innovación tecnológica. El diseño e implementación deberá sin duda estar asegurada por la cooperación público-privada.

**OBJETIVOS ESTRATÉGICOS** **1 Coordinación de la innovación, desarrollo tecnológico y transferencia de la acuicultura**

**DESCRIPCIÓN** El presente de la acuicultura está condicionado por la innovación y el desarrollo tecnológico. Los sistemas de cultivo, la gestión sanitaria y medioambiental, el conocimiento especie-específico, determinan la competitividad sectorial.

- ACCIONES PREVISTAS**
- Diseñar un plan de transferencia y actualización tecnológica.
  - Estructurar y articular la financiación para la implantación de nuevas tecnologías.
  - Diseño de plan de monitoreo y evaluación de impacto del plan, que puede ser apoyado por el PNIPA y el Observatorio.

**OBJETIVOS ESTRATÉGICOS** **2 Establecimiento de un mecanismo de análisis de la oferta tecnológica**

**DESCRIPCIÓN** El elevado dinamismo de la acuicultura requiere de un continuo análisis de la oferta tecnológica disponible que debe ser evaluada y certificada por profesionales. La certificación de la tecnología será clave en la transferencia.

- ACCIONES PREVISTAS**
- Creación de una red de oferta tecnológica, aplicada al ámbito acuícola nacional e internacional. Esta podría ser una función del Observatorio.
  - Implementar criterios de evaluación y certificación de la oferta tecnológica.



**Línea Estratégica 3.2.**  
 Implementación del plan aplicado a la optimización productiva de las principales especies

**Línea Estratégica 3.2. Implementación del plan aplicado a la optimización productiva de las principales especies**

Esta acción debe posibilitar la mejora productiva de las especies que actualmente se producen mediante la incorporación de nuevas herramientas tecnológicas.

**OBJETIVOS ESTRATÉGICOS** Fortalecimiento de las capacidades productivas de las principales especies mediante incorporación de tecnologías

**DESCRIPCIÓN** Es necesario proveer a los productores de soluciones tecnológicamente avanzadas que hayan demostrado su eficiencia y que sean replicables y especie-específicas. Deben poder ser evaluadas en marcha y generar la confianza para su incorporación inmediata a las empresas.

- ACCIONES PREVISTAS**
- Creación de un programa regional para el impulso de centros de referencia o empresas tractoras como centros demostrativos. Este programa debe estar impulsado por las diferentes entidades como ITC, el PNIPA, etc.
  - Programa de financiación articulada para estos centros de referencia. Este programa deberá estar alineado con el Eje 1 y L.1.3.

**Línea Estratégica 3.3.**  
 Implementación del plan aplicado a la sanidad acuícola, riesgo y bioseguridad

**Línea Estratégica 3.3. Implementación del plan aplicado a la sanidad acuícola, riesgo y bioseguridad**

Esta acción tiene como objetivo reducir la dependencia exterior, implementar programas de la gestión del riesgo e incrementar la bioseguridad acuícola.

**OBJETIVOS ESTRATÉGICOS** **1** Implantación de productos y procesos innovadores en la mejora de la gestión sanitaria

**DESCRIPCIÓN** El desarrollo del sector acuícola requiere del establecimiento de unas condiciones de manejo de los animales que permitan prevenir la aparición de enfermedades o su control con el menor costo posible y la mayor eficacia.

- ACCIONES PREVISTAS**
- Creación de un programa nacional de gestión sanitaria de la acuicultura adaptado a las regiones.
  - Fortalecimiento de las capacidades humanas y financieras de la red de innovación sanitaria promovida por el Sanipes y el PNIPA.

**OBJETIVOS ESTRATÉGICOS** **2** Implantación de soluciones 4.0 para la gestión de enfermedades

**DESCRIPCIÓN** Debe incorporarse un modelo de soluciones de la industria 4.0 para reducir la dependencia de los tratamientos, mediante herramientas innovadoras que incorporen modelos predictivos.

- ACCIONES PREVISTAS**
- Programa de financiación articulada para la innovación sanitaria en Data Science y gestión de la información sanitaria, posiblemente asociada al Sanipes.
  - Programa de certificación para OWIs (Operational Welfare Indicators).





**Línea Estratégica 3.6.**  
 Implementación del plan aplicado a infraestructuras acuícolas

**Línea Estratégica 3.6. Implementación del plan aplicado a infraestructuras acuícolas**



Esta acción debe proporcionar un marco administrativo y de gobernanza que posibilite la incorporación de tecnologías innovadoras en las infraestructuras acuícolas existentes.

**OBJETIVOS ESTRATÉGICOS** Facilitar la incorporación de nuevas soluciones innovadoras a las infraestructuras existentes y futuras.

**DESCRIPCIÓN** La necesidad de integrar tecnologías y estandarizar su uso acuícola obliga a disponer de un sistema integrado de infraestructuras, evitando duplicidades y facilitando una transferencia ágil, eficaz y efectiva entre los investigadores, el equipo técnico y las necesidades de la industria acuícola.

- ACCIONES PREVISTAS**
- Programa de incorporación de nuevas tecnologías acuícolas en las infraestructuras existentes.
  - Programa de complementación y cooperación en nuevas infraestructuras.
  - Ambos programas estarán alineados con el E1 y debe formar parte de Plan Nacional.



**EJE ESTRATÉGICO 4**

**Promoción de colaboración sectorial y asociatividad** → **Línea Estratégica 4.1.**  
 Promoción de la creación de clúster para la gestión de innovación en la cadena de valor

**Línea Estratégica 4.1. Promoción de la creación de clúster para la gestión de innovación en la cadena de valor**



Con el fin de promover la colaboración sectorial y la asociatividad, es preciso reforzar las estructuras actuales. La Asociación Nacional de Acuicultura (SNA) podría ser reforzada desde la perspectiva de funcionamiento como clúster. Con ello, se generarían las dinámicas propias de la formación de clústeres para fortalecer los procesos de innovación tecnológica esperados. Asimismo, ello permitirá contar con una herramienta clave desde la que se podrían canalizar los aportes sectoriales hacia la investigación y gobierno, a través de las redes, Observatorio y mesa sectorial. Esta acción está ligada con el Eje Estratégico 1, pero promovidas e impulsadas por las empresas acuícolas para estimular la innovación y la transformación del sector.

**OBJETIVOS ESTRATÉGICOS** Creación de un clúster para la gestión del conocimiento innovación y sostenibilidad en acuicultura

**DESCRIPCIÓN** Contribuir al impulso de la cadena de valor de la acuicultura mediante la colaboración entre los actores, basada en la innovación, la sostenibilidad y la competitividad, creando valor añadido y generando conocimiento.

- ACCIONES PREVISTAS**
- Identificación de los actores implicados en la cadena de valor acuícola.
  - Plan estratégico de formación de clústeres, de la mano de la Sociedad Nacional de Acuicultura (SNA).
  - Conformación de un clúster acuícola.





**Línea Estratégica 4.2.**  
Caracterización de la cadena de valor por especie

**Línea Estratégica 4.2. Caracterización de la cadena de valor por especie**



El fortalecimiento de la cadena de valor, desde la perspectiva de su representatividad, es clave en la planificación y desarrollo sectorial sostenible. Es necesario conocer en detalle la cadena de valor actual, por especie e incorporar en el proceso de planificación los gaps que sean necesarios cubrir. Se debe tener en cuenta que la presencia de todos los eslabones de la cadena de valor en el país ocurrirá una vez este sector sea competitivo y genere volúmenes de negocio suficientes. La formación de alianzas entre el sector privado intrasectorial y entre este y el sector público es una vía fundamental para generar un desarrollo armónico del mismo. En este sentido, Perú, a través de los proyectos del PNIPA, promueve el trabajo conjunto entre centros de investigación, proveedores de insumo y productos de forma efectiva en el marco de desarrollo de nuevos productos o la adecuación de estos a las especies y características del sector peruano.

