Subsectores prioritarios

Estrategia de Consolidación del sector Biotecnológico de Galicia 2021-2025

galicia
EL MEJOR CAMINO EN BIOTECNOLOGÍA

XUNTA DE GALICIA

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ESTRATEGIA GALLEGA DE CONSOLIDACIÓN: SUB-SECTORES PRIORITARIOS 3
1. GESTIÓN Y APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS MARINOS 8
1.1. OPORTUNIDAD QUE REPRESENTA PARA GALICIA 8
1.2 CAPACIDAD CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA 9
1.3 USO DE LA BIOTECNOLOGÍA EN EL SUBSECTOR 12
1.4 EMPRESAS GALLEGAS EN EL SECTOR 13
1.5 POTENCIALIDAD DEL SUBSECTOR 14
2. PRODUCCIÓN Y APROVECHAMIENTO AGROGANADERO Y FORESTAL 16
2.1. OPORTUNIDAD QUE REPRESENTA PARA GALICIA 17
2.2. CAPACIDAD CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA 19
2.3. USO DE LA BIOTECNOLOGÍA EN EL SUBSECTOR 22
2.4. EMPRESAS GALLEGAS EN EL SECTOR 23
2.5. POTENCIALIDAD DEL SUBSECTOR 24
3. ALIMENTACIÓN FUNCIONAL Y NUTRACÉUTICA PARA LA SALUD Y EL ENVEJECIMIENTO ACTIVO 26
3.1. OPORTUNIDAD QUE REPRESENTA PARA GALICIA 27
3.2. CAPACIDAD CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA 29
3.3. USO DE LA BIOTECNOLOGIA EN EL SUBSECTOR 30
3.4. EMPRESAS GALLEGAS EN EL SECTOR 31
3.5. POTENCIALIDAD DEL SUBSECTOR. 32
4. NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA LA MEDICINA PERSONALIZADA 34
4.1. OPORTUNIDAD QUE REPRESENTA PARA GALICIA 35
4.2. CAPACIDAD CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA 36
4.3. USO DE LA BIOTECNOLOGÍA EN EL SUBSECTOR 38
4.4. EMPRESAS GALLEGAS EN EL SECTOR 38
4.5. POTENCIALIDAD DEL SUBSECTOR. 39
5. DESARROLLO Y PRODUCCIÓN DE FÁRMACOS Y VACUNAS 41
5.1. OPORTUNIDAD QUE REPRESENTA PARA GALICIA 43
5.2. CAPACIDAD CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA 46
5.3. USO DE LA BIOTECNOLOGÍA EN EL SUBSECTOR 48
5.4. EMPRESAS GALLEGAS EN EL SECTOR 49
5.5. POTENCIALIDAD DEL SUBSECTOR 50
6. MEDIOAMBIENTE, ECONOMÍA CIRCULAR Y BIOENERGÍA 52
6.1. OPORTUNIDAD QUE REPRESENTA PARA GALICIA 53
6.2. CAPACIDAD CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA 54
6.3. USO DE LA BIOTECNOLOGÍA EN EL SUBSECTOR 55
6.4. EMPRESAS GALLEGAS EN EL SECTOR 56
6.5. POTENCIALIDAD DEL SUBSECTOR 57
ANEXO 01. EMPRESAS DEL SECTOR BIOTECNOLÓGICO 59
ANEXO 02 LISTA DE ACRÓNIMOS 62

ESTRATEGIA GALLEGA DE CONSOLIDACIÓN: SUB-SECTORES PRIORITARIOS

Debido a la transversalidad del sector biotecnológico de Galicia y de cara a maximizar el impacto de las acciones de la **Estrategia Gallega de Consolidación del sector biotecnológico de Galicia 2021-2025**, se ha considerado necesario establecer los sub-sectores prioritarios para Galicia en materia de biotecnología.

El crecimiento del ecosistema a partir de la Estrategia de Impulso 2021-2025 se traducido en un aumento relevante de la masa crítica empresarial, de forma que los subsectores prioritarios establecidos para el periodo 2016-2020 evolucionaron, disponiéndose en la actualidad de un mayor número de integrantes o proyectos.

La priorización es un requisito derivado de las características de la industria biotecnológica y de sus necesidades particulares, como los esfuerzos en materia de investigación e innovación para mantener la competitividad, unos largos periodos de desarrollo y maduración de productos y la protección proporcionada por las patentes, que permiten rentabilizar los esfuerzos financieros en I+D.

La selección estratégica de subsectores se corresponde con la identificación, fortalecimiento y apuesta por unas bases sólidas que permitirán el crecimiento y consolidación del sector biotecnológico en nuestra comunidad. Se pretende así potenciar y consolidar aquellas áreas que, por sus capacidades intrínsecas, su mercado o su encaje dentro de los retos estratégicos, ofrecen un mayor potencial a corto o medio plazo dentro del rango temporal de la estrategia (2021-2025).

Como resultado, se han determinado seis subsectores principales:

Ilustración 1 Subsectores prioritarios (Fuente: elaboración propia)

Dada la transversalidad del ecosistema y su disposición a la hibridación, existe una superposición entre los subsectores seleccionados evitando hablar de subsectores estancos, fomentándose la

generación de sinergias que repercutan en un crecimiento del ecosistema en su conjunto. El potencial, la tecnología y el conocimiento particular de cada subsector tiene cabida en los restantes, así como en otros sectores tradicionales. Esta distribución pretende equilibrar su desarrollo y la visión del sector en su conjunto, derivando en su consolidación a través de un crecimiento sostenible mediante las acciones establecidas en el Plan Estratégico 2021-2025.

En el proceso de selección de subsectores de la **Estrategia Gallega de Consolidación del sector biotecnológico de Galicia 2021-2025** se ha tenido en cuenta el alineamiento particular de cada uno de ellos con las estrategias regionales en vigor, así como su orientación con los ejes Next Generation (transición digital, cohesión territorial, transición ecológica e igualdad de género) o a los ámbitos de misiones de Horizonte Europa (Cáncer, Salud del suelo y alimentos, Cambio Climático y/o Salud de nuestros mares). En particular, destacar los retos establecidos por la Estrategia de Especialización Inteligente de Galicia (RIS3 2014-2020), la cual se encuentra en proceso de revisión para el periodo 21-27.

Tabla 1. Correspondencia Estrategia con RIS3 (Fuente: GAIN)

CORRESPONDENCIA ESTRATEGIA CON LA RIS 3

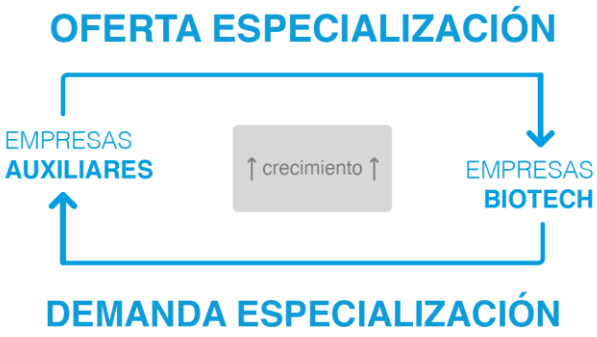
Estrategia RIS3 2014-2020	Gestión y aprovechamiento de los recursos marinos	Producción y aprovechamiento agroganadero y forestal	Aliment. funcional y nutracéutica para la salud y el envejecimiento activo	Nuevas tecnologías para la medicina personalizada	Desarrollo y producción de fármacos y vacunas	Medioambiente, economía circular y bioenergía
RETO 1. Nuevo modelo de gestión de los recursos naturales y culturales basado en la innovación.						
Prioridad 1.11 Valorización de los subproductos y residuos generados por las cadenas de producción vinculadas al mar mediante su utilización como componentes de productos cosméticos, aditivos alimenticios, aplicaciones farmacológicas, para conseguir una disminución significativa en los residuos generados y alcanzar un posicionamiento en los mercados de productos innovadores con alto valor añadido [Valorización-Mar].	●		●		●	●
Prioridad 1.2 Desarrollo del sector acuícola gallego para convertir la región en referente internacional en la generación de nuevos productos y servicios de base tecnológica aplicados a la acuicultura [Acuicultura].	●					
Prioridad 1.3 Diversificación del sector energético gallego para alcanzar una mejora significativa de la eficiencia en el aprovechamiento de recursos naturales gallegos, priorizando la biomasa y la energía marina.		●				●
Prioridad 1.4 Modernización de los sectores primarios gallegos (agricultura, pesca, ganadería y forestal) hacia la mejora sostenible de los indicadores de eficiencia y rendimiento de las explotaciones y la generación de productos y servicios innovadores [Modernización Sectores Primarios].	●	●	●			●
Reto 2. Nuevo modelo industrial sustentado en la competitividad y el conocimiento.						
Prioridad 3.2 Diversificación del sector de alimentación gallego para posicionarlo como referente internacional alrededor de la innovación en nutrición como elemento clave para una vida saludable.	●	●	●			
Reto 3. Nuevo modelo de vida saludable cimentado en el envejecimiento activo de la población						
Prioridad 3.1 **RETO 3** Galicia como región líder del sur de Europa en la aplicación de las nuevas tecnologías al ámbito del envejecimiento activo y vida saludable y en la promoción de la autonomía personal. [Envejecimiento activo].			●	●	●	
Prioridad 3.2 Diversificación del sector de alimentación gallego para posicionarlo como referente internacional alrededor de la innovación en nutrición como elemento clave para una vida saludable.			●	●	●	

Asimismo, se realiza el alineamiento de los subsectores con sus diferentes prioridades, así como los ejes y líneas de actuación de la **Estrategia Galega de Economía Circular** y la **Estrategia gallega del cambio climático y energía 2050** y la **Estrategia Gallega de Hubs**.

Galicia dispone en la actualidad de una red estable de servicios auxiliares especializados en soluciones para el sector biotecnológico. Por el carácter innovador y la especialización de las empresas biotecnológicas, se requiere que su entorno empresarial se adapte a sus necesidades cambiantes y específicas.

De esta manera, las **entidades de consultoría**, las entidades de **servicios tecnológicos** o aquellas que ofrecen **servicios complementarios**, complementan y refuerzan la cadena de valor. El crecimiento de estas entidades es un claro reflejo de la consolidación del sector, generándose un círculo virtuoso donde la especialización del sector auxiliar refuerza el sector puramente biotecnológico, lo que a su vez genera demanda de especialización en cuanto a empresas auxiliares, y así sucesivamente.

Ilustración 2. Círculo virtuoso demanda-oferta especializada (Fuente: elaboración propia)



Como complemento de los subsectores anteriormente descritos, y dada la transversalidad de la biotecnología, cabe señalar el aporte adicional que ofrece el conjunto de entidades que facilitan el desarrollo de esta actividad.

Así, cabe citar el papel destacado de las siguientes compañías por su papel como empresa auxiliar y/o como proveedor de tecnologías facilitadoras.

Tabla 2. Empresas gallegas servicios auxiliares y de tecnologías facilitadoras (Fuente: BIOGA)

EMPRESAS GALLEGAS SERVICIOS AUXILIARES Y TECNOLOGÍAS FACILITADORAS	
3EDATA	Soluciones de ingeniería a partir de datos ambientales
AKUNATURA	Ofrece servicios de análisis microbiológico.
AMSLAB	Proporciona soluciones analíticas en sectores tan diversos como el químico, farmacéutico, agroalimentario, medioambiental, clínico-forense, textil o materiales.
ALLGENETICS	Ofrece servicios de identificación genética, consultoría y bioinformática.
B-FLOW	Ofrece soluciones de microfluídica a través de un chip con microcanales, con potencial de aplicación en diferentes sectores.
BIOEUROPE	Desarrolla su actividad en los sectores agroalimentario, medioambiental e industrial, disponiendo de laboratorio acreditado dedicado al control y mejora de la calidad en el ámbito medioambiental y de la industria alimentaria.
BIOREPOS	Oferta integral de servicios especializados en áreas relacionadas con la custodia y gestión de muestras biológicas a baja temperatura.
BIOSTATECH	Consultoría especializada en bioestadística y estadística aplicada.
CHEMOSAPIENS	Marketplace de reactivos químicos.
CIENYTECH SOLUCIONES	Distribuidor de equipos y consumibles de cromatografía, reactivos y otros equipamientos.
CODEBIO	Servicios especializados y personalizados en el desarrollo de procesos y productos dentro del ámbito de la alimentación y dietética
CREATIVIGO	Diseño de soluciones tecnológicas: tecnología blockchain, identidad digital o tokenización de activos, entre otros.
CONEXIONA TELECOM	Desarrollo de soluciones basadas informáticas para sistemas inteligentes y en tiempo real.
DIVERSA	Diseña nuevos vehículos seguros, fáciles de producir y versátiles, de forma que puedan ser adaptados a diferentes tipos de moléculas terapéuticas para facilitar su liberación (dianas intracelulares).
EFT CONSULTING	Consultora especializada en procesos de maduración y transferencia de resultados tecnológicos al mercado.
EMPROMAR	Servicios de análisis de toxinas y seguimiento de cultivos en bateas.
GALHIMIA	Ofrece de servicios de Química Orgánica Sintética que centra su negocio en la I+D ofreciendo servicios especializados y de alto valor añadido para las industrias química, farmacéutica y biotecnológica.
I2BIOTECH	Especializados en la gestión y servicios de I+D+i en proyectos biotecnológicos.
IBONELAB	Integración de biomateriales en los tejidos vivos, con especialización en el procesado histológico mediante la técnica de “lámina delgada”.
ICM	Único laboratorio privado de Galicia validado por el instituto de Salud Carlos III para pruebas PCR, promueve el conocimiento y la investigación de la biología molecular como herramienta para la detección de diferentes patologías.
INGENYUS	Ofrece servicios de marketing especializados en el ámbito de la ciencia y la innovación.
INNOGANDO	Ofrece tecnologías necesarias para que los ganaderos puedan mejorar la rentabilidad de su granja y la calidad de vida tanto de los animales como de sus propietarios.
INDROPS LABORATORIO	Además del desarrollo de bioensayos llevan a cabo análisis ambientales.
KEYBIOLOGICAL	Fabricación de aceites vegetales peroxidados con ozono, comercialización de suplementos alimenticios y cosmética de ozono, y distribución de equipamientos generadores de ozono médico.
KERAMAT	A través del desarrollo biomateriales cerámicos para la regeneración ósea, refuerzan la capacidad competitiva de nuestra comunidad.
LABER LABORATORIO	Ofrece servicios de consultoría, formación, suministros y laboratorio al ecosistema.
LINKNOVATE	Especializada en la vigilancia tecnológica e identificación de mercados emergentes y los keyplayers detrás de ellos, contribuyen a ofrecer una respuesta con servicios aplicables en diferentes industrias (ej. Manufacturera).
MATPRINT	Comercialización de biocatalizadores e implantes, realizados mediante impresión 3D.
MERASYS	Proporciona tecnologías aplicables al desarrollo de proyectos biotecnológicos.
MESTRELAB	Ofrecen soluciones competitivas en el ámbito digital y contribuyen a través de proyectos como **FUTURE LAB**, a desarrollar un entorno digital inteligente que

	ofrezca soporte a la globalización, conexión y automatización de los laboratorios en las industrias farmacéuticas, biotecnológicas y químicas.
NANOGAP	Sus avances en nanotecnología encuentran aplicación en el sector energético
NANOIMMUNOTECH	Ofrece una variedad de partículas de alta calidad (micro y nanopartículas) preparadas para una fácil bioconjugación.
ORGANISTRY	Síntesis química a medida, métodos analíticos y de desarrollo de proceso para la industria farmacéutica.
OZOAQUA	Desarrollo de productos formulados a base de Aceites Vegetales Ozonizados
NEOXÉNICA BIOTECH	Desarrollo de soluciones rápidas y dispositivos miniaturizados para análisis de alimentos principalmente basados en análisis de ADN.
PELOIDES TERMALES	Consultoría sobre producción, empleo y propiedades de peloides a medida.
SURAGA	Correduría de seguros con especialización en el ámbito biotecnológico.
SOFTWARE 4 SCIENCE DEVELOPMENT	Ofrece soluciones de software adaptadas a las necesidades del ecosistema, como la plataforma AFFINImeter, para el análisis de datos de interacciones moleculares.
SYCATEC	Ingeniería especializada en el sector farmacéutico y afines (alimentación).
SYSPRO AUTOMATION	Dedicada a proyectos de Automatización e Ingeniería de Procesos.
TASTELAB	Empresa de tecnología sensorial, orientada al estudio de los productos y de los consumidores desde un punto de vista sensorial e innovador.
UN-EM	Consultoría especializada en toda la cadena de valor de la transferencia de resultados de investigación al mercado y en procesos de innovación.
UNIRISCO	Ofrece servicios de formación y asesoramiento a las empresas participadas y es pieza clave en dinamización del ecosistema.
XENOTECHS LABORATORIO	Aplicación de metodologías patentadas de Biología Molecular aplicadas a la industria alimentaria.

A continuación, se realizará un análisis particular de cada uno de los subsectores anteriormente descritos y en los que se basa la consolidación del sector biotecnológico gallego. Adicionalmente, se señala el papel fundamental e indispensable de aquellas entidades que complementan la actividad de las empresas biotecnológicas y contribuyen a su crecimiento y consolidación mediante sus tecnologías facilitadoras o en forma de servicios auxiliares.

1. GESTIÓN Y APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS MARINOS

La economía azul es aquella "**economía** que reconoce la importancia de los mares y los océanos como motores de la **economía** por su gran potencial para la innovación y el crecimiento", según la definición de la Unión Europea.

Bajo la **Estrategia Blue Growth**, la UE establece las líneas a largo plazo para apoyar el crecimiento sostenible en el sector marítimo en su conjunto, basándose en el potencial de innovación y crecimiento de los mares y océanos como motores de la economía europea. Esta iniciativa representa la contribución marítima al logro de los objetivos de la Estrategia Europea 2020 para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador.

La biotecnología azul es una pieza clave para fortalecer las empresas base biológica y apoyar el desarrollo de actividades económicas en zonas costeras. Sirva como ejemplo la utilización y explotación de grupos de organismos marinos no explotados tradicionalmente y sus aplicaciones comerciales de biomasa:

- Macroalgas (algas marinas).
- Microorganismos (microalgas, bacterias y hongos).
- Invertebrados (estrellas de mar, pepinos de mar, erizos).

Asimismo, se contempla el estudio y exploración de los diversos organismos marinos para desarrollar nuevos productos, contemplándose algunos de explotación habitual, como el pulpo.

A través de la biotecnología azul se pretende optimizar y mejorar los procesos de aprovechamiento de los recursos pesqueros, así como encontrar nuevos usos y aplicaciones a través de organismos no explotados habitualmente. Optimizar al mismo tiempo el aprovechamiento de los recursos marítimos y pesqueros de corte más tradicional (fuente de alimento, fertilizantes, etc.) mediante el desarrollo de nuevas aplicaciones comerciales, como los productos farmacéuticos y cosméticos de base marina.

Dado el impulso de la economía circular a nivel estratégico, se contempla tanto la investigación y transferencia para la obtención de productos innovadores, como el reaprovechamiento de subproductos, tanto a nivel industrial como derivados del sector primario. La bioeconomía y la biotecnología azul encuentran en Galicia un escenario ideal para su desarrollo y consolidación.

1.1. OPORTUNIDAD QUE REPRESENTA PARA GALICIA

Galicia destaca dentro del sector marítimo por diferentes aspectos tanto a nivel estatal como a nivel internacional. Su ubicación geográfica y las características de su territorio, con casi 1.700 km de costa (400 km de costa abrupta), en la confluencia de un mar y un océano (Cantábrico y Atlántico), convierten sus aguas en únicas y especialmente propicias para la biodiversidad. La conjugación de mar abierto con nuestras rías origina que, desde el punto de vista de variedad ecológica, destaque sobre el conjunto del territorio nacional al tiempo que posibilita la cría, exploración y explotación de especies animales y vegetales en condiciones controladas.

En consecuencia, desde el punto de vista de producción y explotación, el sector marino se encuentra en posición de liderazgo:

- **Producción pesquera**, con más de 13.000 empleos directos en 2017, representa la mitad del sector estatal.

- **Producción en acuicultura**: hasta 268.132 toneladas (2019) y 211,5 millones de euros de facturación, con el 95% de la producción basada en el mejillón y el 3,20% en rodaballo, generando no obstante en este caso un 31,53% del valor.
- **Industria conservera:** representando más del 15% de la oferta de la industria de alimentación, además del 2,8% del PIB gallego. Es el principal motor económico de amplias zonas del litoral, empleando de forma directa a 12.000 trabajadores, el 80% del total de empleados del sector en España. En torno al 85% del valor de producción (2016) de los productos de conservas en España provienen de Galicia, con 1.266 millones de euros, siendo la primera zona productora de la Unión Europa y la segunda del mundo, solo por detrás de Tailandia.
- **Exportación de productos**, superando más del 30% del total del volumen estatal excepción de los pescados secos, salados y/o ahumados, según datos de **ANFACO-CECOPESCA**.

El sector marítimo-pesquero, pese a su posición de liderazgo, no está exento de dificultades de ahí la necesidad de apostar por la valorización y la optimización del aprovechamiento de recursos. Cabe destacar que el sector pesquero gallego se encuentra en un proceso de pérdida continua de afiliados al Régimen Especial del Mar, debido principalmente a la disponibilidad de cuotas. Por otra parte, la dependencia de materias primas de terceros países y la irrupción de producción en otros territorios, representan una amenaza para el sector.

