

Innovación con triple impacto: circularidad y tecnologías para la sustentabilidad en el sector pesquero

Carla Daniela Calá

Documento de Trabajo N° 11

Agosto 2021

Cita sugerida: Calá, C. D. Innovación con triple impacto: circularidad y tecnologías para la sustentabilidad en el sector pesquero. Documentos de Trabajo del CCE N° 11, agosto de 2021, Consejo para el Cambio Estructural - Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación.

Innovación con triple impacto: circularidad y tecnologías para la sustentabilidad en el sector pesquero

Agosto 2021

Carla Daniela Calá

ISSN 2718-8124

Corrección y diagramación: Natalia Rodríguez Simón y Juliana Adamow

Consejo para el Cambio Estructural

Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación

Julio A. Roca 651, Ciudad Autónoma de Buenos Aires

info@produccion.gob.ar

Los resultados, interpretaciones y conclusiones de esta obra son exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con la visión institucional del Ministerio de Desarrollo Productivo o de sus autoridades. El Ministerio de Desarrollo Productivo no garantiza la precisión de los datos incluidos en esta obra.

La serie de Documentos para el Cambio Estructural se hace circular con el propósito de estimular el debate académico y recibir comentarios.

Resumen ejecutivo

En este documento se describen un conjunto de actividades económicas vinculadas en forma directa con el sector pesquero primario e industrial, que permiten al mismo tiempo promover la sostenibilidad de los ambientes marinos, dinamizar economías regionales, mejorar la inserción de los productos argentinos en el exterior, ingresar a nichos de mercado de alto valor agregado, y promover el desarrollo tecnológico y la innovación. Todas estas iniciativas se caracterizan por poseer un triple impacto: económico, social y ambiental, y se relacionan tanto con la bioeconomía azul como con la economía circular, dos áreas con una institucionalidad incipiente en Argentina.

Estas iniciativas pertenecen a diversos sectores:

- Químico: elaboración de productos a base de aceites con alto contenido de Omega 3; quitosano y productos relacionados; producción de enzimas industriales y otros compuestos; elaboración de bienes a base de escamas y piel de pescado.
- Alimentario: productos conformados de pescado realizados a base de especies no comerciales o desechos.
- Software y servicios informáticos: software de gestión de trazabilidad, software relacionado con la industria 4.0, visión artificial, etcétera.
- Textil e indumentaria: productos elaborados a base de redes de pesca descartadas.
- Industria naval: construcción de buques pesqueros de doble cubierta, cambios en los mecanismos de propulsión de los buques, liberación estratégica de descartes.
- Equipamiento naval: instrumental de detección y medición, equipos de comunicaciones, equipos electrónicos de ayuda para la navegación, monitoreo electrónico y reconocimiento inteligente.

Para cada una de ellas, se describen sus principales características y problemáticas, se detalla su escala actual (laboratorio - piloto - industrial), se identifican las oportunidades existentes en Argentina, las experiencias a escala industrial en el resto del mundo, y se analizan los factores que han limitado o potenciado estas iniciativas en Argentina y en otros países, así como aquellos que podrían promoverlas y los desafíos por enfrentar.

El objetivo de este trabajo es entonces contribuir a la discusión sobre las posibilidades de desarrollar actividades productivas con triple impacto a partir de la pesca y la elaboración de productos pesqueros tradicionales, con el fin de elaborar una propuesta y un conjunto de recomendaciones que permitan aprovechar las oportunidades, fortalecer las capacidades y minimizar los obstáculos existentes. El documento se basa en el análisis de información secundaria proveniente de diversas fuentes y en un trabajo de campo consistente en una serie de entrevistas realizadas a empresarios, representantes de cámaras empresarias, científicos y responsables de vinculación tecnológica de diferentes organismos entre noviembre de 2020 y febrero de 2021.

Las principales limitaciones identificadas para el desarrollo de estas actividades se relacionan con:

- a. Los motivos económicos, sociales y culturales que obstaculizan la adopción de estas nuevas tecnologías.
- b. La existencia de un contexto sectorial complejo que no ubica a la problemática ambiental como prioridad del sector.

- c. La necesidad de interdisciplina y vínculos público-privados para desarrollar las actividades con triple impacto y pasar de la escala de laboratorio a la piloto, y de allí a la industrial.
- d. Las dificultades para comercializar bienes y servicios innovadores provenientes de la economía circular.

Teniendo en cuenta la necesidad de un abordaje interdisciplinario y de contar con el involucramiento de las comunidades locales, en el ámbito internacional se observa que las experiencias de políticas exitosas han sido consensuadas y discutidas en procesos participativos que involucran a diferentes grupos de interés en el territorio, de los sectores tanto público como privado. Asimismo, en línea con lo que indica la experiencia internacional, se advierte que en Argentina el desarrollo de este tipo de actividades requiere solucionar problemas complejos que no pueden ser abordados con una única solución tecnológica o de política pública, por lo que las soluciones deberían ser holísticas e integrales. En esta concepción se enmarcan dos de las estrategias más recientes desarrolladas en otros países: las políticas orientadas por misiones y las estrategias de especialización inteligente. En el documento se describen ambas y se enuncian algunas limitaciones que pueden enfrentar países como Argentina para su implementación. Por tal motivo, se propone comenzar por iniciativas menos ambiciosas que apunten a promover vínculos entre los diferentes actores del sistema de innovación y a optimizar esas relaciones.

La propuesta de intervención consiste entonces en la creación de Mesas Locales de Economía Circular en Pesca, con la función principal de ayudar en la transición de las diferentes comunidades pesqueras hacia una economía circular, incentivando además la adopción de tecnologías para la sustentabilidad. Adicionalmente, a fin de canalizar herramientas de política industrial específicas, se propone la conformación de un registro de productos provenientes de la economía circular o relacionados con el desarrollo de tecnologías para la sustentabilidad, que permita ver a este tipo de iniciativas como fuentes de desarrollo industrial nacional.

Índice

1. Introducción	6
2. Innovaciones con triple impacto relacionadas con la industria química.....	7
2.1. Elaboración de productos a base de aceites con alto contenido de omega-3.....	8
2.2. Elaboración de productos a partir de quitosano	9
2.3. Producción de enzimas industriales y otros compuestos	15
2.4. Producción de bienes a base de escamas y piel de pescado.....	18
2.5. Otros productos provenientes de la valorización de residuos pesqueros.....	20
2.6. Factores que limitan y potencian estas iniciativas	20
3. Sector alimentario.....	25
3.1. Factores que limitan y potencian estas iniciativas	26
4. El sector de software y servicios informáticos.....	28
4.1. Factores que limitan y potencian estas iniciativas	29
4.2. Experiencias internacionales y antecedentes de estrategias de intervención	31
5. Innovación con triple impacto relacionada con la producción textil y de indumentaria.....	32
6. Innovación con triple impacto en la industria naval pesquera	34
6.1. Construcción de buques pesqueros de doble cubierta.....	35
6.2. Cambios en los mecanismos de propulsión de los buques pesqueros	36
6.3. Liberación estratégica de descartes.....	37
6.4. Otro tipo de modificaciones y acciones.....	38
6.5. Limitaciones generales de estas iniciativas.....	39
7. Equipamiento electrónico para la industria naval	40
7.1. Instrumental de detección y medición	40
7.2. Equipos de comunicaciones	42
7.3. Equipos electrónicos de ayuda para la navegación.....	42
7.4. Monitoreo electrónico y reconocimiento inteligente	43
7.5. Oportunidades y limitaciones para la producción y adopción de tecnologías para la sustentabilidad en Argentina.....	44
8. Lineamientos para el diseño de políticas públicas	47
8.1. Lineamientos generales con base en experiencias nacionales e internacionales.....	47
8.2. Antecedentes de estrategias de intervención.....	49
9. Propuesta de intervención para Argentina	52
9.1. Antecedentes institucionales y normativos	52
9.2. Propuesta de intervención: Mesas Locales de Economía Circular en Pesca	53
9.3. Posibles acciones de política industrial	55
10. Reflexiones finales.....	64
Anexo 1. Entrevistas realizadas	66
Anexo 2: Marco normativo, políticas, programas y proyectos.....	67
Anexo 3. Mercado del <i>upcycling</i> de residuos	71
Anexo 4. Actores relevantes	73
Referencias bibliográficas.....	75

1. Introducción

En los entramados productivos locales de las ciudades pesqueras existe un amplio espectro de actividades vinculadas directamente con la pesca y la elaboración de productos pesqueros: producción de cajones plásticos y de fibra de vidrio, ropa de trabajo, máquinas envasadoras y procesadoras de pescado, industria naval y talleres navales, proveedurías navales, redes y artes de pesca, bandejas plásticas, bolsas y separadores de polipropileno, equipos de refrigeración industrial, envases de cartón corrugado, elaboración de productos a base de desechos, software y servicios informáticos, servicios de transporte, logística y comercio exterior, entre otras. También hay actividades vinculadas con la pesca en otras localidades no pesqueras, como por ejemplo el desarrollo y la fabricación de equipos para la industria naval.

Dentro de este gran número de actividades relacionadas, algunas revisten especial interés, porque permiten al mismo tiempo promover la sostenibilidad de los ambientes marinos, dinamizar economías regionales, mejorar la inserción de los productos argentinos en el exterior, ingresar a nichos de mercado de alto valor agregado, y promover el desarrollo tecnológico y la innovación. En este documento se enumeran y explican estas iniciativas, que se caracterizan por poseer un triple impacto: económico, social y ambiental, y se encuentran agrupadas según el sector productivo más afín (químico, alimentario, software y servicios informáticos, textil, industria naval y equipamiento naval). Debe tenerse en cuenta que los límites de estos desarrollos dentro de sectores tradicionales suelen ser difusos y existen aplicaciones transversales a varios de ellos.

Todas estas iniciativas se relacionan con la bioeconomía azul y la mayoría de ellas también con la economía circular. El primer concepto traza un paralelismo con la idea de "economía verde" y refiere al conjunto de actividades económicas asociadas con el uso sostenible de la biomasa acuática para la producción de bienes (Golden *et al.*, 2017). Por su parte, la economía circular es un modelo de producción y consumo que se opone al modelo económico lineal, basado en extraer recursos – fabricar productos – consumirlos – eliminar o generar residuos, para acercarse más a los procesos cíclicos de la naturaleza. Propone un uso sostenible de los ecosistemas sobre la base del ecodiseño (diseño de los productos minimizando su impacto en el ambiente), el uso de materiales renovables y de origen sostenible, la eficiencia energética, la reducción al mínimo de los residuos y del uso de recursos, y la recuperación, reutilización, reciclado o compostaje –según el caso– de los materiales y maquinarias al final de su ciclo de vida (Veronesi Burch *et al.*, 2019). Desde la perspectiva de políticas públicas, los temas analizados a continuación se incluyen en la iniciativa interministerial Pampa Azul, en el Plan Argentina Innovadora 2020 y en el reciente Plan de Desarrollo Productivo Verde, y se relacionan con un gran número de programas específicos vigentes de carácter más general, vinculados con la bioeconomía y/o con la economía circular (anexo 2).

El objetivo de este trabajo es entonces contribuir a la discusión sobre las posibilidades de desarrollar actividades productivas con triple impacto a partir de la pesca y la elaboración de productos pesqueros tradicionales, con el fin de elaborar una propuesta y un conjunto de recomendaciones que permitan aprovechar las oportunidades, fortalecer las capacidades y minimizar los obstáculos existentes. El documento se basa en un conjunto de entrevistas a informantes clave, así como en el análisis de información secundaria de las diferentes actividades en Argentina y en el resto del mundo. En particular, se realizaron 15 entrevistas a empresarios, representantes de cámaras empresarias, científicos y responsables de vinculación tecnológica de diversos organismos durante los meses de noviembre de 2020 y febrero de 2021 (ver anexo 1).

La estructura del documento es la siguiente. A continuación, se desarrolla cada una de las actividades identificadas según el sector productivo que les es más afín. Para cada una se describen sus principales

características y problemáticas, se detalla su escala actual (laboratorio - piloto - industrial), se identifican las oportunidades existentes en Argentina, las experiencias a escala industrial en el resto del mundo y algunas estrategias de intervención a nivel internacional; además, se analizan los factores que han limitado o potenciado estas iniciativas en Argentina y en otros países, así como aquellos que podrían promoverlas –distinguiendo en lo posible si involucran a actores públicos o privados– y los desafíos por enfrentar. En la última sección, sobre la base de la experiencia nacional e internacional, se identifican lineamientos para el diseño de políticas que promuevan la innovación con triple impacto en la pesca y en la industria pesquera, y se describen algunas estrategias recientes de intervención en otros países; sobre dichos lineamientos y estrategias se propone una alternativa de intervención para el caso argentino, enunciando algunas herramientas concretas de política industrial.

Las principales limitaciones identificadas para el desarrollo de estas actividades se relacionan con:

- a. Los motivos económicos, sociales y culturales que obstaculizan la adopción de estas nuevas tecnologías.
- b. La existencia de un contexto sectorial complejo que no ubica a la problemática ambiental como prioridad del sector.
- c. La necesidad de interdisciplina y vínculos público-privados para desarrollar las actividades con triple impacto y pasar de la escala de laboratorio a la piloto, y de allí a la industrial.
- d. Las dificultades para comercializar bienes y servicios innovadores provenientes de la economía circular.

Por tal motivo, la propuesta de intervención consiste en la creación de Mesas Locales de Economía Circular en Pesca, cuya función principal es ayudar en la transición de las diferentes comunidades pesqueras hacia una economía circular, incentivando además la adopción de tecnologías para la sustentabilidad. Adicionalmente, a fin de canalizar herramientas de política industrial específicas, se propone la conformación de un registro de productos provenientes de la economía circular o relacionados con el desarrollo de tecnologías para la sustentabilidad.

2. Innovaciones con triple impacto relacionadas con la industria química

Los desarrollos identificados en esta industria se relacionan con el aprovechamiento de residuos de la pesca o lo que se conoce como *up-cycling* o suprarreciclaje. El *up-cycling* es el proceso por el cual se aprovechan productos, materiales de desecho o residuos para fabricar nuevos materiales o productos de mayor calidad, valor ecológico y valor económico que el del objeto original. Los subproductos y residuos de la industria procesadora pesquera (recortes de músculo, piel, aletas, espinas, caparazones, cabezas, vísceras y escamas) pueden llegar a superar el 50% del peso total de la materia prima procesada (Pereira y Fernández Giménez, 2016). Estos residuos y descartes suelen ser eliminados en basurales a cielo abierto –lo cual genera numerosos problemas ambientales y desequilibrios ecológicos que afectan a diversas especies marinas y costeras– o utilizados en la elaboración de productos de bajo valor comercial, como harinas, aceites en bruto o ensilados de pescado. El aprovechamiento inteligente de estos recursos permite no solo eliminar los problemas ambientales, sino también desarrollar industrias de base biotecnológica y revitalizar la economía de las comunidades pesqueras.

Cabe destacar que las iniciativas presentadas a continuación no constituyen una enumeración exhaustiva sino un simple indicador de las aplicaciones actuales más conocidas. Hoy la biodiversidad marina es considerada una fuente casi inagotable de compuestos y moléculas con alto valor comercial actual o potencial, debido a las características propias de los organismos marinos. Estos se encuentran evolutivamente adaptados a un ambiente sumamente diferente al terrestre en muchos aspectos: salinidad, temperatura, condiciones de luz, etcétera. Por este motivo, los compuestos derivados –tales como enzimas, antioxidantes, antimicrobianos o pigmentos– pueden tener comportamientos físico-químicos diferentes en comparación con los provenientes del medio terrestre, con propiedades exclusivas de situaciones evolutivas particulares y con múltiples posibilidades de aplicación comercial.

2.1. Elaboración de productos a base de aceites con alto contenido de omega-3

El aceite de pescado concentrado de omega-3 se obtiene como un subproducto del procesamiento del pescado. En particular, las empresas que producen harina de pescado a partir de residuos obtienen en el proceso aceite en bruto, que luego es refinado por las empresas productoras de aceites concentrados omega-3. Estas empresas son las que realizan los procesos de purificación, desodorización, refinación, concentración y separación de los ácidos. También es posible extraer aceite omega-3 directamente del hígado de algunas especies, de lo cual resulta un producto de una calidad y valor mucho mayor.

El aceite concentrado de omega-3 se utiliza para elaborar alimentos balanceados para mascotas, para acuicultura o ganadería o bien para el consumo humano, vendido a granel o en cápsulas. Esta última línea se inserta en el segmento de alimentos funcionales y nutraceuticos, que es uno de los más dinámicos a nivel mundial. Los alimentos funcionales compensan los desequilibrios alimentarios e incrementan la ingesta de nutrientes, mejorando así la salud y reduciendo el riesgo de contraer enfermedades. Se trata de alimentos naturales o procesados, a los que se ha añadido, quitado o modificado alguno de sus componentes mediante medios tecnológicos o biológicos. Un ejemplo es el aceite de oliva con alto contenido de omega-3, que está siendo desarrollado por la empresa marplatense Gihon Laboratorios Químicos SRL, con alto potencial de exportación. En los países nórdicos, Estados Unidos y Japón también se comercializan leche, huevos, yogures, helados, productos de panadería y bebidas enriquecidos con omega-3 (Martínez Álvarez, 2011). Por su parte, los nutraceuticos se refieren a suplementos dietarios, productos cuya demanda se encuentra en expansión en mercados como Estados Unidos o Brasil. A diferencia de los medicamentos, cuyo objetivo es curar enfermedades, los alimentos funcionales y los nutraceuticos apuntan a prevenirlas (Ferreira Montero y Luengo Fernández, 2007). Un ejemplo son los suplementos de omega-3 en cápsulas. A nivel mundial se espera que ambos mercados crezcan a una tasa del 7,5% entre 2020 y 2025.¹

También existen interesantes aplicaciones para el uso de aceites concentrados de omega-3 en el campo de la medicina. En particular, se ha probado que un derivado etílico del ácido eicosapentaenoico (EPA), presente en el omega-3, reduce la morbilidad y mortalidad en pacientes de alto riesgo cardiovascular (Bhatt *et al.*, 2019; Yokoyama *et al.*, 2007). Además, en la actualidad se está investigando su uso en la prevención de la COVID-19 y en la reducción de las complicaciones clínicas relacionadas con el virus.² Este compuesto cuenta con varias ventajas: tiene escasos efectos adversos y no cuenta con protección

¹ Fuente: [Global Nutraceuticals Market](#).

² En el sitio [Prepare-IT](#) se describe el ensayo de intervención.

de patentes, ya que se considera una variante nutricional, lo cual reduce su costo de aplicación; algunos estudios indican que también posee propiedades antimicrobianas y antivirales.

Según datos de la base Comtrade de Naciones Unidas, en los últimos 20 años el comercio de aceite de pescado a nivel mundial se incrementó más de un 400% en valor y un 30% en volumen, pasando de USD 277 millones en el año 2000 a USD 1.438 millones en 2020. Esto indica no solo una importante expansión del mercado, sino también un significativo aumento del valor por litro. Los principales países exportadores son Perú (con USD 420 millones en 2019), Dinamarca, Estados Unidos, Noruega y China; mientras que los principales importadores son Noruega, Japón, Reino Unido, Países Bajos, Estados Unidos y Canadá. En Argentina existen dos empresas ubicadas en la ciudad de Mar del Plata (Gihon y OmegaSur) que producen aceite concentrado de omega-3, ya sea para alimentación animal o para elaborar alimentos funcionales y nutraceuticos. Si bien por el momento la producción se destina en mayor medida al mercado nacional, las exportaciones de este producto alcanzaron en 2013 un valor máximo de USD 2,6 millones (sin contar los alimentos enriquecidos con este aceite). El principal destino es Brasil, donde se localizan multinacionales de alimento balanceado para mascotas. Una estrategia de recuperación de residuos pesqueros por parte de empresas nacionales permitiría impulsar el crecimiento de esta actividad, que suele estar limitada por el acceso a las materias primas y su calidad, así como sustituir las importaciones de aceite en bruto que hoy se realizan.

2.2. Elaboración de productos a partir de quitosano

El quitosano es un polímero biodegradable, biocompatible y no tóxico derivado de la quitina, el principal componente de los esqueletos externos de los crustáceos,³ aunque también está presente en otras especies y organismos. Tiene múltiples usos medicinales, biotecnológicos, agrícolas e industriales. A modo de ejemplo, en medicina se utiliza como desinfectante, bactericida, cicatrizante y antiviral; en biomedicina, para suturas biodegradables, sustituyentes artificiales de la piel, sistemas liberadores de fármacos o transporte de agentes anticancerígenos; en agricultura y ganadería, como antibacteriano, antifúngico, bioestimulante o aditivo para alimentación animal; en la industria cosmética, en espumas de afeitar, cremas o adelgazantes; y en la industria alimentaria, como espesante, preservante o agente de oxidación controlada. También se emplea en la producción de plásticos biodegradables o de conservantes naturales para semillas, productos agrícolas o mariscos. Dado que conserva sus propiedades antimicrobianas y antivirales al impregnarse en las fibras, puede utilizarse en la elaboración de materiales funcionales en la industria textil (como barbijos antivirales) u otros objetos (teclados o teléfonos antimicrobianos). Sus propiedades floculantes lo hacen apto para el tratamiento de aguas contaminadas con cromo, arsénico, petróleo o colorantes cancerígenos. Este amplio espectro de aplicaciones industriales se encuentra en continua expansión, ya que sus propiedades continúan siendo investigadas en diferentes áreas científicas (Dima *et al.*, 2013).

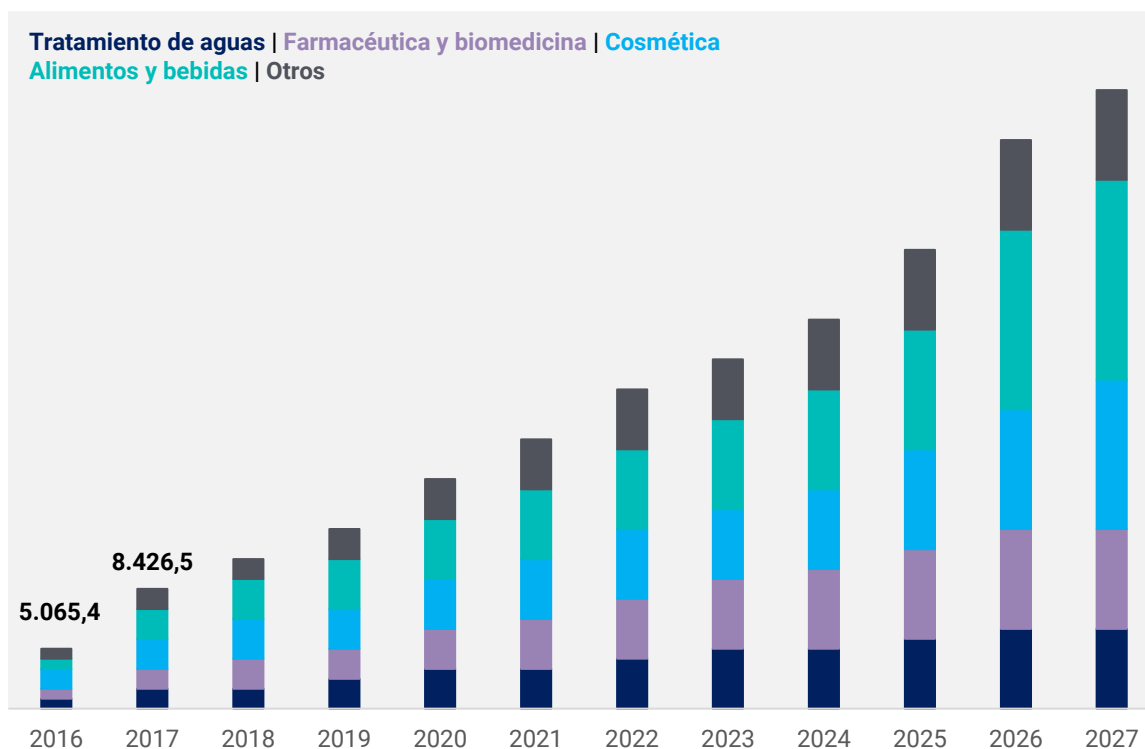
El proceso productivo comienza con los exoesqueletos molidos, los cuales se despigmentan, descalcifican y desproteinizan para obtener quitina, y por medio de un proceso de desacetilación se obtiene el quitosano, que puede prepararse líquido, en escamas, en polvo, o formando micropartículas. La calidad del producto, su precio y la posibilidad de ser utilizado en sus diversas aplicaciones dependen de la calidad del residuo, su conservación y el proceso de elaboración. En 2019 los 250 gramos de quitosano importado de alta pureza tenían un costo de USD 600, mientras que el costo de producción

³ De todos los crustáceos, el exoesqueleto del langostino es el que tiene mayor contenido de quitosano en comparación con otros como la langosta o el cangrejo. Esto constituye una oportunidad adicional para Argentina, uno de los principales exportadores de este producto a nivel mundial.

estimado en los proyectos en curso en la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) era de alrededor de USD 20 por kilogramo (FI-UNLP, 2019). Actualmente, en Argentina se producen pequeñas cantidades a escala industrial, a pedido, por lo que también se importa de países como Estados Unidos, Japón, China y Brasil, que tienen plantas productoras por lo general de tamaño mediano (ver anexo 3).

El mercado global de quitosano ha sido valuado en USD 6.800 millones en 2019 y se espera que se expanda a una tasa compuesta anual del 24,7% entre 2020 y 2027 (Grand View Research, 2020a). El segmento de la demanda con mayor crecimiento a nivel mundial fue el de tratamiento de aguas, debido a su creciente uso por parte de la industria, el comercio y los gobiernos municipales. Además, su capacidad para mejorar el sistema inmunitario, reducir el azúcar en sangre y disminuir la presión arterial, sumada a nuevas regulaciones que aprueban su utilización como complemento dietético, explica el creciente uso de este compuesto por parte de la industria de alimentos y bebidas.⁴ También se espera que el aumento del gasto en investigación y desarrollo (I+D) en la industria farmacéutica y la creciente popularidad de los productos de cosmética natural impulsen la demanda en este segmento en los próximos años. A modo de ejemplo, en el gráfico 1 se muestra la proyección de la demanda de este compuesto por parte de Estados Unidos según el tipo de aplicación, y en el gráfico 2 se muestra la composición regional del mercado global en 2019.

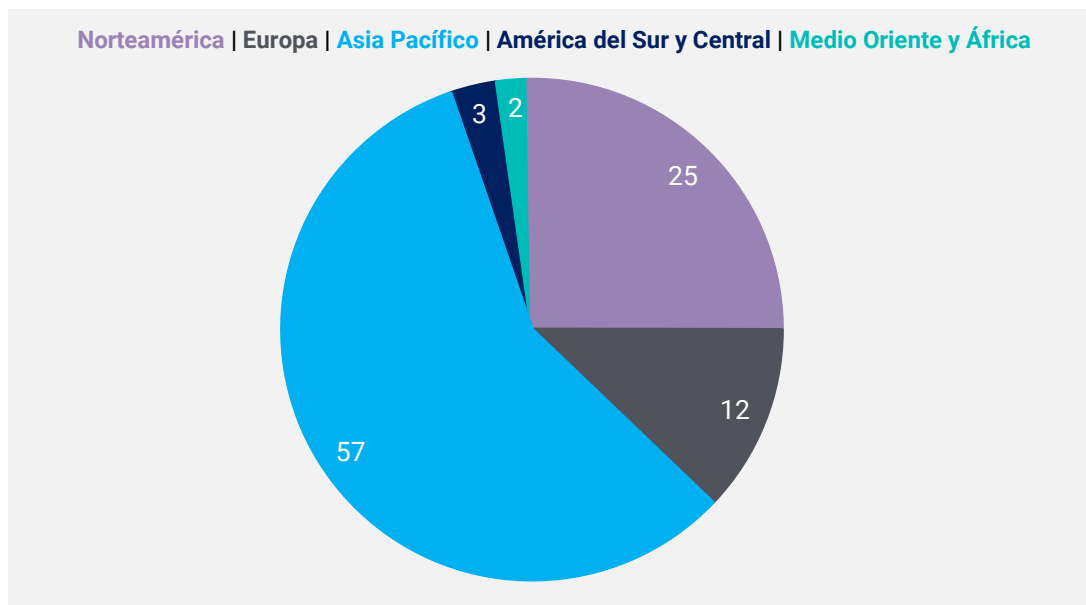
Gráfico 1. Demanda de Estados Unidos de quitosano por aplicación, en toneladas, 2016 a 2027



Fuente: Grand View Research (2020a).

⁴ En 2009 el reglamento del Parlamento Europeo aprobó el clorhidrato de quitosano como sustancia básica para los aditivos de los complementos dietéticos (CE n° 1107/2009) (Grand View Research, 2020a).

Gráfico 2. Composición del mercado global de quitosano por región (en %), 2019



Fuente: elaboración propia en base a Grand View Research (2020a).

Si bien resulta muy difícil evaluar las posibilidades de producción y exportación de un producto que aún no se produce a escala industrial en el país, es posible realizar un cálculo sencillo a partir de la participación de Argentina en el mercado de crustáceos (código SA 0306, según Comtrade), de cuyo exoesqueleto se extrae este compuesto. Si Argentina pudiera replicar en el mercado del quitosano (USD 6.800 millones) la misma participación que tiene en las exportaciones mundiales de crustáceos (3,83% en valor y 5,05% en volumen), las posibilidades de producción podrían valuarse entre USD 260 millones y USD 343 millones, con un considerable crecimiento anual esperado en los próximos años (a modo de referencia, las exportaciones de langostinos de Argentina rondaron los USD 1.046 millones en 2019).⁵ Además, tal como se mencionó previamente, esta estimación puede ser mucho mayor dependiendo de la calidad del producto final. Cabe aclarar que todas las cifras y estimaciones se refieren al compuesto base, sin tener en cuenta los productos hechos a base de quitosano, como biofilms o bioinsumos, que se explican a continuación.

En Argentina existen varios proyectos con diferente grado de avance que apuntan a producir quitosano o diversos bienes con este componente. Una de las aplicaciones se relaciona con la actividad agrícola, en particular la frutihortícola. Por sus propiedades elicitoras (inductoras de los mecanismos de defensa de las plantas) y antimicrobianas (inhibidoras del crecimiento de hongos, bacterias y virus) el quitosano aumenta la tolerancia de las plantas a los patógenos y protege los cultivos de enfermedades previas y posteriores a la cosecha, por lo que constituye una alternativa ecológica a los agroquímicos y plaguicidas convencionales. Tradicionalmente, ha sido aplicado en forma directa sobre los cultivos, pero eso ocasiona elevadas pérdidas por lixiviación. A partir de esta limitación, la división de Materiales

⁵ Si se repite un cálculo similar utilizando la participación de Argentina en las exportaciones mundiales de langostinos (cuyo exoesqueleto tiene el mayor contenido de quitosano) las estimaciones de producción son algo mayores: entre USD 371 millones y USD 412 millones, ya que dichas exportaciones representan el 5,45% del total mundial en valor y el 6,07% en toneladas. Se consideran para este cálculo los códigos del SA (Sistema Armonizado de Comercio Exterior) 030613, 030616, 030617, 030623, 030626, 030627, 030635, 030636, 030695, aunque Argentina solo exporta la tercera partida.

Compuestos Termoplásticos del Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA) ha desarrollado a escala piloto un prototipo de nanoarcilla capaz de retener y liberar controladamente el quitosano, haciendo más eficiente su uso (ver recuadro 1). Actualmente el desarrollo se encuentra en la fase previa al escalado para su posterior producción industrial. Cuenta hasta el momento con cinco patentes presentadas por la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP) - Conicet y ha recibido varios premios y distinciones (Conicet-MDP, 2019).⁶

Otra aplicación relacionada con la actividad agrícola es la obtención de micropartículas de quitosano. Las mismas pueden encerrar herbicidas, pesticidas o fertilizantes, cuya acción microparticulada disminuye notablemente la cantidad de insumos requerida por hectárea. El ahorro de costos que proporciona a la actividad agrícola, sumado al conocimiento tecnológico involucrado en estos desarrollos convierten a este tipo de productos en una opción mucho más rentable que la obtención de quitosano como *commodity*, segmento en el cual la competencia vía precio con otros países puede ser muy alta. En la actualidad, los desarrollos para la aplicación de glifosato mediante este sistema -realizados entre la empresa de base tecnológica Gihon Laboratorios Químicos SRL e YPF agro- han pasado la escala piloto, habiéndose iniciado las pruebas de campo en varias hectáreas.