**OBJETIVOS ESTRATÉGICOS** Conocer en detalle el desarrollo de la cadena de valor de cada actividad sectorial (por especie) e identificar sinergias entre ellas

**DESCRIPCIÓN** Se trata de realizar un análisis en detalle, identificando el impacto que su estado actual y potencial pueda tener en el sector y su entorno directo, en cuanto a las dimensiones social, ambiental y económica.

**ACCIONES PREVISTAS** • Estudio de la caracterización y evaluación de impacto actual y potencial de la cadena de valor del sector acuícola por actividad y especie.

**OBJETIVOS ESTRATÉGICOS** Refuerzo de las alianzas público- privadas en el marco del desarrollo de la cadena de valor

**DESCRIPCIÓN** A partir de los resultados del análisis se debe poner en marcha acciones de colaboración para el refuerzo de la cadena de valor. Estas deben estar en sintonía con el Eje Estratégico 3.

**ACCIONES PREVISTAS**

- Continuar y reforzar el PNIPA en el marco de la generación de proyectos e iniciativas de colaboración entre diferentes segmentos de la cadena de valor.
- Refuerzo de alianzas intrasectoriales y generación de sinergias con otros sectores.



# d.

## Resumen de actuaciones transversales

Entre las líneas y acciones previstas existen interrelaciones y diferentes niveles de dependencia, tal y como se refleja en la siguiente Tabla 14. Se recomienda tenerlas en cuenta a la hora de revisar y estructurar la hoja de ruta.

De forma complementaria, se propone un ejercicio en el que se cruzan los aspectos críticos identificados en el diagnóstico con los ejes y líneas estratégicos, de modo que se asegure la cobertura de cada uno de ellos. Es fundamental su ejecución, ya que de este modo se garantiza la pertinencia y adecuación de la hoja de ruta.●

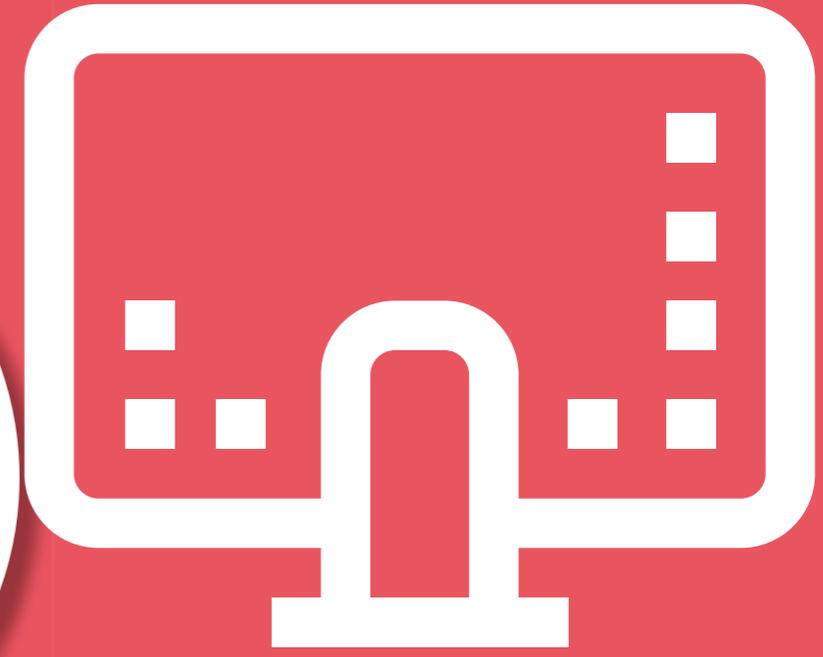
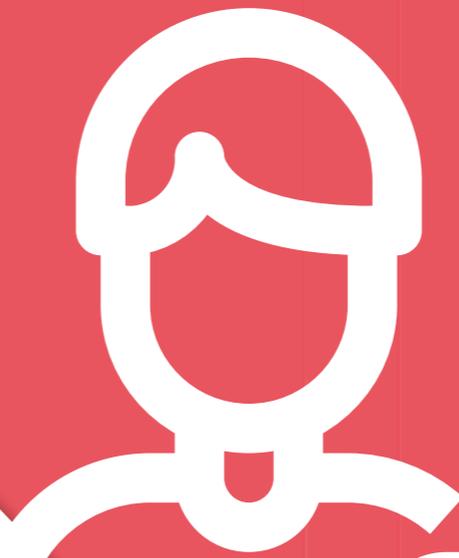
**Tabla 14.**  
Diagnóstico con los Ejes y Líneas Estratégicas

Eje/Línea estratégica	1.1	1.2	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	4.1	4.2
1.1. Diseño de plan de apoyo a la innovación en la acuicultura		↑↑↑	↑↑	↑	↑	↑↑↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑↑↑	↑
1.2. Refuerzos y colaboración interinstitucional en el ámbito acuícola (entre ministerios)	↑↑↑		↑↑					↑					
2.1. Diseño de programas e instrumentos de formación integral	↑↑	↑↑											
2.2. Generación de redes de conocimiento, nacional e internacional	↑				↑							↑↑	
2.3. Refuerzo y desarrollo sostenible de programas de innovación aplicada público-privado	↑			↑									
3.1. Diseño de plan de actualización tecnológica	↑↑↑										↑↑↑		↑
3.2. Implementación del plan aplicado a la optimización productiva de las principales especies	↑							↑	↑	↑			↑
3.3. Implementación del plan aplicado a sanidad acuícola, riesgo y bioseguridad	↑	↑					↑						↑
3.4. Programa nacional para el impulso de nuevas especies explorando el potencial socioeconómico	↑						↑						↑
3.5. Implementación del plan aplicado a selección genética	↑						↑						↑
3.6. Implementación del plan aplicado a infraestructuras acuícolas	↑					↑↑↑							↑
4.1. Promoción de la creación de clúster para la gestión de innovación en la cadena de valor	↑↑↑			↑↑									
4.2. Caracterización de la cadena de valor por especie	↑					↑	↑	↑	↑	↑	↑		

Fuente: elaboración propia.

Parte **9**

**GOBERNANZA  
DE LA HOJA  
DE RUTA**



# Gobernanza de la hoja de ruta

La gobernanza del sistema de innovación es clave para su sostenibilidad y, por tanto, para el refuerzo de la competitividad sectorial. Si bien en Perú existe un Plan Nacional de Acuicultura, este no profundiza en los aspectos críticos necesarios para poder avanzar hacia los retos de desarrollo que plantea. Por ello, se propone el diseño de un plan de innovación acuícola concreto, que desde el Plan Nacional de Acuicultura detalle los retos y estrategias necesarios para alcanzar los ratios tecnológicos suficientes para poder contar con un sector competitivo.