Los avances a nivel científico-tecnológico, desde la transformación digital a los realizados en genética, otorgan una oportunidad al sector para aumentar su capacidad productiva, optimizar los recursos y reforzar las ventajas competitivas ante las diversas amenazas. Entre ellas destaca el cambio climático, dado que por una parte la acidificación de los mares repercute en el desarrollo de algunas especies. Por otra parte, el aumento de las temperaturas repercute en alteraciones en las condiciones que influyen en el afloramiento en nuestras aguas, el cual representa una de las principales características desde el punto de vista gastronómico-nutricional y una de sus principales ventajas competitivas.

1.2 CAPACIDAD CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA

En base a su vinculación directa e histórica con el sector marítimo, Galicia se ha constituido con un polo de generación de conocimiento científico alrededor del mar, contando con una diversidad de centros de investigación, centros tecnológicos y de formación: ciencias del mar, biología, biotecnología, u oceanografía.

CAMPUS DO MAR

El Campus de Excelencia Internacional-**Campus do Mar** (CDM), liderado por la Universidade de Vigo, es un campus transfronterizo que, junto a las plataformas y centros tecnológicos, agrega a los agentes investigadores y socioeconómicos de la Eurorregión Galicia-Norte de Portugal relacionados con el ámbito marino.

La agrupación de I+D+i del Campus do Mar congrega a más de 3.000 investigadores e investigadoras pertenecientes a 25 instituciones, 1.400 doctores y doctoras, que suman más de 10.500 trabajos de investigación publicados, más de 600 tesis doctorales y más de 6.000 proyectos de investigación a lo largo de los últimos cinco años.

El Campus do mar mantiene su visión firme del mar como elemento vertebrador. Es la respuesta a la necesidad demandada por la extensa red de I+D+i marina existente en el noroeste de la península ibérica.

La apuesta decidida de la **Universidade de Vigo** en relación al Campus do Mar ha permitido situarla entre las cien mejores del mundo en **oceanografía**, según el ranking de Shanghái.

Asimismo, la acuicultura y la biotecnología avanzada representan dos de las cuatro propuestas del Campus de Vigo para la convocatoria de Masters de Excelencia de la Xunta de Galicia.

Por su parte, la **Universidade da Coruña** y la **Universidade de Santiago de Compostela** complementan la apuesta de Galicia por la investigación en el ámbito marítimo, desde una perspectiva transversal y complementaria, tanto desde las correspondientes facultades como especialmente a través de sus centros de investigación.

CENTROS Y ENTIDADES DE INVESTIGACIÓN

A **continuación,** se resumen las principales actuaciones en materia de investigación llevadas a cabo por los centros de investigación en relación a la biotecnología azul o con vinculación al sector marítimo:

- **CIM**: el Centro de Investigación Mariña es el centro de investigación de Galicia con mayor implicación con el sector marítimo en términos generales. Dispone de 5 **líneas de investigación principales** en torno a las cuales se organiza su actividad científica:
    - Biodiversidad y ecología.
    - Calidad ambiental marina y contaminación marina.
    - Explotación sostenible de los recursos marinos.
    - Observación oceánica y cambio global.
    - Gestión integral de la zona costera.

  A estas, es necesario sumar 3 líneas **transversales**:
    - Tecnologías ómicas aplicadas al medio marino.
    - Modelado de sistemas complejos.
    - Modelos biológicos marinos.

  En relación con el CIM, destacar el papel de la Estación de Ciencias Mariñas de Toralla (ECIMAT), en especial por su integración en el Consorcio Europeo de Infraestructuras de Investigación **ERIC Eu-EMBRC**; o el impulso a la biotecnología azul que supone el proyecto BlueBiolab, con la creación y puesta en marcha de un laboratorio transfronterizo de biotecnología para situar a la eurorregión en la vanguardia de la biotecnología marina.
- **CINBIO**: mantiene una vinculación con el sector como potencial usuario de la generación de conocimiento en el ámbito marítimo. Destacar asimismo la investigación desarrollada en el centro, como la línea de **EQ2 Biomasa y Desarrollo Sostenible**, cuya investigación principal se centra en la obtención de productos de interés para la industria alimentaria y farmacéutica a partir de biomasa de origen vegetal o marina, centrándose en la actualidad en prebióticos, simbióticos y antioxidantes naturales.
- **CICA:** desde una perspectiva más transversal mantiene líneas de investigación en relación al medio marino, destacando las siguientes por su vinculación más directa:
    - **MICROALGAE**: investigación de la toxicidad de diferentes contaminantes sobre la fisiología de microalgas marinas y dulceacuícolas.
    - **XENOMAR**: investigación básica y aplicada de genética de organismos marinos: toxicología, genómica y proteómica en el mejillón, etc.
    - **BIOCOST**: estudia diversos aspectos básicos y aplicados de la biología de organismos marinos y costeros.
    - **NEUROVER**: estudia distintos aspectos de la organización anatómica y el desarrollo del sistema nervioso de peces.
- **CIMA:** el Centro de Investigaciones Marinas de la Consellería do Mar ha iniciado en 2020 un estudio sobre la explotación de macroalgas de interés comercial en Galicia con el objetivo de impulsar una gestión sostenible que permita mantener el estado de conservación de estos recursos y avanzar en su cultivo, alineándose con lo establecido en el Pacto Verde.

- **IIM:** el Instituto de Investigacións Mariñas (IIM) dispone de un Departamento específico de Biotecnología y Acuicultura, abarcando “Ecofisiología, biomarcadores y gestión sostenible de bivalvos”, “Inmunología y genómica”, “Patobiología molecular marina” y “Biotecnología acuática”. Entre otras cuestiones, contribuye con el diseño de la primera vacuna contra el primer virus del rodaballo.

CENTROS TECNOLÓGICOS

Los centros tecnológicos mantienen líneas de trabajo y proyectos íntimamente relacionados con el medio marítimo, destacando por su vinculación más directa los siguientes:

- **ANFACO-CECOPESCA** es uno de los grandes dinamizadores de la investigación en medio marino con vinculación a la biotecnología. A través del Centro de Tecnologías Avanzadas de Investigación para la Industria Marina y Alimentaria, **CYTMA**, se dispone desde 2016 de un centro especializado para el desarrollo de investigación aplicada e innovación tecnológica orientada a mercado para ofrecer a las empresas mayor competitividad para sus productos y procesos. Un ejemplo de ello es la valorización de los residuos vinculados al mar o al estudio de los recursos vivos y la acuicultura, donde la biotecnología azul ocupa un lugar destacado.

  Las instalaciones han mejorado considerablemente en los últimos años, con la incorporación en 2018 de infraestructuras enmarcadas en el área de la Biotecnología industrial y enfocadas a la investigación de biorrecursos con aplicaciones optimizadas y sostenibles para la biodiversidad marina y la acuicultura. En concreto, con un Área piloto integrada para la investigación y cría de organismos acuáticos, un Área de Biología Molecular y Mejora Genética, y una de Caracterización Avanzada.

- **CETMAR**: destaca por su vinculación directa con el medio marino a través de múltiples proyectos, destacando el proyecto **BLUEHUMAN** por su vinculación directa con el ámbito biotech, a través del cual pretende contribuir al desarrollo de diferentes líneas de investigación centradas en la valorización biotecnológica de productos y subproductos marinos destinados a los campos de la medicina y el cuidado de la salud.
- **CETGA**: se focaliza desde su creación en la investigación y la utilización de nuevas tecnologías hacia la generación de conocimiento en el campo de la acuicultura. Desde el CETGA se realizan una gran cantidad de trabajos y proyectos de investigación, destacando su capacidad de realización de pruebas analíticas de diferentes naturalezas, principalmente en el ámbito de la nanotecnología y de la biotecnología aplicada a la acuicultura. Sus instalaciones son equivalentes a las de las granjas de cultivo industrial, permitiendo realizar pruebas en tanques de cultivo en condiciones semejantes a las de una planta de producción.
- **CETIM** mantiene una estrecha relación con la valorización de los recursos o residuos, destacando proyectos en los siguientes ámbitos que encajan adecuadamente en la economía circular asociada al medio marino:
  - **Materiales avanzados**: con ejemplos como el proyecto **MEXICAL**, sistema integral avanzado de valorización de subproductos derivados de la concha de mejillón.
  - **Ecobiotecnologías**: con proyectos como **NEOMEAT**, para el desarrollo de fuentes alternativas de proteínas para la obtención de productos cárnicos saludables; o **SHIAC**, para el desarrollo de tecnologías de higienización para la reducción de riegos biológicos en acuicultura.

Destacar asimismo el trabajo en líneas de investigación y proyectos que desarrollan compañías privadas en nuestra región, ya que refuerzan el proceso de generación de conocimiento en el ámbito de la biotecnología azul.

1.3 USO DE LA BIOTECNOLOGÍA EN EL SUBSECTOR

Con la visión puesta en 2030, la **SIRA STRATEGIC INNOVATION & RESEARCH AGENDA de 2017** identificaba el potencial de los recursos vivos marinos como algas, microalgas, mariscos, moluscos, peces y residuos y desechos de la acuicultura. Esta biomasa representa una enorme reserva de nuevos productos de base biológica.

A continuación, se detallan ejemplos del uso de la biotecnología en el subsector, basándose en su dinámica y en el enorme potencial de la biomasa acuática:

Tabla 3. Uso biotecnología en el sector (Fuente: elaboración propia a partir de múltiples fuentes (ver referencias))

USO BIOTECNOLOGÍA EN EL SECTOR
Optimización de la producción de alimentos de origen marino, a través del desarrollo de medicamentos para acuicultura.
Fuentes de energía sostenible, a través de la producción de biocombustibles como microalgas o la utilización de residuos como biomasa en procesos de valorización energética.
Aprovechamiento de las micro y macroalgas (algas marinas) por su amplio espectro de aplicaciones, sin requerir apenas tierra cultivable.
Utilización de harina de pescado, hidrocoloides y otros extractos de algas en complementos nutricionales, colorantes alimentarios, agentes espesantes o gelificantes.
Identificación y desarrollo de ingredientes antioxidantes a partir de algas y otros organismos marinos.
Aumento de la resistencia de organismos acuáticos mediante la modificación de los genes, especialmente frente a los diversos cambios ambientales.
Aprovechamiento de los residuos y subproductos marinos generados en el proceso de explotación de recursos, mediante técnicas de economía circular, dado su alto valor añadido: alimentación animal, cosmética, farmacia, etc.
Identificación de compuestos de origen marino con actividad farmacológica o propiedades aptas para cosmética.
Suplementos alimenticios a partir de los residuos del procesado industrial.
Desarrollo de nuevos biomateriales de origen marino.
Identificación y producción de enzimas a partir de compuestos marinos.
Optimización de procesos de acuicultura a través de la alimentación animal.
Generación y producción de biomateriales para construcción o en procesos biomédicos.
Utilización de los subproductos del sector manufacturero de productos del mar en procesos de biorrefinería para la obtención de moléculas de interés en otros sectores como el de la cosmética o el farmacéutico.

1.4 EMPRESAS GALLEGAS EN EL SECTOR

La inversión realizada en investigación básica y aplicada tiene como resultado la transferencia de conocimiento al tejido empresarial, en muchos casos en forma de spin-off biotecnológicas. Todavía no se ha producido un equilibrio entre la riqueza de nuestros recursos, la generación de conocimiento en el sector, y el volumen o trayectoria del tejido empresarial de empresas puramente biotecnológicas, derivándose en mayor grado la transferencia de conocimiento hacia las empresas usuarias finales. Entre otras, destacan las siguientes empresas operando en el sector:

Tabla 4. Empresas gallegas "gestión y aprovechamiento de los recursos marinos (Fuente: BIOGA)

EMPRESAS GALLEGAS "GESTIÓN Y APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS MARINOS"	
AQUALGAE	Producción de microalgas y experiencia en acuicultura, con metodologías y soluciones de ingeniería.
AQUATRECK	Compañía con participación del grupo Zendal a través de CZ Vaccines, centrada en el desarrollo de vacunas para acuicultura (Ej. dorada y lubina).
BIOMEGA NATURAL NUTRIENTES	Obtención de aceite con alto contenido en Omega3 natural extraído en frío a partir de hígado de pescado proveniente de la flota gallega.
CAROILINE COSMÉTICA	Dedicada a la investigación, desarrollo, producción y comercialización de ingredientes cosméticos de origen natural y respetuosos con el medio.
CEAMSA	Líder en la producción, elaboración, comercialización y distribución de hidrocoloides naturales orientados a la industria alimentaria y farmacéutica por sus propiedades estabilizantes y espesantes.
CELTALGA EXTRACT	Spin-off de la USC, centrada en la producción de extractos acuosos de algas procedentes de las costas gallegas, con aplicación en cosmética o industria alimentaria.
EBIOTEC	Compañía del grupo Euroespes, dedicada a la investigación y desarrollo de bioproductos (suplementos nutricionales) de origen marino.
EMPROMAR	Análisis de toxinas y seguimiento de cultivos en bateas.
GMA	Dedicada al cultivo de abalón para su uso alimentario.
GENEAQUA	Servicios de mejora genética a las empresas acuícolas para aumentar su producción de manera rentable y sostenible, basándose en la aplicación de técnicas de biología molecular.
HYDROSPEHERE LAB	Laboratorio ambiental para el estudio de ecosistemas acuáticos, implicado en la identificación taxonómica de especies bentónicas.
INDUSTRIAS ROKO	Líder mundial en producción de agar, produce bajo sus líneas de biotecnología Agar purificada para su uso en biología molecular.
LABORATORIO CIFGA	Especializada en el cultivo de microalgas y hongos para la extracción de compuestos naturales, única en el mundo con certificación en biotoxinas marinas. Produce estándares y materiales de referencia de toxinas marinas, micotoxinas y cianotoxinas.
LA ESPIRAL VERDE	Laboratorio de fabricación de cosméticos mediante procesos naturales a través de algas.
PHYCOSEM MARINE AGRONOMY	Compañía derivada de la UDC para el desarrollo de la tecnología de cultivo tanto outdoor como indoor de macroalgas marinas de interés económico y a la consultoría científica.
PORTOMUIÑOS	Pyme innovadora, centrada en el aprovechamiento de algas para la producción de productos alimenticios derivados. Mantiene el objetivo del estudio y divulgación de sus propiedades organolépticas.
STOLT SEA FARM	Líder en acuicultura terrestre, participa en proyectos de investigación biotecnológica a través de la formulación de vacunas para peces planos.
XENOTECHS LABORATORIO	Empresa de base tecnológica y spin-off del Instituto de Investigaciones Marinas especializada en gestión y realización de proyectos de investigación en el sector pesquero y acuícola.

1.5 POTENCIALIDAD DEL SUBSECTOR

El origen de las ventajas competitivas en el subsector se debe por una parte a la transferencia del conocimiento generado a partir de la investigación, y por la otra, a la capacidad de las empresas consolidadas de diversificar su actividad y pivotar hacia negocios de mayor valor añadido. Así, la biotecnología encuentra en el aprovechamiento de los recursos marinos un potencial de competitividad, para lo cual es necesaria una inversión en líneas de investigación clave y potenciar nuevas líneas de negocio en las empresas consolidadas.

A modo de ejemplo, pueden citarse las siguientes oportunidades:

- Ciencia básica e innovación en acuicultura, siendo uno de los pilares del sector primario en Galicia.
- Explotación sostenible de los recursos marinos.
- Estudio de la biología y ecología de las especies marinas y desarrollo de técnicas y herramientas que permitan conservar la biodiversidad (Criopreservación, biobancos…)
- Estudios sobre los procesos de fecundación en organismos marinos para la optimización de estrategias reproductivas de especies de interés comercial.
- Estudio del Cambio climático y la calidad ambiental (influencia en organismos marinos)
- Marcos normativos de acceso y uso de recursos marinos (ejemplo: implementación del Protocolo de Nagoya; somos pioneros en Europa).

Por el potencial del sector y, en especial, de la investigación de excelencia en Galicia, la biotecnología azul tiene una gran capacidad de aplicación, destacando las posibilidades de hibridación con otros subsectores. Como ejemplo, citar el CICA, en el que sus estudios contemplan el uso de las algas como posible alimento "común" en una dieta o el aislamiento de células de las esponjas marinas para poder combatir células cancerígenas.

En concreto, se comprueba que tanto las líneas de investigación como los proyectos y empresas resultantes llevan a puntos de encuentro con sectores que podrían considerarse alejados: energía, nutracéutica, farmacia o cosmética. Sirvan como ejemplos el proyecto de **HIJOS DE RIVERA**, donde Estrella Galicia está trabajando **junto a empresas del sector del mar y de la conserva** para la producción de cerveza con propiedades anti-inflamatorias; o el caso de AUCOSA que investigará en su nueva fábrica cómo obtener cosméticos y fármacos con subproductos del pescado.

También es destacable la necesidad de anticipación en cuestiones que afectan a la calidad de nuestras aguas. Sirva como ejemplo el proyecto **MUSSELECT** de **ANFACO-CECOPESCA** con la colaboración de la Estación de Ciencias Marinas de Toralla (ECIMAT) de la Universidad de Vigo. Durante su desarrollo se pretende inducir un cambio conceptual en la forma de cultivar el mejillón en Galicia.

La digitalización y la adaptación a la industria 4.0 puede contribuir a resolver parte de la problemática derivada de la atomización del sector, facilitando la interacción y colaboración en red, así como el manejo de volúmenes de información y la monitorización, tan necesaria en el sector.

Asimismo, destacar que tal y como recoge el planteamiento de la presente Estrategia, el propio sector biotecnológico gallego se refuerza desde la interacción de subsectores y la diversificación de las empresas. Citar como referencia el caso de **ZENDAL**, el cual a través de **CZ VACCINES** ha formado una *joint venture* con Marinnovac para formar **AQUATRECK**, compañía centrada el desarrollo de vacunas para acuicultura, principalmente dorada y lubina.

El futuro del sector biotecnológico pasa a su vez por la tracción desde empresas usuarias-clientes de la biotecnología, la identificación de nuevos nichos donde desarrollar empresas a

través de la investigación de excelencia de nuestros centros, así como por el impulso a la competitividad que representa el aprovechamiento de recursos que supone la aplicación de la economía circular. Así, puede citarse el trabajo de las conserveras gallegas en 2017 con **ECOCELTA** para desarrollar soluciones para la gestión de residuos de la concha de mejillón. Mediante pruebas de valorización biológica del residuo, se puso en el mercado CELTACAL, ofreciendo una solución a la industria conservera a través de la formulación de un abono de aplicación en Galicia, apropiado para corregir su acidez.

Al aumento de la competitividad en el ámbito marino-marítimo contribuyen proyectos como **Sherpa do Mar**, proyecto POCTEP impulsado por el grupo REDE de la Universidade de Vigo para el fomento de la competitividad a través del impulso de empresas de base tecnológica., o **"Enhance Microalgae- Oportunidades de alto valor añadido para el sector de las microalgas en el área atlántica",** liderado por ANFACO.

Pese a que en términos generales el subsector se caracteriza por la atomización, con Pymes y Micropymes, las empresas potencialmente usuarias de la biotecnología disponen de una importante cuota de mercado a nivel estatal e incluso internacional. Además, son reconocidas por la calidad de sus productos o procesos. Aquellas que se caracterizan por un carácter más conservador pueden encontrar en las empresas biotecnológicas soluciones de investigación, desarrollo e innovación mediante las cuales aumentar sus ventajas competitivas. Son ejemplo de este tipo de empresas con potencial de tracción, entidades como **CALVO**, **STOLT SEA FARM**, **PESCANOVA**, etc. Puede citarse el caso de **JEALSA**, con su **proyecto** para la producción de hidrolizados enzimáticos de sólidos y efluentes acuosos generados durante la extracción de aceite de cabezas de atún, financiado por el Instituto de Investigacións Mariñas (IIM).

2. PRODUCCIÓN Y APROVECHAMIENTO AGROGANADERO Y FORESTAL

Como uno de los aspectos destacables durante el inicio de la pandemia provocada por la COVID-19, cabe destacar cómo el sector primario gallego, vinculado especialmente a la producción alimentaria, se vio menos expuesto que otras actividades dentro de las enormes dificultades sociales que se vivían en nuestro país. En un contexto que hasta la fecha se veía afectada por la globalización y los problemas derivados, la pandemia puso en valor nuestra singularidad y las ventajas de la producción local, el consumo de "km 0" y el retorno derivado del consumo local para el desarrollo sostenible de nuestra comunidad.

De entre sus diferentes ramas, la biotecnología verde y roja incluyen, entre otras, las aplicaciones agrícolas, ganaderas y forestales. A través de sus diferentes tecnologías (mejora de variedades, marcadores moleculares, desarrollo de vacunas, mejora genética de la capacidad reproductiva o mejora organoléptica) se utilizan organismos y células vegetales para producir o transformar alimentos, biomateriales y energía, con el fin de mejorar la competitividad de estos sectores. La biotecnología se desmarca como una oportunidad de reforzar las ventajas competitivas del sector, aportando soluciones para optimizar la producción, desde la mejora de soluciones sanitarias o la introducción de modificaciones genéticas pasando por la valorización de los productos para su aprovechamiento o introducción en procesos productivos industriales.