Por otra parte, el Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos y el Departamento de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de La Plata, junto con el Centro Nacional Patagónico (Conicet), también ha realizado investigaciones tendientes a producir quitosano a partir del aprovechamiento de los desechos de los crustáceos generados en Chubut, donde se capturan más de 40.000 toneladas al año (Dima *et al.*, 2013). Si bien el proyecto se está desarrollando a escala de laboratorio, se están realizando los cálculos para llevarlo a escala piloto y los investigadores –según manifiestan– están interesados en vincularse con el sector empresario para llevar el proyecto a escala industrial (FI-UNLP, 2019). También han existido iniciativas similares en el Laboratorio de Investigaciones Básicas y Aplicadas de Quitina de la Universidad Nacional del Sur, donde en el año 2001 se puso en funcionamiento una planta de harina de quitina (Caprile, 2005). Si bien en términos productivos la experiencia puede considerarse exitosa, en términos comerciales no pudo sostenerse por las condiciones macroeconómicas imperantes en ese momento y por el ingreso de quitosano importado desde China a muy bajo costo.

Otro desarrollo a escala de laboratorio, realizado en conjunto entre los Institutos Nacionales de Tecnología Industrial (INTI) y Agropecuaria (INTA), es el biofilm comestible producido a partir de quitosano. Se trata de un líquido transparente que permite recubrir frutas y, al quedar adherido al producto, actúa como una barrera contra los agentes que contribuyen a su deterioro. Esto permite extender su vida útil y reducir el desperdicio poscosecha. El escalado de este desarrollo aún no fue evaluado y no se conocen en detalle los costos y los beneficios de una planta que lo produzca a escala industrial. Algunas limitaciones para el escalado industrial es que el sector frutihortícola cuenta con pocas empresas grandes que puedan estar dispuestas a incorporar un producto de este tipo a sus líneas de negocio. Además, en Argentina las frutas se consumen mayormente frescas y se adquieren en verdulerías, mientras que la utilización del biofilm requiere un cierto grado de envasado, y esposiblemente más valorado en productos de exportación. En este sentido, puede ser interesante avanzar en la evaluación económica de la escala industrial de este desarrollo, así como en estudiar la disposición de las empresas frutihortícolas para adoptarlo. Dado que este tipo de conservantes naturales puede aplicarse a una gran variedad de productos frescos (como hortalizas o mariscos), podría ampliar el

⁶ Solicitudes de patentes nacionales (dos en 2019, una en 2018, dos en 2017 y una en 2015); patente internacional en 2016; premio ALL TEC 2016; premio de la Fundación Argentina de Nanotecnología (FAN) 2016; proyecto seleccionado en INNOVAR 2016, 2017 y 2018; distinción Fundación Innova-T. Financiamiento público: ANR obtención de quitosano, PICT RAICES 2017, Proyecto PICT Start Up 2016.

mercado para los productos argentinos, en un contexto mundial en el cual los países desarrollados exigen cantidades cada vez menores de conservantes químicos.

Recuadro 1. Agroinsumos sustentables: la nanoarcilla Bent-Q

Este desarrollo, llevado adelante por el Instituto de Investigaciones en Ciencia y Tecnología de Materiales (INTEMA-Conicet-UNMDP) y el Instituto de Investigaciones Biológicas de la Universidad Nacional de Mar del Plata (IIB-Conicet-UNMDP), utiliza la arcilla bentonita como matriz para la inmovilización de quitosano como estimulante del crecimiento e inductor de los mecanismos de defensa de los cultivos frutihortícolas. El producto se proyecta para el mercado de pesticidas de banda verde. El desarrollo, llevado a escala industrial, permitiría sustituir importaciones de productos semejantes⁷ y generar exportaciones en un mercado que está en continua expansión: las importaciones mundiales de fungicidas crecieron desde USD 5,6 millones en 2009 a USD 8,7 millones en 2013, y Argentina se posicionó en ese último año entre los 20 principales exportadores mundiales (Della Rocca, 2019).

La participación en diferentes instancias de financiamiento permitió en 2016 la creación de la *start-up* UNIBIO, una plataforma de I+D dedicada al desarrollo de bioinsumos para el sector frutihortícola. La iniciativa apunta a proveer insumos inteligentes y servicios de I+D para la agroindustria nacional e internacional, y a liderar a nivel regional el desarrollo tecnológico y la provisión de soluciones innovadoras y sustentables. Además de bioestimulantes, UNIBIO desarrolla otros agroinsumos particulados – conocidos como agroinsumos encapsulados o insumos inteligentes –, con potencial en agricultura y posible aplicación en otros campos industriales (Conicet-MDP, 2019). Actualmente el proyecto se encuentra en la búsqueda de financiación para iniciar la producción a gran escala y la comercialización de los productos. Los estudios preliminares de factibilidad técnica y económica indican que la producción a escala industrial es rentable, con un período de recuperación de la inversión de menos de dos años (Della Rocca, 2019).

Si bien se trata de un mercado en crecimiento y con altas oportunidades,⁸ existen varias limitaciones al uso de quitosano como agroinsumo: falta de compromiso con el cuidado ambiental por parte de los productores locales al momento de seleccionar los insumos, reticencia de los mayoristas a distribuir un producto que no conocen en profundidad, resistencia de los productores a modificar sus hábitos a corto plazo, y dificultad para estimar la demanda y los costos efectivamente involucrados en una escala industrial. El apoyo del Estado a este tipo de iniciativas podría orientarse no solo a facilitar los fondos y las instancias de cooperación necesarias con el sector privado, sino también a difundir e informar sobre los beneficios y favorecer el acceso a mercados internacionales y a los canales adecuados para la distribución. En particular, los especialistas consideran que una ley nacional de promoción de los bioinsumos podría facilitar el acceso y uso de los recursos naturales, unificando normativas de las diferentes jurisdicciones y promoviendo el desarrollo de las empresas mediante incentivos fiscales y financieros, y el uso de bioinsumos por medio de incentivos a los productores (Testa y Bilbao, 2021).

⁷ En 2017 casi el 70% de los insumos agroquímicos y fertilizantes fueron importados (Testa y Bilbao, 2021).

⁸ Argentina cuenta con más de tres décadas de investigación en biofertilizantes, bioestimulantes y biocontroladores (agentes biológicos para el control de plagas). Además, existen 88 empresas productoras de biofertilizantes y 15 de biocontroladores (Testa y Bilbao, 2021).

El principal cuello de botella para la elaboración a escala industrial del quitosano es la producción de harina de quitina, un proceso que transforma al residuo altamente perecedero en un subproducto fácilmente transportable hacia las empresas químicas que actualmente están en condiciones de producir quitosano. Al día de hoy no se identifican plantas de harina de quitina en el país, aunque las estimaciones indican que el costo aproximado de su instalación y puesta en funcionamiento, de alrededor de USD 200.000, podría recuperarse en el período de un año (Casalangué, 2020).

La producción de harina de quitina se encuentra limitada por varios motivos. En primer lugar, el proceso productivo debería comenzar en el lugar donde se genera el residuo, es decir, en las provincias patagónicas. Estas provincias carecen de infraestructura y se encuentran distantes de los centros industriales donde podrían utilizarse las instalaciones existentes y continuar el proceso productivo. En segundo lugar, la gran cantidad de exoesqueletos se contrapone con la pequeña escala que suelen tener este tipo de emprendimientos en el resto del mundo y dificulta la posibilidad de tener procesos químicos controlados que den lugar a un producto de calidad. Dada la excesiva cantidad de residuos, la solución ambiental adoptada ha sido en el mejor de los casos el *landfarming*, que consiste en enterrar los residuos y atenuar o eliminar las sustancias contaminantes a partir de procesos biológicos realizados por los microorganismos naturales del suelo. En palabras de un entrevistado: "Más no fue mejor. Se perdió de vista la posibilidad de ir recuperando el residuo en una escala factible de inversión". En tercer lugar, la disponibilidad de residuos tiene un carácter altamente estacional, por lo cual deberían pensarse instalaciones multipropósito que permitan el aprovechamiento de distintos tipos de residuos abundantes en diferentes períodos del año.

Finalmente, diversos factores explican que las empresas pesqueras, que en el resto del mundo se ocupan de generar subproductos a partir de sus propios residuos, no tengan incentivos para instalar este tipo de plantas. Por un lado, la rentabilidad de estos emprendimientos, aunque positiva, no se compara con la de la actividad principal de la firma, por lo cual las inversiones de las empresas pesqueras no tienden a orientarse al aprovechamiento de los residuos. Asimismo, existe un mayor riesgo asociado a la falta de conocimiento técnico y de mercado de los subproductos, los cuales se relacionan más con la actividad química que con la pesquera. Por esos motivos, puede ser más viable que las harineras de quitina y derivados se configuren como firmas independientes que adquieran los residuos a las pesqueras.

Una iniciativa incipiente en este sentido es la empresa [Patagonian Sea Secret](#), que inauguró una planta de tratamiento de residuos en julio de 2020 en el Parque Industrial de Trelew. Esta planta tiene una capacidad de producción de 120 toneladas y ha sido financiada con fondos provenientes de instituciones bancarias públicas.⁹ Sin embargo, de acuerdo con las entrevistas realizadas, la gran cantidad de residuos disponibles (50.000 toneladas estimadas para 2018), la necesidad de procesarlos en el lugar de disposición y la tecnología relativamente sencilla y de bajo costo abren espacio para la instalación de al menos una planta de harina de quitina en cada provincia con residuos disponibles. Estas plantas podrían o bien orientarse posteriormente a la obtención de quitosano o bien venderlo a empresas químicas o biotecnológicas del resto del país, que cuentan con la tecnología, la capacidad de procesamiento y el acceso a mercados.

Si bien la instalación reciente de esta planta en particular no permite evaluar su rentabilidad a largo plazo, los entrevistados coinciden en que los productos a base de quitosano tienen un enorme potencial. La ausencia de proyectos privados hasta el momento puede explicarse por la falta de financiamiento, las fallas de coordinación que surgen de la necesidad de instalarlos en zonas con tejidos industriales débiles, el tamaño de las firmas (las empresas químicas involucradas son de tamaño mediano), y la incertidumbre

⁹ Se trata de un proyecto de USD 1,5 millones financiado por el Banco de Chubut, que prevé incorporar a 50 empleados. Ver [información de prensa](#).

de mercado y tecnológica, ya que partir de grandes cantidades de residuos puede impedir un proceso químico controlado e impactar sobre la calidad del producto final. De acuerdo con las palabras de un entrevistado:

El tema del quitosano es increíble que no haya explotado [...] La realidad es que nos quedamos siempre a mitad de camino y nunca pudimos implementar la planta de producción de quitosano porque era una inversión grande y una apuesta de riesgo muy grande, pero es algo inexplicable cómo no se aprovecha. En Rawson, en Puerto Madryn se entierran las cáscaras de langostino y ese es un producto al que se le puede sacar quitosano recontra redituable y es una materia prima que hoy la tenés gratis. Es increíble, para mí eso en algún momento va a funcionar. [...] Me extraña que no aparezca un *joint venture* entre dos o tres empresas que quieran hacer eso. Nosotros estaríamos dispuestos, tranquilamente.

La intervención pública en este sentido puede orientarse a facilitar la coordinación entre agentes involucrados y a financiar iniciativas que mitiguen los costos del desarrollo y la instalación de biorrefinerías¹⁰ (tal como se explica en la sección 2.6).

2.3. Producción de enzimas industriales y otros compuestos

Las enzimas son un derivado proteico de los subproductos marinos que se utilizan para catalizar diferentes tipos de procesos con algunas ventajas por sobre los catalizadores convencionales no biológicos. Se utilizan en las industrias química, farmacéutica, alimentaria y textil, y en la manufactura de cueros. Tal como sucede con el resto de los compuestos (antimicrobianos, antioxidantes, pigmentos), las enzimas de organismos marinos pueden tener un comportamiento físico-químico diferente al de cualquier otra proveniente del medio terrestre, y pueden permitir o aumentar la eficiencia de procesos industriales que se desarrollen en situaciones similares a las del medio acuático.

En 2019 el mercado global de enzimas industriales (de diversos orígenes) estaba valuado en USD 5.600 millones y se espera una tasa de crecimiento compuesta anual del 6,4% entre 2020 y 2027 (Grand View Research, 2020b). El crecimiento de la demanda se explica por la creciente industrialización a nivel mundial, especialmente por sectores como biocombustibles, alimentos y bebidas, alimentación animal, farmacéutico, químico y de productos para limpieza del hogar, así como por los avances en el sector nutracéutico. A nivel mundial, el mercado está dominado por un grupo de empresas grandes, tales como Novozymes, BASF SE o DuPont Danisco (ver anexo 3).

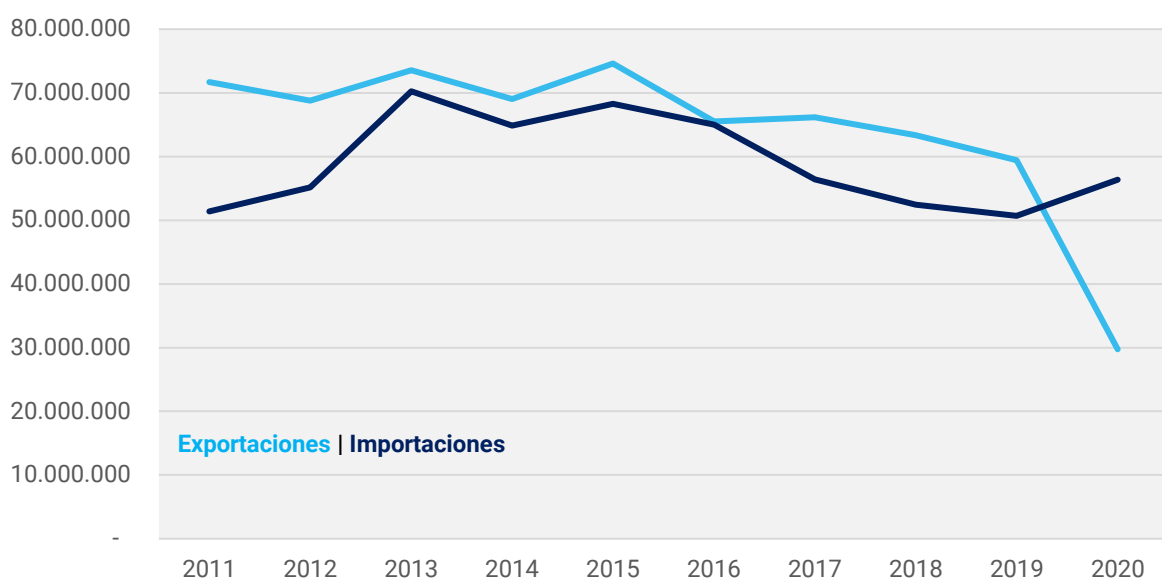
Los principales exportadores mundiales son Dinamarca, Estados Unidos, Países Bajos, Alemania, Francia, China, Finlandia, Japón y Bélgica; mientras que los principales importadores son Estados Unidos, Países Bajos, Alemania, China, Francia, Dinamarca, Bélgica, Brasil, Reino Unido, España e Italia. De acuerdo con Grand View Research (2020b), los países con mayor crecimiento proyectado en su demanda son Japón y naciones emergentes como China, India o Brasil. Argentina tiene una participación marginal en el mercado mundial de enzimas industriales (SA 3507),¹¹ que se ha ido reduciendo desde el 1,35% en 2015 hasta el 0,24% en 2019.

¹⁰ En este contexto se entiende por biorrefinería a un proceso integrado que transforma de manera sostenible una materia prima de origen marino en un amplio espectro de productos comercializables (alimentos, piensos, materiales, productos químicos y energía).

¹¹ SA es la sigla de Sistema Armonizado (y refiere a las posiciones arancelarias ligadas al comercio exterior de bienes).

Las exportaciones argentinas de este producto (SA 3507) promediaron los USD 70 millones entre 2011 y 2019 (con cierta tendencia descendente), y se desplomaron por la pandemia. En tanto, las importaciones fluctuaron entre los USD 50 y los 70 millones, siendo por lo general inferiores a las exportaciones (gráfico 3).¹² Cabe destacarse en particular el crecimiento proyectado del mercado a nivel mundial, las posibilidades de lograr un intercambio de tipo intraindustrial de este bien, el crecimiento de Brasil como comprador mundial y el impacto de estos compuestos en la competitividad, en tanto permiten aumentar la calidad de los productos finales en industrias clave como la de alimentos y bebidas, incrementar la productividad, disminuir costos, y reducir la contaminación ambiental y los desperdicios.¹³

Gráfico 3. Exportaciones e importaciones de enzimas industriales de Argentina, en dólares, 2011 a 2020



Fuente: elaboración propia con base en datos de CEP-XXI.

En las universidades nacionales (UNMDP y Universidad Tecnológica Nacional sede Mar del Plata) y en el Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo pesquero (INIDEP) existen investigaciones, en su mayoría a escala de laboratorio, sobre el aprovechamiento de residuos pesqueros y de la acuicultura en la producción de enzimas para la elaboración de quesos y aditivos alimentarios para animales, especialmente para el sector de acuicultura. Los aditivos para alimentación animal mejoran el proceso digestivo de los peces con relación al alimento convencional y pueden disminuir el costo del proceso productivo. En la elaboración de quesos, las enzimas marinas pueden reemplazar a las utilizadas tradicionalmente (sintéticas o microbianas, por lo general importadas), con la consecuente reducción de

¹² A modo de referencia, de acuerdo con datos del INDEC, las exportaciones del complejo farmacéutico argentino rondaban los USD 886 millones en 2019 y los USD 864 millones en 2020, y las del complejo petroquímico (sin petróleo) los USD 767 millones en 2019 y los USD 531 millones en 2020.

¹³ De acuerdo con Testa y Bilbao (2021) la producción de las enzimas necesarias para la elaboración de alimentos tiene un escaso desarrollo en Argentina. Este segmento de biotecnología industrial, así como otros de elaboración de biomateriales específicos para el sector de alimentos y bebidas (microorganismos, levaduras, probióticos, etcétera) presenta gran potencial para la investigación y el desarrollo de mercados, pero requiere marcos de promoción.

costos. Otras posibles aplicaciones de las enzimas se dan en la industria láctea, en la producción de helados, panificados y bebidas (vino, cerveza y bebidas no alcohólicas), aceites y detergentes.

También existen otras investigaciones tendientes a la obtención de otros compuestos a partir de residuos, tales como bioestimulantes (compuestos naturales mejoradores del suelo y favorecedores del crecimiento de las plantas), compuestos bioactivos para alimentación humana (sustancias con propiedades antioxidantes, antimicrobianas o antihipertensivas), desarrollo de pinturas ecológicas que evitan la incrustación de animales en los barcos (que podrían reemplazar a las pinturas tóxicas utilizadas hoy en día), sustancias para la recuperación de aguas residuales e hidrolizados proteicos. En este último tema se han iniciado pruebas a escala piloto, en conjunto con el INTI y empresas locales, también se han comenzado actividades dentro de la incubadora de empresas de base tecnológica de la UNMdP.

Por último, en la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco se está investigando la extracción y propiedades de la astaxantina, una sustancia presente en el exoesqueleto de crustáceos, que tiene propiedades antioxidantes y se utiliza en la elaboración de alimento para peces y crustáceos y de nutracéuticos. También se utiliza como colorante y tiene aplicaciones biomédicas y cosméticas, por ejemplo, para la producción de protectores solares. Los usos posibles y su precio dependen del origen, pureza, marca y formas de presentación –en polvo, aceite o cápsulas– (Mazzuca, 2017). El mercado mundial de este bien está valuado en USD 1.000 millones según Grand View Research (2020c) (ver anexo 3).

Tal como se explica en la sección 2.6, las principales dificultades en torno a la producción nacional de enzimas y otros compuestos derivados de residuos marinos se relacionan con el paso de la escala laboratorio a la piloto, y de allí a la industrial o comercial. Sin embargo, si bien no existe producción industrial de este tipo de bienes en el país, empresas como Novozymes o Aminochem S.A. demuestran que es posible lograr un escalado industrial y una inserción internacional exitosa. La primera es una firma danesa con más de 6.000 empleados en todo el mundo que produce y comercializa enzimas y microorganismos a partir de los principios de economía circular; la segunda es una empresa chilena de tamaño mediano dedicada a la fabricación y comercialización de aminoácidos, materia orgánica y aceite elaborados a partir de residuos de salmón, para nutrición y bioestimulación en agricultura, mejora de suelos y protección de cultivos.¹⁴

El caso de Novozymes es particularmente interesante ya que se basa en un modelo pionero de simbiosis industrial. Se trata de Kalundborg Symbiosis, una asociación entre 11 empresas públicas y privadas iniciada en 1972 en la ciudad de Kalundborg, Dinamarca.¹⁵ Este *cluster* de empresas se basa en la creación de un circuito cerrado de productos residuales, en el cual los residuos de una firma pasan a ser la materia prima de otra, y en la reutilización de recursos y su uso conjunto, a fin de reducir costos y minimizar desperdicios. Otros ejemplos de simbiosis industrial son Humber en el Reino Unido, Guigang en China, Tamil Nadu en India y Sotenäs en Suecia. En este último caso, la red de simbiosis industrial se basa en las actividades pesquera y acuícola, que son las principales involucradas en la producción de alimentos, la acuicultura de salmón, la producción de algas, la energía renovable, el reciclaje de plásticos, la tecnología marina y la elaboración de productos innovadores provenientes del *upcycling* de residuos de la industria pesquera (Martin y Harris, 2018). Cabe destacar que la pesca, la agricultura, la actividad

¹⁴ [Aminochem S.A.](#) es parte del holding Fiordo Austral, principal productor mundial de proteínas y aceites elaborados a partir de salmón.

¹⁵ Las centrales de algunas de las mayores firmas de Dinamarca están ubicadas en Kalundborg: el mayor productor mundial de insulina (Novo Nordisk), el mayor productor mundial de enzimas (Novozymes), la planta de tratamiento de agua más grande del norte de Europa (Kalundborg Forsyning) y la primera instalación de demostración de bioetanol de segunda generación del mundo (DONG energy). Fuente: [página web institucional](#) y [video institucional](#).

forestal y la industria manufacturera son las actividades económicas más presentes en las redes de simbiosis industrial, por el tipo de residuo que generan y por la capacidad de utilizar residuos como materia prima (Neves *et al.*, 2019). En Argentina las alternativas de simbiosis industrial relacionadas con la industria pesquera están siendo estudiadas por el Programa Tecnología, Valorización e Innovación de Productos Pesqueros del INIDEP.

2.4. Producción de bienes a base de escamas y piel de pescado

A nivel mundial existen empresas que producen y comercializan escamas secas, congeladas o desmineralizadas y péptidos de colágeno –en algunos casos con marca propia– para la industria alimentaria y de bebidas, para productos cosméticos y farmacéuticos y para aplicaciones nutraceuticas.¹⁶ Los principales países productores son China, India, Vietnam, Tailandia y México, mientras que los principales compradores son países desarrollados, con una elevada esperanza de vida, como Japón, Francia y Alemania, junto con China. Si bien la cantidad de personas empleadas en forma directa no es sustancial, el impacto en el entramado regional puede ser importante. A modo de ejemplo, la empresa japonesa Nizona (que exporta a más de 20 países) recolecta los residuos de cientos de puestos de venta de pescado fresco en India.¹⁷ Estos puestos –mayormente informales– reciben a cambio una remuneración que, si bien es pequeña en términos absolutos, aumenta en forma significativa sus ingresos además de solucionar gran parte del problema ambiental asociado a la disposición de estos residuos.

En este caso, el rol del sector público ha sido esencial para sensibilizar a los responsables de los establecimientos, difundir las buenas prácticas y gestionar la logística, que está exclusivamente a cargo del Estado y de las organizaciones sindicales vinculadas a él. Dicha logística consiste en recolectar los residuos en vehículos refrigerados y disponerlos en depósitos hasta su traslado a la planta. La empresa abona un canon a las organizaciones estatales, que luego distribuyen parte del dinero entre los puntos de recolección. En la actualidad, se está discutiendo la posibilidad de otorgar subsidios para la instalación de un mayor número de plantas productivas. La vinculación con universidades también es importante para detectar nuevos usos comerciales de los diferentes tipos de residuos. Sin embargo, la tecnología requerida es muy simple, y la logística de recolección y distribución es la etapa más compleja de la cadena de valor.

De acuerdo con Grand View Research (2020d) el mercado mundial de colágeno (de diversos orígenes) estaba valuado en USD 4.700 millones en 2020 y se espera una tasa de crecimiento compuesta anual del 5,9% entre ese año y 2027 (ver anexo 3). Si bien este producto tiene actualmente un uso extendido para diversas aplicaciones biomédicas, en la mayoría de los productos comerciales proviene de mamíferos como cerdos, vacas y ovejas. En este sentido, el colágeno producido a base de residuos de pescado conlleva dos ventajas. Por un lado, supera los inconvenientes biológicos, culturales y religiosos asociados con el colágeno bovino y porcino, y las limitaciones legales de la Unión Europea al uso de gelatina de rumiantes establecidas para la prevención y el control de las encefalopatías espongiiformes transmisibles

¹⁶ Algunas empresas identificadas, de tamaño mediano, son [Nizona Marine Products](#), con sede en India y Japón, y [Thai Lien Manufacturing & Trading CO Ltd.](#) (TLC), en Tailandia.

¹⁷ La misma empresa extrae glucosamina a partir de los residuos de camarones, la cual es vendida a granel para elaborar productos nutraceuticos para el fortalecimiento óseo en personas de edad avanzada. Además, del lavado de las escamas también se obtiene calcio, que es utilizado como fertilizante.

(Martínez Álvarez, 2011). Por otro lado, su costo es menor, ya que las escamas usualmente se descartan, mientras que las fuentes provenientes de mamíferos terrestres tienen una amplia gama de otros usos.

De las escamas y la piel también puede extraerse gelatina, utilizada como ingrediente en numerosos alimentos. Debido a las ventajas mencionadas precedentemente, la popularidad de la gelatina derivada de pescado ha crecido en los últimos años con relación a sus sustitutos de origen terrestre, aun cuando su precio es superior (Martínez Álvarez, 2011).

Cabe destacar que algunas de las empresas que producen escamas también se dedican a la producción y comercialización de piel de pescado seca o congelada, un producto consumido como *snack* principalmente en Asia y Europa. Según los entrevistados, el precio de este producto ha aumentado a tal punto que en algunos casos el pescado se cultiva principalmente para obtener su piel, y el aprovechamiento de su carne es un uso secundario. Esto indica que podría existir espacio para el desarrollo de exportaciones no tradicionales de alimentos producidos a base de materias primas que hoy se desechan. La piel entera de pescado también se puede utilizar para reconstruir piel humana en el tratamiento de quemaduras graves. Sin embargo, las posibilidades de desarrollo tecnológico asociado a este uso y de generación de empleo son muy escasas, ya que la piel se utiliza sin ningún tipo de procesamiento previo (BBC Mundo, 10 de enero de 2017).

Adicionalmente, las escamas se utilizan para el desarrollo de bioplásticos, en el marco de la tendencia mundial de buscar alternativas al plástico en sus diferentes usos. A modo de ejemplo, la empresa francesa [SCALITE](#) elabora placas para revestimiento de interiores y decoración a base de escamas de sardina y salmón. La misma tecnología también permite producir distintos objetos (tazas, vasos, anteojos) a partir del mismo insumo. La elaboración de este material exige muy poca energía y es 100 % biodegradable (Veronesi Burch *et al.*, 2019). Por otra parte, también se han desarrollado películas o sustratos a partir de escamas que pueden utilizarse como alternativa al plástico en el campo de la electrónica flexible. Dentro de las pantallas flexibles, los componentes conductores de electricidad y los emisores de luz se colocan en capas sobre una película transparente que suele ser plástica. Investigadores chinos han demostrado que es posible reemplazar dichos plásticos con finas películas elaboradas a partir de gelatina derivada del colágeno de las escamas de pescado (Zhang *et al.*, 2020). Este material es ecológico y degradable, y puede utilizarse para elaborar pantallas plegables, prendas de vestir, dispositivos portátiles, y aplicaciones relacionadas con vigilancia de la salud. Otros posibles sustitutos del plástico de origen marino que se encuentran en proceso de investigación y ensayo son las algas y las conchas (Veronesi Burch *et al.*, 2019).

Por último, el colágeno existente en los desechos del pescado podría utilizarse para la elaboración de baterías. Investigaciones internacionales –a escala de laboratorio– han mostrado que el colágeno extraído de los residuos de la tilapia (vísceras, cabeza, escamas y aletas) podría utilizarse en sistemas de almacenamiento de energía, especialmente de tipo eólica o fotovoltaica (Residuos Profesional, 3 de septiembre de 2020). Dentro de la actividad industrial, este residuo marino también ha demostrado ser útil como catalizador para eliminar el benceno, un compuesto volátil contaminante que causa problemas ambientales y de salud.

Las posibilidades de contar con este tipo de producción en Argentina se encuentran limitadas principalmente por la disponibilidad de residuos pesqueros (en un contexto de disminución del procesamiento en tierra) y por la competencia que representa la producción de harina de pescado, una actividad que también tiene un impacto ambiental sustancial. Las fábricas harineras habitualmente adquieren los residuos gratis a cambio del lavado de los cajones, que son de su propiedad, lo cual inhabilita el acceso a los residuos por parte del resto de las actividades que podrían utilizarlos, incluso en

productos de mayor valor. El efectivo desarrollo de la producción de bienes a base de escamas podría vincularse con la instalación de biorrefinerías en el país (ver sección 2.6).

2.5. Otros productos provenientes de la valorización de residuos pesqueros

Otros residuos a partir de los cuales es posible elaborar compuestos y productos con alto valor comercial son los ojos, las valvas y conchillas, la sangre, los huesos y el cuero. En primer lugar, a partir del humor vítreo de ojos puede obtenerse ácido hialurónico. Este compuesto tiene un precio elevado en el mercado ya que posee diversos usos en cosmética y en medicina, en particular en cirugías plásticas e intraoculares, en el tratamiento de la osteoartritis y de grandes quemaduras o en implantes quirúrgicos (Martínez Álvarez, 2011). El mercado mundial de este producto en 2020 (proveniente de diversos orígenes) estaba valuado en USD 9.600 millones y se espera una tasa de crecimiento anual del 8,1% entre 2020 y 2027 (Grand View Research, 2020e). Participan de él multinacionales farmacéuticas como Allergan, Galderma o LG Life Sciences (ver anexo 3).

En segundo lugar, las valvas y conchillas de moluscos tienen alta concentración de carbonato de calcio, por lo que pueden utilizarse como fuente de calcio en la elaboración de pinturas, plásticos, pasta dental, o como regulador del grado de acidez de los suelos y los abonos. Las conchillas trituradas también pueden utilizarse en recuperación y restauración ambiental y en sistemas de biofiltración (Pereira y Fernández Giménez, 2016). Por su parte, la sangre puede ser utilizada en alimentación, ya sea como ligante o como sustituta de la sangre de rumiantes y cerdos. No obstante, los usos más promisorios se encuentran en el área de la medicina por su elevada capacidad de cicatrización (Martínez Álvarez, 2011).

De los huesos se obtienen compuestos como la hidroxiapatita, un mineral cálcico con diversos usos en la industria farmacéutica, en medicina estética, oftalmología, odontología y prótesis. En la UNMdP existen investigaciones que buscan recuperar los huesos de los peces de la pesca y de la acuicultura para revalorizarlos y obtener compuestos de alto valor agregado. Finalmente, a partir del cuero de especies como el pacú se pueden elaborar diversos productos de marroquinería. En este sentido, existen tanto investigaciones a escala de laboratorio en la UNMdP como experiencias a escala industrial. Con relación a estas últimas, en el Parque Industrial de Formosa funciona el Consorcio CONCEDES (Consorcio de Cueros Exóticos Desarrollados en Sustentabilidad), que elabora calzado y productos de marroquinería a partir de cueros de pacú provenientes de la acuicultura. Este consorcio, formado por trabajadores del cuero, emprendedores y marroquineros, apunta a crear productos de diseño con destino al mercado externo a partir de un proceso propio de curtido no contaminante que ha sido certificado por el INTI (Gobierno de Formosa, 24 de junio de 2009). En el mundo también existen empresas –como la islandesa Nordic Fish Leather– que producen cueros de salmón y bacalao para su utilización en marroquinería.

2.6. Factores que limitan y potencian estas iniciativas

Con relación a la investigación en escala laboratorio, una limitante es el elevado costo de los estudios de bioprospección, que permiten explorar y analizar sistemáticamente la biodiversidad para identificar organismos y sustancias con valor comercial actual o potencial en diversas industrias. De los estudios de bioprospección marina se derivan una gran cantidad de nuevos compuestos químicos, genes, proteínas y microorganismos que presentan características físicas y biológicas particulares y diferentes

a las derivadas de organismos terrestres, dado que han debido adaptarse a condiciones extremas para sobrevivir.