→ → → →

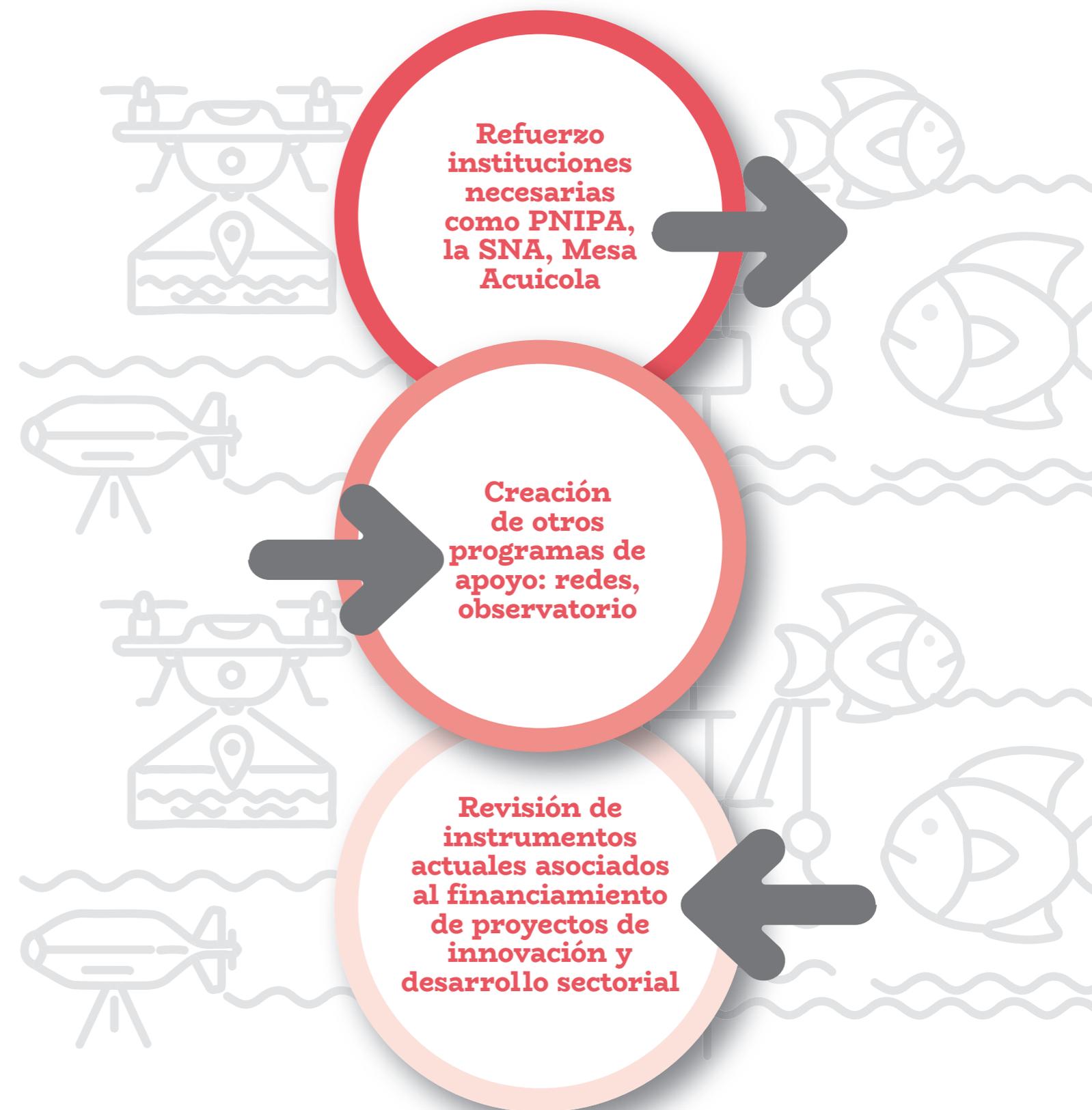
**Se propone el diseño de un plan integrador y enfocado a la generación de un ecosistema de innovación que refuerce la capacidad de desarrollo tecnológico enfocado a la mejora de la competitividad y sostenibilidad sectorial.**

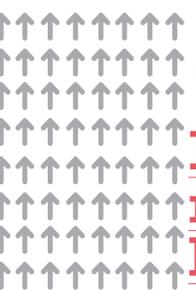
En el marco de este plan, y como parte integrante de él, se generan diferentes planes específicos (selección genética, sanidad, formación y refuerzo de capacidades, entre otros) que desarrollan los objetivos preestablecidos.

Asimismo, la viabilidad del plan asegurará el refuerzo de estructuras y programas necesarios actuales (PNIPA, Sociedad Nacional de Acuicultura, Mesa Acuícola y otros) y la creación de otros programas de apoyo (redes, Observatorio); además, de la revisión de instrumentos actuales como los asociados al financiamiento de proyectos de innovación y desarrollo sectorial.

Por último, el plan deberá atender a todas las actividades acuícolas actuales, asegurando respetar la idiosincrasia social de cada una de ellas.

En definitiva, se propone el diseño de un plan integrador y enfocado a la generación de un ecosistema de innovación que refuerce la capacidad de desarrollo tecnológico enfocado a la mejora de la competitividad y sostenibilidad sectorial.





## a. Diseño de instrumentos que refuerzan el ecosistema permitiendo la aplicación de acciones innovadoras

Una vez identificados los **objetivos, las brechas y las acciones estratégicas** de la acuicultura 4.0 a ser abordados en Perú desde el ámbito de la investigación, la innovación, la empresa y el emprendimiento, debería adaptarse la propuesta de una lista de instrumentos e iniciativas, que el sistema de innovación y emprendimiento peruano necesita para generar un impacto positivo en los retos considerados prioritarios.

En el “**Estudio de desarrollo tecnológico de peces marinos en Perú**” se dispone en los apartados 6.2 y 6.3 un detallado análisis de la estructura del sector empresarial y la cadena de valor, así como del tejido investigador más relevante del país en el ámbito acuícola.

Cabe destacar tres reflexiones a las de Perú:

<p><b>1</b> </p> <p>La cadena de valor de la acuicultura es todavía débil, y más aún de forma obvia, si se relaciona con el cultivo de peces.</p>	<p><b>2</b> </p> <p>Existe una base de representación sectorial y la presencia de empresas nacionales e internacionales que, sin duda contribuirá a la construcción de una cadena de valor sostenible.</p>	<p><b>3</b> </p> <p>Existe una estructura de investigación en acuicultura, aunque no está reforzada en el ámbito de peces marinos.</p>
--	---	---



Los emprendimientos en cultivo de peces marinos en Perú pueden acceder a varios fondos concursables para actividades de I+D+i vinculados a la productividad, la competitividad y la creación o ampliación de capacidad técnica e institucional, sin embargo, se necesita una mayor divulgación de las oportunidades de financiamiento disponibles y de capacitación a los usuarios potenciales de estos programas. Entre estos fondos concursables destacan:



El Fondo Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación Tecnológica (Fondecyt). Es un fondo adscrito al Concytec, encargado de captar y administrar recursos de fuentes nacionales y extranjeras, destinados a las actividades del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (Sinacyt).



Los fondos del Programa de Innovación en Pesca y Acuicultura (PNIPA). El PNIPA tiene como misión promover la innovación sectorial desde la perspectiva de impacto en el desarrollo tecnológico, económico, social, ambiental e institucional. Para ello, se ponen en marcha programas concretos de apoyo financiero y técnico a diferentes grupos de interés de la cadena de valor de la acuicultura, y de forma específica de peces marinos.

Los emprendimientos en cultivo de peces marinos en Perú pueden acceder a varios fondos concursables para actividades de I+D+i vinculados a la productividad, la competitividad y la creación o ampliación de capacidad técnica e institucional, sin embargo, se necesita una mayor divulgación de las oportunidades de financiamiento disponibles y de capacitación a los usuarios potenciales de estos programas. Entre estos fondos concursables destacan:



El Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad del Ministerio de la Producción (Innovate Perú), es una entidad estatal que promueve y estimula la innovación, el emprendimiento, el desarrollo productivo e instituciones del ecosistema.

Por otro lado, es importante señalar que Perú cuenta con la Ley de Promoción de la Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación Tecnológica (Ley N.º 30309) la cual establece un incentivo tributario a la innovación empresarial que otorga un porcentaje de deducción adicional al 100 % a los gastos que realicen las empresas en investigación científica, desarrollo e innovación tecnológicos.