El sector primario en Galicia se encuentra ante la oportunidad de modernización y adaptación a las nuevas tecnologías, en el que el papel del DIH **DATAlife** será crucial. Si bien este subsector encuentra en la biotecnología oportunidades para potenciar su competitividad, a la vez que la digitalización contribuye a reforzar y potenciar sus ventajas competitivas.

Un ejemplo de éxito y que evidencia la capacidad y potencialidad del subsector es el caso de Holanda. Este país lleva a cabo una exportación anual de productos agroalimentarios superior a la de Italia, España y Portugal juntos, con una superficie territorial un 40% superior a la gallega. Ha logrado situarse en la vanguardia pese a las dificultades que presenta el país (ej. pobreza de su suelo), a través de la alineación efectiva de la generación y transferencia de conocimiento con el desarrollo del tejido productivo. Además, mantiene una apuesta por soluciones sostenibles como el uso de bacterias en simbiosis con determinados cultivos para producir el propio fertilizante, o la producción de huevos sin emisión de GEI a partir de energías limpias. El camino de la agricultura y sus industrias, tal y como se desprende del documento **SIRA STRATEGIC INNOVATION & RESEARCH AGENDA de 2017**, es ampliar la cartera de productos y crear nuevos mercados de base biológica, apostando por la generación de mayor valor añadido.

En relación al ámbito forestal, tal y como explica la FAO, existen diferencias importantes con los sectores agrícola o ganadero. En particular, es necesario priorizar la conservación de su diversidad genética como seguro frente a cambios rápidos, dado el ciclo de regeneración prolongado de los árboles.

Las acciones contempladas para dinamizar el sector primario y apostar por una producción primaria más sostenible y resiliente se alinean con las acciones del Pacto Verde Europeo para, por una parte, impulsar un uso eficiente de los recursos mediante el paso a una economía limpia y circular y, por la otra, restaurar la biodiversidad y reducir la contaminación.

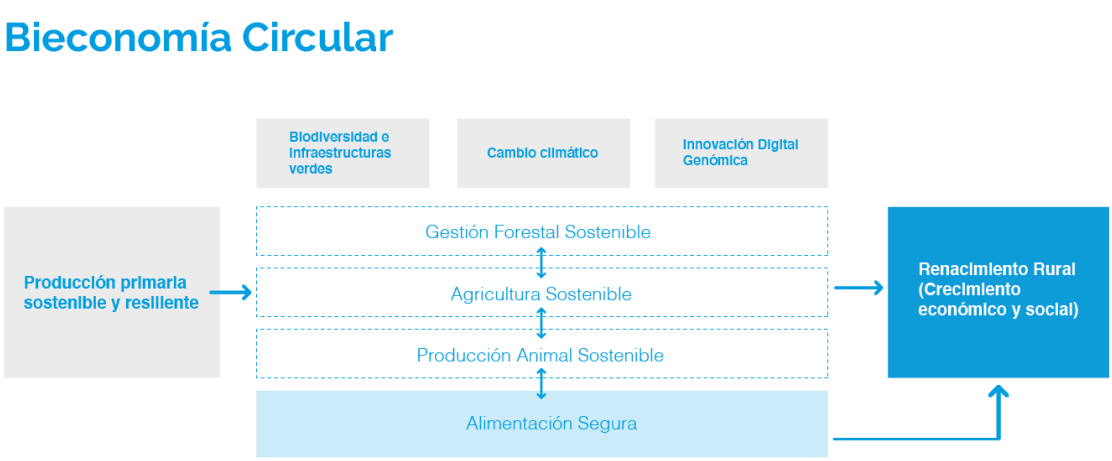
2.1. OPORTUNIDAD QUE REPRESENTA PARA GALICIA

El sector primario es uno de los principales motores económicos de Galicia y forma parte de nuestra cultura. Nuestra comunidad presenta indicadores en el ámbito agro-ganadero y forestal que la sitúan en una posición de liderazgo dentro del conjunto estatal.

Tal y como se establece en la RIS3, las condiciones específicas del suelo gallego, el desarrollo de una amplia cabaña ganadera y nuestra riqueza forestal originan un contexto favorable para la producción agraria y vitivinícola de calidad. Gracias a esto, Galicia se sitúa como una de las regiones con mayor potencial de producción forestal y acumulación de biomasa de la Unión Europea.

Tal y como se establece por parte de **BIOREDES**, en el marco de una Bioeconomía Circular, se fomenta el renacimiento del rural (crecimiento económico y social) a través de una producción primaria sostenible y resiliente (Gestión Forestal, Agricultura y Producción Animal sostenibles).

Ilustración 3 - Bioeconomía Circular (Fuente: BIOREDES)



Los esfuerzos por revitalizar y potenciar el rural desde la biotecnología deben centrarse en poner en valor los recursos forestales, ganaderos y agrarios de Galicia, generando un mayor atractivo tanto desde el punto de vista de la inversión económica, como desde la generación y la transferencia de conocimiento y tecnología.

Pese a las dificultades que vive el sector rural, conviene destacar los siguientes datos en relación con el **subsector agrícola:**

- Según datos del INE (2009), el sector agroforestal alcanzaba un 3,1% del valor añadido bruto.
- Según el Ministerio de Agricultura (2018), Galicia es el noveno productor vegetal de España, generó 1408,98 millones de euros un 4,49 % de la producción total española.
- A nivel interno las producciones vegetales con más peso son la patata, plantas forrajeras, hortalizas y frutas. A nivel nacional, Galicia solamente está entre los principales productores de patatas y de plantas forrajeras, la producción de hortalizas y frutas pese a su importancia relativa dentro de la comunidad se encuentra lejos de los principales productores nacionales.
- En otros productos como el kiwi, aunque con menor producción, Galicia es líder nacional con 16.000 toneladas anuales.

En relación con el **subsector ganadero,** destacar:

- Según los datos del Ministerio de Agricultura (2018) la producción animal de Galicia supone un 11,17% del total de España, siendo superada únicamente por Cataluña, Castilla León y Aragón.
- Galicia es unos de los principales productores de carne y ganado de España, destacando la producción bovina y avícola, cuyos ingresos ascendieron a 513,43 y 393,27 millones de euros.
- En el 2018 Galicia fue la comunidad autónoma española que generó más productos animales, destacando la producción láctea, que aportó 866,69 millones de euros, un 28,46 % de los ingresos que este sector reportó a la economía española.
- El número de cabezas bovinas era de 960.000 en 2019.

Desde el punto de **vista forestal:**

- El subsector forestal gallego contribuyó en 2011 al 0,5% del VAB y tiene un peso relativo en Galicia muy superior al resto de España.
- Galicia lidera la silvicultura en España con una superficie forestal de 2 millones de hectáreas y un volumen total de madera que ronda los 192 millones de metros cúbicos (2019). Esto supone el 10% de la superficie arbolada de España y el 2,5% de la de la UE, produciendo el 45% de la madera española y el 4,5% de la europea, tal y como recoge la RIS3.
- Hasta 600.000 gallegos son propietarios forestales o comuneros de montes vecinales en mano común.
- La producción de madera es la principal aportación económica del subsector forestal, seguido por la fabricación de muebles y de papel.

Como parte de la apuesta por el sector, durante el año 2020 la Xunta anunció el inicio de los proyectos orientados a reactivar la economía y el empleo tras la crisis sanitaria mediante la construcción de tres plantas; una para la fabricación de viscosa a partir de madera sostenible destinada al sector textil, una planta de hidrógeno verde y una planta de biogás y de fertilizantes a partir de los purines, encajando con el Programa Verde Europeo y ligados a los principios de sostenibilidad, innovación y economía circular.

El cambio climático tiene una influencia directa en el sector forestal de Galicia, donde el aumento de temperatura y la prolongación de periodos de sequía propician la aparición de plagas, siendo necesaria la selección de nuevas especies y orígenes que se adapten a los diferentes cambios. Se presenta así una oportunidad en la mejora genética de especies como el *Eucalyptus nitens* para incrementar la productividad de las plantaciones y mejorar su resistencia frente a plagas y al cambio climático. Además, se identifican usos alternativos como oportunidad para esta especie, orientándose a la obtención de otros productos no directamente relacionados con la pasta de papel, como la viscosa, rayón, lyocell, etc.

Para revitalizar el sector primario, surgen iniciativas como la estrategia de movilización de tierras de la Consellería de Medio Rural, para parcelas en estado de abandono o infrautilización con el fin de incrementar la capacidad productiva y la competitividad de las explotaciones gallegas. Sirva como ejemplo adicional la creación de un polígono agrario para impulsar la producción de manzana de sidra en la comarca de Tabeirós-Terra de Montes.

Además, se prevé que con el futuro proyecto de Plan Forestal de Galicia 2021–2040, se sienten las bases para regular las plantaciones de eucalipto y favorecer el aumento de los pinares y la superficie de castaños, a través del cual la Consellería de Medio Rural aspira a lograr una reducción de un 5% en la superficie de eucaliptales, que se retirarían de 20.000 hectáreas. En el Plan Forestal se abogará entre otras cuestiones por un aumento de la productividad a través del empleo de plantas mejoradas.

Cabe destacar que si bien el sector agro-ganadero contribuye con un elevado porcentaje de emisión de gases de efecto invernadero (GEI), la masa forestal es una excelente herramienta para ejercer de sumidero de dichos gases y facilita la aplicación de la economía circular, fortaleciéndose el equilibrio entre ambos flujos. Bajo esta perspectiva, no resulta extraño afirmar que Galicia tiene ante sí una oportunidad de renovación y consolidación del sector primario a través de una producción agro-ganadera y forestal sostenible, en las que las medidas anteriores sumadas a los procesos de digitalización canalizados a través de **DATAlife** jugarán un papel clave.

2.2. CAPACIDAD CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA

El potencial científico tecnológico en Galicia en relación a este amplio subsector se afianza en unas bases fuertes, con las 3 universidades gallegas con altas capacidades en el ámbito de la sanidad animal y la mejora productiva veterinaria, centros con líneas de investigación específicas, así como capacidades extraordinarias para la hibridación (ejemplo: capacidades de la Universidade da Coruña a través de la bioinformática).

Por su especial vinculación, se señalan a continuación las capacidades específicas de los Campus Vida y Campus Terra de la **Universidade de Santiago de Compostela**.

CAMPUS VIDA

El Campus de Excelencia Internacional, **Campus Vida**, concentra gran parte del conocimiento en el ámbito animal y veterinario. En relación a la experimentación e investigación con animales, se dispone en la actualidad del Centro de Biomedicina Experimental de la Universidad de Santiago de Compostela (CEBEGA), con una posición de vanguardia como Centro suministrador, de cría y usuario, Centro de Investigación y Desarrollo y Centro de Formación.

CAMPUS TERRA

El **Campus Terra** de Lugo actúa como referente científico y social en los ámbitos de conocimiento vinculados a la sostenibilidad económica, social y medioambiental del uso de la Tierra.

El Campus alberga los grados e ingenierías con mayor relación con el ámbito agroalimentario y forestal (Ingeniería Agrícola, Agroalimentaria, Veterinaria o Ingeniería Forestal, entre otras) e integra, a través de la Red de Infraestructuras de Apoyo a la Investigación y al Desarrollo Tecnológico (**RIAIDT**), al conjunto de infraestructuras instrumentales del uso común que prestan servicios de apoyo a la investigación. Destacar asimismo las instalaciones de **CEBIOVET** como centro de apoyo al progreso de las Ciencias Veterinarias y Biomédicas.

BIOREDES

La Agrupación Estratégica de Investigación “Gestión y Producción Sostenible de Biorrecursos: BioReDes” tiene el objetivo de transformar y revolucionar el sector primario gallego. **BioReDes** vertebra la estrategia de I+D para el sector primario de Galicia. Está formado por 15 grupos de investigación de referencia científica pertenecientes a tres centros de Lugo (Escuela Politécnica Superior de Ingeniería**,** Facultad de Ciencias y Facultad de Veterinaria) así como **al Instituto de Acuicultura de Santiago de Compostela**, con casi 200 investigadores**.**

Tabla 5. Áreas de actividad científica BIOREDES (Fuente: BIOREDES)

AREAS DE ACTIVIDAD CIENTÍFICA BIOREDES	
Bioeconomía / Economía Circular / Valorización de residuos agrarios, ganaderos y forestales	Agricultura/Ganadería de precisión
Producción forestal	Sanidad Animal/Bienestar Animal
Sostenibilidad y Cambio Climático	Ingeniería de Costas y del Agua
Biodiversidad y Servicios ecosistémicos	Geomática aplicada
Plagas y enfermedades/Incendios	Agroecología y Producción ecológica
Producción animal	Selección y mejora genética
Bienestar animal	Seguridad Alimentaria
Biotecnología/Tecnologías ómicas/Microbioma	Soberanía Alimentaria / Tecnologías alimentarias
Patrimonio cultural	

CENTRO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS AVANZADAS -CICA

En relación a la investigación llevada a cabo desde la Universidade da Coruña, cabe destacar el área de investigación del **CICA** en relación a la biotecnología, con grupos como **FISAPLANT**: centrado en la Fisiología y Aplicaciones de las Plantas; **GIBE**: Grupo de Investigación en Biología Evolutiva. Destacar asimismo, el grupo **EXPRELA** con una línea de investigación de "Sistemas de expresión y modificación de proteínas con aplicaciones industriales, sanitarias y nutricionales", mediante el desarrollo de un proceso biotecnológico para convertir la paja de trigo en productos de alto valor añadido derivados de la fracción hemicelulósica con interesantes aplicaciones en la industria alimentaria como prebióticos, agentes encapsulantes y espesantes.

CENTRO INVESTIGACIONES AGRARIAS - CIAM

El Centro de Investigaciones agrarias de Mabegondo, **CIAM**, desarrolla y realiza investigaciones aplicadas y básicas, orientando sus líneas de investigación preferentes a programas de recursos y tecnologías agroalimentarias que contemplan desde "Sanidad animal" a "Recuperación de recursos fitogenéticos", con estaciones experimentales por el territorio gallego.

CENTRO DE INVESTIGACIÓN FORESTAL LOURIZÁN

El **CIF** es un centro dedicado a la investigación forestal orientado a mejorar los bienes intangibles suministrados por los espacios forestales (biodiversidad, fijación del carbono, disponibilidad de agua de calidad, conservación del recurso suelo, paisaje…) a través de sus tres departamentos: Protección forestal, Ecosistemas forestales, y Silvicultura y mejora.

XENÉTICA FONTAO

La empresa pública **XENÉTICA FONTAO** desarrolla programas de mejora genética que contribuyen al incremento de las capacidades productivas de las razas de ganado explotadas en Galicia. Además, gestiona el Centro de Selección y Reproducción Animal de Galicia y Laboratorio de Xenética Molecular, que presta servicios de biotecnología de ADN en los campos de la Sanidad y Producción Agropecuaria.

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓNS AGROBIOLÓXICAS DE GALICIA - IIAG

El **IIAG** es un centro de investigación multidisciplinar con dos líneas globales de investigación enfocadas a la protección, conservación y mejora de los sistemas forestales y agrícolas. Las líneas de investigación incluyen estudios relacionados con el desarrollo sostenible, la conservación de recursos naturales, la fitorremediación, los incendios forestales, el cambio climático, así como el estudio de procesos de desarrollo en especies leñosas mediante la aplicación de herramientas biotecnológicas que permitan incrementar y mejorar la producción forestal de genotipos resistentes y la conservación de la biodiversidad vegetal.

CULTIGAR

El Laboratorio de Biotecnología Vegetal **CULTIGAR** de la Fundación Paideia se dedica a la Investigación y Desarrollo Tecnológico en el campo de la producción, cultivo y calidad sanitaria de planta ornamental, forestal y hortofrutícola de alto nivel económico. También desarrolla otro tipo de actividades como mantenimiento de bancos de germoplasma, micropropagación por cultivo in vitro y aclimatación en vivero de todo tipo de plantas.

CENTROS TECNOLÓGICOS Y OTROS CENTROS

En relación a los centros tecnológicos o similares que llevan a cabo proyectos de investigación o transferencia en nuestra comunidad, cabe destacar:

- **CIS-MADEIRA:** dentro de la cadena de valor asociada al ámbito forestal, sobresalen, entre otros, los siguientes proyectos:
    - **TREES3FUTURE:** incremento, de modo sostenible, de la demanda de productos de madera y servicios, en un contexto de cambio climático
    - **BIOMASA-AP:** mejora de capacidades de investigación en biomasa para un uso energético optimizado de biomasa no valorizada pero de alto potencial.
    - Proyectos de **mejora genética** del Abeto Douglas mediante el empleo de métodos no destructivos para la selección de árboles por la calidad de su madera.
- **CETIM**: destaca por sus proyectos en colaboración con otras entidades, destinados a la valorización de los subproductos del sector o al uso de microorganismos para la recuperación o puesta en valor del entorno, citando como ejemplo:
    - **Wood chem**: procesos sinérgicos y de extracción de químicos y valorización de la madera.
    - **Lignospread**: revalorización de lignina proveniente de licores negros del sector papelero en nuevos productos competitivos y medioambientalmente sostenibles, en colaboración con ENCE y otras entidades.
    - **Purener**: desarrollo, en colaboración entre otros con Enerylab, de un sistema de tratamiento integral y sostenible de los purines porcinos: de residuo a recurso.
    - **Reforest**: prevención de la erosión y reforestación de la flora de áreas boscosas quemadas a través de una solución innovadora de hongos y tecnosuelos.
- **CENTRO TECNOLÓXICO DA CARNE (CTC)**: destaca en este subsector por su área de producción agroalimentaria, medioambiente y territorio.

OTROS

Destacar la presencia del **Laboratorio Nacional de Sanidad Vegetal** y su servicio integral en biología molecular, técnicas inmuno-enzimáticas, microbiología y entomología. Asimismo, compañías tractoras desde la demanda complementan la investigación, desarrollo e innovación realizados en Galicia. Sirva como ejemplo **ENCE**, que en el ámbito de la investigación forestal ha incluido entre sus objetivos el de desarrollar un centro avanzado de I+D forestal y de bioenergía en Pontevedra para el desarrollo de plantas mejoradas, productos derivados de celulosa o biorrefinería. Otra referencia es **COREN**, con su **Planta de Investigación y Tratamiento de Residuos Orgánicos** y el **Centro de Selección Genética de Porcino** del grupo.

2.3. USO DE LA BIOTECNOLOGÍA EN EL SUBSECTOR

A continuación, se detallan ejemplos del uso de la biotecnología en el subsector, tomando como referencia el potencial de aplicación:

Tabla 6. Uso biotecnología en el sector (Fuente: elaboración propia a partir de múltiples fuentes (ver referencias))

USO BIOTECNOLOGÍA EN EL SECTOR
Desarrollo de vacunas con carácter preventivo o terapéutico
Tecnología aplicada al diagnóstico de enfermedades en animales y plantas.
Digitalización y análisis de datos para la gestión de plantaciones.
Herramientas para la monitorización y dispositivos médicos aplicados a la salud animal.
Técnicas genéticas aplicadas a la mejora reproductiva o productiva de especies animales.
Embriogénesis somática para la obtención de nuevas plantas a partir de otros tejidos vegetales.
Mejora genética de las especies forestales con monitorización y trazabilidad de su evolución.
Desarrollo de biorresinas o bioplásticos.
Procesado de información genómica y proteómica para diseño de nuevos fármacos.
Disposición de Screening de información en repositorios bibliográficos
Modificación genética para el tratamiento de enfermedades o problemáticas en plantaciones o en el sector silvícola.
Screening de información en repositorios bibliográficos.
Aplicación de herramientas de economía circular para el aprovechamiento energético de la biomasa forestal.
Recuperación y valorización de purines.
Utilización de microrganismos para el aprovechamiento de biomasa vegetal o extracción de compuestos.
Desarrollo de alimentación animal mejorada en base formulaciones nutricionales, probióticos y suplementos alimenticios.
Generación de fertilizantes in situ a través de bacterias reduciendo el impacto ambiental de los productos químicos.
Aprovechamiento de la capacidad defensiva de algunas plantas para su introducción precisa en plantas con interés y manipulación para su expresión con mayor extensión.
Desarrollo de marcadores moleculares y fragmentos de ADN para el avance en la capacidad de diagnóstico de enfermedades.