En general, los organismos marinos se encuentran mucho menos estudiados y caracterizados debido al elevado costo de infraestructura y logística que implica acceder a las muestras y conservarlas apropiadamente para su análisis. En Europa se ha abordado este tipo de estudios de manera interdisciplinaria e interinstitucional, a través de consorcios de instituciones de distintos países que comparten un ambiente marino particular (mares Mediterráneo, Cantábrico, Báltico, Ártico y del Norte, etcétera). Ante la consulta sobre la posibilidad de replicar una estrategia similar en el marco del Mercosur, los entrevistados la visualizan como una alternativa interesante, pero posterior a una estrategia de acción conjunta entre diferentes universidades, institutos, centros tecnológicos y empresas argentinas, y bajo el paraguas de una estrategia nacional común basada en la consolidación de estas redes y en un consenso sobre las fortalezas e intereses de Argentina:

Acuerdo con llegar al Mercosur, pero tenemos que llegar más fortalecidos, más identificados, y más convencidos de cómo nos podemos complementar internamente para poder abrirnos con más estrategia; porque, si no, nos abrimos muy improvisadamente [...] ¿Qué es lo que no queremos resignar de la biodiversidad de nuestros mares, de nuestros océanos, a pesar de que no tenemos demasiado dinero para estudiarla como corresponde? [...] No tenemos que perder la soberanía de nuestra biodiversidad.

Esto también se considera necesario en el caso de estrechar vínculos con países desarrollados para llevar adelante este tipo de estudios. Una acción inicial en este sentido es compilar y sistematizar la experiencia existente en los países del Mercosur a fin de capitalizarla en las investigaciones actuales, evitar duplicaciones e identificar posibles complementariedades, sinergias y productos de la biomasa que puedan abordarse en conjunto. Las acciones llevadas adelante en el marco del Centro Argentino Brasileño de Biotecnología (CABBIO) y la iniciativa cooperación entre la Unión Europea y el Mercosur Biotecsur pueden ser antecedentes relevantes en este sentido (en el anexo 3 se presenta el mapa de actores involucrados).¹⁸

Por otro lado, el principal desafío identificado en la mayoría de los casos es pasar de la escala de laboratorio a una piloto, y de allí a la producción industrial. En primer lugar, para pasar a una escala piloto los investigadores requieren contar con empresas dispuestas a avanzar en este sentido y con el aval y apoyo financiero de los organismos públicos de ciencia y tecnología. Ambas cuestiones son fuente de limitaciones. Según los entrevistados, los integrantes del sistema científico tecnológico público suelen desconfiar de los intereses de las empresas y tanto la burocracia como las formas de resguardar el conocimiento creado (consideradas demasiado estrictas en algunos casos) pueden impedir que las colaboraciones efectivamente tengan lugar:

Con [la empresa] estuve tres años, trabajé todo un año para tener resultados experimentales y no se pusieron de acuerdo los abogados del Conicet con los de la empresa. Fue emblemático, se cayó; en ese momento era un proyecto de \$300.000, era como un PICT [Proyecto de Investigación Científica y Tecnológica financiado por la Agencia I+D+i], pero era tanta la viabilidad comercial que le veían a las patentes, las regalías, que nadie hizo nada.

¹⁸ CABBIO es una red de grupos de investigación en biotecnología que promueve la implementación de proyectos conjuntos de I+D y la formación de recursos humanos. Biotecsur (creada en 2005) apunta a desarrollar acciones concretas de I+D enfocadas en temas de interés prioritarios para la región. Promueve una plataforma regional de biotecnologías, y moviliza y articula actores públicos y privados para buscar soluciones sustentables a los problemas de alcance regional y global (ver página web institucional).

[Los investigadores] están en su mundo, muchos, no todos, están en su mundo y no se conectan... Parece como si conectarse con una empresa fuera como contaminarse, como salir de esa pureza que existe en el ámbito académico.

Las empresas, por su parte, no comparten los mismos tiempos del sistema científico y tienden a subvalorar el aporte que en términos comerciales puede tener el trabajo conjunto:

En general el industrial quiere las cosas mucho más rápido que lo que nosotros podemos. Y si yo quiero un reactivo y quiero comprarlo en el exterior, y hoy me sale 200 dólares, el tipo me mira y se ríe, pero a mí me cuesta un año comprarlo [...] y no lo pueden entender.

El sector de empresarios en mi opinión entiende que con la universidad, si es pública, el Estado ya está haciendo una inversión. La universidad debería proponer proyectos, programas sin costo [...] ¿Por qué? Porque está previsto, ya está pago. ¿Por qué hay que pagarlo otra vez? [...] Si es de la universidad, y a la universidad ya le dieron fondos, ¿encima lo van a cobrar? Si el Estado ya pagó por eso, ¿por qué tenemos que volver nosotros, el empresario privado, a pagar?

Ambas partes sobreestiman el valor de su participación y ello impide el logro de acuerdos. Es necesario entonces promover un lenguaje común entre empresarios e investigadores, dar a conocer experiencias exitosas y sobre todo evaluar alternativas que promuevan los vínculos y disminuyan la incertidumbre de las partes involucradas, como convenios específicos o programas públicos de apoyo a la creación de alianzas público-privadas. Otras alternativas mencionadas son la creación de empresas públicas de base tecnológica, *spin-offs* financiadas parcialmente por créditos estatales, empresas cooperativas o polos tecnológicos para el desarrollo de *start-ups* en las universidades.

En segundo lugar, para pasar de la escala de laboratorio a la producción industrial la decisión pasa por el análisis costo-beneficio de las alternativas. Con relación al costo, las empresas deberían sopesar el costo de instalación de manera privada o conjunta de una planta de recuperación de residuos (o el de acondicionar los residuos para su tratamiento por un tercero) con el costo de disposición final que tienen hoy. En la actualidad, las empresas descartan sus residuos de manera informal utilizando camiones para su traslado a cielo abierto y más recientemente, en algunas ocasiones, a *landfarmings* privados. El costo de disposición final es de alrededor de USD 40 por tonelada, lo cual representa un gasto promedio de USD 200.000 mensuales para una empresa pesquera de pequeña escala (Casalangué, 2020). Un control efectivo y riguroso por parte de las autoridades de aplicación (ministerios de ambiente, organismos de desarrollo sustentable u oficinas que controlen el adecuado tratamiento de los residuos) podría aumentar este costo aún más e inclinar la ecuación de costo beneficio en favor de la recuperación de los residuos para usos industriales. También resulta necesario homogeneizar los criterios y normativas entre provincias, ya que las empresas suelen transportar los residuos hacia las regiones menos exigentes con relación a su tratamiento.

En este sentido, los entrevistados manifiestan que en muchos casos no se exigen los procedimientos adecuados y no se controla su efectivo cumplimiento. De hecho, en relación con otras problemáticas ambientales como el tratamiento de efluentes, se han observado cambios importantes cuando las empresas se enfrentaron a requerimientos inmediatos por parte de la autoridad de aplicación.

Con respecto al beneficio, las empresas pesqueras no suelen ver como un negocio rentable la recuperación de residuos, teniendo en cuenta la elevada tasa de rentabilidad que tienen en su actividad principal. Esto genera la necesidad de contar con firmas que compren esos residuos y tengan como actividad principal su recuperación. En este sentido, podrían ser de utilidad políticas que faciliten o incentiven impositivamente la compra del recurso, así como créditos subsidiados para la instalación de

este tipo de plantas, habida cuenta de los beneficios públicos que pueden generar en términos ambientales. La coincidencia de intereses entre pesqueras y plantas que valoricen los residuos produciendo bienes de alto valor agregado también puede ser un diferencial para el acceso al mercado de las primeras. Esto es así porque los compradores internacionales están comenzando a requerir a sus proveedores un tratamiento apropiado de los residuos y se espera que esa tendencia se profundice en los próximos años, de la mano de mayores exigencias de los consumidores de los países desarrollados, tales como el etiquetado ecológico.

Una vez obtenido el producto a escala industrial, su acceso a los mercados también presenta mayores dificultades que los casos más tradicionales, en tanto se trata de productos innovadores, poco conocidos y que en ocasiones reemplazan a otros que, si bien son menos amigables con el ambiente, tienen un uso muy extendido. Un ejemplo es el caso de los alimentos funcionales, que se caracterizan por requerimientos de marketing más elevados, lo cual puede ser una limitante a la vez que un desafío para su inserción en el mercado internacional. Otro ejemplo es el de los agroinsumos inteligentes, que reemplazan parcialmente a los agroquímicos convencionales. El apoyo de tipo comercial y para la difusión de estos productos, así como las facilidades para su inserción en el mercado internacional, pueden ser vitales en las fases iniciales de su desarrollo.

Otro elemento que limita el desarrollo de estas iniciativas es la restricción que implica la elaboración de productos a base de residuos provenientes de una actividad que está sujeta a eventos climáticos, alta estacionalidad y regulaciones en su extracción. Esto genera una disponibilidad variable del recurso natural, a lo cual se suma la competencia entre segmentos del mercado (alimentación humana, alimentación animal y acuicultura). En tal sentido, y habida cuenta de la relevancia del *upcycling* en el sector pesquero, podría evaluarse la implementación de regulaciones o normativas que impulsen la reutilización compulsiva de los desechos marinos u otros incentivos que fomenten la colaboración entre los agentes implicados en la valorización: pescadores e industrias pesqueras y procesadoras (químicas, farmacéuticas, biotecnológicas, alimentarias o cosméticas). Lo anterior también permitiría mejorar la calidad del residuo recibido por la industria, lo cual es una importante restricción al crecimiento en algunos rubros, como el de los productos a base de aceites con alto contenido de omega-3.

Por último, es importante tener en cuenta la amenaza que podrían suponer las medidas de “descarte cero” incluidas en la nueva Política Pesquera Comunitaria de la Unión Europea. Estas medidas prohíben el descarte a bordo (con algunas excepciones), en forma progresiva según las pesquerías, entre 2015 y 2020 (Borges, 2020). Y, si bien todo lo capturado debe ser desembarcado en puerto, el pescado de descarte no puede utilizarse para consumo humano, sino para harinas y aceites de pescado, alimento para animales, aditivos alimentarios, productos cosméticos y fármacos. Esto podría implicar la necesidad de los países europeos de desarrollar con celeridad este tipo de industrias, que pueden constituirse en importantes competidoras de empresas argentinas en un futuro cercano.

En términos generales, las fortalezas de Argentina para el desarrollo de estas actividades se relacionan con la abundante diversidad de especies en el Mar Argentino, la amplia gama de compuestos de interés comercial que es posible obtener, la imagen positiva de los productos de origen marino y el entramado científico-tecnológico del país. En particular, entre los elementos que actualmente potencian este tipo de iniciativas se encuentra la provisión de bienes públicos por parte del Estado, que han sido esenciales para la estrategia de crecimiento de las empresas privadas de base tecnológica involucradas. Estos se vinculan con el financiamiento de la innovación (FONTAR, FONARSEC, EMPRETECNO) y con la provisión y generación conjunta de conocimiento entre el sector privado y el sistema científico-tecnológico a través de convenios o proyectos conjuntos. A pesar de las dificultades y limitaciones mencionadas, estos incentivos han resultado esenciales para el desarrollo de los proyectos en sus diferentes estadios o escalas.

Argentina también cuenta con un incipiente marco legal de fomento a la bioeconomía y a la economía del conocimiento, así como con algunos programas que podrían incentivar el desarrollo de las innovaciones descriptas en esta sección (los cuales se detallan brevemente en el anexo 2). A modo de ejemplo, se pueden mencionar el Plan de Acción para el sector de Biomateriales y Bioproductos de la Comisión Nacional Asesora en Biomateriales (COBIOMAT) y el Programa de Fomento del Uso de Bioinsumos Agropecuarios (PROFOBIO) desarrollado en 2015 en el marco de la Comisión Argentina de Bioinsumos Agropecuarios. Adicionalmente, iniciativas privadas como la Red Argentina de Biolangostinos han sido valoradas positivamente por los entrevistados. Fundada en 2018, esta Red tiende al aprovechamiento integral de los residuos del langostino y apunta a desarrollar conocimiento para generar productos con alto valor agregado a partir de estos. Está conformada por empresas de diversos sectores productivos (industria pesquera, empresas químicas, laboratorios de análisis clínicos) y numerosos sectores de la academia. Otra iniciativa privada que podría vincularse con algunas de las descriptas es la Cámara Argentina de Bioinsumos (CABIO) (en el anexo 4 se expone un esquema de los actores involucrados).

Otro elemento que favorece el desarrollo de este tipo de proyectos en el sector privado es la existencia de un departamento de responsabilidad social empresaria en las empresas, o de acciones en este sentido. Las experiencias mencionadas de pruebas piloto o iniciativas comerciales de diverso tipo (en la producción de hidrolizados, quitosano, reciclado de redes de pesca o en elaboración de productos conformados abordados en la próxima sección) se han dado en empresas que cuentan con este tipo de acciones. En términos generales, que la alta gerencia se involucre en estas iniciativas es clave para su desarrollo exitoso.

Por último, los entrevistados señalan que la forma más moderna de aprovechar los residuos provenientes de productos de mar es mediante biorrefinerías de biomasa. A diferencia del enfoque tradicional basado en el estudio individual de grupos de compuestos (antioxidantes, aminoácidos, hidrolizados, aceites, minerales, etcétera), las biorrefinerías apuntan a explotar al máximo el residuo en sus múltiples usos comerciales, buscando que se utilicen de la manera más eficiente posible.¹⁹ Desde el punto de vista de la investigación básica, esto genera la necesidad de mayor interdisciplina y proyectos más ambiciosos y coordinados entre diferentes institutos. La continuidad y el fortalecimiento de convocatorias como la de proyectos interinstitucionales en temas estratégicos del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación constituye una iniciativa interesante en este sentido.²⁰ Con relación a la explotación industrial, si bien las biorrefinerías pueden implicar inicialmente una mayor complejidad dada por la diversa cantidad de aplicaciones y mercados posibles, también pueden tener una ventaja en el contexto de la cambiante macroeconomía argentina. Este tipo de planta permitiría inicialmente producir a escala industrial el componente más abundante o con mayor valor (y con el resto hacer un producto de menor valor como un ensilado) y, una vez generada una ganancia inicial y recuperada la amortización de los equipos, podrían explotarse comercialmente los compuestos restantes, según su abundancia, valor y costo de obtención.

¹⁹ Trigo *et al.* (2014) denominan a este tipo de refinerías como de tercera generación.

²⁰ Los proyectos interinstitucionales tienen como propósito fomentar la articulación y la coordinación entre las diferentes instituciones del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, al sumar capacidades científicas y tecnológicas complementarias, mediante la ejecución de proyectos de investigación, desarrollo e innovación de forma asociativa y multidisciplinaria.

3. Sector alimentario

Dentro del sector alimentario existe la oportunidad para elaborar productos conformados o reestructurados, que se obtienen a partir de residuos ricos en proteína, ya sea troceados o picados, adicionando en algunos casos nuevos ingredientes. Para su producción pueden utilizarse restos del músculo derivados del fileteado o músculo de especies de bajo o nulo valor comercial, y en ambos casos puede tratarse de músculo sin gelificar o gelificado. Como ejemplo de los primeros se pueden mencionar los productos fabricados a partir de trozos de músculo entero, como las porciones empanadas o rebozadas que se venden prefritas y aquellos formados por músculo picado, como las hamburguesas, *nuggets*, albóndigas, lasaña, rollitos de pescado, salchichas, croquetas o sopas. Dentro de los productos elaborados a partir de pescado gelificado se encuentran el surimi,²¹ las colas de langosta, los palitos de cangrejo o kanikama, etcétera (Martínez Álvarez, 2011).

La producción de este tipo de bienes no solo permitiría incrementar el consumo de proteínas de pescado de la población en general, sino también elaborar alimentos funcionales que respondan a las necesidades de individuos con requerimientos nutricionales específicos (niños, adultos mayores, celíacos, hipertensos, obesos, etcétera). Esta diversificación de la oferta de productos permitiría, además de desarrollar el mercado interno, diversificar la industria pesquera, crear empleo y promover el desarrollo regional, dando valor a especies que suelen descartarse o no explotarse. Además, haría posible ingresar a segmentos de alto crecimiento a nivel mundial: de acuerdo con Martínez Álvarez (2011) la producción de productos basados en surimi se ha multiplicado por 10 entre 1997 y 2007 y se espera que siga aumentando considerablemente en los años siguientes. Por último, estas iniciativas podrían disminuir los descartes pesqueros, ya sea de ejemplares pequeños de la especie objetivo como de pesca acompañante (especies no objetivo que se pescan junto con la de interés principal y que son frecuentemente descartadas para liberar espacio en bodega). Esta práctica daña el ambiente no solo por la pesca de animales que no se utilizan para el consumo, sino también porque el descarte de ejemplares muertos puede alterar el ecosistema acuático, por ejemplo, en el caso de las aves que van en su búsqueda y se dañan con partes del barco. La existencia de una industria y un mercado de productos conformados permitiría aumentar el valor de los descartes en tierra, y sería un incentivo (además de los controles pertinentes y otras medidas) para disminuir el descarte a bordo.

Esta línea de trabajo ha sido desarrollada por el Programa PROD y el Programa Tecnología, Valorización e Innovación de Productos Pesqueros del INIDEP. En ellos se llevan adelante trabajos de investigación, desarrollo e innovación para formular estrategias adaptadas a empresas de diferentes tamaños de escala y también para pescadores artesanales de distintas localidades costeras de Argentina. En particular, se han realizado investigaciones a partir de especies como raya o chucho de mar (acompañantes de la merluza, con las cuales pueden elaborarse hamburguesas), surel (acompañante de la caballa y la anchoíta, apta para conservas) y castañeta, entre otros. Las investigaciones a escala de laboratorio indican que es posible obtener productos conformados de pescado de alto valor nutricional (por ejemplo, hamburguesas de pescado con kale) y que estos han sido valorados positivamente por grupos de consumidores en paneles sensoriales. Asimismo, en el grupo de investigación GIPCAL de la Facultad de Ingeniería de la UNMDP se han elaborado prepizzas con pescado a escala piloto, que han sido distribuidas en escuelas y comedores de Mar de Cobo y Mar del Plata. Por último, en el INTI sede Mar del Plata también se llevaron adelante desarrollos con el propósito de agregar valor a los productos pesqueros. Se trata de alimentos elaborados a base de especies con valor comercial (no descartes), tales

²¹ Concentrado de proteína miofibrilar de alta calidad, obtenida a partir de músculo picado, lavado, refinado y estabilizado (Martínez Álvarez, 2011).

como langostino y camarón empanado, ensaladas mediterráneas en conserva, porciones de pescado con salsas listas para consumir, pasta de anchoas, etcétera.

3.1. Factores que limitan y potencian estas iniciativas

Las fortalezas de Argentina para el desarrollo de estas actividades son similares a las mencionadas en el apartado anterior: la abundancia y variedad de especies en el Mar Argentino y en las diversas cuencas, y el entramado científico-tecnológico. Las dificultades para incorporar y mantener estos productos en el mercado son el escaso interés de las empresas pesqueras en incursionar en nuevas líneas de negocio, los conflictos gremiales y el reducido tamaño del mercado interno. En el caso de productos a base de descartes o pesca acompañante, se agregan como dificultades la efectiva disponibilidad de la materia prima, el rápido deterioro del pescado, las numerosas investigaciones necesarias a nivel experimental y las dificultades para transferir tecnología al sector productivo. A continuación, se desarrolla cada una de estas limitaciones y se proponen algunas líneas de acción.

Tal como sucede con el *upcycling*, la rentabilidad de la actividad principal de las empresas pesqueras y de los productos tradicionales atenta contra la diversificación y la inversión en nuevas líneas de productos. Los entrevistados coinciden en que las empresas menos dispuestas a avanzar en el grado de elaboración son las que exportan bloques de pescado congelado (entero o en filete). Los intentos de agregar valor a la producción en este tipo de empresas se dan principalmente cuando disminuye la disponibilidad del recurso pesquero o en momentos de apreciación cambiaria, y están condicionados por el contexto macroeconómico (tasas de interés, derechos de exportación o política comercial de los países de destino, por ejemplo). De acuerdo a un entrevistado:

Lo que pasa es que los mercados a los que exportamos nosotros favorecen la exportación de productos primarios: China compra mucho calamar entero, pero impone más aranceles al producto procesado. En el caso de la anchoíta, acá sale en tambores y se termina de procesar en Marruecos. El langostino se termina de procesar en Ecuador y Perú. Sale el langostino congelado y se limpia en otros países. Estos desarrollos industriales se pueden hacer, sobre todo en Mar del Plata. Mar del Plata tiene una capacidad industrial, hoy aprovechada al 60%, para procesar cualquier producto que venga del Mar Argentino. Pero eso implica más mano de obra, con ciertas complejidades [...] Hoy casi toda la pesca es zafral, por temporadas. Y hay que establecerse con condiciones de convenio tan estrictas que hoy hay muchas empresas que no asumen el riesgo de tomar más personal. Porque hay gran litigiosidad. Y porque desde el punto de vista impositivo, tampoco hay ningún régimen que realmente favorezca la generación de valor agregado en tierra. Los funcionarios están dispuestos a modificarlo pasando de un 7% a un 6%. Ese 1% de ahorro en derechos de exportación no mueve el amperímetro para desarrollar una línea de procesamiento nueva, o una línea de recuperación nueva.

En este sentido, puede ser interesante evaluar un cambio en los derechos de exportación, aumentándolos para los bienes con menor grado de elaboración y disminuyéndolos para los de mayor grado de elaboración en tierra. Una modificación en esta dirección podría generar no solo posibilidades de empleo y desarrollo regional, sino también mayores encadenamientos industriales como los que se describen en este documento.

Si bien algunas empresas han estado interesadas en producir este tipo de alimentos conformados o con mayor grado de elaboración, y en algunos casos lo han hecho de manera exitosa, no se conoce

acabadamente el perfil de empresa que estaría dispuesta a hacerlo. Estas nuevas líneas de negocio requieren invertir en equipo, recursos humanos, desarrollo de rutinas y procedimientos, así como afrontar la incertidumbre y los posibles conflictos gremiales:

Para mí es totalmente factible [hacer productos conformados con especies de bajo valor comercial] y yo creo que el sector privado está con ganas de hacer esas cosas, pero es un tema de costos y de economía de escala que no se incentiva. Tenés que darles un empujoncito a todas esas cosas porque implican en el corto plazo desarrollar mercados [...] Entonces tiene que haber un incentivo por parte del Estado para que vos digas: “Bueno, hago este desarrollo, hago este producto, invierto en una marca”. Mientras no tengas ese incentivo va a ser muy difícil que pase, muy difícil...

Las universidades y otros organismos públicos podrían cumplir un rol relevante realizando estudios de mercado para estos nuevos productos, así como investigaciones que permitan conocer el perfil de empresas dispuestas a agregar valor y la influencia de factores tales como el tamaño, la capacidad financiera para sobrellevar una crisis del recurso, el tipo de tecnología, la historia, cultura y capacidades acumuladas o la forma de comercialización. A modo de ejemplo, al igual que en el apartado anterior, algunas de estas acciones se inician enmarcadas dentro de una estrategia de responsabilidad social empresarial.

Otra limitación importante es el reducido tamaño del mercado interno. Si bien Argentina es considerada internacionalmente como un país pesquero, el consumo per cápita de pescado es muy bajo: 4,8 kg al año, lo cual representa el 50% del promedio latinoamericano y el 25% de la media internacional (20 kg) (Resolución 42/2019 del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación - MAGyP). Esto limita no solo la innovación impulsada por la demanda, sino también la ganancia de economías de escala que permita comenzar a exportar productos conformados y desarrollar nuevos mercados: “Otra cosa que nos pasa es que nuestro país no es consumidor de pescado entonces todo es lo que nos piden afuera, y afuera nos están pidiendo cosas simples, filet o anchoíta descabezada y salada para que ellos la procesen”.

Los entrevistados también mencionaron algunas de las recomendaciones para desarrollar el mercado interno por parte de la Coordinación de Promoción del Consumo de Pescados y Mariscos Argentinos (MAGyP): solucionar los conflictos entre las distintas guías de tránsito de las provincias de origen y destino, disminuir o eliminar los gravámenes para comercializar en las diferentes provincias, publicitar los beneficios para la salud del consumo de pescados y mariscos, difundir recetas sencillas y valorizar determinados productos vinculados a una localización específica (como las conservas marplatenses o el pescado de río). Asimismo, relevamientos realizados a frigoríficos en la Cuenca del Plata indican que estos demandan créditos blandos para invertir en infraestructura, maquinaria y tecnología que permitan mejorar el envasado y la presentación de los productos, u obtener porciones pequeñas envasadas al vacío que resulten más fáciles y prácticas de cocinar, así como adquirir vehículos propios para la distribución (Álvarez *et al.*, 2017). Esto refuerza la idea de que existen perfiles de empresas en el país dispuestas a avanzar en el grado de elaboración de sus productos.

Para la producción de alimentos a base de especies no tradicionales se agrega como dificultad el hecho de que cada una posee características fisiológicas diferentes. Esto implica la necesidad de investigarlas en detalle para definir sus propiedades, usos, aplicaciones y alternativas tecnológicas. Asimismo, se requiere de un abastecimiento constante y estable de las especies de pesca acompañante, más allá de los vaivenes que puedan existir con los valores de la especie objetivo, así como cumplir las normativas que aseguren un uso sostenible de la biomasa en el tiempo:

No es fácil, pero habrás oído descarte cero en Europa, se está tendiendo a eso. Pero hay que cambiar la mentalidad a muchos eslabones de la cadena de producción: desde el empresario que tiene toda la plata hasta el marinero y los entes de control de todo el mundo, y que el gobierno provea incentivos para que esas especies se bajen, se desembarquen, no se devuelvan. Si hay incentivos a nivel gubernamental [...], un pago o exención de impuestos, [...] que fomenten eso... Pero en Argentina recién se está hablando, empezaron a hacerse reuniones el año pasado [por 2019], este año quedaron en *stand by*.

Una de las estrategias propuestas en las entrevistas para disminuir el descarte de especies no comerciales (como por ejemplo, el saborín, la palometa o la nototenia) consiste en aumentar el valor comercial de las especies que hoy no lo tienen mediante una política de reintegros o eliminación de derechos de exportación que incentive a empresarios pioneros a desarrollar esos mercados de exportación. Se destaca que la calidad de estos peces es buena y que el descarte a bordo se produce porque no hay mercado para ellos. También podría evaluarse la aptitud de estas especies para elaborar a partir de ellas productos conformados como hamburguesas o *nuggets*. Posiblemente esto pueda requerir además cambios en la legislación y en las cuotas otorgadas a cada empresa, permitiendo que estos ejemplares no formen parte de tales cupos, tal como lo contempla la nueva normativa de descarte cero en la Unión Europea (Borges, 2020).

También debe tenerse en cuenta que el pescado se deteriora muy fácilmente, por lo cual hay que concientizar a todos los integrantes de la cadena (desde los pescadores hasta los cocineros) sobre su correcta preservación y fomentar la colaboración entre ellos. Un avance en este sentido podría darse a partir de la aplicación de tecnologías de impregnación al vacío e irradiación gamma, actualmente desarrolladas por investigadores del Conicet y el mencionado GIPCAL de la UNMdP, que extienden la vida útil de pescados y mariscos.

Por último, tal como se mencionó en el apartado anterior, resulta necesario mejorar la transferencia de tecnología desde los centros de investigación a las industrias. Además de lo desarrollado precedentemente, la realización de talleres o *workshops* para el aprovechamiento integral de las capturas pesqueras, difundiendo experiencias exitosas por parte de empresarios, puede ser una acción que contribuya en tal dirección.

4. El sector de software y servicios informáticos

Uno de los principales espacios para aumentar la competitividad al interior de las empresas pesqueras es la incorporación de software y servicios informáticos (SSI).²² Si bien las principales oportunidades de desarrollo tecnológico ligadas al sector se visualizan en la acuicultura, hay también algunos espacios de

²² En un relevamiento realizado en 2017 a partir del Programa PAC Conglomerados del sector de SSI en Mar del Plata las principales demandas del sector pesquero eran: implementación de sistemas ERP (que integren funciones contables, financieras o de información para el control gerencial, con información productiva como estadísticas de ventas por especie y por cliente o información de rendimientos diarios); sistemas de gestión específicos para el área de producción (control, administración de stocks, etcétera); marketing digital, desarrollo web y comercio electrónico; y seguridad informática, infraestructura y mantenimiento. En menor medida se han mencionado sistemas para gestionar las relaciones con las cooperativas de fileteado o para informatizar el proceso de trazabilidad.

innovación relacionados con la actividad pesquera, entre otros: los sistemas de trazabilidad, el comercio electrónico, la logística y la utilización de *big data*.

Las tecnologías de la información y comunicación (TIC) pueden ofrecer una transparencia sin precedentes a las cadenas de suministro. Los *softwares* de gestión de trazabilidad, incluyendo los sistemas de gestión y control de depósitos y frigoríficos, son especialmente relevantes en las empresas dedicadas a la elaboración de productos pesqueros, ya que facilitan –y en muchos casos determinan– la apertura de nuevos mercados. Entre otras cosas, estos sistemas permiten conocer los volúmenes de producción, de desechos, de insumos, el margen de rentabilidad o el comportamiento del mercado y son relevantes no solo para acceder a mercados externos sino también para abastecer a algunos segmentos del mercado doméstico. A modo de ejemplo, los productos cocidos listos para consumir representan mayores restricciones y desafíos para las empresas productoras en comparación con productos empanados o congelados, que requieren de elaboración posterior en el hogar. Al tiempo, incorporan una mayor variedad de ingredientes complementarios que deben agregarse al proceso de trazabilidad. Si bien esta es una de las demandas más frecuentes por parte de las empresas, del trabajo de campo surge que la incorporación de tecnología en este sentido es bajo comparado con parámetros internacionales. Los sistemas de trazabilidad pueden ser relevantes también para determinar cuestiones cada vez más importantes y demandadas en los mercados internacionales, como la huella hídrica o la huella de carbono.

El comercio electrónico y la planificación logística asociada constituyen otro espacio para la innovación y el crecimiento de las empresas del sector pesquero. A modo de ejemplo, existen PyMEs conserveras que desarrollaron exitosamente esta estrategia a lo largo de la pandemia, ampliando el alcance de sus ventas desde lo local a lo nacional. Por otra parte, la recopilación de información y el uso de *big data* a nivel de la empresa (que en la actualidad es muy limitado) permitiría mejorar la toma de decisiones, controlar los procesos, optimizar los tiempos o realizar modificaciones que permitan reducir costos. Este tipo de innovaciones también permite llevar adelante acciones amigables con el ambiente, como las políticas de “cero papel”. Otros espacios para la innovación identificados son la tecnología de *blockchain* para almacenamiento de información, la firma digital, la visión artificial relacionada con la seguridad o con la optimización de procesos, o la industria 4.0; se resalta que, aunque en forma muy incipiente, en la ciudad de Mar del Plata algunas empresas han incorporado robótica en el proceso de embalaje.²³

4.1. Factores que limitan y potencian estas iniciativas

Según las entrevistas, las principales limitaciones para la incorporación de este tipo de tecnología por parte de las empresas argentinas son:

- La dinámica tradicional de las empresas pesqueras en Argentina, en muchos casos familiares y poco propensas al cambio, sumada a la falta de conocimiento sobre los posibles beneficios derivados de la incorporación de tecnología. En palabras de un entrevistado: “El empujón para que se animen a invertir en tecnología es una cuestión de percepción de valor [...] las empresas no tienen claro que la tecnología las ayuda”. Además, muchas firmas no conocen que existen proveedores locales que podrían suministrar este tipo de productos o servicios. Es usual también que no puedan explicitar

²³ En la sección 7 (equipamiento naval) se exponen algunas aplicaciones relacionadas con internet de las cosas, es decir, la interconexión de dispositivos embebidos en objetos físicos capaces de transmitir y recibir datos, por ejemplo, los sistemas de monitoreo electrónico y reconocimiento inteligente.

claramente sus necesidades o demandas y requieran de consultores particulares o de análisis funcionales de sus procesos.

- La escasez de líneas de crédito para este fin.
- La incertidumbre asociada a las condiciones macroeconómicas en general y a la actividad productiva en particular. Sin embargo, los proveedores de *software* no identifican que la incertidumbre en este sector sea sustancialmente mayor que en otros.

Entre los factores que han facilitado la adopción de tecnología se encuentran:

- Las exigencias del mercado: de acuerdo con los entrevistados, las empresas del sector no dudan al momento de incorporar tecnología o implementar certificaciones si eso es una exigencia de los mercados, principalmente los de exportación.
- El acceso a créditos blandos, subsidios o aportes no reembolsables.
- El compromiso de la alta gerencia con el cambio y la innovación tecnológica.