Esta deducción adicional, que puede llegar al 75 % del gasto, reduce la renta neta a partir de la que se calcula el impuesto a la renta.

En buena medida, reduce el impuesto a pagar, de manera proporcional al gasto en I+D+i. Este beneficio es aplicable a todas las empresas, sin importar su tamaño o actividad, siempre y cuando se encuentren dentro del régimen general tributario.

Además, con la Resolución de Presidencial N° 064-2013-CONCYTEC-P, del 11 de abril de 2013, la Presidencia del Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica aprueba el Programa Nacional de Ciencia, **Desarrollo Tecnológico e Innovación en Acuicultura (C+D+i) 2013-2021, cuyo propósito final es contribuir al crecimiento económico, la seguridad alimentaria y el bienestar social del Perú**, lo cual sería imposible sin la ayuda activa y constante de la investigación científica, el desarrollo de tecnologías y la innovación.

Este programa se propuso, considerando las necesidades de mejorar la productividad y la competitividad de los productores acuícolas:

••• **Proporcionar un soporte científico-técnico** adecuado a los sistemas de cultivo consolidados y a los que prometen convertirse en sistemas económicamente viables.

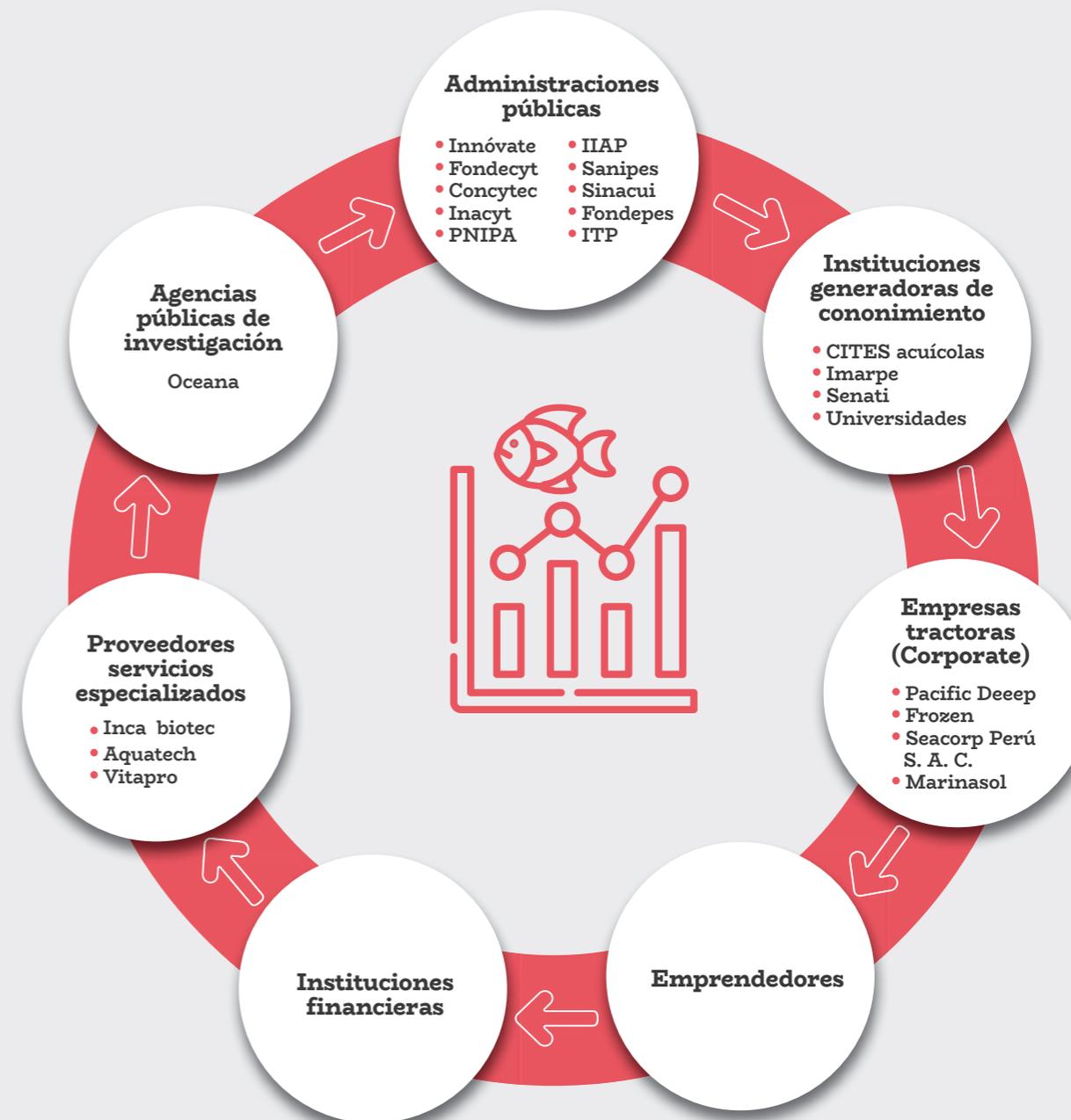
••• **Propiciar el uso sostenible de los ecosistemas** que soportan cultivos importantes

••• **Movilizar fondos para financiar las investigaciones prioritarias y la formación de profesionales** para atender las necesidades de I+D+i en acuicultura.

Las propuestas que se presentan, en forma de instrumentos e iniciativas ensayadas con éxito en otros países, tienen por finalidad contribuir a reforzar el sistema innovador acuícola peruano para colaborar en la transferencia hacia una acuicultura de precisión, al tiempo que apoyan en la consecución de los objetivos estratégicos de ambos estudios.

Aunque se evidencia la debilidad de la cadena de valor, es factible identificar un ecosistema asociado a la acuicultura peruana, y que pueda contribuir en la transición hacia una acuicultura innovadora, de tal forma que podemos realizar esta aproximación con el siguiente gráfico.

**Gráfico 18.**  
Ecosistema asociado a la acuicultura peruana



Fuente: elaboración propia.

Existe un ecosistema bastante fragmentado y poco cohesionado, por lo que se necesita fortalecer el sistema de innovación acuícola peruano, a través de ciertas estrategias a fin de impulsar la transformación del sector hacia la acuicultura de precisión. En este proceso es evidente que deben reforzarse elementos considerados clave para los ecosistemas innovadores, como son:

El fomento de la innovación abierta.

La promoción del emprendimiento en todas sus formas.

Implicar activamente a la ciudadanía ( asociaciones, comunidades, clústeres etc.) en los procesos de cocreación.