2.4. EMPRESAS GALLEGAS EN EL SECTOR

El subsector se caracteriza por una atomización que no se corresponde con su potencial, donde abundan las compañías de pequeño tamaño salvo algunas empresas de gran volumen que actúan como tractoras. Las compañías biotecnológicas en el sector se centran principalmente en el ámbito veterinario y en la valorización energética, en gran parte porque su origen se remonta a la generación de conocimiento y su colaboración con el tejido industrial. De entre las principales entidades biotecnológicas gallegas, cabe destacar:

Tabla 7. Empresas gallegas en el sector (Fuente: Bioga)

EMPRESAS GALLEGAS "PRODUCCIÓN Y APROVECHAMIENTO AGROGANADERO Y FORESTAL"	
AMS VET	Esta línea del grupo AMSlab combina técnicas avanzadas de biología molecular y genética como complemento a las técnicas químicas aplicadas para ofrecer los servicios más completos de identificación de compuestos y diagnóstico veterinario.
ALLGENETICS	Spin-off de la UDC que ofrece de servicios de identificación genética de especies animales.
ARNIGAL CULTIVOS	Cultivo de *Arnica montana* y extracción del principio activo con aplicación en otros sectores por sus virtudes antiinflamatorias.
BIALACTIS	Empresa de base tecnológica con una línea para la producción y comercialización de probióticos para alimentación animal.
BIOPRANAWORLD	Soluciones biológicas para el tratamiento y valorización de purines y estiércoles, aguas residuales y lodos de laboratorio.
BETANZOS HB	Compañía dedicada a la fabricación de productos de madera con una importante participación en innovación a través de proyectos de biotecnología
CAROILINE COSMÉTICA	Investigación, desarrollo, producción y comercialización de ingredientes cosméticos de origen natural y respetuosos con el medio ambiente.
CERNA	Consultora con participación en proyecto de selección genética y reproducción de eucalipto de alta producción adaptado al suelo y clima de Galicia.
CZ VACCINES	La compañía del grupo ZENDAL es el principal referente del sector y un exponente europeo en investigación, desarrollo y fabricación de biotecnología y vacunas, con una línea de vacunas de salud animal con presencia en más de 65 países.
CENTAURIBIOTECH	Empresa biotecnológica dedicada al desarrollo de terapias avanzadas en el campo veterinario. Sus productos y servicios tienen como principal elemento innovador la utilización de células madre para el tratamiento de diversas patologías, principalmente en caballos de competición y en animales de compañía.
ECOCELTA	Productora de abonos orgánicos naturales a partir de la gestión de restos orgánicos mediante compostaje, metanización y lombricultura
GALCHIMIA	Desarrollo de nuevos productos y/ o procesos para diferentes sectores como el biotecnológico y veterinario.
HIFAS DA TERRA	Elaboración y comercialización de materias primas, complementos alimenticios y productos farmacéuticos formulados a partir de hongos destinados a ganadería y animales de compañía.
HIFAS FORESTA	Empresa y centro de investigación dedicada, entre otros, al sector forestal, con productos como plantas de castaños híbridos para producción de fruto.
MYCOGALICIA PLANTAE	Centrada en la gestión del recurso micológico de los montes gallegos, con servicios de investigación o identificación taxonómica.
MONET VITICULTURA	Plataforma de viticultura de precisión para lograr una uva sana
VETIA ANIMAL HEALTH	Ayudan a veterinarios y ganaderos a mejorar la salud y el bienestar animal a través de vacunas y productos farmacológicos.
VETTER	Aplicación de conocimientos en terapia celular a la medicina veterinaria.
VIVEROS MAÑENTE:	Desarrollo de una planta de nitens con mejora genética con aumento de crecimiento superior a una planta convencional.
XÉNESE ETE	Equipo veterinario orientado a la mejora genética del ganado bovino a través de la transferencia de embriones para la mejora genética de las explotaciones.

2.5. POTENCIALIDAD DEL SUBSECTOR

El subsector cuenta en la actualidad con un gran potencial de crecimiento, especialmente a través de la hibridación intersectorial y de las oportunidades que brinda la economía circular. Como ejemplo de hibridación con el resto de subsectores, pueden destacarse ejemplos como la vinculación especial de este sector con la producción de biomasa para la valorización energética, o la relación con el sector marino a través del uso microalgas y sus propiedades bioestimulantes y biofertilizantes. En este sentido, destacar que, debido a su alto contenido en aminoácidos y fitohormonas, algunos productos basados en bioalgas pueden ser utilizados en la agricultura.

La propia Estrategia Gallega de Economía Circular aboga por fomentar procesos biotecnológicos o biorrefinerías aplicados a los residuos en forma de fruta y verduras (rechazada por los canales de distribución dedicadas al consumo humano, así como los excedentes de producción), para extraer sustancias de elevado interés industrial. Asimismo, los tratamientos biotecnológicos representan una solución para uno de los grandes problemas ambientales vinculados a la fuerte presencia de la actividad ganadera en Galicia, donde su aplicación a los purines puede reducir su fuerte impacto ambiental (contaminación del agua y suelo principalmente, pero también atmosférica con la emisión de GEI). Además, su tratamiento adecuado puede ser una fuente para la recuperación de nutrientes y energía.

Las oportunidades para el sector se sustentan en la demanda de productos alimentarios y/o de productos de madera de alto valor añadido. Galicia debe aprovechar la posición de liderazgo en los sectores primarios e incorporar como elemento tractor a las grandes compañías del sector. Compañías como **COREN** mantienen una alta presencia en el mercado, aunque, al mismo tiempo, existen empresas que actúan o pueden actuar como clientes de productos o soluciones biotecnológicas. Tales son los casos de **DE HEUS**, líder en el campo de la nutrición, o **FINSA**, entidad principal del sector maderero gallego y una de las más importantes a nivel estatal.

Asimismo, el papel de **DATAlife** en la tracción del sector primario resultará fundamental. El Hub de innovación digital mantiene entre sus **retos tecnológicos** al sector agroalimentario y el forestal:

- **Reto sector agroalimentario:** Lograr un sector agroalimentario sostenible, saludable y más productivo aumentando su digitalización.
- **Reto sector forestal**: Industrializar y digitalizar el sector, potenciando el desarrollo, fabricación y uso de productos de alto valor añadido con base madera, fomentando así la economía circular y luchando contra el cambio climático.

En este sentido, la digitalización ya ofrece respuestas al subsector. Sirva como ejemplo **INNOGANDO,** empresa que ofrece soluciones tecnológicas para que los ganaderos puedan **mejorar la rentabilidad de su granja** y la calidad de vida tanto de los animales como de sus propietarios. Pero también la **nanotecnología** o entidades que ofrecen soluciones de **ingeniería**, como **BETAIMPLANTS**, con un servicio de implantes en el ámbito veterinario.

La presentación por parte de la Xunta de Galicia de la iniciativa de reforma integral de las instalaciones del Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM) a los fondos Next Generation representa una oportunidad única para Galicia a convertir esta instalación en el centro de investigación de referencia que precisa el subsector. Sirva como ejemplo el establecimiento de un nuevo banco de germoplasma, para poder dar un salto cualitativo en el estudio de los recursos fitogenéticos de la comunidad (ej. maíz, frutales, hortícolas). Otro de los aspectos destacados se corresponde con la habilitación de un laboratorio P3, para permitir el desarrollo de investigaciones que en materia sanitaria afectan a la cabaña ganadera, ya que en la actualidad no se alcanza el nivel de contención y seguridad biológica de nivel para el estudio de enfermedades bacterianas y víricas de procedencia animal.

Por último, el subsector encuentra en su contribución al Desarrollo Sostenible otra palanca de crecimiento. Por una parte, la generación de conocimiento origina oportunidades para alinear la producción y/o cultivos con las futuras necesidades derivadas del Cambio climático. Sirva como ejemplo el uso de la biotecnología vegetal, a través de la embriogénesis somática, para mejorar el cultivo de la variedad de uva Mencía y afrontar de una forma más segura futuros retos ambientales. Al mismo tiempo, compañías gallegas líderes a nivel internacional como el Grupo **INDITEX** han manifestado en sus políticas su **compromiso** con nuestros bosques, y otras como **GREENALIA** han puesto en marcha su primera planta de biomasa, la más importante del sur de Europa en biomasa forestal, una de las dos más grandes de España y la primera en tecnología.

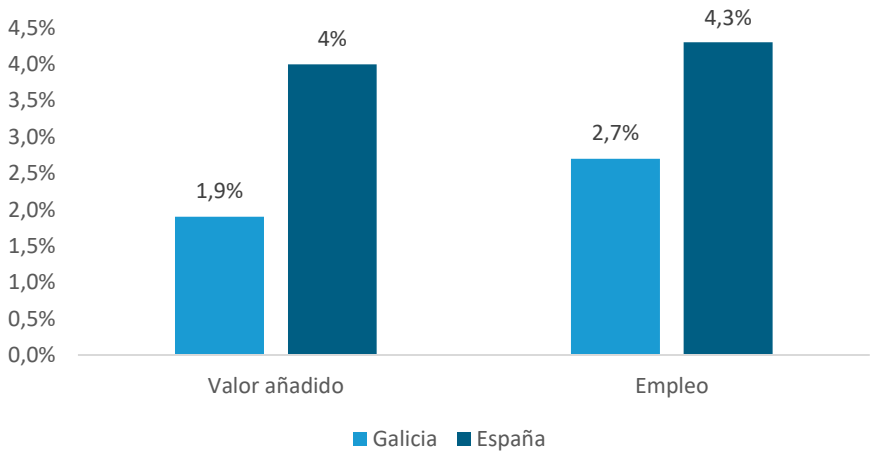
La Xunta de Galicia ha impulsado durante 2020 un nuevo proyecto estratégico para la fabricación de viscosa destinada al sector textil y obtenida a partir de madera sostenible. Tanto por la transversalidad de su sector como por el rango de aplicaciones biotecnológicas existentes, la biotecnología se consolida como una fuente de innovación y competitividad relevante para las empresas de este subsector.

3. ALIMENTACIÓN FUNCIONAL Y NUTRACÉUTICA PARA LA SALUD Y EL ENVEJECIMIENTO ACTIVO

La sociedad gallega se caracteriza en la actualidad por un envejecimiento acusado, con una edad media en constante aumento y por encima de la del conjunto nacional. El envejecimiento de la población supone, por una parte, un reto social, y por la otra, una oportunidad de negocio y de desarrollo empresarial. Según las previsiones de la Comisión Europea, en el año 2060 uno de cada tres ciudadanos de la Unión tendrá más de 65 años.

La situación de Galicia en relación a su población de mayores de 65 años la convierte en un escenario propicio para el desarrollo de la Silver Economy. No obstante, tal y como se recoge en el monográfico **"La Silver Economy en Galicia",** de Ardan, su peso en la en la economía gallega es del 1,9% en términos de valor añadido y del 2,7% si consideramos el número de ocupados, frente al 4% y 4,3%, en España, respectivamente.

Gráfica 1. Silver Economy en Galicia y España (Fuente: SABI, Ardán)



Como parte de la respuesta a las necesidades actuales y de futuro de los senior en nuestra comunidad, la producción agroalimentaria en Galicia puede desempeñar un papel fundamental por su importancia en el contexto socioeconómico.

La biotecnología tradicional se ha asociado históricamente a la transformación de alimentos, mediante procesos como la fermentación. Si bien continúa constituyendo la base de gran parte de las industrias (Ej. Industria láctea), la biotecnología moderna permite, a través de la innovación, el desarrollo de productos de alto valor añadido propicios para una vida saludable y un envejecimiento activo. La valorización de los productos tradicionales es una medida de extraordinario valor para aumentar la competitividad de las empresas. Valorizar un producto de alimentación contempla desde su propia transformación (ej. productos lácteos), hasta la adición o modificación incorporando elementos que aporten propiedades beneficiosas más allá de las nutritivas generales.

Por su parte, el concepto de **nutracéutica** definido por Stephen DeFelice, se corresponde con "un alimento o parte de un alimento que proporciona beneficios para la salud, incluyendo la prevención y/o tratamiento de enfermedades". En principio, la principal diferencia con los fármacos es que, en lugar de síntesis química, su composición se basa en sustancias naturales bioactivas que se presentan en mayor concentración que en los alimentos comunes.

Los alimentos funcionales y la nutracéutica mantienen en común su condición de compuestos preventivos y orientados a una alimentación saludable. En términos generales, se entiende por alimentos e ingredientes funcionales, entre otros, los comprendidos en la siguiente relación:

Tabla 8. Ejemplos de alimentos funcionales (Fuente: Gobierno de España)

EJEMPLOS ALIMENTOS FUNCIONALES
Alimentos o bebidas naturales
Alimentos o bebidas a los que se ha añadido un componente (omega-3, CLA, fibra)
Alimentos o bebidas a los que se ha reducido o eliminado un componente (lácteos reducidos en sodio, sin lactosa, etc.)
Alimentos o bebidas en los que se ha variado la naturaleza de uno o más de sus componentes (leche con esteroles vegetales)
Alimentos en los que se ha modificado la biodisponibilidad de uno o más de los componentes
Alimentos o bebidas que reúnen más de una de las características mencionadas anteriormente

A continuación, se señalan algunos de los ingredientes funcionales principales:

Tabla 9. Ejemplos de ingredientes funcionales (Fuente: Gobierno de España)

EJEMPLOS INGREDIENTES FUNCIONALES	
Proteínas	• Proteínas de la leche, como el suero lácteo, o hidrolizados de estas proteínas. • Proteínas de origen no lácteo, como la soja.
Lípidos	• Lípidos de origen lácteo, como fosfolípidos. • Lípidos de otro origen, como los ácidos omega-3 (enfermedades cardiovasculares) • Esteroles y estanoles vegetales (absorción del colesterol y disminución de riesgo cardiovascular).
Probióticos	• Mezcla de lactobacilos y bifidobacterias.
Prebióticos	• No digeribles, afectan beneficiosamente al huésped por estimulación selectiva del crecimiento y/o actividad de bacterias del colon (ej. Leche humana).
Simbióticos	• Mezcla de probióticos con prebióticas para aumento de resistencia y volumen de los probióticos en el intestino grueso.
Calcio	• Salud dental y ósea.
Otros	• Cafeína, aminoácidos, jalea real, minerales, vitaminas, etc.

Este subsector aglutina el conjunto de procesos dirigidos a la valorización del sector alimentario mediante el desarrollo de alimentos funcionales y de compuestos nutracéuticos, con el objetivo de facilitar una dieta sana y saludable y de contribuir al envejecimiento activo, tomando como base los recursos naturales en los que Galicia es un referente.

3.1. OPORTUNIDAD QUE REPRESENTA PARA GALICIA

Por sus características específicas y una media de edad avanzada, Galicia se convierte en un referente y en un modelo adelantado de lo que se espera que sea Europa para el año 2030. Sirva como ejemplo la declaración, en 2016, como Reference Site en el desarrollo y la adopción de prácticas innovadoras para un envejecimiento activo y saludable. Otra referencia es el hecho de que la Comisión Europea haya otorgado a Galicia la máxima calificación como región de referencia por el desarrollo y la adopción de prácticas innovadoras para el envejecimiento activo y saludable (European Innovation Partnership on Active and Healthy Ageing).

La alimentación funcional que propicie una dieta saludable representa una herramienta única para afrontar con éxito las enfermedades neurodegenerativas o propias de la tercera edad; considerándola como elemento añadido a la investigación y al desarrollo de soluciones sanitarias. La inversión en una alimentación que fomente y contribuya a una vida saludable repercutirá en la mejora de las condiciones futuras de nuestros mayores, evitando enfermedades o mejorando patologías.

El trabajo de la Xunta intenta adelantarse a estas necesidades acuciantes, la cual a través de proyectos como Código 100, pretende convertir a Galicia en una región de referencia en innovación en envejecimiento activo. Alcanzar estos objetivos pasa por promover un modelo de innovación orientado a este reto colectivo, así como incrementar la digitalización y la I+D+i para impulsar los sectores tradicionales y aprovechar su potencial de crecimiento. Dentro de este último caso, la valorización del sector de la alimentación a través del desarrollo de alimentos funcionales representa una de las vías de competitividad en la que biotecnología juega un factor crucial.

Como ejemplo de alimento funcional en la comunidad cabe destacar por su peso específico, el conjunto de **productos lácteos**. Galicia lidera de forma indiscutible el sector de la producción de leche, con más de 1/3 de la producción de todo el país, con 2,8 millones de toneladas en 2018. Sin embargo, esto no se traduce en una industrialización regional alrededor del sector primario, ya que un elevado porcentaje se destina a la exportación y a la alta presencia de empresas foráneas en nuestra comunidad. Galicia encuentra así en el **sector lácteo** una enorme oportunidad de desarrollo de productos funcionales a partir de productos base como la leche, atrapada desde hace años en una guerra de precios que dificulta el desarrollo del sector.

Uno de los principales problemas a la hora de traducir el liderazgo de producción de materia prima en beneficio económico es la falta de especialización en el proceso de transformación, dado que el VAB de la actividad láctea en Galicia apenas supone el 10% de la española. De esta forma, prácticamente la mitad de la transformación se realiza como envase de leche líquida, como batido o como nata.

Los productos derivados de la leche (mantequillas, quesos, yogurt, natas, etc.) constituyen un conjunto de alimentos funcionales por sí mismos, debido a la actividad de los microorganismos responsables de la fermentación láctea (bacterias ácido-lácteas) en conjunto con las bacterias presentes en nuestra flora intestinal. La aparición de compañías como **GALACTEUM**, orientadas al B2B en productos lácteos de nutrición infantil de alto valor añadido, contribuye a la valorización del sector por vías alternativas a las tradicionales.

Además del sector lácteo, cabe destacar el peso de los **antioxidantes** por su capacidad para propiciar un envejecimiento activo. En la actualidad existe una gran tendencia a consumir alimentos funcionales con propiedades antioxidantes, es decir, con moléculas que retardan o que previenen la oxidación de otras moléculas.

Los recursos naturales de Galicia la posicionan como una fuente para la identificación y el desarrollo de nuevos ingredientes con actividad antioxidante, destacando aquellos que provienen de la valorización de residuos vitivinícolas y de la utilización de especies vegetales autóctonas (grelos, nabizas, berzas e incluso la biomasa forestal). Sirva como ejemplo el producto Foodextract realizado por **i-GRAPE LABORATORY** extraído a partir del subproducto obtenido de la vinificación de la uva blanca, la cual posee cualidades antioxidantes.

Pese al avance y consolidación del desarrollo de fármacos en Galicia, es conveniente señalar la oportunidad que representa la **nutracéutica**, pudiendo aprovecharse, en la medida de lo posible, el conocimiento y experiencia acumulada en el sector farma. La nutracéutica tiene un riesgo asociado menor, en cuanto a que la inversión requerida no es tan alta y a que la regulación

asociada no está vinculada a proceso tan estrictos. Asimismo, el plazo para acceder al mercado es significativamente menor, con unos TRL que se asemejan más a los convencionales.

El subsector se encuentra en la actualidad ante el reto de afianzarse y consolidarse, jugando un especial papel la confianza por parte de los consumidores. Este aspecto es de vital importancia, destacándose la necesidad de sustentar las cualidades del producto en base a la veracidad y la transparencia. La calidad de los productos agroalimentarios constituye uno de los principales atractivos turísticos de Galicia, contando con al menos 36 sellos de calidad diferenciada. El sector rural apuesta por la calidad y la diferenciación como vías para el crecimiento, y, en esta diferenciación, los alimentos funcionales y/o la nutracéutica pueden desempeñar un papel diferencial.

Nuestra Comunidad puede fortalecer la confianza en sus productos tomando como base el posicionamiento de la marca Galicia en términos de alimentación. Asimismo, se abren oportunidades para facilitar este proceso de transparencia y confianza, tras la autorización en España por parte de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición de la indicación de que los alimentos contienen probióticos.

3.2. CAPACIDAD CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA

Galicia dispone de una red integral de centros de investigación, centros tecnológicos y universidades que lideran con su investigación los avances científicos y tecnológicos y su transferencia a mercado. Sus grupos de investigación desarrollan proyectos y avanzan en líneas de investigación que abarcan las diferentes posibilidades de los alimentos funcionales y la nutracéutica.

Entre las diferentes entidades que llevan a cabo actividad de I+D en este ámbito en Galicia destacan los siguientes, sin resultar un listado exhaustivo.

SISTEMA UNIVERSITARIO

El papel de la Universidad contempla desde el propio Grado de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, en Ourense, al conjunto de los diferentes grupos de investigación que mantienen una fuerte especialización en campos con vinculación con este subsector: extracción, definición de perfil molecular, caracterización y parametrización, toxicología y determinación de actividad in-vivo e in-vitro.

En particular, puede destacarse el papel del Instituto de Investigaciones y Análisis Alimentarias de la **Universidade de Santiago de Compostela** o el Aula de productos lácteos y tecnologías alimentarias del **Campus Terra**, que forma parte de la Plataforma Tecnológica Mixta de la Red de Infraestructuras de Apoyo a la Investigación y el Desarrollo Tecnológico (**RIAIDT**), perteneciente a la Universidad de Santiago de Compostela.

CENTROS DE INVESTIGACIÓN Y OTROS CENTROS

Entre los diferentes centros de investigación o similar, con una vinculación con el subsector, pueden destacarse los siguientes:

- **CINBIO**: destaca entre sus diferentes líneas de investigación la relativa a “Biosalud y envejecimiento activo”, abarcando aspectos como “Síntesis de antioxidantes y prebióticos. Microbióticos” o “Síntesis de precursores nutricionales”.
- **CYTMA**: teniendo en cuanta la vinculación directa con la biotecnología azul que se ha detallado, conviene señalar su actividad de desarrollo de alimentos saludables. Desde su puesta en funcionamiento en marzo de 2016, ha supuesto un hito para la actividad industrial vinculado al complejo mar-alimentario.
- **LIGAL**: el Laboratorio Interprofesional Gallego de Análisis de Leche, LIGAL, tiene como fin el carácter asistencial, educativo, científico, sanitario y de cooperación o fomento

de la economía primaria y de investigación en el ámbito del sector lácteo. Entre otros, se incluyen los estudios e **investigaciones científicas** y técnicas relativas a la leche y productos lácteos.