Teniendo en cuenta los factores mencionados, las acciones de política pública podrían orientarse, por un lado, a sensibilizar a los empresarios para cambiar su percepción con relación al valor o el aporte que puede tener la incorporación de SSI. Cabe destacar que existen posibilidades de abastecer este tipo de demandas en ciudades con entramados productivos densos como Mar del Plata, que podrían proveer también a otras ciudades pesqueras del país. Por este motivo han sido valoradas positivamente las acciones que implican vincular la oferta con la demanda y difundir la existencia de proveedores locales, como las rondas de tecnonegocios: “Las rondas de negocios sirvieron todas, lo que no sirve es no hacer más. Es un tema de cantidad, porque la calidad de la oferta y la demanda la tenés”.

Otra modalidad posible para vincular la oferta de soluciones informáticas con la demanda es la realización de *hackatons*. Un ejemplo de estos a nivel internacional es [MAKEit Seafood](#), organizado por el centro tecnológico español Azti en 2020. En estos encuentros, las empresas del sector pesquero plantean sus problemáticas a las firmas de SSI, las cuales a partir de estos desafíos desarrollan y realizan prototipos de soluciones digitales que permitan optimizar la generación y la gestión de los datos para mejorar la eficiencia y competitividad de la industria pesquera.²⁴ Esta iniciativa proporciona la plataforma y los recursos necesarios para apoyar a los equipos durante el evento y también, a su término, brindando información, difundiendo *webinars* especializados, acompañando a los participantes en la búsqueda de financiación y facilitando la puesta en práctica de las soluciones desarrolladas y el prototipado final. También permiten visualizar al sector como un potencial demandante de tecnología con peso propio:

En el sector pesquero tenés a muchos de los grandes referentes afuera que acá no se sabe, no se conocen. Eso es importante. Porque en el sector son bastante introvertidos, no son de mostrar lo que hacen o lo que logran. Muchos hablan de [empresas marplatenses] que todos conocemos. [Las pesqueras] son 100 veces más grandes, pero la gente no lo sabe [...] Afuera son como Coca Cola y Pepsi. Pasa que tenés que ir a las ferias internacionales y no lo podés crear. [...] Y la gente no lo sabe. Estaría bueno que se sepa.

²⁴ Algunas de las propuestas que se han ideado en este evento son: un sistema de digitalización de datos de calidad y frescura del pescado a partir de sensores inteligentes ubicados en los cajones; disminución de mermas en los frigoríficos mediante la monitorización por sensores inteligentes; una solución digital instalada en las pescaderías para hacer los pedidos que facilita la compra de pescado en el segmento joven y recoge datos de los patrones de consumo; y una app en la que se pueden identificar las pescaderías de proximidad, la valoración de los clientes, los productos que ofrecen, realizar pedidos online o recibir recetas.

4.2. Experiencias internacionales y antecedentes de estrategias de intervención

A nivel internacional este tipo de medidas, así como las restantes políticas públicas que vinculan al sector pesquero con los proveedores de SSI, se incluyen en programas que abordan la problemática de forma integral, incluyendo y combinando diferentes tipos de instrumentos. Algunos de estos se enfocan específicamente en el sector pesquero (como el proyecto SMARTFISH H 2020), mientras que otros incluyen la actividad pesquera dentro de programas de fomento más amplios, como los dedicados a la bioeconomía azul (BlueBio ERA-NET) o a cadenas de suministro de biomasa en general, que además de pesca incluyen algas, acuicultura, celulosa, abonos u horticultura (ICT-BIOCHAIN). A continuación, se describe brevemente cada una de estas iniciativas.

SMARTFISH H 2020, iniciado en 2018, consiste en un consorcio de 18 socios europeos y tiene una financiación de 6 millones de euros por parte del programa Horizonte 2020. El objetivo es desarrollar, probar y promover un conjunto de sistemas de alta tecnología para el sector pesquero de la UE. En particular, apunta a optimizar la eficiencia de los recursos, mejorar la recopilación automática de datos para la evaluación de las poblaciones de peces, proporcionar evidencia del cumplimiento de las regulaciones pesqueras y reducir el impacto ecológico de la industria basada en tecnologías 4.0 como *big data*, inteligencia artificial, robótica o *machine learning*. Los sistemas desarrollados en el marco de SMARTFISH contribuyen al proceso de toma de decisiones durante las fases de precaptura, captura y poscaptura. Estas tecnologías permiten realizar una valoración más precisa del stock pesquero, acceder a datos ya recabados sobre capturas de pesquerías para evaluar el stock y mejorar los reglamentos de gestión, y reducir la mortalidad involuntaria de peces y el daño al ecosistema. Concretamente, entre las soluciones desarrolladas se encuentran tecnologías acústicas y ópticas para discriminar tallas e identificar especies para reducir descartes desde antes de la captura (actualmente existen empresas argentinas dedicadas a este segmento); sistemas de monitorización en tiempo real independientes de la red de arrastre para la identificación de peces y crustáceos; desarrollo de la infraestructura de *hardware* y *software* para la toma de datos científicos y pesqueros; soluciones de seguimiento y análisis en tiempo real con capacidad de proporcionar información detallada sobre especies y tamaños que entran en la red de arrastre; y sistemas de artes de pesca inteligentes que permiten modificar la red de arrastre utilizando tecnología LED para optimizar el rendimiento de las capturas.

Por su parte, el cofondo europeo BlueBio ERA-NET²⁵ apunta a fortalecer la posición europea en la bioeconomía azul. Está integrado por 27 socios de 16 países con un presupuesto global de 30 millones de euros. El proyecto se extiende hasta 2023, y dentro de los objetivos relacionados con el sector SSI se incluyen: a) utilizar las TIC y la biotecnología para desarrollar sistemas alimentarios inteligentes, eficientes y rastreables, y crear sinergias entre la acuicultura y la pesca (evaluación genética y digitalización); b) aplicar internet de las cosas (IoT), aprendizaje automático y *big data* a la bioeconomía azul. Otros objetivos relacionados con los restantes apartados de este informe son: c) desarrollar usos innovadores de residuos de la pesca y la acuicultura para lograr cero desechos; d) crear herramientas de predicción para mejorar la identificación y focalización de los “puntos calientes” de biodiversidad en los océanos (tecnologías ómicas); e) explorar sinergias con la producción terrestre en áreas como elaboración y procesamiento de alimentos, biorrefinerías, bioenergía, biomateriales, productos químicos y nutrientes, y maximizar el uso de recursos biológicos acuáticos en las cadenas de valor terrestres; f) mejorar la acuicultura y la pesca mediante el apoyo a la creación de alimentos innovadores, la mejora de las

²⁵ Los proyectos seleccionados pueden encontrarse en la [página web institucional](#).

poblaciones de reproductores, la introducción de nuevas especies, la evaluación de las poblaciones y el fomento de la adopción de nuevas tecnologías de producción.

Finalmente, el proyecto [ICT-BIOCHAIN](#) está constituido por un consorcio de ocho socios de cinco países europeos (Finlandia, Alemania, Irlanda, España y el Reino Unido) y es financiado por Bio-Based Industries Joint Undertaken, bajo el programa Horizonte 2020. Esta iniciativa apunta a identificar oportunidades para utilizar TIC a fin de aumentar la eficiencia de las cadenas de suministro de biomasa. Como parte del proyecto se establecieron dos centros modelo de innovación digital de base biológica. Allí los actores interesados –productores primarios, integrantes de las bioindustrias y especialistas en TIC– participaron en actividades como transferencia de conocimiento, demostraciones, inversiones y exploración conjunta de opciones de cooperación y financiamiento. Uno de los productos del proyecto es una plataforma en línea que conecta proveedores de biomasa y partes interesadas de industrias de base biológica con proveedores de SSI. La plataforma incluye una base de datos de soluciones de TIC, IoT e Industria 4.0 aplicables a las cadenas de suministro de biomasa y facilita el uso de herramientas TIC para crear cadenas de suministro más eficientes y sostenibles. También almacena y comparte información sobre los desechos de diferentes actividades (Flak *et al.*, 2019).

5. Innovación con triple impacto relacionada con la producción textil y de indumentaria

A nivel mundial existen numerosas experiencias de economía circular que incentivan la elaboración de productos textiles, prendas de vestir u otros accesorios a partir de los residuos de cuerdas y redes de pesca. Es particularmente relevante el proyecto transnacional [Circular Ocean](#), financiado por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional y el Programa Periferia del Norte y Ártico (Comisión Europea, 2017). Este proyecto busca inspirar a empresas y emprendedores para desarrollar nuevos usos para las cuerdas y redes de pesca viejas en los países de Europa del Norte.²⁶ Fue desarrollado entre 2015 y 2018, y contó con un financiamiento cercano al millón y medio de euros. Incentivó tanto la creación de nuevas empresas como la ampliación de líneas de negocios en los sectores de prendas de vestir, calzado, artículos para el hogar, productos recreativos (como *skates*) o materiales de construcción elaborados total o parcialmente a partir de polímeros recuperados del reciclaje de artes de pesca. Según Charter *et al.* (2018), la mayor parte de estas iniciativas son de tamaño micro, pequeño y mediano, y se identifica además la participación de grandes firmas como Adidas en ropa deportiva, o Interface y Milliken, productoras de alfombras de más de 3.000 y 7.000 ocupados respectivamente. Algunas de ellas, a pesar de su tamaño pequeño, poseen desarrollos tecnológicos propios y en algunos casos departamentos de I+D. Según los autores, hay indicios claros de espacios en el mercado para nuevos productos y empresas.

Otras experiencias particularmente interesantes son las de la firma italiana [Aquafil](#), la española Ecoalf y la chilena-estadounidense Bureo. La primera produce fibras sintéticas y es uno de los principales proveedores de empresas europeas líderes en los segmentos de ropa deportiva, trajes de baño y prendas de vestir en general. También se dedica a la producción de filamentos para la elaboración de alfombras y a la prestación de servicios de ingeniería para el diseño de plantas y equipos, siempre bajo el paradigma de economía circular y en convenio con organizaciones ambientalistas como la [Fundación Ghost Diving](#),

²⁶ El proyecto está dirigido por el [Instituto de Investigación Medioambiental de Escocia](#), y tiene socios en Irlanda ([Macroom](#)), Inglaterra ([Centro para el Diseño Sostenible](#)), Groenlandia ([Centro de Tecnología del Ártico](#)) y Noruega ([Universidad Noruega de Ciencia y Tecnología](#)).

de los Países Bajos. Ecoalf, por su parte, es la primera empresa española de moda certificada como empresa B, productora de hilado de alta calidad a base de diferentes tipos de basura marina: botellas de plástico, redes, algodón, lana y neumáticos. En 2015 creó mediante su fundación el proyecto *Upcycling the Oceans*, en el que trabaja con más de 3.000 pescadores –el 80% de la flota arrastrera de España– y asesora al gobierno de Tailandia para ayudar a replicar el modelo.²⁷ Actualmente opera en forma global con 14 *joint ventures* que recolectan la basura marina y la transforman en tela e hilado, calzado y accesorios. Por último, Bureo –también certificada como empresa B– produce tablas de *skate* a partir de redes de pesca usadas que son recolectadas por una numerosa cantidad de pescadores en Perú, Ecuador, México e incluso en Argentina (participan de esta iniciativa las empresas Coomarpes y Moscuza Artes de Pesca, de Mar del Plata). Cada pesquería recibe un bono por kilo de red y luego la empresa emplea trabajadores locales que las clasifican, cortan, limpian, empaican y etiquetan, antes de ser enviadas a un centro de reciclaje en el sur de Chile. Además, Bureo está asociada con la compañía estadounidense Patagonia Inc., que produce ropa para el aire libre comercializada como sostenible.²⁸

También existen otras acciones financiadas total o parcialmente por la Unión Europea que buscan localizar y recuperar artes de pesca, principalmente redes (cuadro 1). Resulta particularmente relevante el Proyecto OCEANETS, llevado adelante durante 2019 y 2020 y financiado por Fondo Europeo Marítimo y de Pesca de la Agencia Ejecutiva para Pequeñas y Medianas Empresas. El proyecto busca no solo elaborar productos textiles de alto valor agregado a partir del *upcycling* de redes de pesca, sino también desarrollar herramientas TIC para prevenir la pérdida y la degradación de redes y localizar aparejos perdidos integrando esta información a las cartas náuticas de navegación. Los socios de este proyecto son la cooperativa de armadores de Vigo, la Universidad de Vigo, la Asociación Vertidos Cero, el Instituto Tecnológico del Plástico y las empresas textiles Ecoalf y Sintex (de República Checa).

Cuadro 1: Proyectos de reciclado de redes y artes de pesca en la Unión Europea		
Proyecto	Objetivo	Países
OCEANETS	Localizar y recuperar el equipo y las redes antiguas y convertirlos en nuevos productos para la industria textil de alta calidad.	República Checa España
BLUENET	Reducir, para finales de 2020, la basura de origen marino del Golfo de Vizcaya en un 20-40% y convertirla en artes de pesca y acuicultura. El lema es: "Crear nueva vida" para los artes de pesca y acuicultura abandonados, perdidos o desechados.	España Italia
NetTag	Desarrollar nuevas tecnologías para rastrear artes de pesca perdidas y mejorar las prácticas a bordo para promover la pesca libre de residuos. La tecnología cuenta con etiquetas acústicas con identificación personal del pescador y un sistema robótico automático que ayuda a recuperarlos.	Portugal Reino Unido España

Continúa en la página siguiente.

²⁷ Según declaraciones de su propietario, Ecoalf cerrará 2020 con ventas por 25 millones de euros, casi un 80% más que los 14 millones de 2019, y la cifra habría alcanzado los 30 millones sin el impacto del Covid (Modaes, 1° de noviembre de 2020).

²⁸ En 2017 Patagonia Inc. tuvo un beneficio de explotación de USD 209,09 millones y alrededor de 1.000 empleados (Fuente: Wikipedia).

Cuadro 1: Proyectos de reciclado de redes y artes de pesca en la Unión Europea (continuación)

Proyecto	Objetivo	Países
AQUA-LIT	Prevenir la basura marina ocasionada por las actividades de acuicultura; seguir, eliminar y reciclar la basura de las instalaciones de acuicultura antes de que llegue al mar.	Bélgica Francia Hungria Portugal España
marGne	Mapear, retirar y reciclar la basura marina y las redes del fondo marino a partir de la investigación científica y desarrollar nuevas soluciones de reciclaje.	Croacia Italia

Fuente: elaboración propia con base en la Agencia Ejecutiva para Pequeñas y Medianas Empresas ([EASME](#)) de la Unión Europea.

En términos ambientales, puede considerarse que el impacto de estas iniciativas ha sido positivo. Las redes de pesca y las cuerdas representan el 10% de los residuos marinos y, de acuerdo con la organización Healthy Seas, la tasa de recuperación ha aumentado notablemente en los últimos años. A modo de ejemplo, en Países Bajos, Bélgica, Reino Unido, Grecia e Italia la recuperación de estos residuos ascendió de 20 toneladas en 2013 a 152 en 2016 (Healthy Seas, 2017). Para el caso argentino no se han identificado experiencias de este tipo (más allá de la colaboración de las dos empresas marplatenses con el programa de Bureo). La factibilidad comercial de este tipo de iniciativas podría evaluarse por medio de acciones específicas en torno a la Mesa de Trabajo en Economía Circular (ver sección 9.1), en el marco del Programa Desarrollo Productivo Verde del Ministerio de Producción o mediante consultas a las cámaras empresarias que vinculan a las empresas pesqueras o a las de prendas de vestir.

6. Innovación con triple impacto en la industria naval pesquera

Tanto la industria naval como el equipamiento relacionado son factores clave para mejorar la competitividad del sector pesquero y disminuir costos, como también para reducir el impacto ambiental. Ambos factores no solo redundan en una mayor sostenibilidad de la pesca como actividad productiva sino también posibilitan obtener certificaciones que facilitan el ingreso a mercados más exigentes y permiten obtener un mayor precio por unidad del producto.

En el ámbito internacional, la industria naval se está orientando a la construcción de buques tecnológicamente avanzados, en un contexto en el que se proyecta –al menos hasta 2025– una disminución de la demanda de buques estándar o de bajo nivel tecnológico que tradicionalmente cubrían astilleros asiáticos (Fundación SOERMAR, 2020). Por tal motivo, se prevé una mayor competencia entre astilleros europeos y asiáticos en el mercado de buques de alta tecnología, así como también entre los proveedores de tecnología marítima. En este contexto, la innovación con triple impacto en la industria naval se plantea como un objetivo central. A modo de ejemplo, el Plan Estratégico de I+D+i de los Medianos y Pequeños Astilleros españoles (visión 2030) enmarca sus principales retos en el área

ambiental; la digitalización y la aplicación de las tecnologías inteligentes; la seguridad marítima y la explotación sostenible de los recursos marinos (Fundación SOERMAR, 2020).²⁹

En Argentina, específicamente en el segmento de buques pesqueros, estos temas no constituyen una prioridad ni para astilleros, ni para armadores. Los entrevistados coinciden en que el principal desafío consiste en mejorar la seguridad marítima, especialmente mediante la renovación de la flota. La misma tiene una antigüedad promedio de alrededor de 40 años, es una de las más antiguas del mundo. El impacto en la seguridad de la tripulación quedó de manifiesto con los numerosos hundimientos y decesos: entre 2000 y 2017 se han contabilizado 41 hundimientos de buques pesqueros y 86 muertes (Molina Carranza, 2019). Incluso, ya antes de esa fecha, la industria pesquera argentina ocupaba el primer lugar a nivel internacional en materia de siniestros marítimos.

Sin embargo, en los dos últimos años se observa una tendencia sostenida a la renovación de la flota pesquera por parte de la industria naval nacional. De acuerdo con los entrevistados esta tendencia se fundamenta, por un lado, en el Decreto de Necesidad y Urgencia de Modernización de la Flota Pesquera (DNU 145/19), que establece plazos para renovación de la flota y beneficios para la reparación en el país y, por otro, a las recientes medidas que limitan la importación de buques usados. Ambas medidas, junto con el Régimen de Promoción de la Industria Naval Argentina³⁰ (ley 27.418/17), proporcionan un contexto más propicio que el de años anteriores para desarrollar e implementar innovaciones con triple impacto:

Esos dos mensajes han hecho que la industria naval pesquera se reactive de manera inmediata. [...] El desafío que tenemos es no solamente renovar la flota por los mismos barcos más nuevos sino por una generación de barcos más avanzada, que también se está haciendo, y dentro de muy poco trabajar en nuevas energías menos contaminantes, barcos impulsados a GNC o con motores híbridos que ya está pasando en otras partes del mundo, que es lo que se viene con todo.

6.1. Construcción de buques pesqueros de doble cubierta

Este cambio de fisonomía de la flota fresquera comenzó a realizarse en Argentina en la década del 90. Consiste en reemplazar el diseño de buques con cubierta a la intemperie (presente en alrededor de un 90% de los buques que operan en Argentina) por uno más moderno que implica menores desperdicios, mayor calidad del producto final y mayor seguridad a bordo. En los barcos con cubierta a la intemperie la pesca es subida por la banda del buque, descargada en la cubierta y, posteriormente, seleccionada, clasificada y lavada por parte de la tripulación, que realiza su tarea a la intemperie, pisando en ocasiones el producto (que suele caerse parcialmente por la borda) y en condiciones de alta inseguridad.

El diseño de doble cubierta implica un cambio en la maniobra de pesca: el pescado –en lugar de subir por la banda– ingresa por una rampa en la popa, baja a un primer contenedor cubierto, donde se comienza el proceso de lavado, en un entorno refrigerado y aislado de las inclemencias climáticas. Posteriormente, es trasladado a la planta a bordo en cintas transportadoras donde se lo clasifica, higieniza, se hace el descarte si hubiera y finalmente se lo almacena en bodega. En todo el proceso, los operarios se

²⁹ Las tres misiones que plantea este plan estratégico son: contribuir a un transporte marítimo limpio y seguro; potenciar la competitividad y el crecimiento sostenible del sector y contribuir a la consolidación y crecimiento de la economía azul (Fundación SOERMAR, 2020).

³⁰ Los principales beneficios de este régimen son: 0% de arancel para la importación de insumos y partes no producidas en el país, reparación obligatoria de buques de bandera nacional o extranjera en astilleros locales y compra nacional para buques adquiridos por organismos del Estado y sociedades con aportes públicos.

encuentran de pie y bajo techo, en un entorno seguro que además mantiene la calidad del producto. Este tipo de buques, si bien son más costosos que los tradicionales, representan un salto de calidad en términos de seguridad para la tripulación, tratamiento de la materia prima y características del producto final. Por este motivo, en la actualidad, el diseño de doble cubierta es el predominante a nivel mundial.

De acuerdo al trabajo de campo, la inclusión de las medidas de limitación a la importación de buques, especialmente de gran antigüedad y con cubierta a la intemperie, junto con los beneficios otorgados por el DNU 145/19 en posteriores leyes de fomento al sector, permitiría cristalizar estos beneficios en un marco legal que brinde mayor estabilidad y certidumbre, y favorezca la seguridad a bordo, lo que incentivaría la adopción de este tipo de diseños.

6.2. Cambios en los mecanismos de propulsión de los buques pesqueros

La innovación tecnológica con triple impacto más ambiciosa es el reemplazo de combustibles tradicionales por otros menos contaminantes. Los principales combustibles alternativos son: el Gas Natural Licuado (GNL), el Gas Natural Comprimido (GNC), los biocombustibles (biodiésel, metanol, etanol), la propulsión eléctrica, la navegación a hidrógeno y las tecnologías híbridas (BID, 2020). Este cambio constituye un gran desafío tanto para los armadores como para los astilleros, ya que implica nuevos diseños y grandes inversiones de capital.

En relación con la actividad pesquera, de acuerdo a los entrevistados, las dos mayores tendencias a nivel mundial para reducir el consumo de combustible son el GNL y los motores híbridos. Para el reemplazo del fuel oil y el gasoil en los remolcadores que operan en la Hidrovía, el GNL constituye la principal alternativa por su precio (un ahorro estimado en los costos operativos cercano al 50%), mayor sustentabilidad³¹ y madurez tecnológica. Dado que los remolcadores pueden adaptarse fácilmente para almacenar GNL, algunos astilleros los han diseñado, aunque no se han construido aún. Adicionalmente, existen embarcaciones de cruceros operando con este combustible como fuente principal (el denominado Papa Francisco de la empresa Buquebus), por lo que se proyecta un crecimiento sostenido (BID, 2020).

Sin embargo, la utilización de GNL en buques pesqueros tiene dos inconvenientes principales: la infraestructura para el aprovisionamiento de combustible y las modificaciones en el diseño o rediseño de los barcos para incluir los tanques de combustible. Con relación a la infraestructura, se requiere de instalaciones particulares para el aprovisionamiento y almacenamiento del combustible, ya que su carga debe producirse a -180°C . Esta infraestructura de abastecimiento aún se encuentra en las primeras etapas de desarrollo y pueden existir problemas de seguridad asociados al bajo punto de inflamación y la naturaleza criogénica del GNL (BID, 2020), así como limitaciones de espacio en los puertos. Los entrevistados también manifiestan inquietudes acerca de su aprovisionamiento a bajo costo, que inicialmente iba a ser cubierto a partir de los yacimientos de Vaca Muerta. El GNL también podría trasladarse en camiones, lo que disminuiría los requerimientos de infraestructura, pero en cualquier caso sería necesaria una masa crítica de barcos que haga rentable su provisión. En este punto pueden existir fallas de coordinación, ya que la decisión de adquirir un barco impulsado a GNL por parte de una empresa

³¹ En relación con la sustentabilidad, el GNL ofrece perspectivas de reducción de un 25% en la emisión de CO₂, la eliminación completa de emisiones de sulfuros y cerca del 90% de reducción en la de gases nitrosos respecto a los combustibles marinos actualmente utilizados (BID, 2020).

individual puede ser muy riesgosa y costosa, pero tanto el riesgo como el costo disminuyen si son varias las empresas que toman la misma decisión.

Con relación a la segunda limitación, la instalación de tanques de GNL en barcos existentes implicaría modificaciones significativas en la estructura del barco, que restarían un gran espacio en bodega y además se necesitaría la instalación de equipos de refrigeración. En el caso de embarcaciones nuevas, la tecnología de GNL es aplicable más fácilmente, pero implica construir barcos más grandes, lo cual debe ser contemplado por la normativa. En particular, el reemplazo de un barco por otro debe respetar la medida del esfuerzo pesquero del barco anterior, y dado que un barco con el mismo tamaño de bodega impulsado por GNL tendría mayores dimensiones, la normativa debería incluir salvedades según el nuevo barco mantenga el combustible tradicional o lo reemplace por GNL.

Por otra parte, las tecnologías híbridas consisten en contar con motores diesel eléctricos y paneles de baterías para utilizar en determinadas circunstancias: cuando el buque no requiere impulsarse a su máxima potencia (durante la noche, en el momento de búsqueda del cardumen, o cuando realiza maniobras en puerto). El desafío consiste en cargar las baterías con fuentes de energía limpia como solar o eólica, o energías residuales del barco, como la de los guinches, u otros tipos de energía que estén siendo inutilizadas. De acuerdo a las entrevistas realizadas:

Los astilleros más modernos del mundo están con esta tecnología híbrida y es algo que a nosotros nos encantaría poder introducir en el corto plazo. Seguramente lo vamos a hacer, como todas estas innovaciones, en algún barco de nuestra propia flota porque nadie quiere ser conejillo de indias. [...] eso es muy importante y creo que por ahí va a pasar el próximo salto tecnológico de la pesca.

Según los entrevistados, los cambios en la forma de propulsión de las embarcaciones representarían un desarrollo tecnológico importante que mejoraría la rentabilidad de la unidad de pesca y una innovación significativa que la industria naval nacional se encuentra en condiciones de realizar, habida cuenta de los insumos importados clave que tradicionalmente requiere esta industria (chapa naval, motores y equipamiento electrónico).

Las limitaciones identificadas se relacionan, por un lado, con las elevadas inversiones necesarias en I+D. Por este motivo sería necesario proporcionar algún tipo de apoyo financiero público para solventar parte del desarrollo involucrado en este tipo de propulsiones alternativas. El apoyo en las etapas iniciales de la adopción de esta tecnología permitiría demostrar al armador que el ahorro en combustible compensa –y más– el costo mayor de la embarcación y podría generar también un efecto demostración en otros armadores. Por otro lado, la adopción de esta innovación también implica modificar la idiosincrasia de los armadores y su disposición al cambio y a la asunción de riesgos. La modernización de la normativa podría ser un factor impulsor clave en este sentido. En la actualidad, existe un margen de acción importante, ya que las exigencias de Argentina con relación a las normas de emisión y al tipo de motor permitido son mucho menores que las de otros países.

Por último, para los entrevistados, el sector debe discutir estos temas en mayor profundidad, en mesas amplias de diálogo donde participen la industria naval, la pesca y el sector académico.

6.3. Liberación estratégica de descartes

Parte de la captura incidental (ya sea de tallas pequeñas o de especies no comerciales), así como los residuos del procesado a bordo de los buques factoría, suele descartarse por la borda en el mismo

momento en que el barco se encuentra pescando. Esto no solo genera una serie de desequilibrios ecológicos por la gran cantidad de ejemplares muertos cerca de la superficie, sino que también atrae a aves y mamíferos marinos que colisionan o se enganchan con las artes de pesca. La atracción de estos animales y la consecuente mortalidad podrían reducirse si los descartes y residuos se retuvieran para ser liberados luego en forma estratégica, finalizada la maniobra de pesca o durante la noche. Otra forma de reducir aún más la mortalidad es procesar el descarte, triturándolo, ya que eso modifica la forma en que el material de desecho se hunde en el mar, atrayendo menos megafauna.

Existen opiniones encontradas con relación a la utilidad de este tipo de dispositivos. De acuerdo a los académicos, la exigencia de contar con trituradores a bordo o tanques que puedan almacenar gran cantidad de descartes mejoraría notablemente el impacto ambiental de las flotas arrastreras, lo que implicaría un desarrollo tecnológico concreto y un espacio de trabajo con mucho potencial. A modo de ejemplo, se menciona que en las Islas Malvinas las pesquerías administradas por el Reino Unido poseen regulaciones para descarte estratégico de barcos arrastreros. Este tipo de normativa no solo disminuiría la mortalidad incidental, sino que también contribuiría a demostrar que la pesquería implementa métodos para mitigar esa mortalidad y reducirla a niveles sostenibles, tal como lo exigen los estándares de *Marine Stewardship Council* (MSC). Por otro lado, los empresarios no valoran de igual forma este tipo de desarrollos, ya que proponen otras formas de lidiar con el problema de los descartes (ver sección 3): aperturas y cierres más ágiles de las zonas de pesca, estrategias para aumentar el valor de especies no comerciales, acciones para la adopción efectiva de artes de pesca selectivos y una regulación más flexible que penalice en menor medida el descarte en tierra.

6.4. Otro tipo de modificaciones y acciones

La industria naval también puede jugar un rol importante en la reducción del impacto ambiental de la pesca sobre la megafauna mediante modificaciones menores en la estructura de los barcos. A modo de ejemplo, en la pesca de palangre (utilizada en especies de fondo como merluza negra, abadejo y raya) disponer de un espacio en el casco del barco -en la superestructura- para lanzar las líneas reduciría el impacto ambiental con relación a la práctica habitual, que consiste en lanzar las líneas por la popa. Otros métodos de mitigación de la mortalidad incidental utilizados en el mundo pueden requerir, por ejemplo, de un área más elevada en la popa del barco para extender cables. De todos modos, el mayor desafío en este punto parece ser más bien cultural e implica un cambio en las prácticas pesqueras más que en la infraestructura.

Algo similar sucede con el diseño de los portones de arrastre. Si bien un mejor diseño puede disminuir el consumo de combustible, los armadores no suelen basar sus decisiones en evidencia sistemática sobre el consumo, sino que suelen confiar en los usos y costumbres o en experiencias puntuales.

En el país existen talleres navales que cuentan con capacidades para diseñar y construir estos portones, así como para innovar mejorando su diseño, al tiempo que los astilleros no tienen mayores problemas para incorporar o fabricar el tipo de portón deseado por el armador. Una vez más, la limitación pasa entonces porque no se promueve que las empresas pesqueras demanden este tipo de innovaciones.

6.5. Limitaciones generales de estas iniciativas

Más allá de las limitaciones y fortalezas puntuales mencionadas en cada uno de los apartados, el potencial para desarrollar e implementar innovaciones con triple impacto en la pesca relacionadas con la industria naval puede verse restringido por un conjunto de limitaciones de carácter más general. En primer lugar, los entrevistados acuerdan en que reducir el impacto ambiental de la actividad no es prioridad para el sector pesquero. Por tal motivo, resulta sumamente relevante concientizar al empresariado, a los trabajadores y a la comunidad en general sobre estos temas, que hoy son prioritarios en los principales caladeros del mundo. Una mayor concientización sería clave además para promover el tratamiento de residuos a pie de muelle y la gestión de los residuos a bordo que, en la actualidad, constituyen un problema oculto:

En el último dragado que se hizo en Mar del Plata, que fue hace dos o tres años, cuando se empieza a dragar la zona dentro del muelle, dentro del ámbito del puerto, le llamó la atención a la empresa dragadora española la cantidad de neumáticos y baterías que estaban en el fondo, dicen que nunca vieron algo así. Estaban entre asustados e impactados con esto, nosotros tampoco lo vemos [...] [si una batería] no funciona, la tiran y ponen otra. El matafuego no funciona, se puso viejo o está vencido... Entonces por eso digo lo que decía antes, es un tema también de concientización ambiental para entender la importancia de los actos nuestros, inclusive en esto de evadir o esquivar la innovación.

Sin embargo, las innovaciones con triple impacto no solo se adoptan por motivaciones ambientales, sino que implican o podrían implicar además un beneficio económico. Tal es el caso del cambio a sistemas de propulsión que representen un gasto de combustible menor, el diseño de buques que aumenten la calidad del producto final, o incluso la adopción de artes de pesca selectivas que mejoren la productividad de la embarcación o faciliten el procesamiento a bordo en los barcos.³² Cabe preguntarse entonces, por qué motivo empresarios y trabajadores de la pesca no adoptan estas innovaciones aun cuando pueden representar un ahorro de tiempo y costos o una mayor productividad, calidad del producto y seguridad. Tal como surge en otros apartados del documento, las tradiciones y las prácticas culturales en el sector pesquero suelen ser sumamente relevantes al momento de adoptar innovaciones en general y aquellas con triple impacto en particular. Si bien los entrevistados apuestan a que el recambio generacional sea un factor que impulse la adopción de nuevas tecnologías, también resulta relevante difundir adecuadamente sus ventajas:

Hay que mostrar cosas nuevas y ver que funcionan para entusiasmar [...] Eso genera un boca a boca. El puerto, la pesca es muy así; entonces, si vos querés incorporar nueva tecnología o nuevos sistemas de pesca, y... tenés que hacer un trabajo de concientización, de experimentación, si no van a seguir usando lo que se usa hasta ahora.