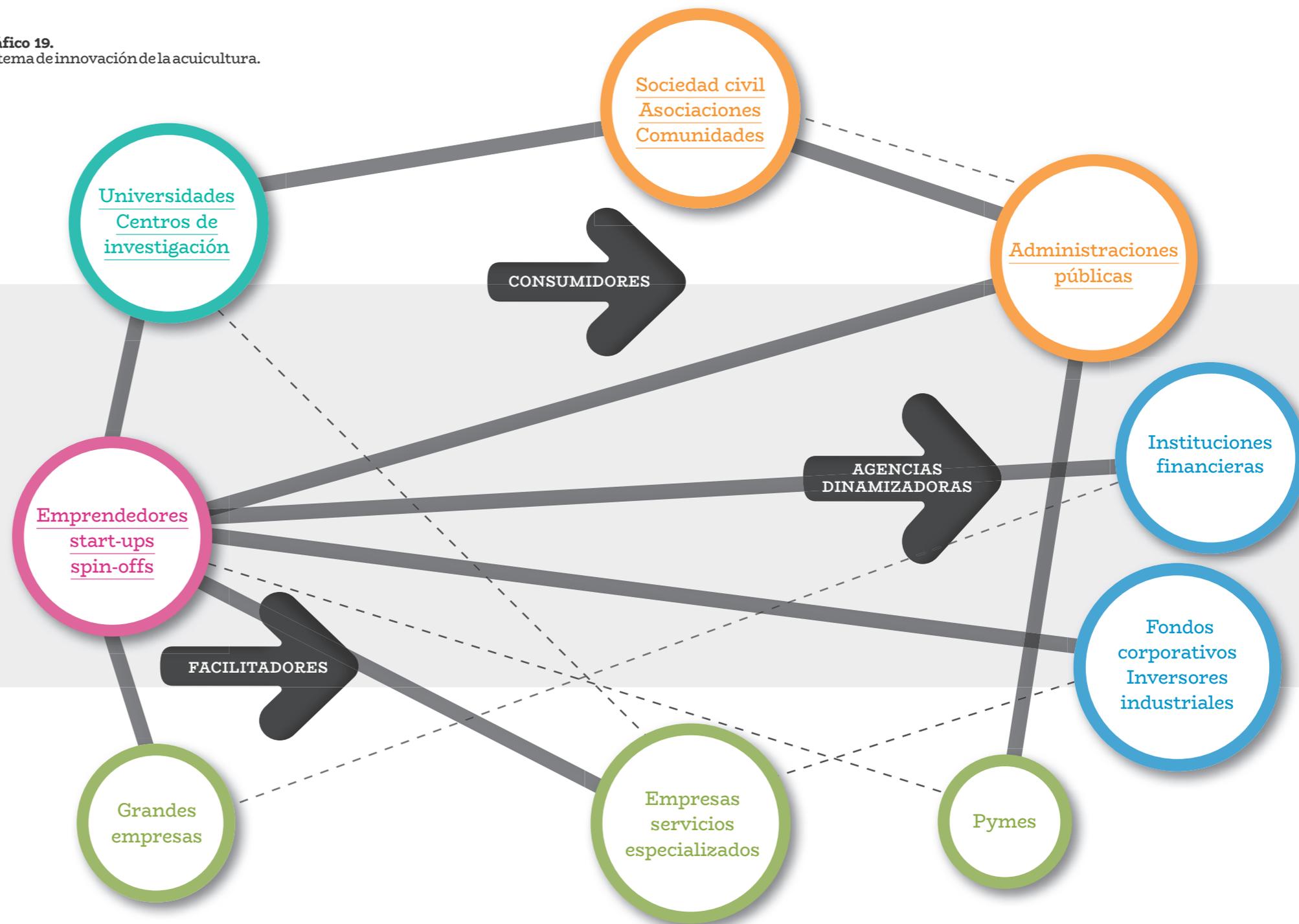
Validación de propuestas.

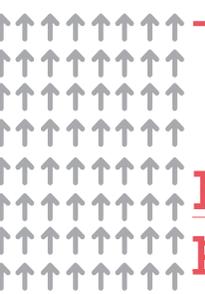
Generación de ideas.

Una correcta alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de forma que se perciba el impacto social de la investigación y no solo el económico, y que las soluciones sean pensadas más como sistema de innovación de la acuicultura que como cadena de valor de la acuicultura.

Se presentan algunos ejemplos de instrumentos e iniciativas que podrían contribuir a generar impacto en la transformación del sector hacia la acuicultura de precisión y que facilitarían la investigación y la innovación abierta, la promoción del emprendimiento, el estímulo de la participación ciudadana en el diseño de las soluciones y la promoción de la cohesión del sistema de innovación peruano.

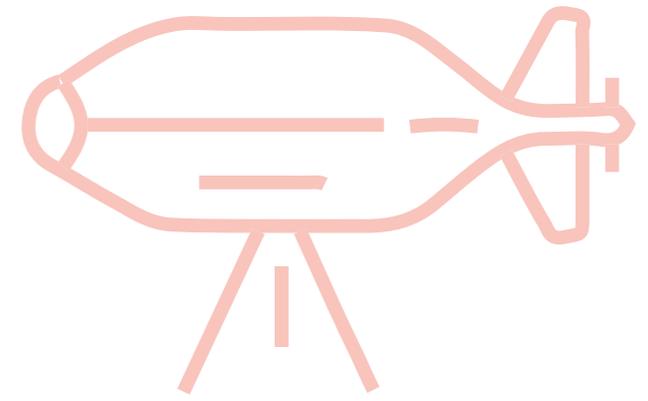
**Gráfico 19.**  
Sistema de innovación de la acuicultura.





# b.

## Propuesta de instrumentos para el ecosistema innovador



**Tabla 15.**  
Programa de Innovación Abierta.

 *Foro acuícola sobre innovación abierta*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	Apoyo a las iniciativas basadas en la identificación de soluciones compartidas por los retos prioritarios del país.
<b>BENEFICIARIOS</b>	Entidades públicas y privadas que organicen actividades donde el objetivo sea identificar soluciones a los problemas complejos de la acuicultura de precisión a partir del conocimiento peruano existente.
<b>QUÉ FINANCIA</b>	Iniciativas para promover la identificación de retos complejos y agentes que aporten soluciones (organización de eventos de matchmaking, premios a propuestas disruptivas...).
<b>OBJETIVO ESPERADO</b>	Facilitar que los agentes públicos y privados del sistema acuícola se conozcan y trabajen conjuntamente para el impulso de la acuicultura 4.0 identificados como prioritarios.

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 16.**  
Proyectos de especialización y competitividad territorial.

 *Foro acuícola sobre innovación abierta*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	Promover acciones que contribuyan a la transformación económica del territorio y que tengan un elevado componente de innovación.
<b>BENEFICIARIOS</b>	Entidades públicas locales (comunidades) que lideren, y centros públicos de I+D (en régimen de subcontratación).
<b>QUÉ FINANCIA</b>	Investigación, desarrollo tecnológico, innovación y transferencia de conocimiento.
<b>OBJETIVO ESPERADO</b>	Mejorar la competitividad del tejido productivo acuícola. Generar ocupación. Crear vínculos con la cadena de valor.

Fuente: elaboración propia.



**Tabla 17.**  
Fondos de adquisición tecnológica.

**→ Foro acuícola sobre innovación abierta**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	Financiamiento para facilitar la adopción de nuevas tecnologías por parte del sector productor acuícola.
<b>BENEFICIARIOS</b>	Start-ups que ofrezcan nuevas tecnologías con beneficios demostrables para aquellos que las adopten (y que se puedan cuantificar de forma contractual).
<b>QUÉ FINANCIA</b>	El 50 % del costo de la tecnología a fondo perdido y el 50 % restante si se demuestra que la tecnología ha aportado los beneficios contractualmente definidos. Financia a la entidad independiente que actúa como árbitro.
<b>OBJETIVO ESPERADO</b>	Reducir las barreras de adopción de nuevas tecnologías por parte del sector productor. Certificar las start-ups que realmente aporten valor demostrable al productor.

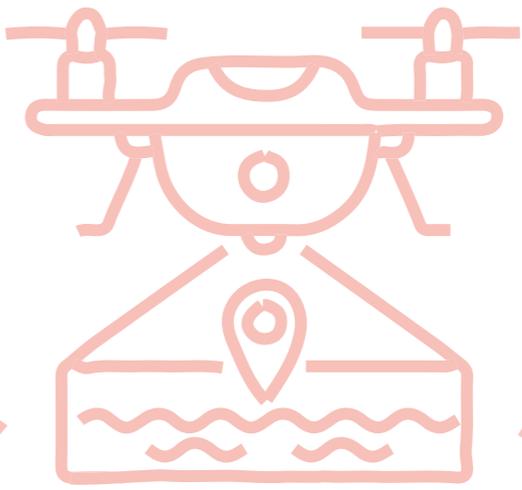
Fuente: elaboración propia.