- **CICA**. A través de su grupo **EXPRELA** ha colaborado con varias empresas del sector como Queizuar, Galchimia o Proteos-Biotech.
- **EVEGA**: la Estación de Viticultura de Galicia incorpora entre sus líneas de investigación la Viticultura y la Enología, disponiéndose de un Banco de Xermoplasma con 67 variedades, el 80% autóctonas.

En cuanto a la generación de conocimiento científico-tecnológico y su transferencia al mercado en esta materia, cabe señalar el papel del **CENTRO TECNOLÓGICO DE LA CARNE (CTC)**, el papel de los clústeres con mayor vinculación, como BIOGA, CLUSAGA o CSG, o el de compañías como **HIJOS DE RIVERA**:, **CLUN**, o **MARTIN CODAX**.

3.3. USO DE LA BIOTECNOLOGIA EN EL SUBSECTOR

Tabla 10. Uso biotecnología en el (Fuente: elaboración propia a partir de múltiples fuentes (ver referencias))

USO BIOTECNOLOGÍA EN EL SECTOR
Optimización de los procesos de fermentación láctea.
Valorización del suero lácteo (ej. Suero desmineralizado en polvo).
Desarrollo de nuevos productos alimentarios funcionales en el sector lácteo.
Valorización del sector de la miel mediante la selección de reinas de las mejores colmenas.
Desarrollo de ingredientes probióticos y prebióticos.
Adaptación de productos para nuevos mercados (bebidas para deportistas a partir de suero de leche).
Obtención de nuevos antioxidantes a partir de especies autóctonas (algas, biomasa, especies vegetales, etc.).
Ingredientes con características beneficiosas frente a patologías asociadas al envejecimiento (fibras, ácidos grasos, etc.) a partir de recursos naturales regionales.
Desarrollo de alimentos funcionales en base a los ingredientes mencionados anteriormente.

3.4. EMPRESAS GALLEGAS EN EL SECTOR

Se incluye a continuación una relación de empresas con un mayor foco en el subsector. Algunas de las cuales ya se contemplaron en los subsectores anteriores, poniendo de manifiesto la capacidad de conexión entre subsectores.

Tabla 11. Empresas gallegas del subsector (Fuente: BIOGA)

EMPRESAS GALLEGAS EN EL SUBSECTOR	
ABIASA	Especializada en la producción y comercialización de bioingredientes de alta calidad para la industria agroalimentaria, así como en la investigación, desarrollo y producción de fermentos, enzimas y probióticos de alta calidad para esta industria
ACOLACT	Participación en proyecto para investigación industrial y desarrollo de ingredientes bioactivos y nuevos alimentos para el bienestar mental.
AGUA DE RODAS	Junto con la Universidad de Vigo, desarrollaron la metodología para caracterizar y recoger el agua profunda proveniente del entorno del Parque Natural das Illas Atlánticas para su aplicación entre otros en bebidas funcionales.
AQUALGAE	Producción de algas utilizadas en la forma de biomasa seca o para la extracción de suplementos y colorantes. Sirva como ejemplo *Chlorella sp.* y *Arthrospira,* la astaxantina (uno de los antioxidantes más potentes) o el ß-caroteno, utilizado en bebidas naturales y como antioxidante.
ATLANTIC BLENDING CO	Iniciativa tecnológica basada en la formulación, elaboración y distribución de bebidas fermentables naturales a base de microorganismos autóctonos de Galicia y materias primas locales.
BIALACTIS	Compañía perteneciente al grupo Zendal que desarrolla probióticos utilizando los más altos estándares farmacéuticos.
BIOMEGA NATURAL NUTRIENTES	Especializada en la obtención de aceite con alto contenido en Omega 3 natural extraído en frío a partir de hígado de pescado proveniente de la flota gallega, manteniendo sus propiedades naturales y la actividad biológica.
BIOSELECCIÓN	Nuevos desarrollos alternativos a la carne en base al empleo de proteínas vegetales.
CELTALGA EXTRACT	Centrada en la producción de extractos acuosos de algas procedentes de las costas gallegas, con la colaboración de Portomuiños.
CLUN	Productora de la leche Unicla, enriquecida de forma natural en ácido linoleico y participante en proyectos como TECNOFOOD, para el aumentar la capacidad innovadora de la industria agroalimentaria.
CODEBIO	En base a su amplia experiencia en el sector de la alimentación y salud, desarrolla procesos y productos dentro del ámbito de la alimentación y dietéticos
DEINAL	Spin off de la Universidad de Santiago de Compostela, con servicios de área Físico-Química, Microbiología, Biología molecular y el área de diseño y control de nuevos productos, tanto desde la óptica de la seguridad alimentaria como del asesoramiento en todos los ámbitos de la producción alimentaria.
EBIOTEC	Empresa biotecnológica que busca nuevos aportes nutricionales de origen marino para mejorar la salud desde la alimentación y desenvolver servicios de tecnología aplicada a la salud.
FEIRACO	Participación en proyecto para la generación de nuevos ingredientes y alimentos beneficiosos dirigidos a condiciones de riesgo y al bienestar global de personas con cáncer colorrectal.
GLECEX	Start-up biotecnológica y creadora de la marca Berries and Friends, ofrece servicios avanzados a las empresas del sector agroalimentario y nutracéutico en base a su alta capacidad tecnológica e innovadora.
HIFAS DA TERRA	Vinculada a la investigación y a la innovación, con un alto grado de especialización en el desarrollo de nutracéuticos a partir de hongos medicinales. Participa en proyectos como NEUROFOOD, asociado a los efectos de alimentos como las setas en la atención, la memoria o la concentración.
HIJOS DE RIVERA	Participa en el proyecto Hi-Bio 4.0. Este proyecto estudia la implementación de herramientas avanzadas de industria 4.0 para modelizar un proceso biotecnológico y facilitar y optimizar los procesos de desarrollo con el fin de obtener una mayor calidad y funcionalidad en los productos obtenidos.
IFFE BIOTECH:	Última la finalización de su planta de producción dedicada a la investigación, desarrollo y producción de ácidos grasos Omega-3 (DHA/EPA), en formatos Triglicéridos RBD, Etilester AC, Triglicéridos AC y Fosfolípidos.
GALACTEUM	Empresa láctea centrada en la comercialización e industrialización de productos lácteos y derivados, tanto en el B2B como en venta a consumidor (Deleitar).

INNOLACT	Surgida a partir del Aula de Productos lácteos de la USC y especializada en la producción de queso crema a través de la marca Quescrem.
MERCANTIA	Elaboración de bebidas y productos refrescantes, con método de producción de alimentos personalizados basado en análisis genéticos previos.
NEOXÉNICA BIOTECH	Desarrollo de soluciones rápidas y dispositivos miniaturizados para análisis de alimentos principalmente basados en análisis de ADN.
PORTOMUIÑOS	Producción de productos alimenticios derivados de las algas, mantiene el objetivo del estudio y divulgación de sus propiedades organolépticas. Participa en proyectos de innovación vinculados en la valorización de los extractivos con actividad funcional o en la obtención de extrusionados hiperproteicos y ricos en fibra.
PROQUIGA BIOTECH	Enfocada a la industria alimentaria, con diversas familias de enzimas y todo tipo de ingredientes y aditivos naturales, además de planta especializada en fermentación.
QUEIZUAR	Empresa de tradición quesera que participa en proyectos de investigación biotech relacionados con la valorización del suero de la leche con las 3 universidades gallegas, el cual debe ser tratado antes de su eliminación al medio ambiente.
SMART VITAMINS	Pionera en una tecnología innovadora, la SDN Technology™, diseñada para mejorar los beneficios de los nutrientes esenciales liberándolos selectivamente en los tejidos diana del organismo y concentrando su actividad en el sitio de acción.
STATERA LABS	Creación de productos alimenticios a través de ingredientes bioactivos para aportar soluciones alimentarias innovadoras para reforzar la salud y bienestar de los consumidores.
XENOTECHS LABORATORIOS:	Ofrece servicios especializados de detección de fraude comercial en productos alimenticios a empresas de la industria alimentaria, mediante la aplicación de metodologías patentadas de Biología Molecular.
ZINEREO PHARMA	Vinculada al GRUPO ZENDAL, ofrece servicios de desarrollo y fabricación por contrato de medicamentos y probióticos con calidad farmacéutica.

Algunas empresas anteriormente mencionadas contribuyen a la oferta de soluciones en el ámbito alimentario como **INDUSTRIAS ROKO**, con su agar-agar utilizado como aditivo (E-406) gelificante o el agar farmacéutico empleado como excipiente en cápsulas, comprimidos y jarabes. Otras, como **CEAMSA,** son especialistas en la producción, elaboración y distribución a nivel mundial de una completa gama de hidrocoloides naturales como la Carragenina, la Pectina, la Fibra, el Alginato o la Goma de Garrofín, los cuales se caracterizan, entre otros, por sus propiedades estabilizantes, gelificantes, espesantes o texturizantes. Por último, puede señalarse una de las empresas analizadas anteriormente, **i-GRAPE LABORATORY**, por su proceso patentado de producción de extractos polifenólicos a partir de uva blanca.

Otras empresas complementan las necesidades del subsector a través de su servicio, como, **LABORATORIO CIFGA**, **GALCHIMIA** o **AMSlab** trabajan sobre la caracterización de enzimas de potencial uso industrial.

3.5. POTENCIALIDAD DEL SUBSECTOR.

Galicia encuentra en la **industria láctea** uno de sus principales pilares para la consolidación del subsector de alimentos funcionales. Desde la posición de liderazgo en producción y, teniendo en cuenta el margen de mejora en cuanto a la innovación en los productos resultantes, puede afirmarse que el potencial de crecimiento en esta industria es elevado. Los ejemplos de innovación en el sector y la apuesta por alternativas en el mercado, como las llevadas a cabo por **INNOLACT** o **GALACTEUM**, evidencian las posibilidades a través de la investigación y el desarrollo de nuevos productos. La modificación de la legislación, como la modificación de la Ley de la Cadena Alimentaria con la prohibición de prácticas comerciales desleales o la generalización de los contratos por escrito, aporta nuevas oportunidades en el sector a través de la protección.

Grupos como **CLUN** o **LECHE RÍO** pueden actuar como tractores en el sector por su estrecha vinculación con el sector primario. Sirva como ejemplo los trabajos de **CLUN** a través de su leche Unicla, enriquecida de forma natural en ácido linoleico conjugado, o su proyecto para desarrollar yogures más digeribles para mayores, el desarrollo por parte de **INNOLACT** de bebidas funcionales a partir del suero de queso, los productos **DELEITAR** de leche fresca sin lactosa de **GALACTEUM**, o el desarrollo una bebida hospitalaria hiperproteica elaborada con hidrolizado de proteína de suero por parte de **QUEIXERIAS BAMA**; pudiendo añadir a la lista entidades con menor volumen de negocio o de mercado pero igualmente importantes.

El empleo de herramientas biotecnológicas puede contribuir de manera significativa a la modernización y al aumento de competitividad de la industria láctea, en la que Galicia es un referente internacional. Asimismo, destacar la aportación que en materia de investigación pueden aportar compañías afianzadas en sectores afines, como **MAR DE FRADES**, que participa en proyectos como la aplicación de estrategias biotecnológicas para optimizar el manejo del varietal albariño en la elaboración de vinos tranquilos y espumosos, o s o BODEGAS MARTIN CODAX, con el desarrollo de una solución global para mejorar la producción vitivinícola frente al cambio climático basada, entre otras, en estrategias biotecnológicas y de manejo del viñedo.

El sector encuentra en la citada iniciativa de reforma integral de las instalaciones del Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (CIAM) a los fondos Next Generation una oportunidad única, al incluir la habilitación de una nueva explotación láctea, la constitución de un aula de productos lácteos y la rehabilitación de las infraestructuras de todos los centros de investigación y formación.En el desarrollo de **alimentos funcionales** cobra especialmente importancia la vinculación de empresas que aporten una especialización a través de la innovación, con aquellas empresas de mayor presencia en el mercado, mayor volumen y mayor facilidad para la exportación o internacionalización. No obstante, estas últimas lideran procesos de desarrollo de nuevos productos funcionales debido a la creciente demanda y a las oportunidades asociadas. Sirva como ejemplo **HIJOS DE RIVERA**, que, además del anteriormente mencionado proyecto Hi-Bio 4.0, está también involucrada en proyectos de **"Formulaciones funcionales en nuevas cervezas sin alcohol-0,0F".**

Del análisis de las empresas anteriores puede desprenderse que, desde la perspectiva de la biotecnología, en Galicia existe un alto potencial de hibridación entre subsectores, pudiendo aprovechar las sinergias que derivan de la colaboración. En el caso del sector primario, va desde el ámbito marítimo a la producción agroalimentaria, pero especialmente desde la posición de consolidación de Galicia en el descubrimiento temprano de fármacos o en su fabricación. Un ejemplo particular de hibridación es el caso de la **HIFAS DA TERRA** y **ANFACO-CECOPESCA** en el desarrollo del proyecto NUTRIGEN 4.0, para la puesta en marcha de nuevos procesos 4.0 que permitan optimizar a producción de nutracéuticos alimenticios a escala piloto.

En este aspecto, señalar que la **nutracéutica** puede actuar de elemento bisagra para dinamizar y potenciar este subsector, conjugando el know-how derivado del ámbito farmacéutico con las propiedades y el valor añadido de los productos derivados del sector primario. El subsector se enfrenta así al reto de aumentar el grado de intensificación tecnológica para adaptarse a la demanda. Si bien es necesario destacar que las inversiones realizadas pueden ser importantes, como resultado se encuentra el aumento de la competitividad empresarial y de la capacidad de internacionalización.

Como ejemplo del potencial de hibridación y de colaboración entre entidades en el ámbito de la nutracéutica, destacar el citado proyecto Nutrigen 4.0 y el consorcio formado por **HIFAS DA TERRA**, especializada en la investigación, desarrollo e innovación en el desarrollo de nutracéuticos a partir de hongos medicinales, y **ANFACO-CECOPESCA**, líneas de investigación punteras relacionadas con industria 4.0, espectroscopía NIR, biotecnología y biología molecular.

4. NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA LA MEDICINA PERSONALIZADA

A través de su Estrategia de Especialización Inteligente, Galicia estableció como uno de sus retos un “nuevo modelo de vida saludable cimentado en el envejecimiento activo de la población”. Nuestra comunidad se ha embarcado durante los últimos años en un proceso de planificación, desarrollo y ejecución de acciones orientadas a alcanzar este reto común.

En este sentido, la investigación biomédica y las ciencias de la salud han constituido uno de los pilares de nuestro sistema de salud, otorgando una mejor calidad de vida y estableciendo las bases para un envejecimiento activo. Esta inversión se contempla como catalizador de la actividad económica, contribuyendo a la generación de empleo y al avance científico-tecnológico.

Además del reto que supone la actual pandemia, nuestra sociedad y, en particular, el sector sanitario, se enfrentan a otros retos como el cáncer o las enfermedades degenerativas y del envejecimiento, por lo que resulta de vital importancia la inversión económica con una visión a largo plazo. Como aspecto positivo, los avances que suponen las nuevas tecnologías o el desarrollo en aspectos básicos como la genómica contribuyen a alcanzar logros con mayor celeridad que en años precedentes.

Nos encontramos ante un momento sin precedentes, donde la investigación y la constante evolución han desembocado en un cambio de paradigma. Sirvan como ejemplo las terapias biológicas, los anticuerpos monoclonales o las terapias CART: tratamientos personalizados donde se combina la inmunoterapia celular adoptiva con la terapia génica, la ingeniería de tejidos o la combinación de ambas.

Las nuevas tecnologías requieren, por una parte, la adaptación de nuestros sistemas sanitarios, pero, al mismo tiempo, ponen al alcance de la sociedad el acceso a la medicina personalizada. En el **Informe de prospectiva tecnológica sobre el impacto de la biotecnología en el Sector Salud- 2020** se lleva a cabo una selección de tecnologías críticas por su Importancia o prioridad, por su Posición Competitiva o por la Demanda de mercado. Como resultado se seleccionaron las 15 tecnologías más relevantes, en base a 5 tendencias.

Tabla 12. Tecnologías relevantes en salud (Fuente: FECYT)

TECNOLOGÍAS RELEVANTES EN SALUD	
TENDENCIA 1. TECNOLOGÍAS TRANVERSALES	**T5.** Bioinformática para dilucidar diferencias entre situación fisiológica y patológica a partir de datos epigenéticos, genómicos, transcriptómicos, proteómicos y metabolómicos**.** **T6.** Desarrollo de modelos animales que ayuden a comprender la función de genes en ratones y posteriormente en humanos.
TENDENCIA 2. DIAGNÓSTICO Y PRONÓSTICO	**T8.** Biomarcadores I: Tecnologías para la identificación y validación de biomarcadores relacionados con el metabolismo de fármacos e interacciones. **T9.** Biomarcadores II: Validación clínica multicéntrica de los marcadores para utilizar en medicina personalizada. **T10.** Nuevos anticuerpos monoclonales para el diagnóstico y pronóstico de enfermedades complejas. **T12.** Utilización de muestras subrogadas para el diagnóstico/caracterización de enfermedades, como células tumorales circulantes para la caracterización patológica y molecular de tumores en el momento del tratamiento. **T15**. Nanobiotecnología aplicada al diagnóstico in vitro e imagen in vivo.
TENDENCIA 3. DESARROLLO DE NUEVAS TERAPIAS	**T17.** High content/high context screening celular para medir eficacia y toxicidad de fármacos en desarrollo. **T18.** Modelos predictivos celulares y tisulares y animales transgénicos que reproduzcan fehacientemente fenotipos patológicos para el screening de fármacos **T19.** Nuevas moléculas biológicas como medicamentos y/o vacunas: péptidos, lípidos, carbohidratos, ácidos nucleicos y anticuerpos mono y policlonales. **T23**. Vacunas terapéuticas e inmunoterapia para tratamiento de enfermedades infecciosas, tumores, enfermedades autoinmunes.
TENDENCIA 4. MEDICINA REGENERATIVA	**T24.** Terapia y/o trasplante celular dirigido a la regeneración funcional orgánica. **T28.** Transdiferenciación. Reprogramación de células madre adultas y somáticas para desdiferenciarlas en tipos celulares aptos para la regeneración de órganos y/o tejidos. **T29**. Desarrollo de biomateriales para implantes en regeneración, incluyendo nanosensores y nanofibras.
TENDENCIA 5. MEDICINA Y NUTRICIÓN PREVENTIVA	**T30.** Tecnologías para automatizar la identificación y validación de biomarcadores genotípicos y séricos en la predicción de enfermedades.

En el presente subsector se contempla el conjunto de proyectos, empresas y actividades enmarcadas en la medicina personalizada. La biotecnología aporta la respuesta y los métodos de diagnóstico y pronóstico (Ej. biomarcadores), incluyendo además los medios y tratamientos orientados a la medicina individualizada como modo de poner en valor el conocimiento generado en las diferentes áreas competitivas.

4.1. OPORTUNIDAD QUE REPRESENTA PARA GALICIA

En los trabajos realizados por Bioemprende, recogidos en el "**Diagnóstico del Sector de la Biotecnología en la Euroregión Galicia-Norte de Portugal",** ya se señalaba el papel prioritario que ocupaba el sector de la Salud en materia de investigación en biotecnología y de creación de empresas.

A diferencia de otros sectores como el farmacéutico, existen nichos de mercado sin la gran competencia de las grandes corporaciones. Así, a través de la especialización y el bioempredimiento, las empresas de base tecnológica pueden seguir dando pasos para la consolidación del subsector.

Tal y como se reflejaba en la **Estrategia de Impulso a la Biotecnología de Galicia 2016-2020**, la medicina personalizada incluye ámbitos de conocimiento en los que Galicia posee

capacidades en las que destaca, como la farmacogenética, el diagnóstico genético, el análisis automatizado de información clínica, la telemedicina, las vacunas o la terapia biológica adaptada. La biotecnología encuentra en Galicia un subsector con capacidades demostradas y un potencial de crecimiento y consolidación para afrontar los retos sanitarios desde la medicina personalizada: adaptación tecnológica y terapéutica al paciente de forma individualizada.

En este sentido, destacar el desarrollará una estrategia regional de medicina personalizada y terapia celular avanzada, y pondrá en marcha un centro de producción de medicamentos CAR-T, como uno de los ejes fundamentales del proyecto que el Ejecutivo gallego tiene en materia de sanidad. Disponer de un centro de terapia avanzada CAR-T situará a Galicia como centro de referencia en la producción e investigación de este tipo de medicamentos. Permitirá por una parte el desarrollo de las líneas de investigación de otros centros nacionales, y por la otra, la creación de fármacos propios a partir de las líneas de investigación que se lleven a cabo en nuestra comunidad. Destacar que en 2021 se llevó a cabo el primer tratamiento con éxito en Galicia de un cáncer con terapia CAR-T.

Otro ejemplo destacable es el Living Lab de salud de Ourense (**Red LABSAÚDE**), el cual aúna al Servicio Gallego de Salud, Universidad, a centros de investigación, empresas, organismos de apoyo del sector de la biomedicina y de la biotecnología y a la sociedad. Este espacio promueve la innovación, la transferencia de conocimiento y el desarrollo de un tejido empresarial emprendedor en el sector salud.

El Living Lab pretende continuar la trayectoria de Galicia que la llevó al reconocimiento por parte de la Comisión Europea como región de referencia europea con cuatro estrellas en el desarrollo de prácticas innovadoras, en el marco de la iniciativa estratégica European Innovation Partnership on Active and Healthy Ageing (EIP on AHA).