Asimismo, comprender los factores que limitan la adopción de nuevas tecnologías por parte de los armadores y trabajadores puede ser un factor clave para lograr un impacto significativo y lograr un mayor cumplimiento de las normativas. Un abordaje transdisciplinario de esta problemática, en el que intervengan profesionales de diversas ciencias sociales, podría ser un aporte relevante en el corto plazo.

³² A modo de ejemplo, investigaciones del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras de la UNMdP demuestran que ciertas artes de pesca selectivas no solo generan un menor impacto ambiental en las poblaciones de peces, aves y mamíferos, sino que también aumentan la productividad. Tal es el caso de mecanismos para el escape de juveniles que aumentan la eficiencia en el procesamiento de la captura en cubierta, facilitan la manipulación y disminuyen el tiempo requerido. Asimismo, en la pesca de palangre, todas las rutinas y procedimientos que impiden que las líneas y carnadas queden expuestas mantienen a las aves fuera de peligro (evitando que se roben las carnadas) al tiempo que aumentan la eficiencia del arte de pesca.

Por último, los entrevistados destacan la necesidad de contar con lineamientos de política industrial a largo plazo para el sector naval, que tengan como eje la innovación o la industria naval 4.0. En ese sentido, se considera esencial, por un lado, el desarrollo planificado de las capacidades del sector y, por otro, el establecimiento de mesas de diálogo amplias donde se discutan de manera interdisciplinaria e intersectorial las problemáticas de esta industria. Tal como sucede en países europeos, la innovación con triple impacto y la economía circular podrían ser un eje fundamental de esta estrategia:

El ejemplo de los barcos de investigación científica que perdimos de construir en Argentina es un ejemplo de por qué tenemos que sentarnos a planificar juntos la pesca, la industria y el sector académico o de investigación; esas tres patas no pueden fallar, no pueden no estar juntas por lo menos en un marco de diálogo y de definición conjunta. [...] Tenemos que armar mesas de diálogo porque si no nos vemos la cara, si no nos hablamos, si no nos conocemos y desarrollamos estos temas... Tenemos que tener un mecanismo de reunirnos cada 15 días [...], tenemos que tener una gimnasia de diálogo, de diálogos, de meternos, de entendernos.

7. Equipamiento electrónico para la industria naval

Dentro de este rubro se encuentran el instrumental de detección y medición, el equipamiento para comunicaciones, los equipos de ayuda a la navegación, el monitoreo electrónico y el reconocimiento inteligente. Muchos de estos elementos están incluidos en los desarrollos tecnológicos por promover dentro de la iniciativa Pampa Azul. Sin embargo, sus objetivos se encuentran circunscriptos a la investigación científica, más que a actividades productivas, ya sea pesquera o de otro tipo. A continuación se describen, dentro de cada subgrupo, las características de los principales equipos electrónicos con triple impacto y las problemáticas que buscan atender, se detalla su grado de adopción por parte de la flota pesquera argentina y, en caso de ser bajo, se identifican los factores que lo explican. Finalmente, se describen las oportunidades y las limitaciones para un desarrollo nacional de este tipo de equipamiento.

7.1. Instrumental de detección y medición

Dentro de este tipo de instrumental se incluyen los equipos basados en acústica submarina, las plataformas autónomas, los radares y los satélites. Los primeros utilizan el ultrasonido para la observación, el monitoreo y la localización e identificación de objetos, organismos o contornos sumergidos. Las principales aplicaciones de la tecnología acústica en la actividad pesquera son las ecosondas, los sonares (que además pueden utilizarse en geología o topografía marina) y los sensores de red. Tanto las ecosondas como los sonares permiten detectar cardúmenes de peces, calcular la biomasa y, en algunos casos, identificar la talla promedio de los ejemplares.³³ Esto tiene un impacto tanto económico como ecológico, ya que permite realizar los lances en lugares adecuados y reducir en forma preventiva el descarte por talla. Por ende, este equipamiento no solo genera un menor impacto ambiental, sino que aumenta la productividad de la unidad de pesca, reduce el consumo de combustible y el tiempo

³³ La ecosonda es un equipo portátil que requiere de una persona que lo opere y que apunta su transductor en una posición vertical fija, dirigida hacia el fondo del mar. El sonar es un equipo que se encuentra instalado en forma fija y permanente en el casco del barco, que opera en forma automática, y cuyo transductor puede operar con movimientos horizontales y laterales. Las ecosondas tienen un costo sustancialmente inferior (menos de USD 20.000) y se encuentran al alcance de embarcaciones pesqueras relativamente pequeñas.

de pesca y evita lances innecesarios. Por su parte, la tecnología de sensores de red permite conocer el estado de la red de pesca en tiempo real (la distancia entre los portones, la apertura de la red, su forma - que indica su capacidad de captura- y su contenido), lo que posibilita ubicarla en forma óptima, reduciendo el tiempo de llenado. Esto conlleva tanto un ahorro de combustible (ya que son necesarios menos lances para lograr una misma captura o menos viajes si la embarcación posee una cuota) como una mejora en la calidad del producto final (ya que la captura contenida en la red está menos tiempo sometida al arrastre y a la presión).

Existe una adopción heterogénea de los equipos de acústica submarina por parte de la flota argentina. Por lo general, las embarcaciones de mayor porte se encuentran bien equipadas:

[En cuanto a] equipamiento electrónico te diría que estamos con el equipamiento que tienen las mejores pesquerías del mundo. El equipamiento es fácil de adquirir y le da una gran competitividad al barco. Todos quieren pescar más, entonces todos van a tener la mejor sonda, el mejor radar; no es una limitante, y aparte no tenés que hacer el barco nuevo para cambiar el equipamiento electrónico, simplemente es adquirir y cambiarlo. Toda la flota está muy actualizada.

Sin embargo, de acuerdo a los proveedores de equipos, la rama de la acústica tiene muy baja inversión en nuestro país, por lo que existen amplias posibilidades de incorporar este tipo de tecnología. Tal es el caso de los sensores de red, que han sido adoptados por todos los buques factoría, pero no así por el resto de la flota. Los entrevistados identifican en esta adopción asimétrica una limitante para un uso más generalizado, ya que este equipamiento se asoció a los buques factoría, a pesar de que su costo actual es accesible para embarcaciones de menor porte. En el caso de las ecosondas, la empresa argentina que las desarrolla y las produce (la marplatense Electrónica Naval) destina sus ventas mayormente al mercado externo, debido al escaso tamaño del mercado interno. La escasa demanda de equipamiento acústico obedece principalmente a dos motivos. Por un lado, a diferencia de lo que sucede en otros países, no existe una regulación que obligue a los barcos a utilizarlo y, por otro, hasta el momento, la abundancia de recursos pesqueros en el Mar Argentino no convierte a estos equipos en una necesidad inmediata. El escaso conocimiento de esta tecnología por parte de los armadores y capitanes, sumado a la resistencia al cambio tecnológico y la incertidumbre asociada, también inhibe la adopción de esta tecnología. Sin embargo, los beneficios económicos y ambientales de estos equipos, sumado a su costo relativamente accesible los convierten en una oportunidad para mejorar la rentabilidad de la unidad de pesca y su impacto ambiental. Por otro lado, las plataformas autónomas son dispositivos con distintos tipos de sensores que almacenan y transmiten datos en forma remota. Estas plataformas pueden ser fijas (boyas, estaciones costeras y anclajes) o móviles (drones y *gliders*) y se utilizan principalmente para obtener registros de grandes cantidades de parámetros oceanográficos y climáticos, complementando la información obtenida por las campañas de investigación marina y el monitoreo satelital y terrestre. Si bien son útiles principalmente para la exploración y la investigación pesquera, algunas grandes empresas del sector de otros países utilizan drones submarinos (ROUVs, Remotely Operated Underwater Vehicle) para la exploración pesquera que realizan sus propios departamentos de oceanografía. Sin embargo, por su elevado costo y por las características de las empresas pesqueras argentinas, no constituyen una opción de modernización tecnológica para nuestro país.

Los radares, por su parte, utilizan ondas electromagnéticas para medir distancias, altitudes, direcciones y velocidades de objetos estáticos o móviles. En la actividad pesquera se utilizan para la navegación en forma segura en condiciones de poca visibilidad. Además, permiten identificar la ubicación de otras embarcaciones, y por ende brindan indicios de la disponibilidad de recurso en diferentes zonas del mar. Dado que este tipo de tecnología ha sido requerida por la autoridad pesquera, la flota pesquera argentina la adoptó de forma masiva. Finalmente, los satélites se utilizan para generar información espacial sobre

el territorio continental y marítimo (costas, salinidad, temperatura y otros parámetros oceanográficos) y juegan un rol fundamental en las comunicaciones marinas. Argentina cuenta con un importante desarrollo tecnológico en este sentido, destinado a generar información espacial sobre el territorio continental y marítimo.³⁴

7.2. Equipos de comunicaciones

De acuerdo con las entrevistas, la demanda de este tipo de equipamiento es la de mayor crecimiento en la flota pesquera argentina, de la mano de la reducción del costo de las comunicaciones satelitales (tecnología VSAT). Estos equipos brindan soluciones de conectividad de banda ancha a bordo, y evitan realizar viajes innecesarios ya que el equipamiento del barco puede ser monitoreado y reparado desde tierra o se puede contar con soluciones de telemedicina para la tripulación. Si bien la demanda de este tipo de equipamiento y servicios se encuentra en crecimiento, existen algunas limitaciones en su adopción que se relacionan con la incertidumbre inherente al cambio tecnológico y a los usos y costumbres:

Los barcos te demandan estar conectados con tierra y con otros barcos de una manera más dinámica, más eficiente. También muy de a poco, siempre como yendo incluso detrás de lo que necesitarían, siempre van incorporando tecnología con muchos miedos y qué va a pasar cuando yo conecte el barco a tierra, los marineros se van a querer volver todos porque la esposa le manda mensajes [...] yo estuve cinco años tratando de convencer a un armador que ponga un equipo satelital explicándole que era mejor para él, de hecho se dio cuenta enseguida porque lo salvó de hacer volver el barco [...] Pero esas cosas mentales en la pesca, como en otras industrias, existen y a veces traban el avance tecnológico.

Dentro del equipamiento electrónico de comunicaciones también se incluyen las radios a bordo (UHF, VHF, MF/HF), radios portátiles, equipos de comunicación internos, estaciones de radio exigidas por el protocolo GMDSS (Global Maritime Distress Safety System) y el equipamiento para sistemas de comunicación satelital INMARSAT (Organización Internacional de Servicios Móviles por Satélites). Esta última red de satélites proporciona comunicación de voz o fax entre buques o entre buques y tierra, correo electrónico, sistema de avisos de alerta y noticias y servicios de transferencia de datos. A pesar de que Argentina cuenta con importantes condiciones para insertarse en este segmento (ver sección 7.5), la mayor parte del equipamiento de comunicaciones y de los servicios asociados es provisto por empresas extranjeras. En particular, la existencia de satélites de desarrollo nacional puede facilitar a las empresas argentinas la venta de servicios de comunicaciones con la tecnología VSAT.

7.3. Equipos electrónicos de ayuda para la navegación

El equipamiento electrónico de ayuda para la navegación incluye, entre otros: GPS, pilotos automáticos, giroscopios, girocompases, compases magnéticos, brújulas, registros de velocidad, sistemas de dirección, cámaras, antenas, radiobalizas, sistemas electrónicos de visualización e información de cartas

³⁴ El satélite SAC-C brindó información sobre la plataforma y las costas continentales entre 2000 y 2013; el SAC-D Aquarius, obtuvo datos de parámetros oceanográficos (como salinidad y temperatura) entre 2011 y 2015. Los satélites geoestacionarios ARSAT I y II se utilizan en la actualidad para llevar adelante. Además, se encuentran en construcción dos satélites SAOCOM, destinados a registrar información complementaria a la obtenida por los satélites de observación y los sensores localizados en el mar y las costas y el SABIA-Mar 1, destinado a medir parámetros referidos al color del océano (Pampa Azul, s.f.).

náuticas (ECDIS), sistemas automáticos de telegrafía de impresión (NAVTEX), sistemas de alarma de vigilancia de navegación de puente (BNWAS), transpondedores, dispositivos MOB (*Men Over Board*), baterías e instrumental naval, como indicadores de ángulo de timón y de ángulo de caída. Este equipamiento, junto con el de comunicaciones, no solo facilita la navegación, sino que aumenta la seguridad y las posibilidades de rescatar embarcaciones en peligro. Tal como se ha mencionado en la sección anterior, la seguridad marítima constituye uno de los desafíos más urgentes de la actividad pesquera.

A modo de ejemplo, el sistema BNWAS alerta al capitán o a otros oficiales si el oficial de vigilancia en el puente de un barco se duerme, queda incapacitado o está ausente durante demasiado tiempo. Los sistemas ECDIS, por su parte, permiten planificar y verificar la derrota del barco de forma más eficiente, controlada y segura. Los transpondedores o SART (*Search And Rescue Transponder*) permiten identificar las balsas salvavidas en el océano. Los dispositivos MOB, que se encuentran adosados a trajes especiales, permiten geolocalizar a los tripulantes que trabajan en cubierta en caso de caer al agua. Si bien luego de los hundimientos más recientes (El Repunte y Rigel) Prefectura Naval Argentina reglamentó la obligatoriedad de uso de algunos de estos elementos, su utilización efectiva es mucho menor en comparación con otros países. Esto obedece tanto a diferencias en la normativa como a cuestiones culturales propias de la actividad:

Entre los pescadores nunca los vas a escuchar hablar de qué miedo me da salir, ellos no hablan de eso, simplemente no lo hacen, se protegen de ese miedo que es normal y natural no hablando del tema, entonces no hablar de un tema hace que no esté en la agenda de nadie. No está en la agenda de nadie tener elementos de protección porque simplemente no nos interesa ese tema porque no hablamos de eso. Hablamos de cómo pescar más, o de qué elementos tenemos para pescar o para ser más eficientes en nuestra tarea, pero nunca de nuestra seguridad porque mejor de eso no hablemos, porque no va a pasar nada.

7.4. Monitoreo electrónico y reconocimiento inteligente

El monitoreo electrónico consiste en la toma y recopilación de datos a bordo (imágenes y video) con distintos fines, ya sea para controlar el cumplimiento de la normativa o, para obtener información para el manejo pesquero. Hoy en día el monitoreo electrónico es visto mayormente como un complemento a los observadores pesqueros. Muchos países como Canadá, Estados Unidos, Australia y Nueva Zelanda aplican esta tecnología con el complemento de observadores “secos” (fuera del barco), quienes analizan una muestra aleatoria de la información, que puede ser ampliada en función a lo observado en la muestra. Las oportunidades tecnológicas en este sentido están dadas por el desarrollo de *software* (para toma de material y para el desgrabado) y *hardware* (cámaras con funcionalidades específicas).³⁵ Este tipo de monitoreo se encuentra en la agenda de las organizaciones regionales de ordenamiento pesquero (OROPs) desde hace unos 10 años, donde aún se discuten los detalles de la implementación (como por ejemplo qué porcentaje de cobertura del total del material deberían tener los observadores). Esta tendencia mundial tiene impacto en países latinoamericanos como Chile, que a fines de 2019 aprobó una resolución para la instalación de cámaras para monitoreo electrónico. En Argentina existen algunos intentos de implementación en barcos arrastreros, así como desarrollos con la participación de la

³⁵ Entre estas funcionalidades se encuentra la posibilidad de filmar en forma continua y automática bajo ciertas condiciones de luz o movimiento, con ángulos de cobertura específicos y alta resolución en términos temporales y espaciales, de manera que el observador sepa a qué momento y lugar corresponde cada toma. Las mismas son inaccesibles e inalterables por la tripulación (cajas negras) y cuentan con la georreferenciación de la actividad pesquera y con gran capacidad de almacenamiento.

empresa INVAP S.E. (Informativo Hoy, 5 de febrero de 2020). Si bien hoy en día no es una exigencia por parte de las certificaciones ambientales, pueden facilitar su obtención al reducir la captura incidental y mejorar el manejo pesquero.

El reconocimiento inteligente constituye un paso más avanzado en esta tecnología, que aún se encuentra en etapa experimental. Este tipo de reconocimiento utiliza herramientas de inteligencia artificial para el procesamiento del material (*The Economist*, 24 de octubre de 2020). El desafío en este sentido es desarrollar una tecnología que permita la toma de datos de situaciones lejanas o en movimiento (por ejemplo, el procesamiento de información es sencillo si el pescado pasa por una cinta, y pueden identificarse especies y tamaños, mientras que resulta más difícil procesar material relacionado a la captura incidental de megafauna). Esta tecnología podría ampliar notablemente el grado de cobertura en la toma de información en comparación a los observadores humanos.

Las opiniones con relación a la utilidad de este equipamiento se encuentran divididas. Desde el lado empresarial se afirma que el sistema no es totalmente fiable y puede ser vulnerado, al tiempo que requiere una gran cantidad de recursos, producto de las numerosas horas de observación necesarias. En este sentido, proponen reducir el descarte a partir de las medidas detalladas en las secciones 3 y 6.3. Por otro lado, desde el sector académico, lo consideran una buena alternativa, complementaria a los observadores pesqueros. Además, se destaca que la tecnología de este tipo de equipamiento ha avanzado mucho en los últimos años, y es posible ver las cámaras a bordo en vivo, lo que permite un control aleatorio al menos en los barcos que poseen equipos satelitales de banda ancha.

Esta divergencia de opiniones es una muestra de la elevada complejidad que conlleva el problema de los descartes a nivel mundial, debido a los intereses contrapuestos, la escasa posibilidad de un control efectivo a bordo y la dificultad para aceptar social y políticamente al menos una parte del mismo. Incluso en los países europeos, las medidas adoptadas –tal como el “descarte cero”– no están teniendo los resultados esperados (Borges, 2020). Posiblemente una reducción efectiva de los descartes resulte de combinar una variedad de soluciones simultáneas: incorporación de tecnología para la sustentabilidad, mejoras en el diseño y adopción efectiva de mejores mecanismos de selectividad, programas efectivos de monitoreo a bordo, exigencias con relación a la forma de tratamiento de los descartes, incentivos a los armadores que implementen mecanismos para reducirlos, cambios en la normativa, mayor agilidad en la apertura y cierre de zonas de pesca, entre otras.³⁶

7.5. Oportunidades y limitaciones para la producción y adopción de tecnologías para la sustentabilidad en Argentina

Tal como se reconoce en la iniciativa Pampa Azul, a pesar de que este tipo de equipamiento está disponible en el mercado internacional, su producción en Argentina permitiría generar aplicaciones adaptadas a los intereses y particularidades del país, así como adquirir capacidades para producir bienes y servicios relacionados o para realizar el mantenimiento de los equipos. Además, los desarrollos tecnológicos relacionados con el equipamiento descrito podrían transferirse fácilmente a otras actividades relacionadas con la economía azul (explotación de petróleo *off shore*, energías no convencionales o maricultura) (Pampa Azul, s.f.).

³⁶ De acuerdo con estimaciones recientes para la Unión Europea, ni la introducción de medidas radicales de manejo tales como la prohibición de descartes, ni los sustanciales aumentos del límite total de capturas para incluir eventuales capturas indeseadas pudieron disminuir la presión sobre los stocks pesqueros (Borges, 2020).

En la actualidad, algunos equipos (como ecosondas o pilotos automáticos) son desarrollados y producidos por PyMEs argentinas; otras soluciones como comunicaciones, sensores de red y otro tipo de equipamiento son implementadas y mantenidas por firmas nacionales, mientras que el resto del equipamiento (plataformas autónomas, sensores, sistemas de comunicación) podría ser construido y mantenido con las capacidades existentes en Argentina. Esto daría lugar al surgimiento de nuevos emprendimientos y empleos especializados (Pampa Azul, s.f.). En relación con los radares, Argentina ha iniciado un plan de desarrollo de radares primarios y secundarios que incluye las etapas de diseño, producción y despliegue. En este marco, se identificó la necesidad de desarrollar un sistema costero de radarización que incluya antenas de transmisión-recepción y la electrónica asociada que permitiría detectar buques, realizar tareas de vigilancia y medir corrientes superficiales y otros parámetros oceánicos (Pampa Azul, s.f.). Con respecto a los satélites, Argentina también cuenta con un desarrollo nacional significativo llevado adelante por INVAP S.E., empresa que además cuenta con las capacidades necesarias para desarrollar sistemas y equipamiento de monitoreo electrónico.

El equipamiento descrito en las secciones anteriores, con excepción de algunos elementos que pueden considerarse electrónica de consumo (radios, computadoras o placas), tiene un elevado grado de desarrollo tecnológico y valor agregado. Las fortalezas de Argentina para producir este tipo de bienes están en la calidad de sus recursos humanos, su reducido salario medido en dólares –comparativamente con los estándares internacionales–, la competitividad de la actividad pesquera vinculada a ellos y la calidad del sistema científico tecnológico. Del trabajo de campo se desprende que el mercado de este tipo de productos es de nicho y apropiado para ser desarrollado por empresas PyME, ya que no requiere grandes escalas o un elevado grado de automatización, sino recursos humanos especializados.

Una de las principales limitaciones que enfrenta este sector se relaciona con la incertidumbre macroeconómica que enfrenta Argentina y la falta de crédito:

Seríamos un excelente país para hacerlo, tenemos todo para hacerlo, absolutamente todo lo que se te ocurra, los recursos naturales, los recursos humanos, todo, lo único que no tenemos es lo primero indispensable [...] que algunas variables sean predecibles, bueno eso no lo tenemos.

La desconexión entre el sistema productivo y el científico tecnológico, mencionada en otros apartados de este documento, resulta una importante limitante también en este caso. En particular, se identifican posibilidades de articulación relacionadas con el intercambio de conocimientos, el desarrollo de pruebas conjuntas y la utilización de embarcaciones y equipos entre el INIDEP (Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero), las universidades y las empresas de electrónica naval ubicadas en la ciudad de Mar del Plata. En las entrevistas se menciona como referencia la estrecha relación que ha establecido la empresa noruega líder en equipamiento naval SIMRAD (perteneciente al grupo Kongsberg)³⁷ con el prestigioso Instituto de Investigaciones Marinas de Noruega (IMR), localizado en la misma ciudad, Bergen:

Agarraron la sonda y dijeron: "Vos traeme la sonda que yo te voy a decir qué es lo que tenés que ir haciendo". Los de SIMRAD le llevaron la sonda y le dijeron: "No, es una porquería, cambiale esto, esto y esto, vení cuando la hayas arreglado". Y así 10, 15 años estuvieron desarrollando el equipo a medida de estos cráneos que les fueron diciendo dónde mejorar, a nosotros no nos vinieron ni a ver si siquiera.

³⁷ El grupo público-privado Kongsberg se encuentra dividido por áreas en: Kongsberg Marítimo (7.300 empleados); Kongsberg Defensa y Aeroespacial (3.100 empleados) y Kongsberg digital. Fuente: [página web institucional](#).

Resulta imprescindible contar con el desarrollo de una política industrial para este sector que se base en las capacidades existentes tanto en el sector público como en el privado y que otorgue cierta previsibilidad para su desarrollo a mediano plazo. Una acción inicial podría consistir en cuantificar las importaciones de las partidas relacionadas, así como las firmas que actualmente producen y exportan, identificando en qué segmentos puede iniciarse una sustitución de importaciones. Cabe destacar que, tal como sucede en muchos otros sectores, algunas PyMEs se enfrentan con dificultades para competir en el exterior ya que deben esforzarse para contrarrestar la imagen de Argentina como proveedora de bienes de bajo valor tecnológico:

Nosotros estamos en una posición bastante difícil para competir en el exterior por ser argentinos. Te la pongo fácil. De Argentina viene la carne y la soja. Si vos querés comprar un equipo electrónico de alta tecnología para un barco viene de Japón o de Noruega, de Argentina no viene porque no viene. Ese prejuicio es algo con lo que tenemos que luchar permanentemente. Se sorprenden cuando nosotros les mostramos la tecnología y el nivel de avance que tenemos, pero está instalado en el imaginario popular que de Argentina no pueden venir esas cosas.

Los cambios en la normativa que obliguen o incentiven la incorporación de este tipo de equipamiento con triple impacto en la flota pesquera podrían ser de utilidad, pero es necesario reconocer que el dictado de las normas no necesariamente lleva a su cumplimiento, y cumplirlas tampoco garantiza alcanzar los objetivos deseados:

Normativas hubo 70.000 con el tema de las cámaras y no sirvieron para nada, porque cayeron en saco roto. Lo que tiene que haber primero que nada es un gran trabajo de concientización, si vos querés que algo ocurra tenés que crear conciencia. [...] No es que vas a dictar una resolución y mañana no va a haber más descarte. Vas a tener que hacer un proceso de concientización, y ese proceso lo tenés que acompañar con incorporación de tecnología, para lo cual vas a tener que dar créditos, subsidios, beneficios, para que los barcos digan: "Bueno, si pongo la trituradora [...] me dan más cupo o tengo tal beneficio". Funciona así, por un lado el palo, por otro la zanahoria. Si vos querés dictar una norma en abstracto que diga: "Incorporen todos los barcos la máquina trituradora", lo que va a pasar es que van a hacer como que la tienen y no la van a tener o no la van a usar o no va a andar. Lo primero que necesitás es educación y concientización. Y lo segundo es un Estado decidido políticamente a terminar con esa práctica.

Resultan imprescindibles entonces, en un marco de participación de los actores involucrados, las tareas de sensibilización en temas ambientales, la difusión de los beneficios económicos de este equipamiento, la realización de acciones para disminuir la resistencia al cambio tecnológico de los armadores y los capitanes. En palabras de los entrevistados: "Las tecnologías se contagian". También es necesario brindar incentivos apropiados, por ejemplo, condiciones financieras favorables o mayores cuotas temporarias al menos para los pioneros en las diferentes flotas, así como también explorar alternativas de financiación conjunta.

8. Lineamientos para el diseño de políticas públicas

En esta sección se describen, en primer lugar, algunos lineamientos generales que surgen de experiencias nacionales e internacionales para el diseño de políticas públicas de fomento a la innovación con triple impacto en la pesca, y más generalmente, a la bioeconomía azul. En segundo lugar, se explican brevemente algunas estrategias de intervención recientes llevadas adelante por los países más avanzados en el desarrollo de estas actividades, en particular, las Políticas Orientadas por Misiones y las Estrategias de Especialización Inteligente. Por último, se mencionan algunas limitaciones de este tipo de políticas para el caso argentino, por lo que en la sección siguiente se describe una propuesta de intervención posible para Argentina.

8.1. Lineamientos generales con base en experiencias nacionales e internacionales

A partir de las entrevistas realizadas y de la revisión de experiencias internacionales (la iniciativa BLUEMED detallada en el recuadro 2 a modo de ejemplo), surge como un factor fundamental el logro de consensos por medio de procesos participativos que involucren a diferentes grupos de interés, tanto del sector público como del privado. Como se ha mencionado, resulta clave diseñar y ejecutar mecanismos para mejorar la vinculación entre el sistema productivo y el científico-tecnológico. El Estado cumple entonces un rol indelegable como impulsor y coordinador de estas iniciativas y como facilitador de la cooperación entre el sistema científico, el entramado productivo y los hacedores de política (Cappeletto *et al.*, 2018). En este sentido, las mayores amenazas o limitaciones se relacionan con el trabajo de tipo interdisciplinario que se requiere: la fragmentación del conocimiento y las lagunas de conocimiento entre las diferentes disciplinas, los conflictos de intereses entre sectores y países, la falta de información sobre las potenciales sinergias y el insuficiente intercambio de información entre científicos, empresas y *policy makers* (Andrusaitis *et al.*, 2016).

El Estado cumplió también un rol esencial en financiar estas iniciativas, habida cuenta especialmente de los beneficios que las mismas pueden reportar en términos ambientales, de sostenibilidad a mediano y largo plazo de las actividades productivas y los menores costos de saneamiento y tratamiento de residuos en las diferentes localidades (Albertario, 2016).

También resulta imprescindible la provisión de ciertos bienes públicos, tales como la sensibilización, la concientización y el asesoramiento. Es destacable en este sentido el rol de los Grupos de Acción Local de Pesca (GALP) en la Unión Europea, cuya función es la de ayudar en la transición de las diferentes comunidades pesqueras hacia una economía circular. Los GALP evalúan todas las etapas de la cadena de suministro pesquera y acuícola y se preguntan cuál es el margen para replantear el diseño de los sistemas de producción y de los productos (diseño ecológico), qué hacer con los residuos y subproductos derivados de la pesca y acuicultura (producción), cómo utilizar y mantener los equipos y productos (uso) y qué sucede con los materiales derivados de estos productos al final de su vida útil (reciclaje) (Veronesi Burch *et al.*, 2019).

La necesidad de acciones de sensibilización y concientización por parte del Estado se revela como particularmente importante para Argentina, ya que los temas de economía circular e innovación con triple impacto no se encuentran actualmente en la agenda del sector empresarial. Los entrevistados señalan que la inestabilidad de la actividad propia de la dependencia de un recurso natural que además se encuentra en movimiento y la falta de una política y un marco legal de promoción a mediano y largo plazo,

junto con la inestabilidad macro de la economía argentina en general, son factores importantes que han atentado contra el desarrollo de las iniciativas detalladas. En la actualidad, el interés por acceder a certificaciones como la MSC puede ser un incentivo importante para comenzar a diseñar e instrumentar acciones en este sentido.

Recuadro 2: La iniciativa BLUEMED y La Estrategia Europea de Crecimiento Azul

La Estrategia Europea de Crecimiento Azul, definida en las comunicaciones de la Unión Europea (Comisión Europea, 2012 y 2014), identifica las posibilidades de crecimiento sostenible y la creación de empleo en la economía marina y marítima como importantes impulsores del bienestar y la prosperidad de la Unión Europea. Las principales áreas identificadas por esta estrategia dentro de la economía azul son: acuicultura, energías renovables, minería de los fondos marinos y biotecnología azul. En este último sector, los principales desarrollos se asocian con la investigación en la industria cosmética y farmacéutica, y con la utilización de algas para la producción de biocombustibles (Cappeletto *et al.*, 2018).

La iniciativa BLUEMED se enmarca en esta estrategia europea y tiene como objetivo promover la I+D en la cuenca del Mediterráneo, integrando los esfuerzos de países europeos y no europeos para crear nuevos puestos de trabajo azules y un crecimiento sustentable. Aunando esfuerzos y enfoques de tipo arriba-hacia-abajo y abajo-hacia-arriba, la iniciativa busca involucrar a los interesados a compartir una visión común y a comprometerse con esfuerzos conjuntos sobre la base de una fuerte coordinación entre el sistema científico tecnológico, el sistema productivo y los hacedores de política de los diferentes niveles.

De acuerdo con los documentos fundacionales de BLUEMED, resulta fundamental la planificación y el trabajo conjunto entre los sectores público y privado para definir las acciones de I+D relevantes y las políticas de educación y capacitación. El punto de partida de esta iniciativa en el año 2014 fue el mapeo y el análisis de los más de 900 proyectos existentes en los países involucrados, así como consultas con los *policy makers* y los principales grupos de interés públicos y privados a fin de determinar con precisión las necesidades, las oportunidades y las brechas de conocimiento, tecnología e innovación, y las posibles formas de superación. El documento contó con una importante retroalimentación en diferentes instancias con interesados en el sector público y privado y sentó las bases de la Agenda Estratégica de Investigación y Desarrollo. Por medio de un proceso de abajo-hacia-arriba (consultas a expertos, reuniones, *workshops*, encuestas) los documentos fueron actualizados para incorporar nuevos temas y metas, describir posibles barreras o cuellos de botella y proponer medidas de política pública (Barbanti *et al.*, 2018). Las prioridades establecidas de esta forma fueron adoptadas por los principales programas europeos, como el Programa Horizonte 2020,³⁸ y por las diferentes estrategias de crecimiento azul a nivel nacional.

Finalmente, los entrevistados coinciden en la necesidad de revalorizar el rol de los recursos pesqueros para el país y de diseñar políticas para su desarrollo industrial desde una perspectiva local. Asimismo, teniendo en cuenta la elevada interdependencia entre las actividades que hacen a la economía azul y las

³⁸ A modo de ejemplo, las convocatorias de propuestas tituladas "Blue Labs - Soluciones para desafíos marítimos y carreras azules en Europa" y "Tecnología azul - Transferencia de soluciones innovadoras para las economías de las cuencas marítimas", de mayo y septiembre de 2016, han destinado en conjunto 8 millones de euros a la estrategia de crecimiento azul. En 2017, las convocatorias "Redes azules en el Mediterráneo" y "Restaurando el ecosistema marino en el Mediterráneo" tuvieron un presupuesto de 3 millones y 1,5 millones de euros respectivamente (Cappeletto *et al.*, 2018).

economías externas que se derivan del uso de recursos comunes compartidos (la infraestructura portuaria, la recolección de datos marinos, etc.) posiblemente deba pensarse en acciones de política industrial más amplias, intersectoriales e interdisciplinarias, tal como sucede en otros países (ver recuadro 2). Al respecto, uno de los entrevistados mencionó que:

Hay un desconocimiento tan grande, tan grande, de lo que significa tener recursos pesqueros y marinos (...).