**Tabla 18.**  
Fomento de *startups* acuícolas.

**→ Foro acuícola sobre innovación abierta**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	Radar de start-ups acuícolas nacionales y mundiales e impulso de la creación de nuevas start-ups peruanas. Programa de “corporate venturing”.
<b>BENEFICIARIOS</b>	Start-ups acuícolas y empresas consolidadas (corporate) acuícolas abiertas a relacionarse con startups
<b>QUÉ FINANCIA</b>	Radar de start-ups acuícolas mundiales. Bolsas de ayudas a startups peruanas para presentarse a foros de inversión y para obtener asesoramiento/mentoring de los agentes del sistema.
<b>OBJETIVO ESPERADO</b>	Aumento de empresas innovadoras con sede en las diversas regiones de Perú. Incremento de la cultura emprendedora en los agentes públicos de I+D acuícolas peruanos. Mayor competitividad de las empresas peruanas.

Fuente: elaboración propia.



**Tabla 19.**  
Red peruana de *living labs* acuícolas.

**→ Foro acuícola sobre innovación abierta**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	Red de laboratorios (infraestructuras) en el territorio con la vocación de participación de la ciudadanía en procesos de creación e innovación acuícola.
<b>BENEFICIARIOS</b>	Living/citizen Labs existentes y de nueva creación.
<b>QUÉ FINANCIA</b>	Financiación basal para el funcionamiento del Living/Citizen Lab y de su red.
<b>OBJETIVO ESPERADO</b>	Acercamiento de los procesos de creación e innovación a la ciudadanía. Aumento de la cultura innovadora en un entorno abierto y participativo.

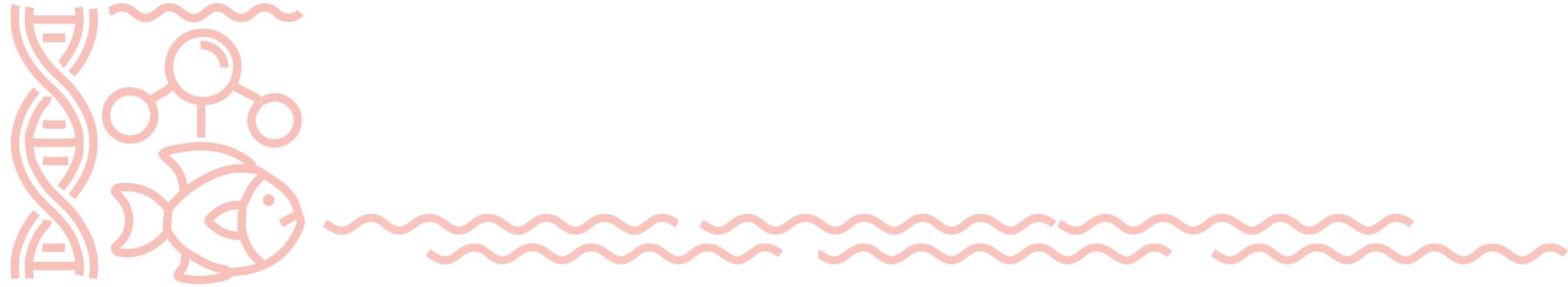
Fuente: elaboración propia.

**Tabla 20.**  
Transferencia del conocimiento 4.0.

**→ Foro acuícola sobre innovación abierta**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	Alternativa al servicio clásico de extensión acuícola. Uso de las nuevas tecnologías para dar asesoramiento experto y profesionalizado a los usuarios finales. Mejora continua mediante retroalimentación del usuario.
<b>BENEFICIARIOS</b>	Acuicultores que no dispongan de acceso a servicios expertos de asesoramiento personalizado.
<b>QUÉ FINANCIA</b>	Desarrollo de nuevas aplicaciones que haciendo uso extensivo de los datos disponibles ofrecen sistemas de ayuda para la toma de decisiones a los responsables de los centros de cría.
<b>OBJETIVO ESPERADO</b>	Mejora de la penetración de las nuevas tecnologías en el sector productor acuícola. Fomento de la colaboración entre expertos de diferentes disciplinas para la creación de apps disruptivas.

Fuente: elaboración propia.



**Tabla 21.**  
Red de innovación acuícola y rural de Perú.

**→ Foro acuícola sobre innovación abierta**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	Principal instrumento de difusión de resultados de las iniciativas y proyectos innovadores en el ámbito acuícola peruano.
<b>BENEFICIARIOS</b>	La sociedad y el sector acuícola en particular.
<b>QUÉ FINANCIA</b>	Funcionamiento de la red (accesible a través del PNIPA, por ejemplo).
<b>OBJETIVO ESPERADO</b>	Facilitar que los numerosos agentes públicos y privados del sistema se conozcan y tengan información sobre los proyectos en los que están trabajando.

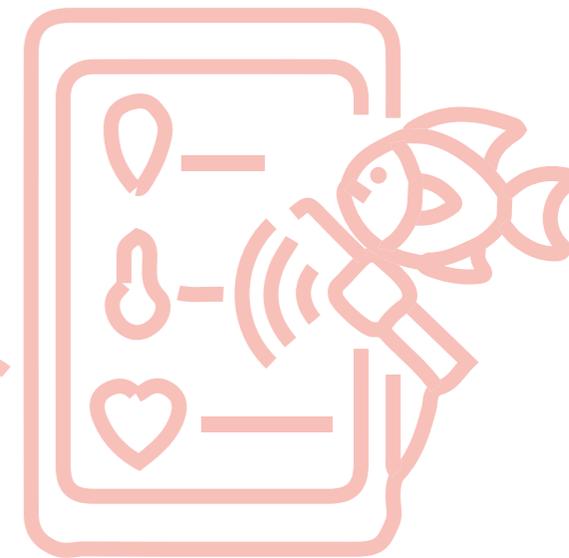
Fuente: elaboración propia.

**Tabla 22.**  
Creación de plataformas de formación continuada.

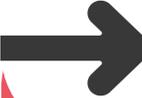
**→ Foro acuícola sobre innovación abierta**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	Las tecnologías evolucionan tan rápidamente que el modelo actual de formación no satisface las necesidades del sector acuícola. Se requiere apoyo para iniciativas de formación a la carta y continuadas.
<b>BENEFICIARIOS</b>	Jóvenes que se incorporan al sector acuícola. Empresas consolidadas que adoptan nuevas tecnologías. Entidades educativas, de transferencia de tecnología, etc.
<b>QUÉ FINANCIA</b>	Creación de plataformas de precisión: bolsas de estudio, becas, pasantías, etc. En acuicultura de precisión. Bolsas de estudio, becas, pasantías, etc.
<b>OBJETIVO ESPERADO</b>	Disminución de las barreras para la adopción de nuevas tecnologías.

Fuente: elaboración propia.



**Tabla 23.**  
Doctorados industriales.

 *Foro acuícola sobre innovación abierta*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	El doctorado industrial trabaja en un proyecto de investigación de la empresa en la que el doctorando desarrolla su formación, en colaboración con una universidad o centro de investigación.
<b>BENEFICIARIOS</b>	Empresas e instituciones que contraten a un investigador doctorando.
<b>QUÉ FINANCIA</b>	Parte del sueldo (1/3 aproximadamente) del doctorando durante 3 años.
<b>OBJETIVO ESPERADO</b>	Contribuir a la competitividad e internacionalización de la industria acuícola peruana. Reforzar los instrumentos para captar el talento que se genera en el país y posibilitar que los futuros doctores estén en disposición de desarrollar proyectos innovadores en una empresa.