4.2. CAPACIDAD CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA

En relación al ámbito biotecnológico ligado a la salud, Galicia cuenta con una base científico-tecnológica de reconocido prestigio, donde 3 de los 4 centros de investigación de excelencia están directamente vinculados con el sector. Asimismo, el sistema universitario gallego cuenta con grupos relevantes en el ámbito de la medicina personalizada a lo cual hay que sumar la contribución de vital importancia de la red hospitalaria, de los centros tecnológicos y de otros centros o entidades de especial importancia.

Por su especial vinculación con la medicina personalizada, se señalan las siguientes entidades de referencia en investigación y desarrollo:

CAMPUS VIDA
El campus de excelencia internacional **Campus Vida** de la Universidad de Santiago aglutina a gran cantidad de grupos cuya actividad se centra en la medicina personalizada, así como a los centros de excelencia CiQUS, CIMUS o CiTIUS.

CiQUS
Las características de los grupos de investigación que integran el **CiQUS** permiten abordar, entre otros, retos acuciantes en el campo de la salud. Sus líneas de investigación contemplan el desarrollo de nuevas tecnologías transformadoras y sostenibles, destacando el área de "**Química Biológica y Médica**", con dos subáreas directamente vinculadas con este subsector: "**Química bio-supramolecular**" y **"Nanoquímica en la frontera con la biología celular**".

CIMUS
El **CiMUS**, especializado en la investigación en Medicina Molecular y enfermedades crónicas, destaca por la vinculación de varios de sus **grupos de investigación** con este subsector: **Genomics and Bioinformatics; Genomes and Disease** o **Galician Oncological Research Group**.

CINBIO
A través de sus **áreas principales** (cáncer; Inmunidad e inflamación; Neurociencias; Biosalud y envejecimiento activo; Obesidad y enfermedades metabólicas) y sus **áreas transversales** (bioestadística; bioinformática e Innovación: nuevos métodos en prevención, diagnóstico y terapia), el **CINBIO** contribuye a la generación de conocimiento a través de la investigación en el ámbito sanitario.

CICA
El **CICA** destaca en este apartado por su área de investigación de Biomedicina, mediante la presencia de grupos como **FENM** (Fisiopatología Endocrina, Nutricional y Médica), **NEUROcom** (Neurociencia y Control Motor) o el **Grupo de Investigación en Terapia Celular y Medicina Regenerativa**, representando el área central de la **Agrupación Estratégica CICA-INIBIC.**

FUNDACIONES HOSPITALARIAS E INSTITUTOS DE INVESTIGACIÓN BIOMÉDICA
Cabe añadir a la investigación del ámbito universitario, la realizada por la red hospitalaria gallega a través de las fundaciones e institutos de investigación biomédica. Tal y como se ha descrito, parte de la investigación se lleva a cabo en coordinación con grupos universitarios. Como parte de la capacidad tractora en el ámbito de la investigación científica, es necesario señalar el caso de iniciativas de colaboración público-privadas en forma de unidades mixtas como la **Unidad Mixta ROCHE-CHUS** o la **Unidad Mixta Esteve – USC.**

OTROS
Además de la contribución de las entidades anteriores, cabe destacar el potencial de grupos universitarios como el de la Universidade de Vigo, con el área de la medicina personalizada y la vinculación a las vacunas terapéuticas y a la terapia biológica a través del uso de anticuerpos y derivados. Cabe destacar el potencial de centros de investigación o centros tecnológicos como **GRADIANT**, **CESGA**, **CITIC** o **CiTIUS**, los cuales contribuyen a la generación de conocimiento desde áreas transversales el elevando el potencial de la comunidad en este subsector.

Además, han de sumarse los resultados del trabajo del **Grupo de Medicina Xenómica**, una unidad de investigación conjunta formada principalmente por investigadores de la **Universidade de Santiago de Compostela**, de la Fundación Pública Galega de Medicina Xenómica, del Instituto de Investigación Sanitaria de Santiago y del Centro de Investigación en Red de Enfermedades Raras. Entre sus principales líneas de investigación, abarca la genética de enfermedades complejas y la mejora continua de las tecnologías y metodologías analíticas empleadas en genómica.

Existen numerosos ejemplos como la **Rede Galega de Investigación en Demencias** que contribuyen a la generación de conocimiento para ofrecer respuestas a uno de los problemas más relevantes a los que nos enfrentamos como sociedad. A la capacidad científica de Galicia se suma la del Centro Nacional de Genotipado del Instituto de Salud Carlos III (CeGen-ISCIII), del nodo de la Universidad de Santiago de Compostela, para buscar variantes genéticas que ayuden a predecir la predisposición a presentar síntomas graves en pacientes infectados con SARS-CoV-2.

4.3. USO DE LA BIOTECNOLOGÍA EN EL SUBSECTOR

Tabla 13. Uso de la biotecnología en el subsector (Fuente: elaboración propia a través de múltiples fuentes)

USO BIOTECNOLOGÍA EN EL SECTOR
Dispositivos médicos de control terapéutico o identificación patológica.
Diseño de terapias biológicas.
Diagnóstico molecular y pronóstico de enfermedades, a través del desarrollo de microarrays y biochips de ADN.
Diseño y programación de software para la automatización y análisis de información médica.
Terapia génica, a través de la introducción de material genético en células para combatir o prevenir enfermedades.
Terapia de células CAR-T.
Utilización de biomarcadores para diagnóstico avanzado.
Desarrollo de test farmacogenéticos para la adecuación terapéutica al perfil individual.
Métodos de diagnóstico y pronóstico personalizado basados en técnicas genéticas.
Nanobiotecnología aplicada al diagnóstico in vitro e imagen in vivo.
Aplicación de tecnologías transversales (ej. Bioinformática).

4.4. EMPRESAS GALLEGAS EN EL SECTOR

Durante los últimos años se han originado, como resultado de la investigación sanitaria, nuevas empresas biotecnológicas y se han consolidado las ya existentes, destacando:

Tabla 14. Empresas gallegas en el sector (Fuente: BIOGA)

EMPRESAS GALLEGAS "NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA LA MEDICINA PERSONALIZADA"	
AMSLAB	Soluciones analíticas a compañías de la industria química, farmacéutica y biofarmacéutica. Explora el uso de la proteómica para poder realizar un seguimiento del tratamiento a pacientes positivos en Covid-19.
ARJUNA THERAPEUTICS	Filial de Nanogap, se centra en nueva plataforma médica para la lucha contra el cáncer.
BIOREPOS	Oferta integral de servicios especializados en áreas relacionadas con la custodia y gestión de muestras biológicas a baja temperatura.
B-FLOW	Ofrece soluciones de microfluídica a través de un chip con microcanales sobre los que se puede realizar cultivo celular y a los que se les aplica una simulación de flujo.
DIVERSA	Spin off biotecnológica surgida de la Unidad de Nano-Oncología y Terapéutica Traslacional del IDIS, diseña nuevos vehículos seguros, fáciles de producir y versátiles, de forma que puedan ser adaptados a diferentes tipos de moléculas terapéuticas para facilitar su liberación (dianas intracelulares).
EBIOTEC	Empresa biotecnológica que busca nuevos aportes nutricionales para mejorar la salud desde la alimentación y desenvolver servicios de tecnología aplicada a la salud para el diagnóstico precoz, la prevención de enfermedades y su tratamiento individualizado en las áreas de genética, neurociencias y biotecnología.
FLOWRESERVE LAB	Orientada a la mejora de la calidad de vida del paciente y eficiencia en los procesos a través de la optimización y digitalización del diagnóstico gracias a la herramienta de cálculo de FFR por métodos no invasivos (FFRct).
GENOME4CARE	Spin off de la Universidade de Santiago, que combina genómica e inteligencia artificial para el diagnóstico precoz de enfermedades.
HEALTH IN CODE	Centrada en servicios completos de diagnóstico genérico de enfermedades cardiovasculares en base a técnicas genéticas y a un software de análisis de conocimiento médico.
HISTOBIOMOL	Laboratorio que incluye servicios de anatomía patológica, biología molecular o servicios orientados al diagnóstico de la COVID-19.
IBONELAB	Integración de biomateriales en los tejidos vivos, con especialización en el procesado histológico mediante la técnica de "lámina delgada".

ICM	Único laboratorio privado de Galicia validado por el instituto de Salud Carlos III para pruebas PCR, promueve el conocimiento y la investigación de la biología molecular como herramienta para la detección de diferentes patologías.
INBIOGAL	Spin off de la Universidade de Vigo, calificada como IEBT, ofrece servicios de asistencia el diseño de estudios de investigación específicos de carácter bioquímico o genéticos.
MATPRINT	Comercialización de biocatalizadores e implantes, realizados mediante impresión 3-D, que podrían aplicarse en la regeneración ósea de pacientes que han sufrido diversas enfermedades.
NANOIMMUNOTECH	Sus servicios contemplan los ensayos y productos enfocados a la bioconjugación, nanosensores y nanotoxicidad.
NANOGAP	Focalizadas en el desarrollo de nanotecnología, produce a escala industrial unas partículas clave para el desarrollo de tratamientos oncológicos
NASAS BIOTECH	Desarrolla soluciones clínicas en biopsia líquida para mejorar el diagnóstico, pronóstico y tratamiento del cáncer.
QUBIOTECH HEALTH INTELLIGENCE	Desarrollo y comercialización de software asistido por inteligencia artificial para el análisis automático y avanzado de neuroimágenes, Neurocloud.
LINCBIOTECH:	Startup que desarrolla herramientas innovadoras para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades neurológicas de alta prevalencia, desarrolla un kit de diagnóstico rápido del virus SARS-COV-2 basado en cromatografía de flujo lateral.

4.5. POTENCIALIDAD DEL SUBSECTOR.

El lanzamiento de una **Estrategia Española de Medicina Personalizada** es una muestra de reconocimiento del potencial del subsector, donde Galicia mantiene su posicionamiento estratégico desde la generación de conocimiento. Tal y como se ha descrito, nuestro sistema sanitario (SERGAS) tiene una importancia capital en la potencialidad del sector al considerarse dinamizador desde la demanda de necesidades (con iniciativas como la Compra Pública de Innovación), contribuyendo al mismo tiempo al desarrollo, incremento y especialización de la oferta.

Por otra parte, el proyecto **Cidade da Saúde** se presenta como una oportunidad para Galicia, contribuyendo a mejorar su posicionamiento como referente en docencia, en investigación y en colaboración institucional y público privado.

En la actualidad y con relación a los últimos años, el sector empresarial ha visto como nuevas compañías se han incorporado al tejido empresarial desde nichos específicos, surgiendo en determinados casos como spin off de las entidades investigación originales. Sirva como ejemplo el caso de **BFLOW**, nueva spin- off del IDIS que utiliza la microfluídica para acelerar las investigaciones preclínicas.

Durante estos últimos años, compañías disruptivas crecieron y se consolidaron, evidenciando el interés del mercado por sus ventajas competitivas. Este potencial de crecimiento se manifiesta a través de casos como el **ARJUNA THERAPEUTICS**, filial de Nanogap, que logró consolidar sus ventajas competitivas.

Si bien es cierto que el sector no dispone en la actualidad de un número elevado de compañías de gran tamaño, cabe destacar la demanda potencial a través de unidades mixtas o modalidades similares (incluyendo compañías multinacionales), así como a través del propio sistema sanitario que mantiene una demanda constante de servicios y/o necesidades especializadas. En este caso cabe señalar programas específicos como el PRIS.

Destacar el caso de la **Unidad Mixta ROCHE-CHUS**, activa al menos hasta octubre de 2021 y que ya en 2019 había registrado dos patentes relacionadas con la nanotecnología y la biopsia líquida con células tumorales circulantes. Tal y como se afirma desde Roche: “la fórmula público-

privada desarrollada por esta unidad pionera nos ha permitido acercarnos al paciente del hospital e identificar mejor sus problemas para encontrar soluciones a medida, que es la clave de la medicina personalizada".

Las oportunidades en torno a la colaboración pueden manifestarse de múltiples formas, desde la cofinanciación, la ejecución de proyectos o el impulso de la investigación, como el caso de la Cátedra San Rafael entre la Fundación I.M.Q San Rafael y la Universidade da Coruña para el impulso de un acuerdo que impulsará nuevos ensayos, becas de especialización e iniciativas de divulgación.

Ejemplos como el programa **Social Impact Investment**, impulsado por ACIS, contribuyen a la captación de capital privado para reforzar la inversión pública en la traslación de los resultados de investigación más prometedores generados por el Sistema Gallego de Saúde.

Por último, destacar que la digitalización y las tecnologías facilitadoras se alinean con la biotecnología en el desarrollo de soluciones de medicina personalizada que de otra forma no serían posibles, especialmente en lo relativo a plazos y al manejo de información. El desarrollo de otras disciplinas y la consolidación de empresas facilitadoras abre nuevas vías y oportunidades, como el caso de **BETAIMPLANTS**, que ya plantean el salto a la salud humana tras el acuerdo para aumentar sus instalaciones.

Sirvan como ejemplos los casos de **QUBIOTECH**, que introduce en la práctica clínica habitual la neuroimagen aumentada a través de su software Neurocloud; o el proyecto de **CREATIVIGO** para la aplicación de la tecnología blockchain por su potencial de transformar la atención médica y el sistema de salud, aumentando la seguridad, la privacidad y la compatibilidad de los datos de salud.

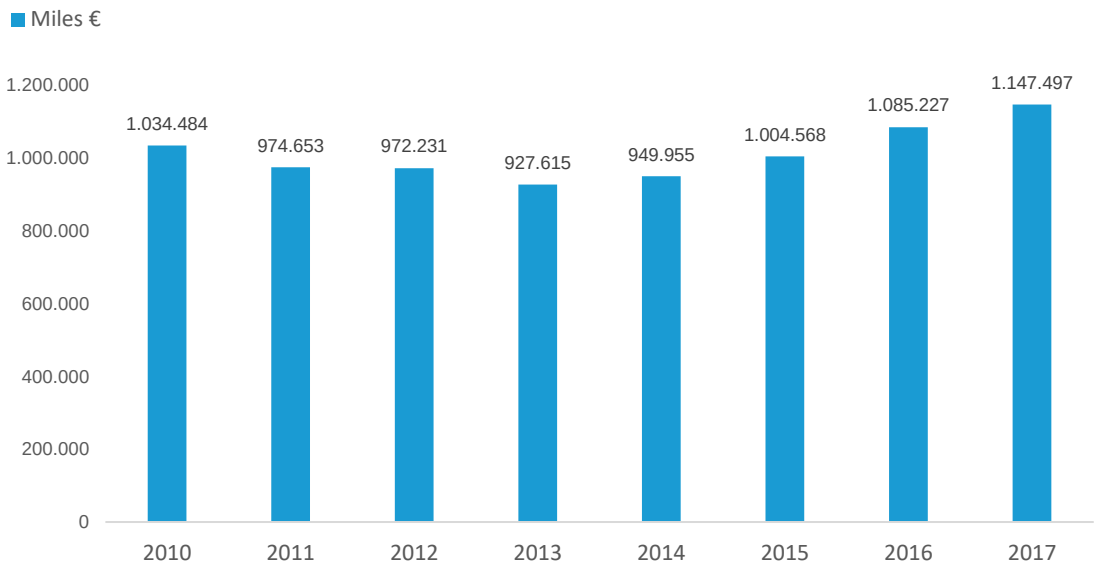
5. DESARROLLO Y PRODUCCIÓN DE FÁRMACOS Y VACUNAS

La industria farmacéutica tiene el objetivo de investigar, descubrir y desarrollar nuevos medicamentos para la mejora de la salud y la calidad de vida de las personas. Durante el año 2020, esta industria ha sido una de las grandes protagonistas en la lucha contra la COVID-19, quedando patente la necesidad de inversión constante en el desarrollo de soluciones frente a las enfermedades y patologías que requieren fármacos y/o vacunas para mitigar sus efectos.

En los países en lo que se dispone de compañías farmacéuticas asentadas, el sector actúa como uno de los principales dinamizadores de su economía. Según datos de FarmaIndustria, para cualquier economía desarrollada, el sector farmacéutico es responsable de uno de cada cinco euros que se destinan a este ámbito estratégico.

Hasta el inicio de la pandemia, la industria farmacéutica era la tercera industria española en relación a la inversión en I+D+i. Según datos de FarmaIndustria, en 2017, la cifra alcanzaba los 1.147 millones de euros. Alrededor de la mitad de la inversión se corresponde con proyectos de investigación desarrollados en colaboración con hospitales y centros públicos y privados de investigación.

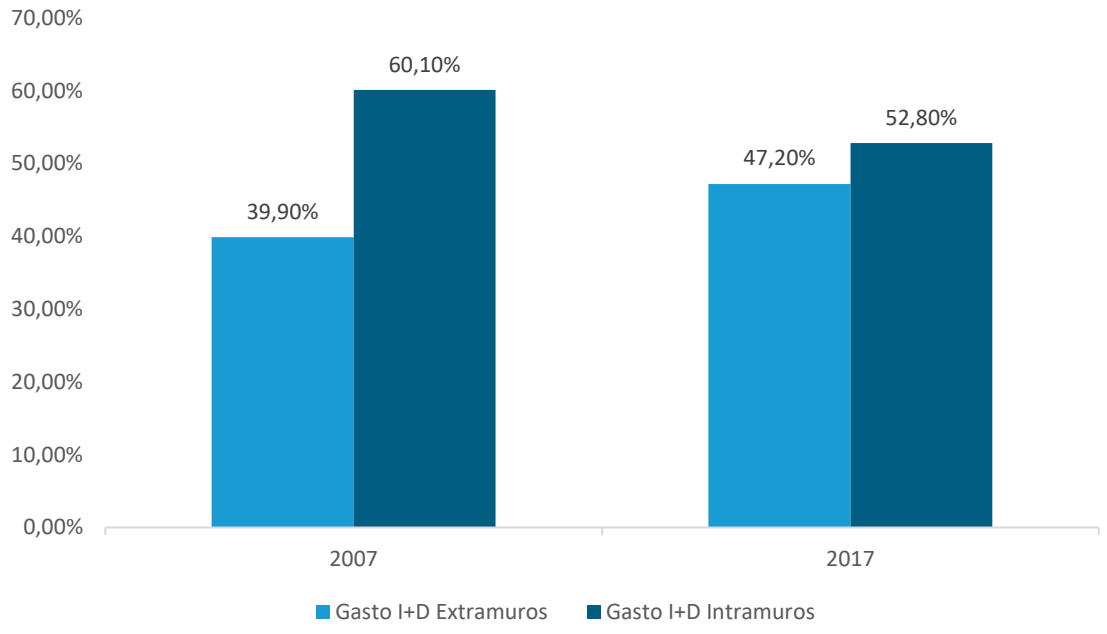
Tabla 15. Evolución inversión farmacéutica (Fuente Farmaindustria)



Del total de la inversión en gasto en I+D farmacéutica en 2017, 305 millones fueron invertidos en biotecnología, lo que supone un 26,5% del total. Este incremento mantiene una correlación con el hecho de que el uso de la biotecnología en la fase preclínica sea de alrededor de un 40%, llegando hasta el 50% en la fase clínica Desde el punto de vista de la producción de medicamentos, hasta el 15% de compañías asentadas en España producían medicamentos biotecnológicos. Según datos da FarmaIndustria, entre 2007 y 2017 se comercializaron en España 45 principios activos de origen biológico-recombinante vinculados a áreas como la oncología o la inmunología.

El sector se encuentra en una constante evolución destacando, entre otras cuestiones, la variación en la estructura del gasto de I+D de las compañías farmacéuticas, en las que aumentó el porcentaje relativo a colaboraciones externas acercándose a la mitad del gasto ejecutado.

Gráfica 2. Evolución del % de gasto en I+D por localización (Fuente: Farmaindustria)



En el diseño y desarrollo de vacunas y/o medicamentos, las cifras asociadas a la inversión son mucho más altas que en otros subsectores. Dado el elevado coste asociado a la producción de un medicamento, las iniciativas de innovación abierta y la descentralización de la I+D+i cobran cada vez mayor importancia. Sin existir un consenso, los estudios hablan de cientos de millones requeridos para el desarrollo, con un coste estimado máximo por la Universidad de Tufts de hasta 2.100 millones de euros para cada medicamento que llega al mercado.

Con un aumento progresivo del coste de la I+D parece lógica la descentralización de la inversión y la apuesta por las iniciativas de innovación abierta, lo cual se alinea como con la apuesta de Galicia en relación al subsector que en su momento supuso la Estrategia de Impulso a la Biotecnología 2016-2020.

Los largos periodos asociados al proceso de descubrimiento y producción de fármacos se traducen en la necesidad de optimizar todos los recursos disponibles (económicos, materiales, etc.), de forma que los esfuerzos invertidos se traduzcan en el medio-largo plazo en un retorno a todos los niveles para nuestra Comunidad.

El know-how acumulado y nuestra capacidad competitiva (ej. Screening de compuestos) conforman la base de las iniciativas de innovación abierta, complementándose con la capacidad de producción de vacunas que, a partir del año 2020, ha cobrado especial protagonismo. El subsector requiere un entorno mixto de excelencia en generación de conocimiento, transferencia, emprendimiento y consolidación, en el que Galicia se presenta como una de las regiones mejor posicionados para dar respuesta a la demanda.