Lamentablemente, el proceso de la pesca ha vivido siempre la visión de arriba hacia abajo y tenemos que ir a un esquema distinto de formulación de las políticas del gobierno central. En la pesca, y en cualquier ámbito, tenemos que empezar a discutir de abajo hacia arriba, donde los espacios locales toman una relevancia importantísima.

8.2. Antecedentes de estrategias de intervención

La concepción de las políticas industrial y de innovación fue mutando a lo largo de las últimas décadas. A modo de ejemplo, las políticas de innovación que apuntaban a resolver fallas de mercado consistían en invertir fondos públicos en áreas con características de bien público, como la I+D. Sin embargo, dado que los resultados de la I+D pública tendían a ser subutilizados por el sector privado, un segundo grupo de intervenciones apuntó a promover vínculos entre los actores del sistema de innovación y a optimizar esas relaciones. Por último, el enfoque actual de las políticas orientadas en torno a misiones reconoce que las intervenciones que buscan solucionar fallas sistémicas pueden no ser suficientes para solucionar problemáticas sociales y ambientales (Mazzucato, 2016). A continuación, se describen brevemente este tipo de políticas y también las estrategias de especialización inteligente de la Unión Europea, que unifican políticas de innovación con políticas de desarrollo regional. Si bien la propuesta incluida en la última sección se relaciona más bien con el segundo tipo de intervenciones, la misma puede sentar las bases para desarrollar políticas más integrales en el futuro.

8.2.1. Las Políticas Orientadas por Misiones

Se trata de un nuevo enfoque que unifica la política industrial con la de innovación. Las Políticas Orientadas por Misiones (POM) se definen como un sistema de políticas públicas que utilizan el conocimiento de frontera para lograr objetivos ambiciosos, relacionados con los grandes desafíos que enfrenta la sociedad actual (Mazzucato, 2018). Las misiones conectan los desafíos sociales, que están enunciados en términos amplios (como por ejemplo los Objetivos de Desarrollo Sostenible u ODS), con los proyectos específicos de I+D, cuyos objetivos son claros y precisos, pero tienen un impacto parcial y aislado. Así, una misión establece uno o más objetivos generales, audaces y medibles, con una duración determinada. Estos se logran mediante una cartera de proyectos de I+D que involucra a múltiples actores (públicos, privados, del tercer sector y la sociedad civil), sectores y disciplinas, y a su vez estos objetivos son apoyados por un conjunto de diferentes medidas e intervenciones de política, así como por el involucramiento de los usuarios finales.

Siguiendo el ejemplo de Mazzucato (2018), el ODS número 14 “Conservar y utilizar de forma sostenible los océanos, mares y recursos marinos para lograr el desarrollo sostenible” puede desmembrarse en varias misiones, como por ejemplo “Un océano libre de plástico” (pág. 24, traducción propia), que podría consistir en “reducir un 90% el plástico que ingresa en el ambiente marino y recolectar más de la mitad de los plásticos existentes en los océanos, mares y costas antes de 2050”. Esta misión involucra a

múltiples disciplinas, sectores y actores, y podría dividirse en diferentes áreas: I+D para remover el plástico de los océanos; estrategias para reducir el uso de plásticos; desarrollo de nuevos materiales, investigaciones sobre la predisposición a reciclar; etcétera. Cada una de estas áreas se desglosa a su vez en proyectos particulares que son evaluados, acompañados, apoyados y financiados mediante diversos instrumentos, y coordinados bajo el paraguas común de la misión. Esto permite estimular la interacción, la experimentación y el aprendizaje cruzado y lograr una mayor complementariedad entre las inversiones públicas de diferentes niveles y jurisdicciones.

Esta cartera de proyectos es propuesta por múltiples actores “de abajo hacia arriba”, e involucra una labor interdisciplinaria, colaboración entre diferentes industrias y nuevas formas de alianzas entre el sector privado, el sector público y la sociedad civil. Dado que una misión simplemente enuncia qué se desea lograr, pero no cómo hacerlo, es crucial estimular el desarrollo de este tipo de proyectos y alentar múltiples formas de participación y colaboración.

En términos de política industrial, las POM estimulan las interacciones entre políticas horizontales y verticales, pero el aspecto vertical no consiste en “elegir” sectores o tecnologías, sino en “elegir” el problema por solucionar. En términos de política de innovación, se trata no solo de aumentar la tasa de innovación sino de direccionar el cambio tecnológico hacia la consecución de las misiones. La idea subyacente es aumentar las expectativas de negocio del sector privado con relación a las futuras áreas de crecimiento, brindando indicios claros de dónde podrían estar las futuras oportunidades, a fin de canalizar las inversiones privadas en la dirección deseada (Mazzucato *et al.*, 2020).

Dado que este tipo de políticas se enfoca en solucionar problemas complejos que no pueden ser abordados con una única solución tecnológica o de política pública, se considera apropiado para abordar problemáticas relacionadas con la economía circular, la innovación con triple impacto (Mazzucato, 2018), el desarrollo con base en recursos naturales (Mazzucato y Penna, 2020) y específicamente la economía azul (Sousa *et al.*, 2020). En la Unión Europea, algunas políticas de este tipo fueron incluidas en el programa de investigación y desarrollo Horizon 2020, el Proyecto WWW para Europa, el Pacto Verde Europeo, la Estrategia Industrial White Paper del Reino Unido, el programa alemán de energía *Energiewende* o el programa INRAE 2020 del Instituto Nacional de Agricultura, Alimentación y Ambiente francés (Mazzucato, 2018; Mazzucato *et al.*, 2020).

En América Latina existen iniciativas incipientes en Chile, Colombia y México. Por sus puntos en común con lo desarrollado en este documento, el programa chileno “La minería como plataforma para un desarrollo virtuoso, sostenible e inclusivo” resulta particularmente relevante pues apunta a promover la adopción de tecnologías verdes y fomentar la innovación en la cadena de valor minera. En este sentido, las POM pueden ser una alternativa interesante para transformar sectores productivos intensivos en recursos naturales, impulsando la innovación y el desarrollo tecnológico, creando nuevos mercados y sectores relacionados (Mazzucato y Penna, 2020).

Cabe destacar que los países latinoamericanos pueden enfrentar ciertas limitaciones para implementar este tipo de políticas (motivo por el cual se sugiere comenzar por iniciativas menos ambiciosas). En primer lugar, no cuentan con la escala propia de regiones como la Unión Europea, y sus sistemas nacionales y regionales de innovación son mucho más fragmentados y menos desarrollados. Los países europeos se benefician además de fuertes sinergias al compartir experiencias en el diseño e implementación de políticas públicas innovadoras.³⁹ Adicionalmente, las capacidades dinámicas

³⁹ A modo de ejemplo, el Instituto de Innovación y Propósito Público (Institute for Innovation and Public Purpose, IIPP) del University College de Londres ha desarrollado una plataforma para compartir experiencias en el marco de la [Red de Innovación Orientada por](#)

estatales y la institucionalidad requerida se contraponen con la realidad actual de la mayoría de los países latinoamericanos. Finalmente, la implementación de este tipo de políticas requiere de una profunda discusión sobre cómo adaptarlas a la realidad local, así como un financiamiento continuo y de largo plazo que no suele darse en los países de la región, mucho más vulnerables y dependientes de los ciclos políticos.

8.2.2. Las Estrategias de Especialización Inteligente

Las Estrategias de Especialización Inteligente (también conocidas como S3 por sus siglas en inglés Smart Specialization Strategies o como RIS3, Research & Innovation Strategies for Smart Specialization) son parte de la configuración de la política industrial europea implementada a partir de 2008. Originalmente concebidas como un concepto sectorial aplicado a nivel de países, luego fueron aplicadas a nivel regional. Hoy en día es una de las principales formas de llevar adelante simultáneamente la política industrial europea, su política regional y de innovación, así como de promover el cambio estructural y el desarrollo de las regiones más rezagadas (McCann y Ortega-Argilés, 2013). En los últimos años, se añade a estas estrategias la dimensión ambiental, por lo que se habla de Estrategias Sostenibles de Especialización Inteligente (Sustainable Smart Specialization Strategies o S4).

Su aplicación al ámbito regional consiste en promover en cada región las actividades que hacen a su base de conocimiento única y superior. Esta especialización permite ganar economías de escala y alcance, así como *spillovers* en la producción y uso de conocimiento. Cada región establece, de forma consensuada y participativa, sus prioridades estratégicas, usualmente no más de tres. Cada prioridad se conforma por un sector o grupo de actividades relacionadas junto con una dirección de cambio definida que permita generar los efectos mencionados.

Este tipo de políticas requiere conocer previamente la estructura productiva local y las fuentes de competitividad; pensar y consensuar cómo puede permear en ella la I+D+i; conocer la base de conocimiento de cada territorio, su sistema regional de innovación, los activos productivos y de conocimiento y sus capacidades (Barzotto *et al.*, 2019). Una vez cumplidos estos requisitos, la secuencia de la RIS3 consiste en:

1. Descubrir las áreas de especialización (prioridades o dominios) de forma participativa por los actores locales.
2. Establecer un mapa de ruta (qué hacer) y un plan de acción (cómo).
3. Promover la entrada de imitadores o emprendedores.
4. Solucionar fallos de coordinación y cuellos de botella.
5. Evaluar los resultados.

Los instrumentos para promover la entrada de emprendedores, así como para solucionar los fallos de coordinación y cuellos de botella son: alianzas público-privadas, premios, subsidios, colaboración empresa-universidad-institutos de ciencia, promoción de vínculos entre actores del SRI, subsidios, entre otros (Foray *et al.*, 2011). En términos generales, el Estado Nacional no elige ganadores ni establece líneas de acción en forma centralizada, sino que se ocupa de acompañar, promover la coordinación y

[Misiones](#) (Mission Oriented Innovation Network, MOIN) una red global de organizaciones relacionadas con este tipo de políticas de innovación.

participación, solucionar cuellos de botella y fallas de coordinación, proveer bienes públicos, diseñar y ejecutar una política de formación de RRHH específica, promover vínculos entre agentes, proporcionar información, evaluar y monitorear, otorgar créditos a PyMEs que promuevan la diversidad tecnológica en los dominios de interés, apoyar proyectos de alto impacto, etcétera (Barzotto *et al.*, 2019; Boschma, 2013).

La implementación de este tipo de políticas puede tener limitaciones en el caso argentino. En primer lugar, este enfoque requiere un uso intensivo de información y de análisis a nivel regional y local que Argentina no posee. La RIS3 se basa en un conocimiento profundo de las estructuras productivas locales, sus fuentes de competitividad, bases de conocimiento y capacidades territoriales que es impensable obtener para Argentina en el corto plazo. Además, las estrategias de especialización inteligente requieren de una cuidadosa planificación y de una continuidad a mediano y largo plazo, que se contraponen con los abruptos ciclos económicos y políticos del país. En el caso de la Unión Europea, estas iniciativas son financiadas con fondos europeos que aseguran dicha continuidad y su otorgamiento se basa en evaluaciones rigurosas de los proyectos. Adicionalmente, tal como señalan Bosch y Vonortas (2019) para Brasil, es posible que el país tenga que abordar primero su rezago en el sistema de innovación antes de comenzar a implementar estrategias de este tipo.

No obstante, a pesar de las dificultades para la implementación inmediata de estrategias del tipo POM o RIS3, las mismas podrían potencialmente ser una opción de política industrial y regional para Argentina, que desafíen las políticas centralizadas. Mientras tanto, la propuesta incluida a continuación posee menores requerimientos institucionales y de información, y podría eventualmente ser la base de políticas más integrales para el sector en el futuro.

9. Propuesta de intervención para Argentina

Las herramientas de política industrial esbozadas a lo largo del documento involucran a sectores y actores muy diferentes, por lo cual han sido mencionadas en forma aislada e inconexa. En cambio, una política que pretenda potenciar las innovaciones con triple impacto debería tener como característica distintiva la coordinación de acciones, fomentando a su vez la participación de diversos grupos de interés, buscando solucionar fallas sistémicas y optimizando las interacciones entre diferentes actores del sistema nacional o regional de innovación.

En este apartado se describe una posible propuesta de intervención para el caso argentino. En primer lugar, se enmarca la misma mencionando brevemente algunos antecedentes legales e institucionales recientes con relación a la economía circular en el país. Posteriormente, se detalla la propuesta y se mencionan algunas acciones concretas que podrían llevarse adelante, de acuerdo con diferentes objetivos esperados. Las acciones se agrupan según se trate de: i) aspectos productivos, ii) comerciales, iii) financieros y iv) normativos. Finalmente, se brinda un breve detalle de las posibles vinculaciones con programas provinciales existentes y de la forma de evaluación de resultados.

9.1. Antecedentes institucionales y normativos

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MAyDS) formuló en 2016 un Plan Nacional de Economía Circular de Residuos, que además estableció los contenidos mínimos de los Planes Estratégicos Provinciales. También se han enunciado una serie de propuestas en torno a la economía

circular en proyectos de ley recientes que no fueron aprobados: a) el proyecto de ley de Creación del Programa Nacional de Economía Circular de 2018, que tenía como objeto crear un Programa Nacional de Economía Circular, un Registro Único de Emprendimientos, un Fondo Nacional y un Consejo Consultivo (HCDN, 2018); b) el proyecto de ley de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental para la Gestión de Residuos mediante la Responsabilidad Extendida del Productor de 2019 (HCDN, 2019); c) el proyecto de Ley de Economía Circular presentado en la Legislatura porteña en 2020 (Lazo, 30 de diciembre de 2020).

En 2020 el MAyDS, junto con el Ministerio de Desarrollo Productivo (MDP), derogó el Decreto 91/2019 y la Resolución Conjunta N° 3 del 12/11/19 que flexibilizaban los requisitos para la importación de residuos, y se comprometió a formular una propuesta normativa para regular el tema y promover la gestión integral de residuos de acuerdo a los principios de la economía circular (Decreto 148/20). En este marco, en febrero de ese año comenzó a funcionar bajo la órbita del MAyDS la Mesa Técnica de Trabajo de Economía Circular, cuyo objetivo es promover la recuperación de los residuos como insumo para procesos industriales o productos de uso directo y reducir las importaciones. Hasta el momento se han desarrollado reuniones de trabajo con integrantes del MAyDS, MDP y Ministerio de Desarrollo Social, y con representantes de la industria del papel y el cartón, la chatarra, el plástico, el vidrio, el caucho y el mercurio. En diciembre de 2020 se creó en el MDP la Comisión Técnica Asesora de Ambiente, Ecología y Economía Circular, dependiente del Directorio del Instituto Nacional de Asociativismo y Economía Social (INAES).

En 2021 el presidente Alberto Fernández abrió las sesiones anuales del Congreso mencionando la intención de implementar políticas en torno a la economía circular y de promover inversiones que permitieran la recuperación de residuos (Sorroche *et al.*, 19 de marzo de 2021) y el ministro Juan Cabandié participó en la reunión regional de ministros de Medio Ambiente de la región, en la que se lanzó la "Coalición de Economía Circular" coordinada por el programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (Lewkowicz, 16 de febrero de 2021). Asimismo, en julio de 2021 el Ministerio de Desarrollo Productivo lanzó el [Plan de Desarrollo Productivo Verde](#) (PDPV), que toma a la economía circular como uno de sus ejes centrales, y que incluye instrumentos concretos al respecto (por ejemplo, financiamiento a cooperativas para promover la producción y valorización de materiales de desecho).

En síntesis, si bien Argentina se encuentra atrasada en términos normativos con relación a la temática ambiental, incluso en comparación con otros países de la región (Testa y Bilbao, 2021), existe una incipiente estructura institucional y se están iniciando una serie de acciones y programas concretos con foco en el desarrollo productivo y sobre la base de la triple sustentabilidad (macroeconómica, social y ambiental (ver anexos 2 y 4) Sin embargo, también puede advertirse que, con excepción del reciente PDPV, los objetivos de desarrollo tecnológico e innovación por lo general no son centrales en las propuestas y las acciones, y que las actividades realizadas en torno a la mesa de economía circular, si bien son clave para conformar un mercado de productos reciclados, pueden resultar insuficientes para delinear herramientas de desarrollo industrial y tecnológico sobre la base de este paradigma.

9.2. Propuesta de intervención: Mesas Locales de Economía Circular en Pesca

La propuesta de intervención inicial consiste en la creación de Mesas Locales de Economía Circular en Pesca, compuestas en principio por al menos un profesional dispuesto por la Mesa Técnica de Trabajo de Economía Circular (o por el reciente Gabinete de coordinación del Desarrollo Productivo Verde creado

en el marco del PDPV) y otro/s dispuesto/s por las empresas pesqueras de la zona, municipios, organismos provinciales, sindicatos y/o cámaras empresarias involucradas. En ellas participarían, además de las mencionadas entidades, empresas pesqueras y no pesqueras a título individual, universidades y centros de investigación, organizaciones sin fines de lucro y otros actores interesados.

La función de estas mesas sería ayudar en la transición de las comunidades pesqueras hacia una economía circular y en la adopción de tecnologías para la sustentabilidad. Deberían tender a una conformación final de tipo interdisciplinaria (equipos interdisciplinarios locales compuestos por profesionales de economía, sociología, ingeniería y/o psicología). Estos profesionales contribuirían a la búsqueda de soluciones holísticas a los problemas enunciados en este documento, principalmente la disposición a incorporar innovaciones con triple impacto por parte de empresarios y trabajadores. El escenario ideal implica contar con al menos una de estas mesas (posteriormente equipos) para cada provincia con litoral marítimo.⁴⁰ Teniendo en cuenta que la economía circular es un tema de incipiente desarrollo en Argentina, la conformación y puesta en marcha de estas mesas, así como dotarlas de una agenda relevante y participativa a nivel local, representa en sí mismo todo un desafío.

Las mesas o equipos cumplirían con las siguientes funciones (en orden creciente de complejidad):

- Fomentar e impulsar la participación de diversos grupos de interés locales y coordinar acciones.
- Difundir y promover el acceso efectivo a herramientas de política pública existentes.
- Proveer bienes públicos como sensibilización, concientización, información y asesoramiento sobre la innovación con triple impacto en la pesca. Los dos primeros aspectos se revelan como particularmente importantes para el caso argentino, ya que los temas de economía circular y tecnologías para la sustentabilidad no se encuentran actualmente en la agenda del sector empresario. Con relación a la información y el asesoramiento, podrían difundir entre los emprendedores, investigadores y empresas involucradas en estas actividades (pesqueras, alimentarias, químicas, textiles, de equipamiento e industria naval) los programas existentes en la órbita de diversos organismos (mencionados en la próxima sección), y proveerles asesoramiento de manera que puedan ser efectivamente capaces de adoptarlos.
- Solucionar fallas sistémicas, optimizando las interacciones entre actores del sistema nacional o regional de innovación. A tal fin, puede ser necesario desarrollar acciones que permitan promover un lenguaje común entre empresarios e investigadores, dar a conocer experiencias exitosas y sobre todo evaluar alternativas que promuevan los vínculos y disminuyan la incertidumbre de las partes involucradas, como convenios específicos o programas públicos de apoyo a la creación de alianzas público-privadas.
- Incentivar la incorporación de tecnologías para la sustentabilidad en la pesca, en lo que se refiere a industria naval, equipamiento naval, *software* y digitalización, entre otras. Algunas de las tareas que podrían llevar adelante, además de la sensibilización, son: difundir las tecnologías existentes, promover su utilización efectiva por parte de los armadores, los capitanes y la tripulación, realizar o colaborar en la organización de *hackatons*, articular las iniciativas existentes con líneas de financiamiento vigentes, diseñar plataformas que conecten proveedores de tecnología con futuros

⁴⁰ Se trata de un mínimo de cinco equipos y un máximo de nueve, uno por cada puerto pesquero de relevancia: Mar del Plata, Quequén, Bahía Blanca (Provincia de Buenos Aires); San Antonio Oeste (Provincia de Río Negro); Puerto Madryn, Comodoro Rivadavia (Provincia de Chubut); Puerto Deseado, Río Gallegos (Provincia de Santa Cruz) y Ushuaia (Provincia de Tierra del Fuego).

demandantes, incentivar y facilitar proyectos conjuntos entre empresas e identificar nuevas oportunidades tecnológicas.

- Facilitar el *upcycling* de residuos: sensibilizar a los responsables de los establecimientos industriales pesqueros, difundir buenas prácticas y facilitar o gestionar la logística según la localidad (recolectar residuos, almacenarlos, etcétera).
- Evaluar todas las etapas de la cadena de suministro pesquera y acuícola e identificar dónde existe margen para replantear el diseño de los sistemas de producción y de los productos (diseño ecológico); qué hacer con los residuos y subproductos derivados de la pesca y acuicultura (producción); cómo utilizar y mantener los equipos y productos (uso); y qué sucede con los materiales derivados de estos productos al final de su vida útil (reciclaje).
- Proveer apoyo técnico inicial para la inclusión de los proyectos que así lo requieran en incubadoras o aceleradoras.
- Generar sinergias y articular acciones con diversos ministerios (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ministerio de Desarrollo Productivo; Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca; Ministerio de Desarrollo Social), cámaras empresarias locales, organizaciones sin fines de lucro (como la Asociación para el Estudio de Residuos Sólidos o Cuidando lo Nuestro), universidades, el resto de los actores públicos y privados del país, y programas y proyectos nacionales y del exterior (detallados en los anexos 2 y 4).

La institución propuesta guarda un cierto paralelismo con otras de la Unión Europea (Grupos de Acción Local en Pesca –GALP–, Centros de Innovación Digital, Centros Comunes de Investigación –Joint Research Centre–, Laboratorios Colaborativos, entre otros) (De Vet *et al.*, 2016), de Chile (centros piloto de transferencia de tecnología para la minería sustentable), de Colombia (Tecnova) o de México (Laboratorios para la Transformación o T-Labs) (Ruizpalacios *et al.*, 2019). Particularmente en América Latina, el establecimiento de nuevas organizaciones *ad hoc*, semiindependientes o autónomas, con un propósito específico, que articulan y dinamizan los sistemas regionales de innovación, han sido una forma clave de intervención para el logro de objetivos relacionados con innovaciones de triple impacto ya que fomentan la confianza y la cooperación entre los sectores público y privado (Mazzucato y Penna, 2020).

9.3. Posibles acciones de política industrial

9.3.1. Secuencia temporal de las intervenciones

A continuación, se mencionan numerosas acciones que podrían llevarse adelante en el marco de las mesas locales propuestas en el apartado anterior, así como su vinculación con programas existentes. A fin de diseñar un programa de tareas en orden creciente de complejidad y recursos, se propone la siguiente secuencia temporal:

1. Creación de una Mesa Local de Economía Circular en Pesca en una ciudad testigo, coordinada por un representante de la Mesa Técnica de Economía Circular nacional o del Gabinete de coordinación del Desarrollo Productivo Verde. Socialización de este documento y validación del diagnóstico y los objetivos. Actualización del documento para incorporar nuevos temas. Establecimiento de objetivos locales específicos. Teniendo en cuenta la complementariedad de programas existentes a nivel provincial (ver sección 9.3.8) la Mesa Local podría ubicarse en la Provincia de Buenos Aires.

2. Puesta en marcha de aquellas acciones que impliquen difundir herramientas existentes y brindar asistencia para el acceso efectivo a las mismas. Propuestas de productos locales a incluir en un registro de productos verdes, que serán susceptibles de beneficiarse de medidas de apoyo específicas (ver punto 9.3.2).
3. Realización de acciones de sensibilización, capacitación y articulación con otros actores. Identificación de necesidades u oportunidades tecnológicas.
4. Creación de Mesas Locales en otras localidades.
5. Creación de un registro de productos verdes, a cargo de la Mesa de Economía Circular o del Gabinete de coordinación del Desarrollo Productivo Verde. Diseño de los beneficios a los que podrían acceder tales productos.
6. Realización de actividades que impliquen mayor organización o presupuesto específico: *hackatones*; rondas de tecnonegocios; estudios particulares. También pueden incluirse las innovaciones con triple impacto detalladas en este documento dentro de *hackatones* o rondas de tecnonegocios sectoriales de carácter más general (ver sección 9.3.8).
7. Diseño de líneas especiales de financiamiento y normativa específica. Creación de un fondo público-privado de acuerdo al principio de Responsabilidad Extendida del Productor (ver sección 9.3.6).

9.3.2. Creación de un registro de productos “verdes”

Teniendo en cuenta la variedad de actividades incluidas en este documento, así como la expectativa de un continuo crecimiento de las mismas, se propone la creación de un registro de productos “verdes”, provenientes de la economía circular o relacionados con el desarrollo de tecnologías para la sustentabilidad, que puedan beneficiarse de algunas medidas de apoyo enunciadas a continuación.⁴¹ Tal listado podría eventualmente incluir otras actividades con triple impacto relacionadas con otros sectores, más allá de la pesca y su cadena de valor. La Mesa Técnica de Trabajo de Economía Circular o el Gabinete de coordinación del Desarrollo Productivo Verde podrían ser los encargados de elaborarlo y de evaluar el ingreso de nuevas solicitudes de productos, con el apoyo técnico de universidades y otras áreas afines de los ministerios intervinientes. Además de acceder a las medidas de apoyo, un registro con estas características debería permitir:

- Para los bienes a escala laboratorio o piloto: búsqueda de socios para alcanzar una escala superior, inversores privados o institucionales, *joint ventures*, capital semilla, vínculo con incubadoras y aceleradoras, etcétera.
- Para los bienes que posean escala industrial:
 - Una búsqueda ágil por parte de empresas compradoras y organismos públicos que deseen sustituir insumos o equipos convencionales por los incluidos aquí, con los consecuentes beneficios impositivos, financieros o comerciales detallados a continuación (por ejemplo, sustituir pinturas convencionales por aquellas no tóxicas producidas en base a desechos).

⁴¹ Como antecedente de este tipo de listados, se puede mencionar a Mealy y Teytelboym (2020) que identifican 293 partidas “verdes”, o la clasificación de bienes y servicios “ambientales” elaborada para la OCDE por Andrew y Thompson (1999).

- Difusión gratuita de las iniciativas, las empresas y los beneficios de los productos “verdes” a través de una página web institucional.
- Conocer la magnitud y el alcance geográfico y sectorial de estas iniciativas para diseñar medidas específicas.

9.3.3. Objetivos y acciones relacionados con aspectos productivos

Objetivo: sensibilizar, concientizar y capacitar a las empresas pesqueras e industriales pesqueras en temas de economía circular, cuidado del ambiente e incorporación de tecnologías para la sustentabilidad.

Acción 1: generar instancias de formación y sensibilización específicas para el sector por parte de las mesas o equipos propuestos en el apartado anterior. En las mismas se puede incluir además la participación de empresas proveedoras de insumos y equipos nacionales a fin de dar a conocer sus bienes y las tecnologías.

Acción 2: realizar encuentros presenciales o virtuales con empresarios del país o de otros países que hayan aplicado exitosamente los principios de la economía circular y las tecnologías para la sustentabilidad a la pesca. Esta acción y la anterior podrían desarrollarse en el marco del Programa PyMEs Verdes del PDPV.

Acción 3: promover la conformación de departamentos de Responsabilidad Social Empresaria dentro de las empresas.

Objetivo: capacitar a las empresas pesqueras e industriales pesqueras para que puedan evaluar todas las etapas de la cadena de suministro e identificar los espacios para aplicar principios de economía circular.

Acción 4: difundir las acciones de asesoramiento existente en el [programa Expertos PyMEs](#)⁴² y organizar capacitaciones conjuntas asistidas por un Experto PyME.

Acción 5: vincular a las empresas con las carreras de diseño industrial para incorporar principios de ecodiseño a bienes, plantas y maquinarias, mediante pasantías, realización de trabajos finales y otras modalidades (esta acción puede extenderse también a otros sectores).

Acción 6: brindar asistencia técnica específica, por parte del INTI, INIDEP, universidades u otras entidades, para que estas empresas puedan evaluar cada una de las etapas de la cadena de suministro e identificar espacios de mejora en base a los principios de la economía circular. Las MiPyMEs también pueden utilizar el [Programa de Apoyo a la Competitividad](#) (PAC), que permite financiar la asistencia técnica con aportes no reembolsables.⁴³ Para las empresas radicadas en la Provincia de Buenos Aires

⁴² Las áreas de mejora de este programa son: eficiencia energética; tecnologías de gestión; transformación productiva; comercialización y marketing; administración contable, financiera y proyectos de inversión; certificación de calidad y digitalización de procesos.

⁴³ Las líneas de asistencia técnica de este programa son: Adecuación Ambiental y Ecoinnovación, Tecnologías de Gestión Kaizen 4.0, Transformación digital, Calidad en alimentos, Diseño e Innovación, Sistemas de gestión en eficiencia energética y Emprendedores Reactivación Productiva.

estas acciones pueden coordinarse o llevarse adelante mediante el Programa [Clínica Tecnológica](#), instrumentado por el Ministerio de Producción, Ciencia e Innovación Tecnológica, de manera conjunta con cada Municipio, una universidad y una entidad empresaria (ver punto 9.3.8).

En etapas posteriores, podrían evaluarse iniciativas que estimulen la conformación de parques, espacios o redes de empresas sobre la base de la simbiosis industrial, tal como sucede en otros países. Cabe destacar que el interés de las empresas pesqueras por acceder a certificaciones como la MSC pueden ser un incentivo importante para comenzar a pensar acciones en torno a la economía circular.

9.3.4. Objetivos y acciones relacionados con aspectos comerciales (mercado interno)

Objetivo: promover la demanda (privada y pública) de productos verdes o tecnologías para la sustentabilidad de producción nacional, o el reemplazo de insumos o equipos convencionales por alternativas más ecológicas.

Acción 7: otorgar beneficios comerciales o financieros para la adquisición de los productos incluidos en el registro de actividades o productos verdes, tales como la compra en cuotas con beneficios similares al Ahora 12, menor alícuota de IVA, etc.

Acción 8: promoción especial de los productos incluidos en el registro para que sean adquiridos por el sector público en sus distintos niveles. A modo de ejemplo se puede mencionar la compra de quitosano por parte de gobiernos municipales para el tratamiento de aguas y efluentes, de bioestimulantes por parte de programas del INTA como Pro Huerta, y productos conformados de pescado por parte de comedores, hogares o residencias de adultos mayores.

Objetivo: propiciar la adopción de tecnologías para la sustentabilidad, *software* y servicios informáticos por parte de las empresas del sector pesquero. Visualizar al sector pesquero como un demandante potencial de tecnología.

Acción 9: difundir las acciones de asesoramiento existentes en el programa PyMEs Verdes y en el [programa Expertos PyME](#) y organizar capacitaciones conjuntas asistidas por un Experto PyME.

Acción 10: brindar incentivos para la incorporación de *software* a las empresas del sector mediante, por ejemplo, el sistema de aportes no reembolsables (ANR).

Acción 11: identificar, mediante diferentes actividades realizadas en el marco de los equipos propuestos en el apartado anterior, las razones de la resistencia al cambio tecnológico y a la adopción de tecnología por parte de las empresas pesqueras. Conocer la forma en que la adopción de tecnología tiene lugar en tales empresas a fin de diseñar acciones que direccionen ese cambio hacia tecnologías más sustentables.

Acción 12: realizar rondas de tecnonegocios y/o *hackatones* específicos para el sector pesquero, a fin de dar a conocer los beneficios de la incorporación de *software* y de tecnologías para la sustentabilidad, las soluciones existentes brindadas por empresas locales y vincular la oferta de soluciones, bienes o servicios con la demanda actual o potencial de las empresas del sector.

9.3.5. Objetivos y acciones relacionados con aspectos comerciales (mercado externo)

Objetivo: aumentar las exportaciones de productos verdes y tecnologías para la sustentabilidad y promover el ingreso de nuevas empresas al mercado internacional.

Acción 13: difundir a empresas exportadoras los [Créditos para la Internacionalización en dólares del Banco de Inversión y Comercio Exterior](#) (BICE), con tasas preferenciales. Una proporción fija de estos créditos se otorga a MiPyMEs vitivinícolas y a empresas lideradas por mujeres. Dependiendo de la magnitud de los proyectos presentados en el listado de productos “verdes” podría evaluarse la posibilidad de otorgar una proporción fija de estos créditos (por ejemplo, un 5%) a este tipo de productos.