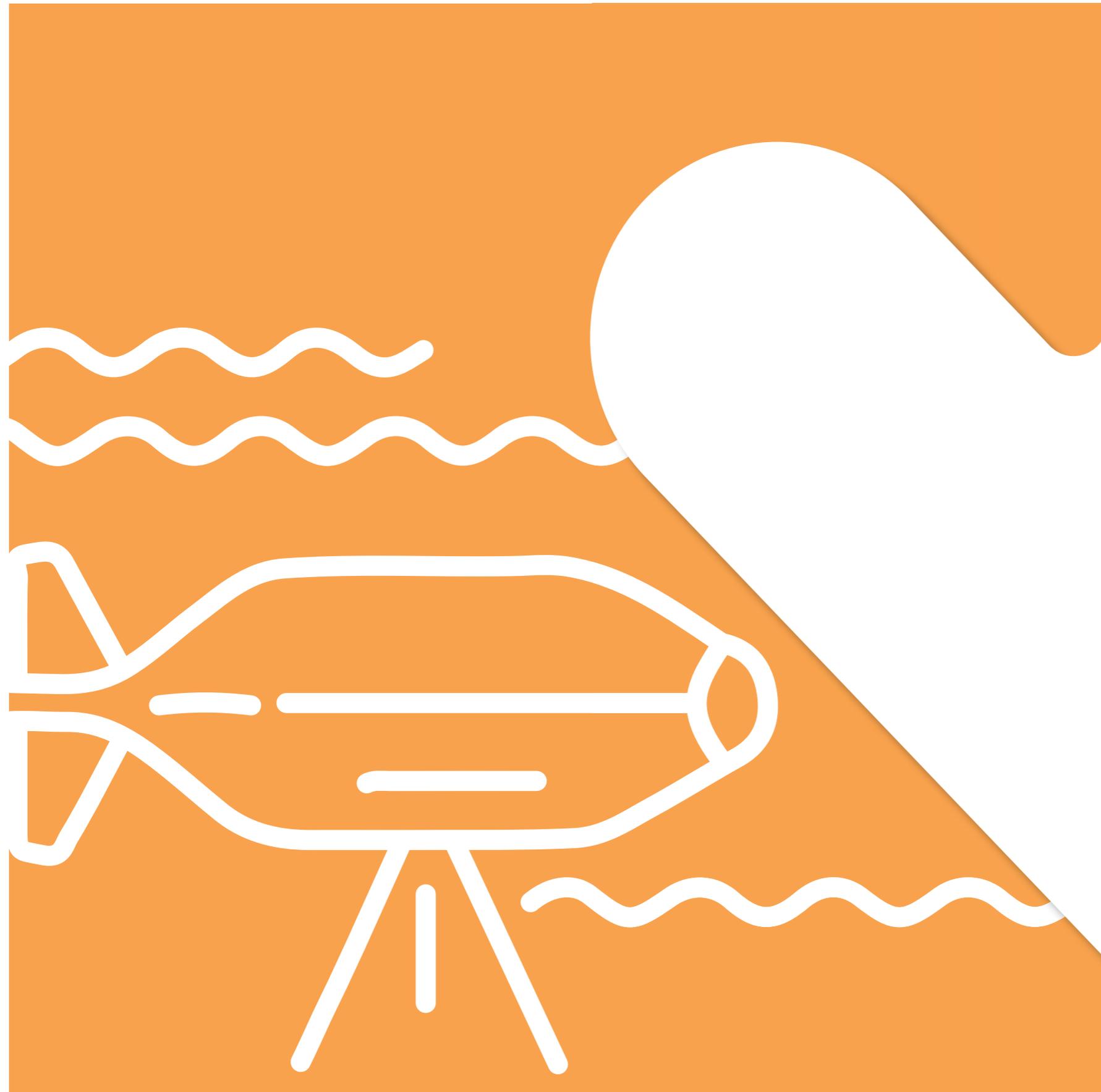
Fuente: elaboración propia.

**Tabla 24.**  
Incorporación de expertos.

 *Foro acuícola sobre innovación abierta*

<b>DESCRIPCIÓN</b>	Incorporación de expertos en investigación aplicada al sistema innovador peruanos durante dos años.
<b>BENEFICIARIOS</b>	Empresas y entidades acreditadas dentro de la red de innovación acuícola peruana.
<b>QUÉ FINANCIA</b>	Ayudas del 100 % para contratar personal experimentado en las empresas peruanas y entidades acreditadas.
<b>OBJETIVO ESPERADO</b>	Promover la incorporación de talento y cultura de la innovación en las empresas e instituciones. ●

Fuente: elaboración propia.



Parte **10**

**CUADRO DE  
MANDO PARA LA  
IMPLEMENTACIÓN  
Y SEGUIMIENTO  
DE LA HOJA  
DE RUTA**

# Cuadro de mando para la implementación y seguimiento de la hoja de ruta

A partir de la propuesta de ejes estratégicos y la descripción a nivel operativo de cada una de las líneas y actuaciones propuestas. De forma específica se propone un horizonte temporal para cada una de ellas, pensando en su ejecución en 5 años.

Tabla 25. Cuadro de mando para la implementación y seguimiento de la hoja de ruta a partir de los ejes estratégicos.

## Eje estratégico 1 Desarrollo de estructura de gobernanza de innovación acuícola



LÍNEA ESTRATÉGICA	OBJETIVOS	ACTUACIÓN	A1 S1	A1 S2	A2 S1	A2 S2	A3 S1	A3 S2	A4 S1	A4 S2	A5 S1	A5 S2
1.1. DISEÑO DE PLAN DE APOYO A LA INNOVACIÓN EN LA ACUICULTURA	Asegurar la implementación del Plan de Innovación de forma eficaz y eficiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Alcanzar un diagnóstico consensuado</li> <li>→ Elaborar el plan basados en líneas de innovación</li> <li>→ Dotar el plan de recursos suficientes</li> <li>Implementar las medidas estratégicas</li> </ul>	↑↑↑↑↑									





# Eje estratégico 1

## Desarrollo de estructura de gobernanza de innovación acuícola

LÍNEA ESTRATÉGICA	OBJETIVOS	ACTUACIÓN	A1 S1	A1 S2	A2 S1	A2 S2	A3 S1	A3 S2	A4 S1	A4 S2	A5 S1	A5 S2
<p>1.2. REFUERZOS Y COLABORACIÓN INTERINSTITUCIONAL EN EL ÁMBITO ACUÍCOLA (ENTRE MINISTERIOS)</p>	<p>Elaboración de un plan estratégico de innovación Acuícola</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Presentación de la hoja de ruta</li> <li>→ Creación de mesas intergubernamentales para el proceso de diseño</li> <li>→ Integración de prioridades</li> </ul>	↑↑↑↑↑	↑↑↑↑↑	↑↑↑↑↑	↑↑↑↑↑	↑↑↑↑↑	↑↑↑↑↑	↑↑↑↑↑	↑↑↑↑↑	↑↑↑↑↑	↑↑↑↑↑









### Eje estratégico 3

#### Aplicación de tecnología a la producción acuícola

LÍNEA ESTRATÉGICA	OBJETIVOS	ACTUACIÓN	A1 S1	A1 S2	A2 S1	A2 S2	A3 S1	A3 S2	A4 S1	A4 S2	A5 S1	A5 S2
3.3. IMPLANTACIÓN DE SOLUCIONES 4.0 PARA LA GESTIÓN DE ENFERMEDADES	Implantación de productos y procesos innovadores en la mejora de la gestión sanitaria	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ programa nacional de gestión sanitaria de la acuicultura</li> <li>→ Fortalecimiento de las capacidades humanas y financieras</li> </ul>		↑↑↑↑↑	↑↑↑↑↑	↑↑↑↑↑	↑↑↑↑↑					
	Implantación de soluciones 4.0 para la gestión de enfermedades	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Programa de financiación articulada para la innovación sanitaria</li> <li>→ Programa de certificación para One World Identity</li> </ul>				↑↑↑↑↑	↑↑↑↑↑	↑↑↑↑↑	↑↑↑↑↑	↑↑↑↑↑	↑↑↑↑↑	↑↑↑↑↑
3.4. IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN APLICADO DIVERSIFICACIÓN DE CULTIVO DE ESPECIES	Soluciones tecnológicas para la diversificación de las especies producidas	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Programa nacional para el impulso de nuevas especies</li> </ul>		↑↑↑↑↑	↑↑↑↑↑	↑↑↑↑↑	↑↑↑↑↑					