5.1. OPORTUNIDAD QUE REPRESENTA PARA GALICIA

En Galicia, desde la publicación e implementación de la **Estrategia de Impulso a la Biotecnología de Galicia 2016-2020,** ha quedado de manifiesto las posibilidades existentes en torno a la Open Innovation para el descubrimiento temprano de fármacos. Debido a los costes de inversión elevados que se requieren en las diferentes etapas, cobra cada vez más importancia la colaboración externa en materia de I+D+i, sustentada en contratos con entidades especializadas y catalizada por la colaboración con los sistemas públicos de investigación.

La mezcla existente en Galicia de empresas biotecnológicas y entidades generadoras de conocimiento ofrecen al sector una respuesta a las diferentes necesidades existentes, tanto para el descubrimiento temprano de fármacos como para la producción de vacunas, aspectos en los que nuestra comunidad destaca por su capacidad competitiva y por su excelencia científica.

En los últimos años han surgido nuevas empresas aprovechando tanto la inercia generada como el potencial de nuestra región. La confianza en el subsector se manifiesta a través del impulso de entidades inversoras; sirva de ejemplo el caso de Origo Biophama, fundada en 2017 y que en 2020 cerró una ronda semilla de 2.300.000 euros aportados por Sabadell Asabys, XesGalicia y sus socios promotores, sentándose las bases para la atracción de capital especializado proveniente de otras regiones.

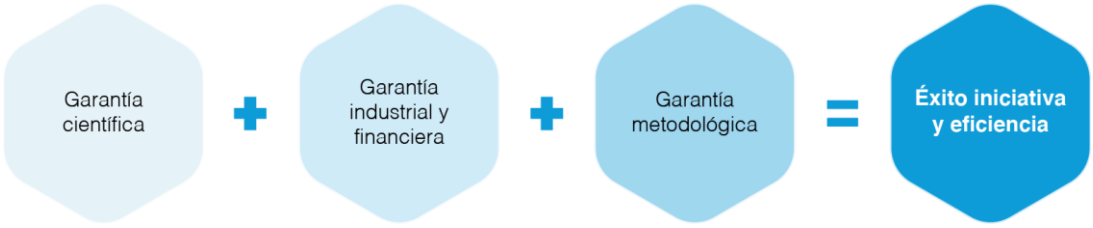
Otra muestra de confianza en el sector es el hecho de que compañías multinacionales como **JANSSEN PHARMACEUTICALS** (Johnson & Johnson) promovieran en 2017, en colaboración con la **Axencia Galega de Innovación (GAIN)** y la **FUNDACIÓN KÆRTOR,** la iniciativa **I2D2** (Incubation Innovation in Drug Discovery), la primera incubadora de proyectos de investigación en el ámbito del descubrimiento de nuevos fármacos en España. Después del éxito de este proyecto surgió en 2020 el Programa **CANCER INNOVA**, la primera iniciativa en el marco de la nueva **Business Factory Medicines** de Galicia. Además de la implicación de las entidades anteriormente citadas, cabe destacar la incorporación de la **FUNDACIÓN CIENTÍFICA DE LA ASOCIACIÓN ESPAÑOLA CONTRA EL CÁNCER** y la compañía multinacional **LILLY**.

Esta iniciativa, promovida por la Xunta de Galicia, se centra en el desarrollo de nuevos fármacos contra el cáncer y en la consolidación de I+D inclusivo de todos los actores implicados en un ecosistema biotecnológico cercano a los pacientes. Constituye un ejemplo del nuevo esquema de innovación abierta global, permitiendo la aceleración de proyectos disruptivos en materia de I+D de fármacos.

Además, gracias a la puesta en marcha de esta nueva Business Factory Medicines por parte de la Xunta de Galicia, se refuerza la apuesta por este sector en la comunidad y se crea la base para las nuevas iniciativas de continuidad que enraícen el sector de descubrimiento de fármacos en Galicia.

Las oportunidades de éxito para Galicia a través de este tipo de iniciativas se sustentan en 3 ejes principales: la garantía científica de los equipos de investigación de excelencia, las garantías industriales y financieras aportadas por compañías multinacionales (como Janssen y Lilly), y las garantías metodológicas.

Ilustración 4. Factores clave iniciativas descubrimiento de fármacos (Fuente: elaboración propia)



Tal y como se ha señalado anteriormente, el ecosistema actual en Galicia permite y facilita la colaboración público-privada, como el caso citado de una de las principales biotecnologías farmacéuticas del mundo, Roche, en la modalidad de "**Unidad Mixta ROCHE-CHUS**" de investigación de oncología de precisión.

Otro eje de atracción de proyectos y del interés de grandes farmacéuticas es la Plataforma **Innopharma**, nodo de altas capacidades del consorcio europeo de infraestructuras de investigación ERIC EU-OPENSCREEN, una iniciativa para el descubrimiento temprano de fármacos que aporta apoyo tecnológico para potenciar el sector farmacéutico en Galicia, trasladando el know-how académico a proyectos de descubrimiento de fármacos. Es una plataforma de investigación basada en el conocimiento que aúna las capacidades de las plataformas de genotipado y de screening de fármacos de la **Universidade de Santiago de Compostela**. Su objetivo es avanzar en el descubrimiento de sustancias biológicamente activas en todas las áreas de las ciencias de la vida proporcionando a la comunidad científica en general tanto del sector público como privado un acceso abierto a las tecnologías más avanzadas en descubrimiento de fármacos.

Galicia encuentra en la producción de vacunas otro argumento más a la hora de posicionarse como región biotecnológica puntera, a través de los trabajos desarrollados por **ZENDAL** y **LONZA**. Durante el año 2020 se produjo un hito sin precedentes y de vital importancia para la consolidación del sector en nuestra comunidad con el acuerdo entre el Grupo Zendal y la **Coalición para la Promoción de Innovaciones para la Preparación ante Epidemias (CEPI).** A través de este acuerdo, el grupo biofarmacéutico reserva la capacidad de fabricación (fase de llenado y acabado) de al menos 500 millones de dosis de vacunas COVID-19. Zendal es asimismo la empresa responsable de llevar a cabo la fabricación del antígeno de la vacuna de la multinacional americana Novavax, para la UE.

Estas acciones refuerzan la posición de Zendal como grupo biotecnológico con la capacidad y preparación necesarias para el desarrollo y producción integral de la vacuna: fabricación, envasado y condicionamiento para su puesta final en el mercado. Como ejemplo, citar el caso de Biofabri y la Universidad de Zaragoza, que se encuentran en proceso de desarrollo de una vacuna contra la tuberculosis llamada MTBVAC, iniciando la fase III de ensayos.

Unido a la inversión de 110 millones de euros en la ampliación de su fábrica de Porriño, con la construcción de una nueva planta de envasado y a la ampliación de infraestructuras productivas y tecnológicas, Galicia tiene ante sí una oportunidad de crecimiento industrial alrededor de estos proyectos, tanto directamente como a través de las industrias auxiliares desde la especialización y adaptación a las necesidades particulares del proyecto.

La actual crisis sanitaria supone una oportunidad, pero al mismo tiempo deben destacarse las amenazas que en materia de tejido industrial representan para el sector, tanto el que diferentes

compañías internacionales abandonen el tejido industrial estatal, como que parte de los proyectos o recursos se destinen a la actual pandemia.

En este sentido es necesario hablar de las oportunidades que representan diferentes estrategias de aceleración para el sector, mediante los avances en la eficiencia (en reducción de tiempo y costes) del proceso de descubrimiento de fármacos, ligados a los nuevos modelos de aceleración en innovación abierta. Avances que se reflejan en la llegada de las vacunas COVID-19 que han demostrado que se puede cambiar el "*landscape*" de descubrimiento de fármacos con partenariados inclusivos "…to end".

Por ejemplo, los ensayos clínicos de prueba de concepto de **reposicionamiento de fármacos** que permiten la validación clínica de nuevas estrategias terapéuticas, quitando riesgo a los programas de las nuevas entidades médicas con eficiencia mejorada.

Ilustración 5. Estrategias de aceleración en descubrimiento de fármacos.

Estas líneas estratégicas se orientan a la generación de un tejido farmacéutico con entidades de pequeño o mediano tamaño, sin la necesidad de competir con grandes entidades multinacionales, revalorizando medicamentos al tiempo que se minimizan los riesgos empresariales, con un tiempo de desarrollo menor. Se estima un **impacto socioeconómico** en Galicia centrado en **3 aspectos:**

- **Cadenas de valor:** cierre del círculo del ecosistema emergente en descubrimiento de fármacos.
- **Generación de empleo:** empleo altamente cualificado durante y después del proyecto.
- **Inversiones privadas:** licencia con compañías tractoras y creación de empresa en Galicia.

Este tipo de estrategias se alinean con el concepto de **economía circular**, donde destaca la **FUNDACIÓN KÆRTOR**, una iniciativa gallega de alcance global que surgió en 2017 para ayudar a responder a la necesidad de colaboración público-privada en un entorno de confianza y apertura a nivel global. Tiene como objetivo de promover la transferencia recíproca del conocimiento en programas de descubrimiento de fármacos en un modelo de economía circular en Galicia.

5.2. CAPACIDAD CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA

La base científico-tecnológica gallega del subsector es una de las más destacadas y con mayor reconocimiento de la biotecnología gallega. La apreciación se eleva más allá de nuestras fronteras, dotando a esta base científica de una gran capacidad de tracción y atrayendo tanto a inversores como a entidades que encuentran en la capacidad de investigación y transferencia una oportunidad para sus proyectos y líneas de negocio.

En relación a este subsector, cabe destacar que, en términos generales, el sistema universitario gallego mantiene un amplio espectro de líneas de investigación a través de sus 3 Universidades, en relación a las disciplinas sobre las que se articulan las investigaciones: biomedicina, química, farmacología, nanotecnología, genética, etc.

Las principales entidades que llevan a cabo líneas que contribuyen a la investigación en nuestra comunidad son las siguientes:

CAMPUS VIDA -USC

Alrededor del **Campus Vida** de la Universidade de Santiago de Compostela se articula gran parte de la generación de conocimiento y de producción científica del ámbito universitario, donde los grupos de investigación del **CiMUS** y del **CiQUS** y la presencia del **CiTIUS** se encuentran en la vanguardia de la investigación. Sus investigaciones abarcan desde la nanotecnología aplicada a la liberación de fármacos, el diseño y desarrollo de vacunas o el high throught-put screening de quimiotecas para el descubrimiento temprano de fármacos.

CiMUS

La actividad del **CiMUS** se vincula directamente a la generación de conocimiento relacionado con el diseño y desarrollo de fármacos y vacunas. Gran parte de los investigadores más destacados en nuestra comunidad desarrollan su actividad bajo el amparo de este Centro de Investigación. Así, cabe destacar la investigación llevada a cabo por grupos como el de **Functional Obesomics** de Carlos Diéguez; **Genomics and Bioinformatics,** con Ángel Carracedo; el grupo de **Nanomedicine and Drug Delivery**, de María José Alonso; el grupo de **Pharmacology Applied to Drug Discovery**, de Mabel Loza o el de **Pharmacology of Chronic Diseases** de Dolores Viña Castelao, entre otros.

El CIMUS participa en proyectos nacionales e internacionales, algunos relacionados con el desarrollo de una vacuna para la COVID-19 mediante el uso de la nanotecnología en la aplicación de los posibles antígenos desarrollados por inmunólogos. Como resultado de los trabajos realizados en materia de investigación, surgen spin-off como **LIBERABIO**, compañía biofarmacéutica dedicada al desarrollo de nuevos medicamentos biológicos anticancerígenos basados en nanotecnología a través de su plataforma patentada MPN Technology®, impulsada a través del Programa Ignicia de GAIN.

Especialmente destacable es la Plataforma de cribado de Fármacos y Farmacogenómica INNOPHARMA del CIMUS, que cuenta con una larga trayectoria en investigación aplicada a descubrimiento de fármacos en colaboración con la industria biotecnológica y farmacéutica, y que está acreditada como de altas capacidades por el Consorcio Europeo de infraestructuras de investigación **ERIC EU-OPENSCREEN**. Destacar además el papel de la Fundación Pública Galega de Medicina Xenómica, una de las principales organizaciones de apoyo a la genética clínica en España y que garantiza el acceso de los ciudadanos a las pruebas genómicas útiles que necesiten en condiciones de igualdad.

FUNDACIÓN KÆRTOR

Otra de las entidades destacadas es la **FUNDACIÓN KÆRTOR**, iniciativa global, conectando de forma inclusiva a todos los actores del proceso de descubrimiento de fármacos para lograr mejorar la eficiencia. La Fundación KÆRTOR es pionera en innovación abierta y codesarrollo

público-privado en el descubrimiento de fármacos, y promueve la transferencia recíproca del conocimiento en un proceso circular y traslacional de descubrimiento de fármacos, generando sinergias que aumenten el valor y aceleren el proceso.

CIQUS

El área de investigación "**Química Biológica y Médica**" del **CiQUS** se centra en líneas de trabajo que incluyen desde aspectos básicos, tales como el estudio de las bases moleculares de distintos procesos biológicos, hasta aspectos más aplicados, como son el descubrimiento de nuevos fármacos y el desarrollo de estrategias para su administración.

En relación al CiQUS y la participación en el desarrollo de vacunas, destacar que el Instituto de Salud Carlos III financió un proyecto de la Universidade de Santiago para identificar una terapia preventiva, donde el grupo de José Martínez Costas trabaja en la creación de un prototipo de vacuna a través de una metodología patentada.

CINBIO

La contribución del **CINBIO** en la generación de conocimiento puede evidenciarse con líneas de investigación como la línea de "Neurociencias" que incluye la "síntesis de fármacos para enfermedades neurodegenerativas" o la línea de "Inmunidad e inflamación", contemplándose:

- Vacunas preventivas: Tuberculosis.
- Diagnóstico: anticuerpos monoclonales y fagos recombinantes.
- Desarrollo de terapias para enfermedades autoinmunes e inflamatorias mediante el uso de nanoestructuras.

CICA

La investigación realizada por la Universidade de A Coruña en relación a este subsector se lleva a cabo en el Centro de Investigaciones Científicas Avanzadas **CICA**, destacando su capacidad para **detectar potenciales compuestos antivirales**. Destacar la investigación llevada a cabo a través de la **Agrupación Estratégica CICA-INIBIC**, así como grupos como **QUIMOLMAT,** donde dentro de su línea L2-Compuestos bioactivos y materiales se estudian nuevas moléculas como armas terapéuticas en patologías de alta prevalencia epidemiológica.

RED HOSPITALARIA

Las diferentes Fundaciones hospitalarias e institutos biomédicos de nuestra Comunidad contribuyen a la generación y transferencia de conocimiento en descubrimiento de fármacos. En cuanto a este punto, pueden destacarse desde los estudios del **INIBIC** sobre la relación entre fármacos para el colesterol y el COVID; a otros proyectos como la participación del **IDIS** en el programa **EU-OPENSCREEN-Drive** para la búsqueda masiva de nuevos fármacos que podrían ser útiles contra el cáncer por lo que los compuestos podrán utilizar la Unidad de Cribado del Leibniz Forschungsinstitut für Molekulare Pharmakologie (FMP) de Berlín, evidenciándose las sinergias derivadas del trabajo colaborativo y de la Plataforma de altas capacidades del ERIC EU-OPENSCREEN INNOPHARMA de la USC y del IDIS mediante el programa EU-OPENSCREEN-Drive de intercambio de nodos de distintos países.

UNIDADES MIXTAS

Destacar las iniciativas de colaboración público-privada, la **Unidad Mixta Esteve–USC**, alianza publico privada creada por **ESTEVE** y la Universidade de Santiago de Compostela con la finalidad de codesarrollar nuevos fármacos contra el dolor crónico.

INVESTIGACIÓN EMPRESARIAL

Como complemento a la generación de conocimiento en centros de investigación, hospitalarios o universitarios, destacar el papel de las empresas que desarrollan investigación, bien porque formen parte del núcleo de su actividad, o bien porque puedan aportar desde proyectos o programas.

Sirvan como ejemplos los casos del grupo **ZENDAL**, con investigación para comprobar si la vacuna que desarrolla con la Universidad de Zaragoza puede inducir inmunidad inespecífica contra el Covid-19, el caso de **MESTRELAB**, con el desarrollo de una herramienta, basada en técnicas de resonancia, que trabaja en los llamados anticuerpos monoclonales, o el caso de **GALCHIMIA**, con la participación en un consorcio internacional para el desarrollo de nuevos tratamientos contra enfermedades causadas por coronavirus.

5.3. USO DE LA BIOTECNOLOGÍA EN EL SUBSECTOR

Tabla 16. Uso de la biotecnología en el subsector (Fuente: BIOGA)

USO BIOTECNOLOGÍA EN EL SUBSECTOR
Diseño y desarrollo de vacunas terapéuticas.
Identificación y optimización de nuevos leads terapéuticos.
Generación de quimiotecas.
Desarrollo de vacunas.
Reposicionamiento de fármacos.
Utilización de datos del ensayo clínico para el desarrollo de NCEs con eficacia mejorada.
Screening masivo de quimiotecas.
Caracterización y optimización de moléculas farmacológicamente activas.
Sistemas para el ensayo de eficacia y toxicidad.
Farmacogenómica aplicada al descubrimiento temprano de fármacos.
Diseño y desarrollo de fármacos.

5.4. EMPRESAS GALLEGAS EN EL SECTOR

Se constata en este subsector una clara tendencia hacia la valorización de resultados de investigación a través de la constitución de nuevas compañías biotecnológicas.

Tabla 17. Empresas gallegas del subsector (Fuente: BIOGA)

EMPRESAS GALLEGAS "DESARROLLO Y PRODUCCIÓN DE FÁRMACOS Y VACUNAS"	
AMS BIOPHARMA	líneas de I+D en el ámbito del descubrimiento temprano de fármacos, con especialidad en el uso de espectrofotometría como técnica analítica.
ARJUNA THERAPEUTICS	desarrollo de moléculas con potencial de aplicación en el ámbito farmacéutico.
BIOFABRI	la compañía del grupo Zendal destaca en el campo de la medicina preventiva, especializada en el desarrollo de nuevas vacunas como MTBVAC, la vacuna contra la tuberculosis, la producción de la vacuna de Novavax contra la COVID-19, o la fabricación de los lotes clínicos de la vacuna sMVA-COVID-19(S).
B-FLOW	sus soluciones de microfluídica pueden aplicarse a la mejora de los ensayos farmacológicos preclínicos, minimizando coste y tiempo.
BIOREPOS	oferta integral de servicios especializados en áreas relacionadas con la custodia y gestión de muestras biológicas a baja temperatura, que incluyen desde un diagnóstico de situación en las instalaciones del cliente, hasta la completa externalización de su proceso de conservación de bio-especímenes.
CELTARYS RESEARCH	desarrollo de herramientas químicas innovadoras de fluorescencia para acelerar el proceso de descubrimiento de fármacos.
DIVERSA	spin off biotecnológica surgida de la Unidad de Nano-Oncología y Terapéutica Traslacional del IDIS. Diseña nuevos vehículos seguros, fáciles de producir y versátiles, de forma que puedan ser adaptados a diferentes tipos de moléculas terapéuticas para facilitar su liberación (dianas intracelulares).
LABORATORIO CIFGA	además de su línea de biotoxinas, tiene un amplio recorrido en proyectos de I+D en diferentes ámbitos, desde el desarrollo de fármacos hasta procesos de revalorización de productos en el campo agroalimentario.
GALHIMIA	líder en síntesis química orgánica, presta sus servicios a grandes multinacionales farmacéuticas y fundadora de ORIGO BIOPHARMA, como fruto del proyecto IO4COLON.
HGBEYOND	empresa de ciencias de materiales especializada en tecnología de hidrogel para aplicación tanto en lentes de contacto de próxima generación como en biorremediadores inteligentes.
LIBERABIO	spin-off de la Universidade de Santiago de Compostela que desarrolla nuevos medicamentos anticancerígenos basados en nanotecnología.
LONZA BIOLOGICS PORRIÑO	filial de la multinacional LONZA enfocada a los servicios integrales de producción de proteínas recombinantes y anticuerpos monoclonales para terapia.
NANOGAP	entre sus servicios de nanotecnología se incluye la aplicación de nanopartículas a la industria farmacéutica.
NANOIMMUNOTECH	sus servicios contemplan los ensayos y productos enfocados a la bioconjugación, nanosensores y nanotoxicidad.
ORIGO BIOPHARMA	diseño y desarrollo de productos farmacéuticos, inmunoterapéuticos, enfocados a tratar los trastornos de salud relacionados con la disfunción de señalización de TGF-β, entre estos el cáncer y la fibrosis.
ORGANISTRY	síntesis a medida, métodos analíticos y de desarrollo de proceso para la industria farmacéutica.
ONCOSTELLAE	desarrollo de fármacos de molécula pequeña con estructuras innovadoras (NCE) que modulan dianas terapéuticas clínicamente validadas en oncología y enfermedades inflamatorias / autoinmunes.
SMART VITAMINS:	pionera en la tecnología SDN Technology™, contempla entre su ámbito de aplicación el desarrollo de candidatos a fármacos para el tratamiento y la prevención de enfermedades autoinmunes.
SUNROCK BIOPHARMA	compañía biotecnológica dedicada al desarrollo de anticuerpos para el tratamiento de tumores altamente invasivos con necesidades urgentes de terapias oncológicas
ZINEREO PHARMA	compañía vinculada al **GRUPO ZENDAL**, escindida de Biofabri que ofrece servicios de desarrollo y fabricación por contrato de medicamentos y probióticos con calidad farmacéutica.