Acción 14: reembolsar a las MiPyMEs, mediante el sistema de aportes no reembolsables (ANR), una parte de los gastos de promoción en el exterior de los productos incluidos en el registro. Las empresas deberán presentar un plan de promoción comercial que indique las acciones a realizar por mercado objetivo y un esquema de erogaciones. Se pondrá a disposición de las empresas que lo soliciten el asesoramiento de la Red Federal de Agencias y Organismos de Inversión y Comercio Internacional (perteneciente a la Agencia Argentina de Inversiones y Comercio Internacional) para afinar detalles con relación al plan de promoción comercial, así como para articular con posibles inversores nacionales o extranjeros, públicos o privados.

Acción 15: eximir del impuesto PAIS a los gastos de promoción en el exterior para los productos incluidos en el registro (solo para MiPyMEs)

9.3.6. Objetivos y acciones relacionados con el financiamiento y la vinculación

Objetivo: promover mayor cantidad de iniciativas relacionadas con la economía azul o con la economía circular (a escala laboratorio y piloto).

Acción 16: financiar iniciativas a escala de laboratorio por parte de organismos del sistema científico tecnológico a través de convocatorias especiales ([PICT](#), [PICTO](#), etc.) o [FONTAR](#) (destinadas a mitigar parte de los costos del desarrollo a las empresas privadas).

Acción 17: dar continuidad y fortalecer convocatorias como la de [Proyectos Interinstitucionales en temas estratégicos del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación](#), teniendo en cuenta la mayor interdisciplina requerida en este tipo de iniciativas y el mayor costo de los estudios de bioprospección marinos.

Acción 18: diseñar líneas especiales para financiar el paso de escala laboratorio a escala piloto, por ejemplo, en el marco del Programa para el Desarrollo de la Economía Circular del PDPV. Los detalles de la convocatoria deberían ser discutidos con investigadores, empresarios y responsables de los organismos de ciencia, tecnología e innovación productiva a fin de abordar conjuntamente las principales problemáticas que suele tener esta etapa. El trabajo en torno a las mesas locales puede ser un punto de partida para esta discusión.

Acción 19: diseñar un programa para el financiamiento público-privado de iniciativas de economía circular relacionadas con la pesca, en sus diferentes escalas, teniendo en cuenta el principio de Responsabilidad Extendida del Productor. De acuerdo con este principio, por un lado, las empresas productoras deben asumir la responsabilidad por todo el ciclo de vida del producto que ofrecen, lo que

incluiría la gestión de los residuos generados; y, por otro, podría exigirse a los productores contribuir en la creación de un fondo con asignación específica a partir del cual se puedan llevar adelante la conformación de Mesas de Economía Circular en Pesca, el financiamiento conjunto de proyectos y obras específicas o algunas de las restantes propuestas descriptas en este documento.

Objetivo: ampliar la producción a escala industrial de bienes y servicios “verdes”.

Acción 20: difundir y promover el acceso al [Programa Escalar Emprendedores/as](#) que financia emprendimientos que busquen escalar su proceso productivo mediante préstamos o Asistencias Financieras de Liquidación Condicionada de hasta \$15.000.000.⁴⁴ Las iniciativas detalladas en este documento pueden calificar para este programa, ya que el mismo se dirige a emprendimientos que incorporen valor agregado en cadenas productivas, cuenten con contenido tecnológico, presenten potencial exportador y contengan capacidad de sustituir importaciones y/o generen nuevos puestos de trabajo de calidad.

Acción 21: difundir y promover el acceso a las líneas de crédito Desarrollo Federal en sus modalidades [inversión productiva](#) y [capital de trabajo](#).⁴⁵ Tal como sucede con los préstamos del BICE, una proporción fija de estos créditos se otorga a empresas lideradas por mujeres. Dependiendo de la magnitud de los proyectos presentados en el listado de productos “verdes” podría evaluarse la posibilidad de otorgar una proporción fija de estos créditos (por ejemplo, un 10%) a este tipo de productos.

Acción 22: difundir y promover el acceso a [las líneas de crédito del Banco Nación para proyectos estratégicos de inversión](#)⁴⁶ y de los Programas para el Desarrollo de la Economía Circular y Soluciona Verde del PDPV. En ocasiones, puede ser pertinente ampliar el foco de algunos programas, a fin de no limitar su alcance.⁴⁷

Acción 23: brindar incentivos impositivos a las empresas dedicadas a *upcycling* para la compra de residuos (podrían financiarse con el fondo descrito en el objetivo anterior).

Acción 24: facilidades para la creación de *joint ventures* entre empresas pesqueras para el reciclaje o *upcycling* de los residuos que generan. El otorgamiento de incentivos impositivos podría ser creciente a medida que se agregue mayor valor a los residuos.

⁴⁴ Este programa financia la adopción o el desarrollo de tecnologías para escalar la producción, adquisición de activos físicos y mejoras de procesos para escalar la producción. Los créditos poseen una tasa fija del 0% y cuentan con seis meses de gracia y un plazo de pago de cinco años.

⁴⁵ La primera permite acceder a créditos de hasta \$20 millones con una tasa fija de interés del 30% (los primeros dos años está bonificada por el FONDEP y es del 22%), mientras que en la segunda los créditos son de hasta \$2 millones y la tasa de interés bonificada por el FONDEP es del 9,9%. Ambas líneas están disponibles solo para determinadas provincias y poseen seis meses de gracia y garantía del FOGAR.

⁴⁶ Se refiere a proyectos que tengan un impacto en exportaciones/sustitución de importaciones, incorporación de empleo, incorporación de tecnología, I+D, desarrollo de proveedores locales, perspectiva de género, impacto local y/o regional, cuidado del medioambiente/incorporación o impulso a energías renovables. Las mismas apuntan a empresas medianas y grandes y permiten financiar proyectos entre \$70 millones y \$250 millones en un plazo de hasta siete años, con un año de gracia. La tasa fija de interés anual está financiada por el FONDEP y es del 22% durante los primeros 60 meses y luego del 24% para empresas medianas y 30% para grandes.

⁴⁷ Por ejemplo, el Programa para el Desarrollo de la Economía Circular brinda apoyo técnico y financiero para aumentar la capacidad productiva de cooperativas y PyMEs en la valorización de residuos, pero con foco en plásticos, papel y cartón, aparatos eléctricos y electrónicos y aceite vegetal usado. El Programa Soluciona Verde, por su parte, brindará apoyo a empresas que provean soluciones tecnológicas de alto impacto en mejora ambiental, pero apunta a empresas de la economía del conocimiento.

Acción 25: establecer líneas de crédito para la inversión productiva en pesos, con tasas subsidiadas, a proyectos que tengan como objetivo desarrollar la producción a escala industrial de productos incluidos en el registro, o ampliar líneas de producción existentes. En ocasiones podrían utilizarse las acciones previstas en el Programa para el Desarrollo de la Economía Circular del PDPV.

Acción 26: créditos preferenciales para nuevas empresas privadas, capital semilla, empresas B, entre otros (fomento de nuevos emprendimientos).

Acción 27: financiamiento especial para la creación de *start-ups*, empresas público-privadas o cooperativas de base tecnológica en el marco de polos tecnológicos o universidades, vinculando especialmente a los investigadores con capitales locales.

Objetivo: promover el cambio de la flota pesquera hacia tecnologías más sustentables (combustibles menos contaminantes, buques de doble cubierta, etcétera).

En el trabajo de campo se pone de manifiesto la necesidad de contar con lineamientos de política industrial para el sector naval y de equipamiento naval a largo plazo, que tengan como eje la innovación o la industria naval 4.0. Para cumplimentar este objetivo es conveniente que las partes involucradas (Secretaría de Industria, Cámaras Empresarias, Universidades, etc.) desarrollen conjuntamente un Plan Estratégico de I+D+i para astilleros y talleres navales, similar a los que se están realizando en otros países. En ese sentido se considera esencial, por un lado, el desarrollo planificado de las capacidades del sector y, por otro, el establecimiento de mesas de diálogo amplias donde se discutan de manera interdisciplinaria e intersectorial las problemáticas de esta industria, lo que excede los objetivos de este documento. Es preciso además coordinar acciones con los recientes Planes de Desarrollo Productivo Argentina 4.0 y Desarrollo Productivo Verde del Ministerio de Desarrollo Productivo.

En particular, los cambios en los mecanismos de propulsión de los buques son decisiones complejas que involucran grandes volúmenes de fondos y están sujetos a numerosas fallas de coordinación. Por tal motivo, se considera necesario que estas cuestiones se aborden de manera integral en programas específicos para la industria naval. No obstante, del conjunto de medidas propuestas en este documento pueden ser especialmente útiles las acciones 11 y 12. Adicionalmente, se considera necesario:

Acción 28: proporcionar apoyo financiero público a astilleros para solventar parte del desarrollo involucrado en las propulsiones alternativas. Incluir a las tecnologías de motores híbridos en los programas de financiamiento dirigidos a la industria naval en el marco de la Secretaría de Industria.

Acción 29: proporcionar apoyo financiero público a empresas pioneras (armadores) que incentive la adopción de nuevas tecnologías navales y genere un efecto demostración en otros armadores.

Acción 30: difundir y promover el acceso efectivo de los proveedores de la industria naval al [Programa Nacional de Desarrollo de Proveedores](#), que permite acceder a asistencia técnica por parte del INTI y otras instituciones, subsidios de tasa para créditos otorgados por el Banco de Inversión y Comercio Exterior (BICE) o por el Banco de la Nación Argentina (BNA), y aportes no reembolsables.

9.3.7. Aspectos normativos

Argentina recién viene dando sus primeros pasos en el paradigma de la economía circular, a diferencia de lo que sucede en otras naciones en donde dicho paradigma cuenta ya con años de rodaje. El país aún no tiene una regulación integral que oriente la producción y el consumo sostenible bajo el paradigma de la gestión integral de residuos y no cuenta con normas basadas en el principio de responsabilidad extendida del productor, a pesar de haber sido pionero en comenzar el debate parlamentario sobre este tema en 2006 (Testa y Bilbao, 2021). El Programa de Desarrollo Productivo Verde y los programas de promoción de producción industrial más “limpia”, si bien constituyen un avance, son de carácter voluntario, y los numerosos planes, programas y proyectos en materia de desarrollo sostenible (ver anexo 2) “no han obedecido necesariamente al cumplimiento de objetivos de una planificación ambiental a nivel nacional ni a una política general en la materia” (Testa y Bilbao, 2021, pág. 121). Por tal motivo, resulta imprescindible desarrollar un entramado normativo general y sectorial que incluya a la sostenibilidad como una dimensión clave en la planificación productiva del país y desarrollar una política integral de largo plazo que agregue valor y promueva el desarrollo tecnológico a través de los sectores verdes.

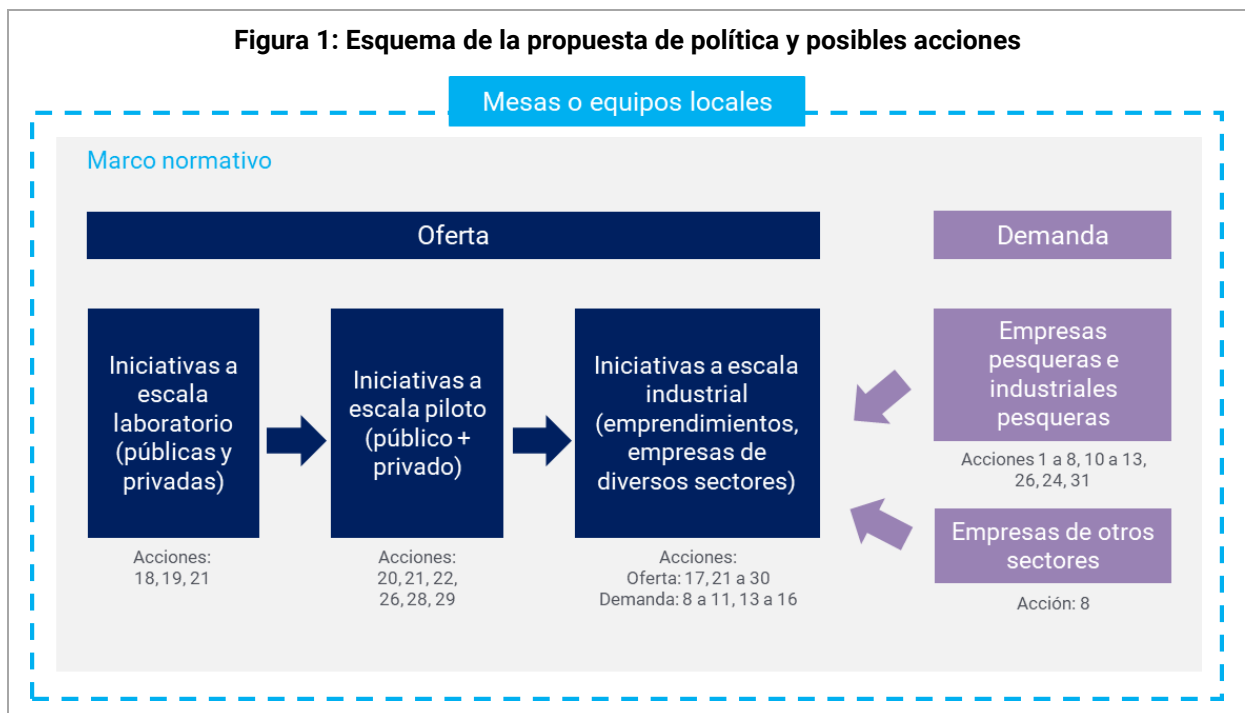
Sin embargo, no debe sobreestimarse el impacto que en términos prácticos pueda tener la aprobación de normativa específica. Con relación a este punto, cabe destacar la opinión de Piero Ghezzi (2019), creador de las Mesas Ejecutivas de Perú, respecto a que “es importante evitar soluciones excesivamente legalistas, basadas en la idea de que cambiando las normas cambiará la realidad” (pág. 17). En el sector pesquero, y en muchos otros, existe una distancia importante entre la implementación de normativas y su cumplimiento, y también entre este último y el logro de los objetivos deseados. Por tal motivo, los cambios en la normativa deben realizarse en un marco de participación de los actores involucrados, y acompañados por tareas de sensibilización, acciones destinadas a disminuir la resistencia al cambio tecnológico de todos los agentes involucrados y difusión de los beneficios económicos que podrían ocasionar.

En este contexto, las principales normativas que podrían promover el desarrollo de actividades de innovación con triple impacto relacionadas con la pesca y su cadena de valor se relacionan con:

- Disposición de los residuos pesqueros. El trabajo de campo indica que en muchos casos las autoridades de aplicación de estas normas (ministerios de ambiente, organismos de desarrollo sustentable u oficinas locales de control de tratamiento de residuos) no exigen los procedimientos necesarios para un adecuado tratamiento de los residuos y no controlan su efectivo cumplimiento. Resulta necesario además homogeneizar los criterios y las normativas entre provincias, ya que las empresas suelen transportar los residuos hacia las regiones menos exigentes con relación a su tratamiento.
- La inclusión del principio de Responsabilidad Extendida del Productor en la legislación que regule la gestión y disposición de residuos pesqueros. Este principio es uno de los más utilizados a nivel internacional para promover mejoras ambientales en los ciclos de vida completos de los productos (ha sido adoptado por Chile, Brasil, Colombia, Estados Unidos, Canadá, Sudáfrica, España, Portugal, Italia, Francia, Reino Unido, Alemania, Bélgica, Suiza, China, Australia, India, Corea del Sur y Japón). Su operatividad tiene lugar mediante la conformación de Sistemas de Gestión individuales o colectivos por parte del productor (HCDN, 2019).
- Incentivos impositivos al reciclado y a la gestión integral de residuos, como reducción del IVA o exención del pago de ciertos impuestos.

- Limitación a las importaciones de buques, especialmente de gran antigüedad y con cubierta a la intemperie, junto con incentivos para la adopción de las innovaciones con triple impacto mencionadas en la legislación de promoción del sector naval.
- Aumentar las exigencias de Argentina con relación a las normas de emisión de gases contaminantes y al tipo de motor permitido, adecuándolas a los estándares internacionales.
- Promover la utilización de ecosondas y otras tecnologías para la sustentabilidad.

A modo de síntesis, en la figura 1 se muestra un esquema de las acciones propuestas, según apunten a: a) desarrollar iniciativas a escala de laboratorio, ya sean públicas o privadas; b) desarrollar iniciativas a escala piloto, que implican por lo general una importante interacción y comunicación entre agentes públicos y privados; c) iniciativas a escala industrial en diferentes sectores (químico, biotecnológico, alimentario, software y servicios informáticos, textiles, astilleros y talleres navales, equipamiento naval, etcétera); d) empresas pesqueras extractivas o industriales, o de otros sectores, que puedan impulsar las innovaciones por el lado de la demanda, promoviendo al mismo tiempo la sustentabilidad de la pesca y su industria. Las mesas o los equipos interdisciplinarios locales cumplen un rol fundamental en articular todas estas acciones.



9.3.8. Vinculación con programas provinciales

A pesar del carácter nacional de la propuesta, algunas acciones pueden vincularse con programas provinciales existentes. Tal es el caso de la Mesa Técnica de los sectores Naval-Navalpartista, pesquero y el consorcio Puerto Mar del Plata, cuyas actividades comenzaron en febrero de 2021. Esta mesa es impulsada por el Ministerio de Producción, Ciencia e Innovación Tecnológica y el Ministerio de Trabajo de la Provincia de Buenos Aires, y entre otras actividades, se presentó la oferta de servicios de SSI locales

y se recopilieron necesidades tecnológicas y de digitalización de las empresas intervinientes. En este marco, puede pensarse en destinar periódicamente un espacio de reunión para abordar temas de economía circular y tecnologías para la sustentabilidad liderado y coordinado por el Gabinete de coordinación del Desarrollo Productivo Verde (MDP), la Mesa Técnica de Trabajo de Economía Circular (MAyDS) y/o la Comisión Técnica Asesora de Ambiente, Ecología y Economía Circular (MDP).

También pueden llevarse adelante acciones en conjunto con el Programa [Clínica Tecnológica](#), del Ministerio de Producción, Ciencia e Innovación Tecnológica de la Provincia de Buenos Aires. La asistencia brindada por este programa comienza con la visita a la empresa de un Clínico Tecnológico (ingenieros u otros profesionales) quien identifica demandas, espacios de mejoras y establece un diagnóstico con sugerencias y líneas de acción a seguir. Las acciones relacionadas con economía circular o tecnologías para la sustentabilidad podrían ser incluidas como un área específica de asistencia para los clínicos, tal como sucede con temas como eficiencia energética, TIC o nanotecnología.

Luego del diagnóstico, el profesional facilita el contacto con instituciones científico-tecnológicas que pueden satisfacer las demandas tecnológicas y brindar asistencia técnica, empresas proveedoras de soluciones digitales y entidades públicas que ofrecen financiamiento. También puede realizar formulaciones a proyectos existentes como el PAC. En el marco de este programa también se realizan Rondas de Innovación y Tecnología y cursos de capacitación, en las cuales se pueden incluir las temáticas abordadas en este documento.

9.3.9. Método de evaluación de resultados

Se prevé la realización de una evaluación cualitativa con periodicidad anual, consistente en encuestas de opinión a los actores participantes de cada mesa local en las que se evalúen las acciones realizadas y se releven oportunidades de mejora o sugerencias a fin de realizar los ajustes necesarios a los objetivos y las acciones inicialmente planteadas. Los indicadores cuantitativos de evaluación y seguimiento de la política pueden consistir, entre otros, en cuantificar el número de: iniciativas impulsadas; reuniones, seminarios o capacitaciones realizadas; participantes en las mismas; rondas de negocios o *hackatons*; proyectos presentados a programas nacionales o provinciales existentes; cantidad de productos incluidos en el registro de actividades verdes; variación de las ventas de dichos productos en las empresas de cada provincia; nuevas empresas y nuevos empleos creados; nuevas empresas exportadoras.

10. Reflexiones finales

Tal como sostiene el Plan de Desarrollo Productivo Verde, la sostenibilidad ambiental, económica y social debe ser incluida como una dimensión clave en las políticas productivas del país. A lo largo de este documento se describen una serie de actividades relacionadas con un sector productivo tradicional (la pesca extractiva y su cadena de valor) que permiten promover la sustentabilidad de los ambientes marinos, y al mismo tiempo dinamizar economías regionales, mejorar la inserción de los productos argentinos en el exterior, ingresar a nichos de mercado de alto valor agregado y promover el desarrollo tecnológico y la innovación. En otras palabras, la evidencia presentada permite visualizar a la economía circular y a las tecnologías para la sustentabilidad como oportunidades de desarrollo tecnológico e industrial, agregado de valor e inserción internacional virtuosa a partir de un sector tradicional intensivo en recursos naturales.

Existen numerosas oportunidades y capacidades en el país que permiten pensar que es posible desarrollar una política industrial a través de los sectores “verdes”. Sin embargo, en muchos casos las condiciones siguen siendo más propicias para el desarrollo de actividades bajo el paradigma de economía lineal y en sectores “marrones”. En particular, las principales limitaciones identificadas para el desarrollo de las actividades con triple impacto vinculadas con la pesca se relacionan con: la existencia de un contexto sectorial complejo que no ubica la problemática ambiental como prioridad del sector, los escasos incentivos y predisposición para adoptar innovaciones por parte de empresarios y trabajadores, la necesidad de interdisciplina y vínculos público-privados para desarrollar estas actividades y pasar de la escala de laboratorio a la piloto, y de allí a la industrial, y las dificultades para comercializar bienes y servicios innovadores provenientes de la economía circular.

Sobre la base de las potencialidades y las limitaciones, se desarrolla una posible propuesta de intervención que pretende articular la agenda ambiental con la del desarrollo regional. La misma apunta principalmente a la creación de mesas (posteriormente equipos interdisciplinarios) locales que promuevan vínculos entre los diferentes actores del sistema de innovación, optimicen esas relaciones, articulen acciones y promuevan un cambio tecnológico con triple impacto por parte de empresas y trabajadores, apuntando no solo a los factores técnicos, sino también a los motivos sociales y culturales que obstaculizan la adopción de nuevas tecnologías. El próximo paso consiste en validar el diagnóstico, los objetivos y las acciones aquí sugeridas con diferentes actores del sector privado y con otras áreas del Estado, para complementar y ampliar la propuesta en caso de ser necesario. A continuación, se deberían priorizar y definir herramientas, acciones e instrumentos de política a partir del presupuesto existente y contando con la participación de los diferentes actores.

Por último, cabe reforzar la importancia de abordar esta problemática de forma integral, haciendo foco en las tradiciones y prácticas culturales del sector pesquero, incluyendo y combinando diferentes tipos de medidas. Resulta esencial además incorporar la visión de los actores locales en los procesos de decisión. Este documento puede utilizarse entonces como base y fundamento para elaborar una agenda estratégica junto con los actores locales, públicos y privados, y definir con mayor grado de detalle las acciones necesarias para llevarla adelante.

Anexo 1. Entrevistas realizadas

1. Cristian Imazu, cofundador de Nizona Corporation. Oficina de Japón.
2. Gastón Paradiso, socio gerente de Datcom software, proveedores de soluciones tecnológicas industriales 4.0
3. Dra. Claudia Casalongué. Investigadora principal de CONICET. Investigadora del IIB (Instituto de Investigaciones Biológicas, Facultad de Ciencias Exactas, UNMDP). Especialista en botánica agronómica.
4. Dra. Águeda Massa. Investigadora Independiente de CONICET. Jefa del Programa Tecnología, Valorización e Innovación de Productos Pesqueros del INIDEP.
5. Dra. Analía Fernández Giménez, investigadora independiente de CONICET y FCE-UNMDP (Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras). Directora del grupo FOA.
6. Dr. Marco Favero - Investigador Principal CONICET. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras. Especialista en conservación de megafauna marina.
7. Ing. Guillermo Carrizo y Lic. Mónica Campanario. Director del Centro INTI Mar del Plata. Directora Técnica Regional Buenos Aires.
8. Lic. Mariano González. Administrador de la Cámara de Frigoríficos Exportadores de la Pesca (CAFREXPORT) y de la Unión de Intereses Pesqueros Argentinos (UDIPA). Ex Director de Pesca de la Provincia de Buenos Aires y participante del Consejo Federal Pesquero. Ex secretario de producción del Municipio de General Pueyrredón. Consultor independiente de empresas pesqueras.
9. Mg. Lucía Mauro. Investigadora Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, UNMDP
10. Dr. Fernando Graña. Secretario de Vinculación Tecnológica. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, UNMDP
11. Domingo Contessi. Presidente del directorio del Astillero Naval Federico Contessi y Cía. SA, perteneciente al Grupo Veraz (Pesquera Veraz S.A., Marechiare, Explotación Pesquera de la Patagonia S.A. y Bonasur S.A.). Presidente de la Federación de la Industria Naval Argentina (FINA). Secretario de la Cámara de la Industria Naval de Mar del Plata (CIN MdP)
12. Lic. Miguel Sánchez. Director en el Consorcio Regional Portuario de Mar del Plata en representación del sector industrial y naval. Secretario General de la Asociación Bonaerense de la Industria Naval. Miembro de la Región Oceánica Bonaerense - Grupo Regional Empresario.
13. CPN Florencia Garrido. Taller de reparación de embarcaciones Carmelo Garrido e Hijos S.R.L. Gerente de la Cámara de la Industria Naval de Mar del Plata. Protesorera de la Federación de la Industria Naval Argentina (FINA).
14. CPN Carlos Saumel. Socio gerente Electrónica Naval S.A.
15. Prof. Dr. Alberto Chevalier. Director de I+D+i de GIHON Laboratorios Químicos SRL. Director de la Incubadora de Empresas de la UNMDP. Presidente del Parque Industrial Gral. Savio de Mar del Plata. Profesor FCEyN - UNMDP.

Anexo 2. Marco normativo, políticas, programas y proyectos

Recientemente, en el marco de la iniciativa del Sistema de las Naciones Unidas “Alianza para la Acción por una Economía Verde” (PAGE, por sus siglas en inglés), la Organización Internacional del Trabajo publicó un inventario de políticas relacionadas con la economía verde en Argentina que releva y clasifica las políticas, los programas y los proyectos vigentes en el marco de la economía verde (Testa y Bilbao, 2021). De ese exhaustivo relevamiento se extraen, a continuación, las principales leyes y reglamentaciones relacionadas con la innovación con triple impacto en la pesca.

Marco normativo

Ley 27.506 de Promoción de la Economía del Conocimiento y Ley 27.570 de modificación del Régimen de Promoción de Economía del Conocimiento. Tiene como objeto promocionar actividades económicas que apliquen el uso del conocimiento y la digitalización de la información, apoyado en los avances de la ciencia y de las tecnologías, a la obtención de bienes, prestación de servicios y/o mejora de procesos. Entre las actividades promovidas se destacan las de software y servicios informáticos y digitales, producción y posproducción audiovisual, biotecnología, neurotecnología e ingeniería genética; servicios geológicos, de prospección y relacionados con la electrónica y comunicaciones; servicios profesionales, en tanto sean de exportación; nanotecnología y nanociencia, industria aeroespacial y satelital, ingeniería para la industria nuclear, inteligencia artificial, robótica e internet industrial, internet de las cosas, realidad aumentada y virtual. La ley brinda un tratamiento fiscal diferenciado para estas actividades y prevé la creación de un Registro Nacional de Beneficiarios. La autoridad de aplicación es el Ministerio de Desarrollo Productivo.

Ley 26.270 de Promoción del Desarrollo y Producción de la Biotecnología Moderna. Define como “Biotecnología Moderna” a la bioquímica, la microbiología, la bioinformática, la biología molecular y la ingeniería genética. Establece la amortización acelerada en el impuesto a las ganancias y la devolución anticipada del IVA por la adquisición de bienes de capital.

Ley 25.675 General del Ambiente. Establece los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable. Regula principios del derecho ambiental, define presupuesto mínimo, establece instrumentos de política y gestión ambiental, desarrolla una serie de objetivos de la política ambiental nacional, define daño ambiental y establece un sistema de responsabilidad objetiva para quien lo causare.

Ley 26.967. Crea el sello “Alimentos Argentinos, una Elección Natural”, que norma la adecuación de los alimentos argentinos a requisitos de calidad de los mercados.

Ley 25.127. Regula y promueve la actividad agropecuaria ecológica, biológica u orgánica en todo el país. La Autoridad de aplicación es el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.

Ley 27.118 (sancionada en 2014 pero aún no reglamentada). Declara de interés público la agricultura familiar.

Ley 27.454 Plan Nacional de Reducción de Pérdidas y Desperdicio de Alimentos (PDA). Propone una serie de acciones para reducir el desperdicio de alimentos y crea el Registro de Instituciones de Bien Público Receptoras de Alimentos, en el cual deben inscribirse las instituciones públicas o privadas responsables de la recepción de los alimentos y de su entrega gratuita a los consumidores finales.

Ley 25.612 de Presupuestos Mínimos sobre la Gestión Integral de Residuos de Origen Industrial y de Actividades de Servicio. Establece que estos residuos sean generados en todo el territorio nacional y derivados de procesos industriales o de actividades de servicios. No se encuentra operativa.

Resolución Conjunta 1/2019. Establece el marco normativo para la producción, registro y aplicación de compost, y material fertilizante a partir de residuos orgánicos de origen domiciliario o industrial. Promovida por el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) y la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.

Políticas, programas y proyectos

Plan de Desarrollo Productivo Verde (MDP). Reconoce la importancia de la triple sustentabilidad (macroeconómica, social y ambiental) y brinda un conjunto de instrumentos y acciones a corto plazo enmarcadas en cuatro ejes: a) industria nacional para la economía verde; b) transición hacia una economía circular; c) producción sostenible para más competitividad y d) industrialización sostenible de los recursos naturales.

Programa de Fomento de la Bioeconomía (Secretaría de Alimentos y Bioeconomía, MAGyP). El objetivo es fomentar el desarrollo de la bioeconomía como estrategia para agregar valor, aumentar la eficiencia en el uso de los recursos y propiciar el desarrollo territorial sustentable. Creado en 2017 (MAGyP, s.f.).

Programa Bioeconomía Argentina (MINCyT en articulación con MDP y MAGyP). Consiste en un programa de capacitación virtual que busca además promover el establecimiento de redes e intercambio entre Gobierno, sectores académicos, científico-tecnológicos y el sector privado y sensibilizar a posibles inversionistas extranjeros. Se prevé además ofrecer una herramienta de Identificador de Perfiles Profesionales (MINCyT, s.f.).

Iniciativa “Pampa Azul”. Iniciativa interministerial que busca promover la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación para preservar y gestionar adecuadamente los bienes marinos. Los objetivos para 2020-2023 son: fortalecer las capacidades del sistema científico-tecnológico para contribuir a las políticas públicas relacionadas con el mar; fortalecer las capacidades interinstitucionales de investigación, desarrollo e innovación con perspectiva federal; avanzar en la agenda de temas estratégicos de esta gestión que contribuyan a la soberanía y seguridad nacional y al desarrollo social, económico y ambientalmente sostenible con foco en innovación tecnológica, inclusión social, protección de los bienes naturales marinos, integración de los entornos marino y costero y perspectiva de género (Pampa Azul, s.f.).

Programa Bioproducto Argentino (MAGyP). Sus objetivos generales son: aumentar el uso y el agregado de valor de los recursos agrícolas renovables, incluyendo los subproductos y residuos agroindustriales; fomentar la coordinación de acciones conjuntas con otros ministerios y organismos para incrementar la producción y el uso de los bioproductos; y promover y acompañar el desarrollo de nuevos proyectos vinculados a los bioproductos. Entre sus lineamientos específicos se encuentran: promover que la agroindustria nacional desarrolle bioinsumos, biomateriales y otros bioproductos; aumentar el empleo de los recursos agrícolas renovables; realizar una caracterización y relevamiento de la industria de los productos de base biológica en el país a fin de obtener un estado de situación y de actores involucrados de acceso público; promover la generación de normas y certificaciones de bioproductos a nivel nacional y facilitar la disposición de recursos financieros para su certificación; crear un sello para destacarlos e impulsar la diferenciación de los bioproductos que voluntariamente incorporen este sello; promover la

medición del impacto económico de los productos de base biológica en el país; proponer que se priorice a los bioproductos argentinos registrados para formar parte del Sistema de Proveedores del Estado, y que se establezcan líneas de financiamiento específicas para la investigación, desarrollo, producción y uso de los bioproductos. Creado en 2017, modificado en 2021 (Resolución 2021-18-APN-MAGyP).

Plan de acción para el sector de los bioinsumos de uso agropecuario (MAGyP y MDP). Sus objetivos son: ampliar la diversidad de bioinsumos de uso agropecuario; adecuar el sistema de gestión y registro de los bioinsumos de uso agropecuario; incrementar los procesos de investigación, innovación y desarrollo de bioinsumos; y facilitar el acceso de los productores agropecuarios a la información, capacitación y asistencia técnica en el manejo y uso de bioinsumos (Resolución-2019-105-APN-SAYBIMPYT).

Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva “Argentina Innovadora” 2020/2030 (MINCyT). Prioriza la biotecnología y la bioeconomía. A través de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica se busca implementar diversos programas de apoyo al sector productivo y promover una mejor articulación entre el sector público y privado.

Biotecnología INTI. Impulsa el desarrollo de industrias del sector biotecnológico a través de la incorporación de nuevas tecnologías y la mejora en la calidad de sus productos. Asiste a los sectores industriales que utilicen la biotecnología para desarrollar procesos, productos o nuevos materiales, brinda soporte y asistencia técnica en aspectos promocionales, regulatorios y de articulación (INTI, s.f.).

Programa Nacional de Promoción de Certificados Oficiales de Calidad en Alimentos Argentinos “Sumar Valor”. Busca incentivar a las micro, pequeñas y medianas empresas productoras o elaboradoras de alimentos y bebidas a través de certificados de calidad tales como “Productos Orgánicos”, “Indicaciones Geográficas y Denominaciones de Origen” y “Alimentos Argentinos, una Elección Natural”. El programa brinda una asistencia económica que puede utilizarse en gastos de implementación de las certificaciones, asistencia técnica y pequeñas mejoras en la infraestructura (Resolución 458-E/2016).

Programa de Reconversión Industrial (PRI) (MAyDS). Se trata de un programa voluntario dirigido a establecimientos industriales y de servicios, que busca mejorar su desempeño y su gestión, instrumentando cambios en los procesos y operaciones para disminuir los impactos ambientales y sociales generados, optimizar el uso de recursos y aplicar medidas para mitigar y remediar pasivos ambientales. Brinda capacitación y asistencia técnica para reconvertir industrias tales como: ingenios azucarero-alcoholeros, cítrícolas, frigoríficos, pasteras y papeleras, plantas de tratamiento de líquidos cloacales, generadoras de energía, elaboradoras de productos de madera y alimentarias, industrias lácteas, metalúrgicas, avícolas (MAyDS, s.f.).

Programa Nacional de Emprendedores para el Desarrollo Sustentable (PROESUS) (MayDS). Busca, identifica, promueve y fortalece los emprendimientos que usan o desarrollan nuevas tecnologías para fomentar el desarrollo sustentable. Hasta el momento se han desarrollado tres ediciones del programa, y en cada una de ellas se seleccionaron 15 proyectos de todo el país.

Programa de consolidación de emprendedores y proyectos sostenibles “Reactivación Sostenible”. Es uno de los programas que forman parte del Plan Integral “Casa Común” creado en 2020. Su objetivo es detectar, promover y fortalecer emprendimientos de alto impacto que fomenten el desarrollo sostenible utilizando nuevas tecnologías que incorporen el componente ambiental (Resolución MayDS 200/2020, Anexo 1).

Programa de consumo y producción sostenible “Crecer”. Otro programa que forma parte del Plan Integral “Casa Común”. Tiene como propósito impulsar un crecimiento económico local sostenido e inclusivo, promoviendo modalidades sostenibles de consumo y producción. En particular, busca mejorar el desempeño y la gestión ambiental de establecimientos industriales, fortalecer las capacidades técnicas e institucionales que promuevan y fomenten prácticas de producción y consumo sostenible, y apoyar técnica y económicamente a los municipios para implementar un régimen de compras públicas sostenibles (Resolución MayDS 200/2020, Anexo 1).

Programa de fomento a la economía circular municipal “Re-Hacer”. Componente del Plan Integral “Casa Común” que busca recuperar materiales y aprovechar eficientemente los recursos a lo largo de todo el ciclo de vida del producto. Entre sus objetivos se encuentran: apoyar iniciativas municipales que promuevan el uso eficiente de los recursos y la energía a través de modelos de producción circular, impulsar la incorporación de pautas de gestión sostenible y esquemas circulares en la gestión municipal de residuos, y fomentar el desarrollo económico a través de actividades que promuevan la sostenibilidad en la gestión municipal. (Resolución MayDS 200/2020, Anexo 1).

Plan Nacional de Economía Circular de Residuos (MAyDS). Su objetivo es articular el trabajo con las provincias y municipios a fin de asesorar y apoyar la reconversión de los sistemas lineales de gestión de los residuos a sistemas circulares. Previamente, las provincias (con la participación de los municipios) deben elaborar un Plan Estratégico Provincial (PEP) para planificar la gestión de residuos sustentable en cada territorio.

Anexo 3. Mercado del *upcycling* de residuos

Cuadro 2. Tamaño de mercado (2019-2020), tasa de crecimiento anual estimada (2020-2027), principales empresas en el mundo y estructura de mercado de los principales compuestos químicos provenientes del <i>upcycling</i> de residuos						
	Omega 3	Enzimas industriales	Quitosano	Astanxantina	Colágeno	Ácido hialurónico
Tamaño de mercado en 2019 (en millones de dólares)	2.490	5.600	6.800	1.000	s/d	9.100
Tamaño de mercado en 2020 (en millones de dólares)	s/d	5.930	s/d	s/d	4.689,4	9.600
Pronóstico de ventas en 2027 (en millones de dólares)	s/d	9.140	s/d	s/d	6.988,6	16.600
Tasa de crecimiento anual estimada 2020-2027	7,7%	6,4%	24,7%	s/d	5,9%	8,1%

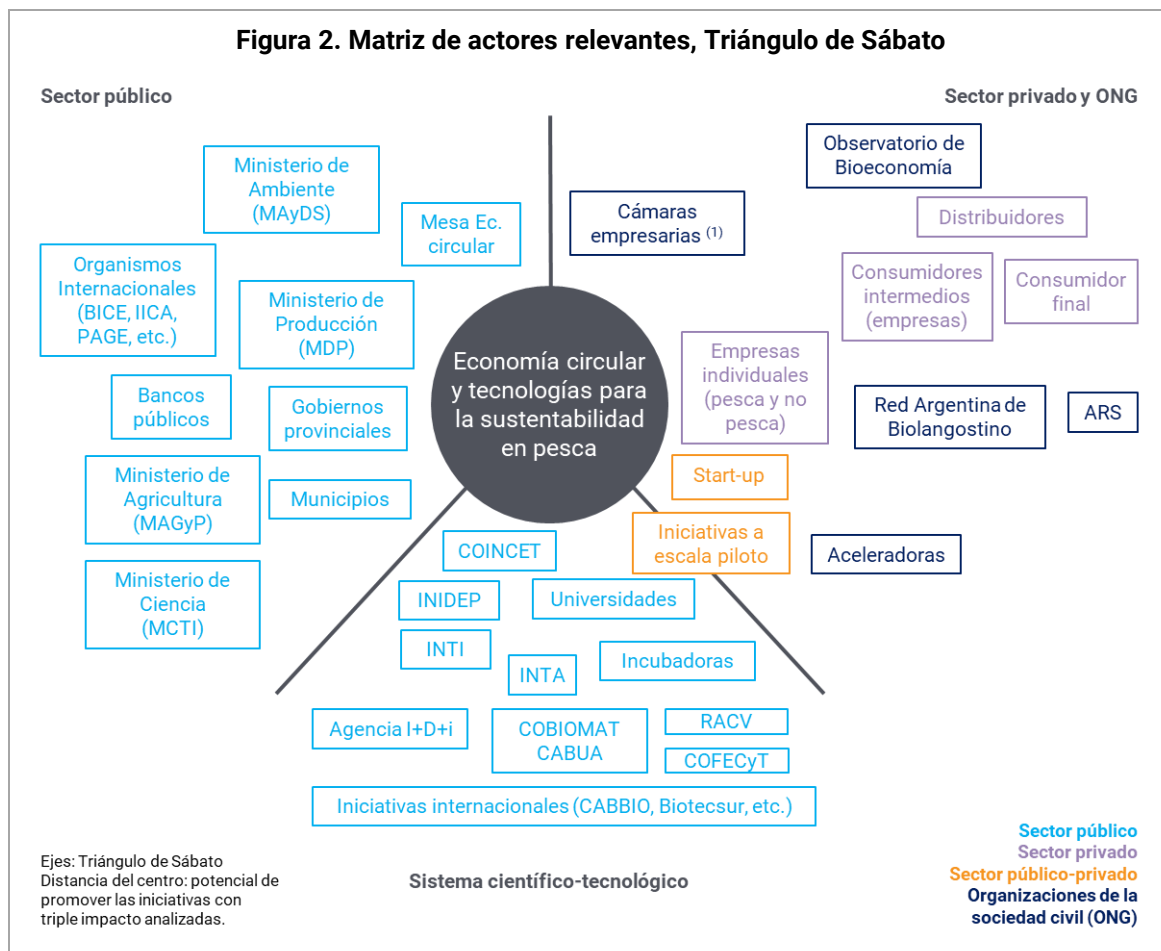
Continúa en la página siguiente.

Cuadro 2. Tamaño de mercado (2019-2020), tasa de crecimiento anual estimada (2020-2027), principales empresas en el mundo y estructura de mercado de los principales compuestos químicos provenientes del *upcycling* de residuos (continuación)

	Omega 3	Enzimas industriales	Quitosano	Astanxantina	Colágeno	Ácido hialurónico
Principales empresas a nivel mundial	Aker BioMarine, Axellus, BASF SE, DSM, Omega Protein Corporation, GC Rieber Oils, Lonza Group	BASF SE, DuPont Danisco, Novozymes, DSM, Associated British Foods plc, Adisseo, Novus International, Advanced Enzyme Technologies, Chr. Hansen Holding A/S, Enzyme Development Corporation, Lesaffre	Kyowa Technos Co. Ltd., Dainichiseika Color & Chemicals Mfg. Co. Ltd., KIMICA Corporation, Biophrame Technologies, Hepe Medical Chitosan GmbH, Meron Biopolymers, Qingdao Yunzhou Biochemistry Co., Golden-Shell Pharmaceutical Co. Ltd, FMC Corp	Cyanotech Corporation; JX Nippon Oil and Energy Corporation; MicroA AS; BlueOcean NutraSciences, Inc.; Fenchem; Beijing Gingko Group (BGG); EID-Parry (India) Ltd.; IGENE Biotechnology, Inc.; Fuji Chemical Industry Co., Ltd.; Algatechnologies.	Collagen Matrix; Koninklijke DSM N.V.; Rousselot BV; CONNOILS LLC; Advanced BioMatrix, Inc.	Allergan, Inc.; Galderma; Salix Pharmaceuticals; Lifecore Biomedical; Anika Therapeutics; Sanofi, Shiseido; Smith and Nephew Plc; LG Life Sciences; Maruha Nichiro, Inc.; Ferring Pharmaceutical; Contipro.
Estructura de mercado	s/d	Oligopólica	Numerosas empresas pequeñas	Oligopólica	Oligopólica	s/d

Fuente: Grand View Research (2020a;2020b; 2020c; 2020d; 2020e).

Anexo 4. Actores relevantes



Siglas

- ARS: Asociación de Residuos Sólidos
- BICE: Banco de Inversión y Comercio Exterior
- CABBIO: Centro Argentino Brasileño de Biotecnología
- CABUA: Comisión Argentina de Bioinsumos Agropecuarios
- COBIOMAT: Comisión Nacional Asesora en Biomateriales
- COFECYT: Consejo Federal de la Ciencia y Tecnología
- IICA: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
- INIDEP: Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero
- INTA: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
- INTI: Instituto Nacional de Tecnología Industrial

- MAGyP: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. En particular: Subsecretaría de Pesca y Acuicultura; Secretaría de Alimentos y Bioeconomía; Dirección de Desarrollo Productivo y Sustentable de Pequeños y Medianos Productores; Dirección de Producciones Sostenibles; Dirección Nacional de Fortalecimiento Productivo; Dirección Nacional de Agroecología; Coordinación de Promoción del Consumo de Pescados y Mariscos Argentinos, entre otros.
- MAyDS: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
- MCTI: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación
- MDP: Ministerio de Desarrollo Productivo. En particular: Secretaría de Industria y Economía del Conocimiento (Dirección de Industria Sostenible, Dirección Nacional de Desarrollo Regional y Sectorial, Dirección Nacional de Desarrollo Regional Pyme, entre otras); Subsecretaría de Economía del Conocimiento; Secretaría de la Pequeña y Mediana Empresa y los Emprendedores (Subsecretaría de la Productividad y Desarrollo Regional PyME); Instituto Nacional de Asociativismo y Economía Social (INAES).
- PAGE: *Partnership for Action on Green Economy* (Alianza para la Acción por una Economía Verde, Organización de las Naciones Unidas).
- RACV: Red Argentina de Análisis de Ciclo de Vida

⁽¹⁾ **Cámaras empresarias.** A modo de ejemplo, se mencionan algunas cámaras empresarias de diverso alcance:

- Nacionales: Federación de la Industria Naval Argentina (FINA), Cámara de Frigoríficos Exportadores de la Pesca (CAFREXPORT), Unión de Intereses Pesqueros Argentinos (UDIPA), Cámara Argentina de Bioinsumos (CABIO), Cámara de la Industria Argentina del Software (CESSI), entre otras.
- Provinciales: Asociación Bonaerense de la Industria Naval (ABIN); Cámara de Flota Pesquera Costera de Chubut (CAFICOS), Cámara Pesquera del Chubut (CAPECH), entre otras.
- Locales: Cámara de la Industria Naval de Mar del Plata; Asociación de Tecnologías de la Información y la Comunicación de Mar Del Plata y Zona, entre otras.
- Otros organismos: Consorcio Regional Portuario de Mar del Plata.

Referencias bibliográficas

Albertario, P. (2016). System of self-financing strategy for the policies aimed at the eco-innovation in the productive sectors. *Procedia Environmental Science, Engineering and Management*, 3(1).

Álvarez, M.; Ortega, M.; Mantinian, J.; Liotta, J.; y Navarro, G. (2017). *Pesca continental en la Cuenca del Plata. El comercio de pescados y mariscos en el mercado interno de Argentina*. Informe CPCRVN N°3. Ministerio de Agroindustria, Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, Dirección Nacional de Planificación Pesquera, Coordinación de Promoción del Consumo de Recursos Vivos del Mar, Dirección de Pesca Continental.

Andrew, D. y Thompson, R. (1999). *Future liberalisation of trade in environmental goods and services: ensuring environmental protection as well as economic benefits*. (Vol. 7). OECD.

Andrusaitis, A.; Cox, D.; Dosdat, A.; Emeis, K.; Harms, J.; Heral, M.; Herrmann, P.; Ten Hoopen, F.; Jennings, S.; Johannesson, K.; Kononen, K.; Köster, F.; Laamanen, M.; Niilonen, T.; Ollikainen, M.; Raaska, L.; Riemann, B.; Sirola, M.; Stuefer, J.; Svensson, M.; y Wolf, U. (2016). *Towards sustainable blue growth: outline of the joint Baltic Sea and the North Sea research and innovation programme 2018-2023*. BONUS Series, 15. https://www.bonusportal.org/files/4699/BONUS_Publication_No_15.pdf

Barbanti, A.; Cappelletto, M.; Ciappi, E.; De Lara Rey, J.; Herrouin, G., Papandroulakis, N.; y Trincardi, F. (2018). *Strategic Research and Innovation Agenda (SRIA)*. Versión actualizada. BlueMed Initiative. http://www.bluedmed-initiative.eu/wp-content/uploads/2018/12/BLUEMEDSRIA_Update_2018.pdf

Barzotto, M.; Corradini, C.; Fai, F.; Labory, S.; y Tomlinson, P. (2019). Revitalising Lagging Regions: Smart Specialization and Industry 4.0. *Regional Studies Policy Impact Books*, 1(2).

BBC Mundo (10 de enero de 2017). El revolucionario método desarrollado en Brasil para tratar quemaduras graves con piel de tilapia [en línea]. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-38558721>.

Bhatt, D. L.; Steg, P. G.; Miller, M.; Brinton, E. A.; Jacobson, T. A.; Ketchum, S. B.; ... y Ballantyne, C. M. (2019). Cardiovascular risk reduction with icosapent ethyl for hypertriglyceridemia. *New England Journal of Medicine*, 380(1), pp. 11-22.

BID (2020). *Análisis de sustitución de combustibles del sistema de transporte fluvial de la Hidrovía Paraguay – Paraná*. Informe técnico, abril. Banco Interamericano de Desarrollo.

Borges, L. (2020). The unintended impact of the European discard ban. *ICES Journal of Marine Science*, fsaa200 [en línea]. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsaa200>

Bosch, A. y Vonortas, N. (2019). "Smart Specialization as a Tool to Foster Innovation in Emerging Economies: Lessons from Brazil". *Foresight and STI Governance*, 13(1), pp. 32-47.

Boschma, R. (2013). "Constructing Regional Advantage and Smart Specialization: Comparison of Two European Policy Concepts". *Papers in Evolutionary Economic Geography*. # 13.22. <http://econ.geog.uu.nl/peeg/peeg.html>

Cappelletto, M.; Fava, F.; Villanova, L.; Trincardi, F.; Barbanti, A.; Bonanno, A.; Nardelli, B.; Ciappi, E.; Palama, D.; D'Alcalà, M. R.; Sarretta, A.; y Sprovieri, M. (2018). Codevelop Research and Innovation for Blue Jobs and Growth in the Mediterranean-the BLUEMED Initiative. *Environmental Engineering & Management Journal*, 17(10).

Caprile, M. D. (2005). *Obtención y utilización de quitina y quitosano a partir de desechos de crustáceos*. Congreso Mundial ISWA 2005: "Hacia un sistema integral de residuos sólidos urbanos". Centro de exposiciones de la rural, Buenos Aires, noviembre 2005.

Casalongué, C. (2020). "Producción de harina de quitina y otros subproductos a partir de desechos de langostino patagónico". Monografía. Diplomatura en Bionegocios Sostenibles, Programa de Bioeconomía, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.

Charter, M.; Carruthers, R.; y Femmer Jensen. S. (2018). Products from Waste Fishing Nets: Accessories, Clothing, Footwear, Home Ware, Recreation. Circular Ocean Report Type 04-2017. Northern Periphery and Arctic Programme & European Union. [en línea]. https://keep.eu/api/project-attachment/730/get_file/.

Comisión Europea (2012). "Blue growth, opportunities for marine and maritime sustainable growth". *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions* [en línea]. 18 de septiembre. https://ec.europa.eu/maritimeaffairs/publications/blue-growth-opportunities-marine-and-maritime-sustainable-growth_en.

Comisión Europea (2014) "Innovation in the Blue Economy: realising the potential of our seas and oceans for jobs and growth". *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions*. 13 de mayo. [en línea] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=COM:2014:254:REV1&from=EN>

Comisión Europea (2017) "Circular Ocean: los beneficios de la reducción de los desechos marinos", 29 de marzo [en línea]. https://ec.europa.eu/regional_policy/es/newsroom/news/2017/03/29-03-2017-circular-ocean-the-benefits-of-less-marine-litter.

Conicet-MDP (2019) "Desechos pesqueros para mejorar cultivos ¿ciencia ficción o ciencia real?". 11 de septiembre [en línea]. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas – Centro Científico Tecnológico Mar del Plata. <https://mardelplata-conicet.gob.ar/desechos-pesqueros-para-mejorar-cultivos-ciencia-ficcion-o-ciencia-real/>.

De Vet, J. M.; Edwards, J. H.; y Bocci, M. (2016). *Blue Growth and Smart Specialisation: How to catch maritime growth through 'Value Nets'* (No. JRC100975). Joint Research Centre (Sevilla).

Della Rocca, N. (2019). *Análisis de factibilidad para la producción de una arcilla de aplicación agrícola*. Trabajo final de la carrera Ingeniería Industrial, Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ingeniería.

Dima, J. B.; Sequeiros, C.; y Zaritzky, N. E. (2013). Optimización de la obtención de quitosano de crustáceos patagónicos (Puerto Madryn, Chubut). *Revista de Asociación Argentina de Ingeniería Química*, 57.

Ferreira Montero, J. y Luengo Fernández, E. (2007). "La dieta como concepto terapéutico. Conceptos de alimento funcional y nutraceutico. Situación actual de los alimentos funcionales y nutraceuticos. Aspectos legales". En E. Luengo Fernández (coord.), *Alimentos funcionales y nutraceuticos* (pág. 1-12). Sociedad española de cardiología.

FI-UNLP (2019). Qitosano argentino: El desarrollo permitirá sustituir la importación del biopolímero y utilizar los desechos de la industria pesquera que generan contaminación. Dirección de Prensa - Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata. http://www.exactas.unlp.edu.ar/articulo/2019/3/13/qitosano_argentino

Flak, J.; Gaffey, J.; Doody, P.; McMahon, H.; y Macías Aragonés, M. (2019) ICT_BIOCHAIN. Deliverable 1.1. Assessment of the current ICT, IoT, and Industry 4.0 solutions in European biomass utilization. Bio-based Industries Joint Undertaking. Horizon 2020.

Foray, D.; David, P.; y Hall, B. (2011). "Smart specialization: From academic idea to political instrument, the surprising career of a concept and the difficulties involved in its implementation". MTEI Working Paper.

Fundación SOERMAR (2020). Plan Estratégico de I+D+i de los Medianos y Pequeños Astilleros. Visión 2030 [en línea]. <http://www.foromaritimovasco.com/en/publicaciones/documents-in-the-maritime-sector>

Ghezzi, P. (2019). Mesas Ejecutivas en Perú: Una tecnología para el desarrollo productivo. Documento para Discusión N° IDB-DP- 711 [en línea]. Banco Interamericano de Desarrollo. https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Mesas_ejecutivas_en_Per%C3%BA_Una_tecnolog%C3%ADa_para_el_desarrollo_productivo_es.pdf

Gobierno de Formosa (24 de junio de 2009). "Un consorcio se dedicará a elaborar productos a partir del cuero de pacú". Subsecretaría de Comunicación Social [en línea] https://formosa.gob.ar/noticia/7880/39/un_consorcio_se_dedicara_a_elaborar_productos_a_partir_del_cuero_de_pacu

Golden, J. S.; Viridin, J.; Nowacek, D.; Halpin, P.; Benneer, L.; y Patil, P. G. (2017). Making sure the blue economy is green. *Nature Ecology & Evolution*, 1(2), pp. 1-3.

Grand View Research (2020a). Chitosan Market Size, Share & Trends Analysis Report by Application (Pharmaceutical & Biomedical, Water Treatment, Cosmetics, Food & Beverage), by Region (APAC, North America, Europe, MEA), and Segment Forecasts, 2020 – 2027 [en línea]. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/global-chitosan-market>

Grand View Research (2020b). Industrial Enzymes Market Size, Share & Trends Analysis Report by Product (Carbohydrases, Proteases, Lipases, Polymerases & Nucleases), by Source, by Application, by Region, and Segment Forecasts, 2020 – 2027 [en línea]. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/industrial-enzymes-market>

Grand View Research (2020c). Astaxanthin Market Size, Share & Trends Analysis Report by Source, by Product (Dried Algae Meal, Oil, Softgel), by Application (Nutraceutical, Cosmetics, Aquaculture and Animal Feed), and Segment Forecasts, 2020 – 2027 [en línea]. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/global-astaxanthin-market>

Grand View Research (2020d). Collagen Market Size, Share & Trends Analysis Report by Source, by Product (Gelatin, Hydrolyzed, Native, Synthetic), by Application (Food & Beverages, Healthcare, Cosmetics), by Region, and Segment Forecasts, 2020 – 2027 [en línea] <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/collagen-market>

Grand View Research (2020e). Hyaluronic Acid Market Size, Share & Trends Analysis Report by Application (Dermal Fillers, Osteoarthritis (Single Injection, Three Injection, Five Injection), Ophthalmic, Vesicoureteral Reflux), by Region, and Segment Forecasts, 2020 - 2027 [en línea] <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/hyaluronic-acid-market>

HCDN (2018). Proyecto de Ley: Creación del Programa Nacional de Economía Circular. Expediente 7052-D-2018 [en línea]. <https://www4.hcdn.gob.ar/dependencias/dsecretaria/Periodo2018/PDF2018/TP2018/7052-D-2018.pdf>.

HCDN (2019). Proyecto de ley: Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental para la Gestión de Residuos mediante la Responsabilidad Extendida del Productor. Expediente 1874-D-2019 [en línea]. <https://www.hcdn.gob.ar/proyectos/proyecto.jsp?exp=1874-D-2019>.

Healthy Seas (2017) "Our 2016 Results – Fishing Net Recovery". Infografía [en línea]. http://healthyseas.org/assets/uploads/2017/02/2016-results_A4.png.

Informativo Hoy (5 de febrero de 2020) "Pesca e INVAP se unirán para el monitoreo y el sistema de información" [en línea]. <https://informativohoy.com.ar/pesca-e-invap-se-uniran-para-el-monitoreo-y-el-sistema-de-informacion/>.

INTI (s.f.). Biotecnología [en línea]. Instituto Nacional de Tecnología Industrial. <https://www.inti.gob.ar/areas/desarrollo-tecnologico-e-innovacion/areas-de-conocimiento/biotecnologia>

Lazo, A. (30 de diciembre de 2020). "Promueven Ley de Economía Circular". *ADN Ciudad* [en línea]. <https://www.adnciudad.com/index.php/legiscaba/10892-promueven-ley-de-economia-circular>.

Lewkowicz, J. (16 de febrero de 2021). "Las claves de la economía circular". *Página 12* [en línea]. [https://www.pagina12.com.ar/323997-las-claves-de-la-economia-circular#:~:text=En%20el%20marco%20de%20la,el%20Medio%20Ambiente%20\(PNUMA\)](https://www.pagina12.com.ar/323997-las-claves-de-la-economia-circular#:~:text=En%20el%20marco%20de%20la,el%20Medio%20Ambiente%20(PNUMA)).

MAGyP (s.f.). Observatorio de Bioeconomía, Programa de Fomento a la Bioeconomía [en línea]. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/observatorio_bioeconomia/institucional/programa/.

Martin, M. y Harris, S. (2018). Prospecting the sustainability implications of an emerging industrial symbiosis network. *Resources, Conservation and Recycling*, 138, pp. 246-256.

Martínez Álvarez (2011). Estado actual del aprovechamiento de subproductos de la industria pesquera mediante la obtención de productos de alto valor añadido. *Alimentaria: Revista de Tecnología e Higiene de los Alimentos*, 429, pp. 71-80.

MAYDS (s.f.). Programa de Reconversión Industrial (PRI) [en línea]. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/desarrollo-sostenible/produccion-sostenible/pri>.

- Mazzuca, M. (2017). Química aplicada al aprovechamiento sustentable de los residuos de la industria pesquera en el Golfo San Jorge. IV Seminario "Golfo San Jorge y Mar Austral". Comodoro Rivadavia, septiembre. <https://www.pampazul.gob.ar/wp-content/uploads/2017/09/Marcia-Mazzuca.pdf>.
- Mazzucato, M. (2016). From market fixing to market-creating: a new framework for innovation policy. *Industry and Innovation*, 23(2), pp. 140-156.
- Mazzucato, M. (2018). *Mission-oriented research & innovation in the European Union, a problem-solving approach to fuel innovation-led growth*. European Commission. [en línea]. https://www.obzor2020.hr/userfiles/Mazzucato%20Report%20Missions_2018.pdf.
- Mazzucato, M. y Penna, C. C. R. (2020). *La era de las misiones: ¿Cómo abordar los desafíos sociales mediante políticas de innovación orientadas por misiones en América Latina y el Caribe?* BID [en línea]. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/La-era-de-las-misiones-Como-abordar-los-desafios-sociales-mediante-politicas-de-innovacion-orientadas-por-misiones-en-America-Latina-y-el-Caribe.pdf>.
- Mazzucato, M.; Kattel, R.; y Ryan-Collins, J. (2020). Challenge-driven innovation policy: towards a new policy toolkit. *Journal of Industry, Competition and Trade*, 20(2), pp. 421-437.
- McCann, P. y Ortega-Argilés, R. (2013). Smart Specialization, Regional Growth and Applications to European Union Cohesion Policy. *Regional Studies*, 49(8), pp. 1291-1302.
- Mealy, P. y Teytelboym, A. (2020). Economic complexity and the green economy. *Research Policy*, 103948.
- MINCyT (s.f.). Bioeconomía Argentina [en línea]. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. <http://www.bioeconomia.mincyt.gob.ar/>.
- Modaes (1° de noviembre de 2020). "Ecoalf, al alza pese al Covid-19: prevé crecer un 80% y alcanzar 25 millones este año" [en línea]. <https://www.modaes.es/empresa/ecoalf-al-alza-pese-al-covid-19-preve-crecer-un-80-y-alcanzar-25-millones-este-ano.html>.
- Molina Carranza, D. (2019). *El problema de la seguridad en la pesca argentina 2006-2018*. Instituto de Publicaciones Navales.
- Neves, A.; Godina, R.; Azevedo, S.; y Matias, J. (2019). Current Status, Emerging Challenges, and Future Prospects of Industrial Symbiosis in Portugal. *Sustainability*, 11(19): 5497. <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/19/5497/htm>.
- Pampa Azul (s.f.). Instrumental de detección y medición. Recuperado el 10/03/21 de: <https://www.pampazul.gob.ar/investigacion-y-desarrollo/desarrollo-tecnologico/deteccion-medicion/>.
- Pereira, N. A. y Fernández Giménez, A. V. (2016). *Revalorización de subproductos de la pesca: Estado actual en Argentina y otros países de América Latina*. Editorial Académica Española.
- Residuos Profesional (3 de septiembre de 2020). "Nuevas baterías sostenibles a partir de residuos de pescado" [en línea]. <https://www.residuosprofesional.com/baterias-residuos-de-pescado/>.

Ruizpalacios, B.; Charli-Joseph, L.; Eakin, H.; Siqueiros-García, J. M.; Manuel-Navarrete, D.; y Shelton, R. (2019). *The Transformation Laboratory of the Social-Ecological System of Xochimilco, Mexico City: Description of the Process and Methodological Guide* [en línea]. Laboratorio Nacional de Ciencias de la Sostenibilidad, Instituto de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. <https://steps-centre.org/wp-content/uploads/2019/09/Guide-T-Lab-Xochi-screen-version-English-NA-Hub.pdf>.

Sorroche, S.; Saidón, M.; y Stevanato, A. (19 de marzo de 2021). *La economía circular entra en agenda: ¿será el momento de una esperada ley de responsabilidad extendida del productor?* [en línea]. Área de Ambiente y Política, Escuela de Política y Gobierno, Universidad Nacional de San Martín. <https://gapepyg.com/2021/03/19/la-economia-circular-entra-en-agenda-sera-el-momento-de-una-esperada-ley-de-responsabilidad-extendida-del-productor/>.

Sousa, C.; Fontes, M.; y Conceição, O. (2020). "Towards a Blue Economy: The Influence of Policy Strategies in the Research and Technology Orientation of Portuguese Firms". En *European Conference on Innovation and Entrepreneurship* (pp. 632-XV). Academic Conferences International Limited.

Testa, M. E. y Bilbao, C. (2021). *Inventario de políticas relacionadas a la economía verde en Argentina*. Informe final. Oficina de país de la Organización Internacional del Trabajo para Argentina.

The Economist (24 de octubre de 2020). "Illegal fishing fleets plunder the oceans" [en línea]. https://www.economist.com/international/2020/10/24/illegal-fishing-fleets-plunder-the-oceans?utm_campaign=later-linkinbio-theeconomist&utm_content=later-11237568&utm_medium=social&utm_source=instagram

Trigo, E.; Morales, E. V.; Grassi, L.; Losada, J.; Dellisanti, J. P.; y Murmis, M. R. (2014). *Bioeconomía argentina. Visión desde Agroindustria*. Ministerio de Agroindustria, Presidencia de la Nación Argentina.

Veronesi Burch, M.; Rigaud, A.; Binet, T.; y Barthélemy, C. (2019). La economía circular en las zonas pesqueras y acuícolas. Guía FARNET n° 17. Comisión Europea, Dirección General de Asuntos Marítimos y Pesca, Director General Unidad de Apoyo FARNET (Fisheries Areas Network). www.farnet.eu.

Yokoyama, M.; Origasa, H.; Matsuzaki, M.; Matsuzawa, Y.; Saito, Y.; e Ishikawa, Y. (2007). "Effects of eicosapentaenoic acid on major coronary events in hypercholesterolaemic patients (JELIS): a randomised open-label, blinded endpoint analysis". *The lancet*, 369(9567), pp. 1090-1098.

Zhang, X.; Ye, T.; Meng, X.; Tian, Z.; Pang, L.; Han, Y.; Li, H.; Lu, G.; Xiu, F.; Yu, H.; Liu, J.; y Huang, W. (2020). Sustainable and Transparent Fish Gelatin Films for Flexible Electroluminescent Devices. *ACS Nano*, 14(4), pp. 3876-3884.