# Conclusiones

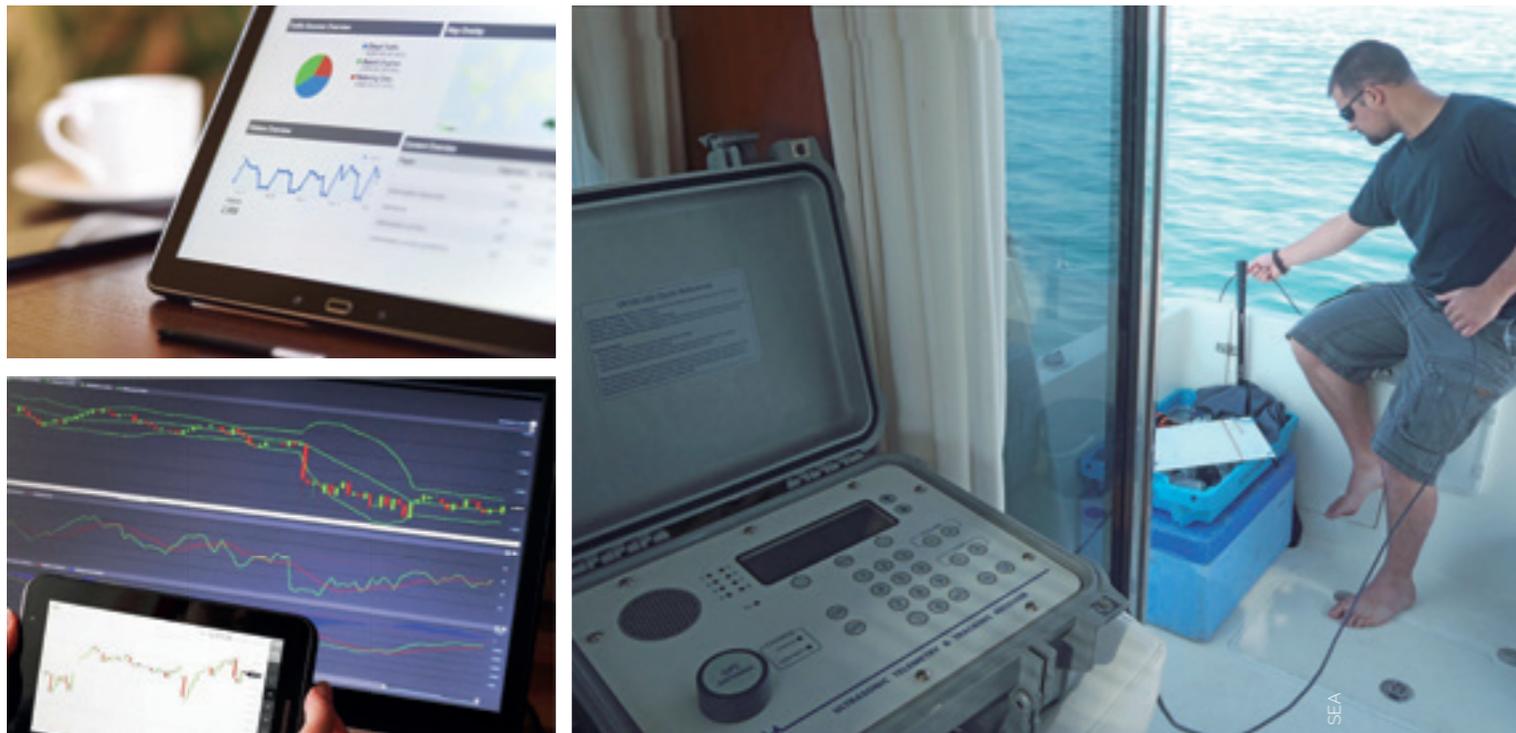
**A**l tomar como referencia los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible) impulsados por Naciones Unidas, uno de los principales retos a los que se enfrenta la humanidad es la garantía alimentaria, en un entorno altamente sensible, **impulsando la innovación como motor de cambio**. Para garantizar el cumplimiento de estos retos la acuicultura se presenta como una opción clara ante este desafío, asegurando su sostenibilidad económica, social, ética y ambiental.

La acuicultura es, por tanto, una alternativa sostenible al consumo de peces procedentes de las pesquerías, pues reduce los insumos (como los alimentos), optimiza los productos y disminuye la contaminación.

**Los desafíos que presenta la acuicultura en el marco de la competitividad y la sostenibilidad son numerosos y los esfuerzos para afrontarlos se concentran en la innovación tecnológica.**

**La revolución tecnológica que está surgiendo en el sector agroalimentario está proporcionando cambios impensables hasta hace pocos años. Las nuevas tecnologías, ampliamente transversales, están revolucionando la industria, especialmente la acuícola.**

**La transición del sector acuícola peruano hacia una industria 4.0 tiene como objetivo gestionar un sector cada vez más complejo. La forma cómo se gestione esta complejidad será la que determine su futuro.**



El principal objetivo de este proyecto es contribuir a la transición de la acuicultura tradicional hacia la acuicultura de precisión en el sector acuícola de Perú, para la mejora de su competitividad y sostenibilidad. Para lograrlo, es preciso seguir la hoja de ruta alineada con las tendencias actuales y adaptada a la realidad del sector peruano en cuanto a diversidad de especies, áreas geográficas y capacidades tecnológicas e industriales.

Se han identificado los principales objetivos para la mejora productiva y la competitividad, mediante la innovación y la aplicación de tecnologías relacionadas con la acuicultura de precisión; y que pueden inscribirse en cuatro grandes apartados: **zootecnia, formación, tecnología y gobernanza.**

En cuanto a la definición de ejes y líneas estratégicas, se identificaron brechas que plantean la necesidad de superarlas. Por tanto, es fundamental aplicar un enfoque holístico que permita precisar acciones estratégicas desde cada uno de los ámbitos establecidos. Además, se debe tener en cuenta que son consecuencia de la elevada complejidad que está asociada a la gestión productiva, a los riesgos sanitarios, a la demanda ambiental y a la necesidad de generar un capital humano altamente especializado en un entorno cambiante y exigente, así como a los retos que demanda la regionalización y las particularidades de cada entorno, que se suman a la necesidad de que el desarrollo sea inclusivo. Todo ello desde un punto de vista tecnológico, e integrado transversalmente. ●

En los próximos 10 años, la industria acuícola peruana debe alcanzar un desarrollo tecnológico que le permita equipararse con el resto de los países productores, con un capital humano suficientemente especializado y una inversión en innovación elevada y suficiente. Para poder alcanzar este desarrollo deben impulsarse redes de colaboración entre todos los actores, sociedad civil, comunidades, academia (universidades y centros tecnológicos), empresa y gobierno.



**El Programa Nacional de  
Innovación en Pesca y Acuicultura**

Av. Vasco Nuñez de Balboa N° 271,  
Miraflores, Lima Perú

Telf. 4796372

[www.pnipa.gob.pe](http://www.pnipa.gob.pe)