Como refuerzo de las capacidades del subsector, destacar el papel compañías como **SOFTWARE 4 SCIENCE DEVELOPMENT**: que ha desarrollado AFFINImeter, plataforma para el análisis de datos de interacciones moleculares o **MESTRELAB** que ha desarrollado Mnova, un software para análisis de espectros RMN utilizado ampliamente por los equipos de I+D de todo el sector biotecnológico.

5.5. POTENCIALIDAD DEL SUBSECTOR

El subsector destaca tanto por su capacidad actual como por la potencial, con un gran impulso durante los últimos años y con reconocimiento empresarial, gubernamental y social. La potencialidad del sector no solo se sustenta en la generación de conocimiento, sino también en el aprovechamiento de la investigación para su orientación a mercado. De hecho, la actual crisis sanitaria ha puesto de manifiesto su relevancia a través del papel protagonista que desempeñan las entidades de investigación y las compañías asentadas en Galicia.

Como ejemplo del protagonismo puede citarse la participación del CIQUS en el desarrollo de una vacuna contra la COVID, la producción de vacunas por parte de grupo **ZENDAL** o la capacidad de los grupos de investigación "Pharmacology Applied to Drug Discovery" y "Genomics and Bioinformatics" dirigidos por Mabel Loza y Ángel Carracedo, respectivamente, que ocupan las páginas de numerosos medios de comunicación. Este último liderará desde el CiMUS el mayor programa de Medicina Genómica de España, en coordinación con el CIBERER y la Fundación de Medicina Xenómica (SERGAS), enmarcado en el programa IMPaCT. Se pretende crear una red de secuenciación de altas capacidades que ofrezca soporte al Sistema Nacional de Salud en la respuesta al diagnóstico y tratamiento de enfermedades raras, cáncer y enfermedades psiquiátricas.

Además, en Galicia se están llevando a cabo ensayos en fases clínicas por parte de empresas de reciente constitución, como Oncostellae (fase I y fase II); SunRock (varias moléculas en fase II), y Origo (pre-clínica).

El sector mantiene por tanto un reconocimiento como investigación de excelencia que traspasa nuestras fronteras y que encuentra en la colaboración uno de los pilares de su consolidación. Sirva como ejemplo los trabajos del grupo de investigación liderado por Eddy Sotelo del **CiQUS**, en colaboración con la Universidad sueca de Upsala y la farmacéutica Sosei Heptares, aportando un nuevo impulso para el desarrollo de fármacos más selectivos, eficaces y seguros en la inmunoterapia del cáncer. Las capacidades del subsector se concentran alrededor de las principales compañías que aglutinan gran parte del impacto en el tejido empresarial, como **LONZA** o **ZENDAL**. Conviene señalar la capacidad de tracción de estas empresas, su vinculación con el entorno en el que operan, así como la capacidad de las empresas que forman parte de estos grupos en otros ecosistemas, como el caso de **AQUATRECK**.

Las características intrínsecas de los procesos de producción de productos farmacéuticos o de la producción de vacunas se traducen en una barrera para la aparición de grandes compañías internacionales en la región. Como solución, el subsector puede afianzarse a través de la excelencia en investigación y en capacidad productiva. Así, iniciativas como I2D2, la participación de la plataforma InnoPharma, de Cribado Farmacológico de Altas Capacidades, en la infraestructura europea **ERIC EU-OPENSCREEN**, o la participación del Grupo **ZENDAL** en los procesos de producción de vacunas en el escenario de crisis sanitaria, son excelentes oportunidades para su crecimiento y consolidación.

Uno de los aspectos en los que Galicia podría encontrar una palanca para el crecimiento tanto a nivel de generación de conocimiento como de posicionamiento, es la disposición y acceso a un laboratorio de seguridad de contención biológica P3, que ampliaría la capacidad de participación en la lucha contra el SARS-Cov-2.

Este subsector encuentra en las nuevas tecnologías a los aliados necesarios para potenciar el descubrimiento científico en alineación con el cumplimiento de plazos, especialmente relevante en el descubrimiento de fármacos. Sirvan como ejemplos, las tecnologías de machine learning y blockchain para el descubrimiento de fármacos, como el proyecto **MELLODDY** para la demostración de cómo la industria farmacéutica puede aprovechar sus activos de datos utilizando tecnologías de aprendizaje automático en la virtualización del descubrimiento de fármacos. Las capacidades del subsector son extrapolables a nuevos mercados a través del desarrollo de proyectos internacionales, complementándose con las acciones para reforzar las empresas y/o capacidades mediante la participación en eventos o la participación a través de los proyectos de Unidades Mixtas anteriormente desatacadas.

6. MEDIOAMBIENTE, ECONOMÍA CIRCULAR Y BIOENERGÍA

El actual modelo económico se encuentra en fase de transformación para dar respuesta a los principales retos socio-económicos a los que nos enfrentamos. El sistema actual debe adaptarse a un nuevo modelo donde prime la eficiencia, la sostenibilidad y el impacto social, habida cuenta de que nuestros recursos son finitos y de que la política de "extracción, producción, desperdicio" alcanzó, o incluso sobrepasó, los límites de capacidad.

En este contexto, la economía circular se erige como una oportunidad para la transformación de nuestros sistemas productivos: disociar la actividad económica del consumo de recursos finitos, eliminando los residuos del sistema desde el diseño. Una bioeconomía que promueva un mayor aprovechamiento de los residuos orgánicos y el reciclaje de los recursos biológicos.

La economía circular forma parte del conjunto de políticas de la Unión Europea, pasando de ser una alternativa a convertirse en una de las principales palancas sobre las que impulsar nuestra competitividad. Tal y como defiende la **ELLEN MACARTHUR FOUNDATION**, el modelo se fundamenta en la transición a fuentes renovables de energía y en la creación de capital económico, natural y social, tomando como base 3 principios:

- Eliminar residuos y contaminación desde el diseño.
- Mantener productos y materiales en uso.
- Regenerar sistemas naturales.

En este sentido, se presenta a continuación el diagrama de la ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, donde se ejemplifica el flujo continuado de materiales técnicos y biológicos mediante el círculo de valor. Como se desprende de la siguiente Ilustración, en el concepto de economía circular y, en especial, en lo relativo al flujo de renovables, la parte bio o asociada a Ciencias de la Vida desempeña un papel crucial.

Ilustración 6 Diagrama del Sistema de Economía Circular (Fuente: Ellen McArthur Foundation)

La posición de la Unión Europea en relación a la economía circular queda de manifestó a través del Pacto Verde Europeo, mediante el cual se implementará un plan de acción para:

- Impulsar un uso eficiente de los recursos mediante el paso a una economía limpia y circular.
- Restaurar la biodiversidad y reducir la contaminación.

La biotecnología contribuye al diseño, desarrollo e implementación de soluciones para hacer de la economía circular una realidad. Como resultado, se reduce el impacto ambiental generado por las actividades económicas a través de la recuperación ambiental, de la minimización de consumo energético o de la valorización de residuos.

La propia Estrategia Gallega de Economía Circular aboga por este cambio de modelo económico como motor demográfico, poniendo en valor los recursos materiales y humanos del territorio, priorizando el desarrollo de un polo biotecnológico para la producción de productos de alto valor añadido en el sector primario que permita la reducción de los residuos. Señala además el potencial de colaboración entre el sector biotecnológico de Galicia y el alimentario como factor vital para el desarrollo de la economía circular en la comunidad.

El aprovechamiento o utilización de organismos vivos con este objeto, al igual que otros procesos como la fermentación, se lleva realizando desde hace siglos. La biotecnología moderna ha llevado el proceso a otro nivel, pudiendo destacarse el uso de organismos vivos para la bio-recuperación de materiales de valor principalmente mediante enzimas, hongos, bacterias y/o e microalgas, en sectores tan aparentemente distantes como el forestal o el de la automoción.

La transición a energías limpias y/o renovables se enmarca dentro un cambio constante en el sector energético. En este sentido, es especialmente relevante la jerarquía en el proceso de transformación de residuos en energía, dado que se contemplan operaciones de tratamiento muy variadas, desde la «eliminación» y la «recuperación» hasta el «reciclado. Por ejemplo, la digestión anaerobia para la producción de biogás y de digestato, se consideran una operación de reciclado conforme a la legislación de la UE sobre residuo y son más eficientes que otro tipo de alternativas.

A nivel estratégico es especialmente relevante la producción energética, un factor clave para la economía de las regiones por su asociación con gran parte de los subsectores. La mejora en la eficiencia energética de los procesos de transformación de residuos en energía y fomento de los procesos que combinen la recuperación de materiales y de energía pueden contribuir a descarbonizar sectores clave y a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero del sector de los residuos. Por ejemplo, desviar una tonelada de residuos biodegradables del vertedero hacia la digestión anaerobia para producir biogás y abonos puede evitar hasta 2 toneladas de emisiones de CO_2 equivalente.

Dadas las implicaciones a nivel social, político y económico, la vinculación de la biotecnología al sector energético es una alternativa real para la generación de energía minimizando el impacto ambiental, reduciendo la generación de residuos o actuar como herramienta para la remediación de suelos, contribuyendo al desarrollo sostenible de los recursos.

6.1. OPORTUNIDAD QUE REPRESENTA PARA GALICIA

El subsector referente a la **economía circular, el medio ambiente y la bioenergía** ocupa una posición estratégica, compartiendo el espacio natural de la hibridación intersectorial y potenciando las sinergias en el ámbito biotecnológico.

Este subsector mantiene una predisposición para actuar como bisagra con el resto de subsectores prioritarios en nuestra comunidad, así como con otros tejidos empresariales

estratégicos en Galicia. La biotecnología se contempla como una tecnología habilitadora para la economía circular, la minimización del impacto ambiental y como solución a la demanda energética en nuestra sociedad.

Tal y como hemos visto en los subsectores precedentes, la economía circular, el aprovechamiento energético o la minimización del impacto ambiental, tienen un papel sinergético y facilitador de la hibridación intersectorial. Existen numerosos ejemplos que sustentan esta afirmación, como el relativo al sector lácteo y sus oportunidades derivadas (ej. aprovechamiento y valorización del lactosuero para obtener subproductos de la leche de alto valor añadido). Destacar por otra parte la reutilización de las aguas residuales para la fabricación de alimento para animales, la extracción de ingredientes para otras industrias como la cosmética, o la transformación de purines en fertilizantes y biogás.

Asimismo, entre los trabajos llevados a cabo en nuestra comunidad se contemplan soluciones para dar respuesta a retos ambientales complejos y globales, teniendo en cuenta nuestra idiosincrasia. De esta manera, pueden observarse soluciones innovadoras asociadas a nuestro entorno, como la utilización de algas de arribazón que puedan utilizarse para la captación de CO_2, la generación de biogás o la utilización de las tecnologías más recientes en genómica para la detección de comunidades bacterianas o fúngicas en biorreactores.

6.2. CAPACIDAD CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA

Tal y como se ha visto en apartados anteriores, las investigaciones realizadas mantienen en gran parte de los casos una vinculación directa con la economía circular, el medio ambiente y/o la recuperación energética.

El sistema universitario gallego mantiene en su oferta de grados y másteres un amplio espectro de formación académica con encaje en este subsector. Las titulaciones contemplan formaciones específicas, como los grados de ciencias ambientales o los másteres en “Máster universitario en ciencias, tecnologías y gestión ambiental”. Sin embargo, dada la transversalidad del subsector, la contribución en materia de generación de conocimiento y transferencia puede provenir desde diferentes disciplinas como las Ingenierías, la Química o la Informática.

Por su parte, la Universidad de A Coruña, a través de su **CAMPUS DA SUSTENTABILIDADE**, impulsa la excelencia en conocimiento para la transición a estilos de vida sostenibles. No obstante, la generación y transferencia de conocimiento en estas materias es de carácter transversal, contribuyendo al total del conjunto del Sistema Universitario.

En relación a los centros de investigación, centros tecnológicos o similares con mayor vinculación al subsector, cabe destacar:

CIQUS
El **CiQUS** destaca por su aportación al subsector desde el área de “Materiales funcionales con Aplicación Tecnológica”, en el que las investigaciones se dirigen al descubrimiento de nuevos materiales orgánicos, inorgánicos y metalo-orgánicos con propiedades singulares, orientado al descubrimiento de nuevas tecnologías en electrónica molecular y energética.

Además, desde el área de “Tecnologías Sintéticas para un Desarrollo Sostenible” se investiga en el diseño y desarrollo de nuevos y eficaces procesos catalíticos para la transformación de materias primas abundantes en productos de alto valor añadido, de una forma económica y respetuosa con el medio ambiente.

CICA
El **CICA** contribuye a la investigación en materia medioambiental a través de la línea de investigación del área Medioambiente, con grupos como los ya citados **FISAPLANT** o **BIOCOST**, así como a través de grupos como **METMED**.

CETIM
El **CETIM** mantiene gran parte de su actividad y proyectos centrados en tratamiento de aguas y en el entorno de la economía circular y biorrefinería a través de su área de **ECO BIO Tecnologías**, con proyectos que abarcan diversos campos como la minimización de impacto ambiental; BIOTIN, para desarrollo y validación de un nuevo proceso de tinturas de pieles mediante el empleo de biotecnología, o **BIOGREEN**, de soluciones tecnológicas innovadoras para el desarrollo de un modelo de biorrefinería a partir de biomasa verde.

ENERGYLAB
A través de su línea de industria **ENERGYLAB** participa en proyectos basados en la eco-innovación y la economía circular para la trasformación de modelos productivos lineales hacia la economía verde y circular; así como proyectos de gestión avanzada de la energía y los residuos.

AIMEN
Sin mantener una vinculación tan directa con el sector, **AIMEN** complementa la generación de conocimiento y transferencia, con proyectos de eliminación de contaminantes de aguas residuales urbanas mediante ozonización controlada por biosensores.

6.3. USO DE LA BIOTECNOLOGÍA EN EL SUBSECTOR

La transversalidad del subsector y la vinculación con el resto de los subsectores hace que las posibilidades de aplicación de la biotecnología sean múltiples y diversas:

Tabla 18. Uso de la biotecnología en el subsector (Fuente: CETIM)

USO BIOTECNOLOGÍA EN "MEDIOAMBIENTE, ECONOMÍA CIRCULAR Y BIOENERGÍA"
Biorecuperación selectiva mediante enzimas, hongos, bacterias, y microalgas, materias primas críticas (Co, W, Pr y metales del grupo del platino) y metales de alto valor con elevada pureza (Ni, Au e Ag), de RAEEs, como placas de circuitos impresos, paneles LCD y baterías.
Aplicación en Biometalurgia para la bioextracción selectiva de diferentes CRMs, Tierras Raras, Escandio (Sc), Magnesio (Mg) y elementos del grupo del platino, a partir de residuos de bauxita, minerales de baja ley y mezcla de productos de origen secundario (ejemplo: catalizadores agotados, residuos electrónicos y de joyería).
Aplicación en sector del automóvil o para la valorización de residuos, mediante biorecuperación de metales presentes en componentes al final de su vida útil (recuperación de metales presentes en baterías de fin de vida de coches eléctricos).
Biorrefinería de productos y subproductos de la madera para obtener productos químicos de valor: fabricación de nanocelulosa por vía enzimática, valorización de biomasa forestal, biomasa verde y residuos orgánicos.
Tratamientos de agua biológicos (biorreactores anóxicos, anaerobios, aerobios, etc.) y nuevos modelos de biorrefinería.
Obtención de Biopolímeros (PHA, PHB) a partir de diversas corrientes residuales líquidas y subproductos con elevado contenido en carbono de diferentes industrias – aceites animales/vegetales, sueros, lodos y purines, aguas de prensado de tableros, …
Procesos biotecnológicos para la valorización y recuperación de recursos presentes en diferentes subproductos de distintas industrias alimentarias: pesquera, láctea, vitivinícola, conservera, cárnica, etc.

6.4. EMPRESAS GALLEGAS EN EL SECTOR

Tabla 19. Empresas gallegas del sector (Fuente: BIOGA)

EMPRESAS GALLEGAS "MEDIOAMBIENTE, ECONOMÍA CIRCULAR Y BIOENERGÍA"	
AMS BIOPHARMA:.	Líneas de I+D en el ámbito del descubrimiento temprano de fármacos, con especialidad en el uso de espectrofotometría como técnica analítica
AGROAMB PRODALT	Valorización y tratamiento de residuos biodegradables y elaboración de fertilizante.
AMSLAB	Desarrollo de diversos métodos que acreditan tantas composiciones que incluyen componentes o materias primas recicladas o el uso de compuestos responsables con la conservación del medioambiente (Ej. Comprobación de la variedad del algodón o la presencia de transgénicos).
ALLGENETICS	Incluye entre sus servicios líneas especificas de medioambiente y tratamiento de residuos (Ej. monitoreo de biodiversidad mediante metabarcoding de DNA).
BIOEUROPE	Desarrolla su actividad en los sectores agroalimentario, medioambiental e industrial, disponiendo de laboratorio acreditado dedicado al control y mejora de la calidad en el ámbito medioambiental y de la industria alimentaria.
BIOPRANAWORLD	Soluciones biológicas para el tratamiento y valorización de purines y estiércoles, aguas residuales y lodos de laboratorio.
EDAFOTEC	Rehabilitación de aguas, suelos y/o ecosistemas contaminados y/o degradados, y restauración del paisaje, mediante la utilización de tecnologías de vanguardia como suelos artificiales y biocarbonos y otras soluciones ecoeficientes.
ECOCELTA	Productora de abonos orgánicos naturales a partir de la gestión de restos orgánicos mediante compostaje, metanización y lombricultura.
ECOLAGUNAS	Consultora especializada en la depuración de aguas residuales y purines mediante el empleo de sistemas de humedales artificiales y balsas.
GALCHIMIA	Investigación química, química de procesos y técnicas analíticas para complementar la actividad del subsector
HYDROSPHER LAB	Laboratorio ambiental para el estudio de ecosistemas acuáticos, está implicado en la **identificación taxonómica de especies bentónicas.**
HIFAS DA TERRA	Incluye entre sus líneas de investigación el estudio de fitopatologías y rehabilitación de suelos afectados por hidrocarburos, metales pesados, incendios e industrias mineras.
ICODA	Procesos de codigestión anaerobia en plantas de biogás de instalaciones agrícolas, EDAR y estaciones de tratamiento de residuos de forma metodológica.
i-GRAPE LABORATORY	Centrada en la producción de extractos naturales y ecológicos, con un proceso patentado de extracción de extractos polifenólicos a partir de la uva blanca.
INDROPS LABORATORIO	Además del desarrollo de bioensayos llevan a cabo análisis ambientales.
NANOIMMUNOTECH	Variedad de partículas de alta calidad (micro y nanopartículas) preparadas para una fácil bioconjugación
RAYO BIOENERGÍA:	Aportar soluciones valiosas a la creciente generación de residuos orgánicos mediante su transformación en energía y productos de alto valor añadido, como biopolímeros, bioquímicos y biocombustibles.
SEDAQUA:	Sistemas naturales de depuración de aguas mediante humedales construidos.

Como refuerzo de las capacidades del subsector, destacar el papel de compañías como **AKUNATURA**, con sus servicios de análisis microbiológico; **NANOGAP**, donde sus avances en nanotecnología encuentran aplicación en el sector energético o **3EDATA**, a través de soluciones de ingeniería a partir de datos ambientales.

6.5. POTENCIALIDAD DEL SUBSECTOR

La UE persigue un desarrollo sostenible de una manera transversal y es el motor del Acuerdo de París sobre el cambio climático y la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible.

En la transición hacia una economía circular e hipocarbónica debe tenerse en cuenta la capacidad de la economía circular para reforzar la base industrial, fomentar la generación de empresas y el emprendimiento, al tiempo que se palía, en la medida lo posible el impacto de la extracción y uso de recursos y se restablece la biodiversidad. Los recursos biológicos son parte esencial de nuestra economía, por lo que es necesario garantizar la sostenibilidad de los biomateriales renovables.

El subsector se sitúa estratégicamente como vehículo para la hibridación intersectorial. La biotecnología tiene potencial para favorecer sinergias en el ámbito de la economía circular y de la eficiencia de recursos, con otros sectores estratégicos en el tejido económico e industrial gallego (desde la automoción o minería a la alimentación o el forestal) favoreciendo a las empresas que operan tanto en estos sectores como en el sector biotecnológico.

El subsector encuentra en las empresas regionales, estatales o internacionales la capacidad de tracción necesaria para el desarrollo de proyectos biotecnológicos. Sirva como ejemplo, la apuesta de compañías como **REPSOL** en el potencial de **NANOGAP** o el impulso por parte de la Xunta de un centro de economía circular para transformar purines de las granjas en fertilizantes y biogás.

Tal y como señala la Estrategia Gallega de Economía Circular, en la actualidad, algunas grandes empresas gallegas representativas del sector cárnico, lácteo o de productos del mar), ya están desarrollando algunas de las actividades que se podrían caracterizar como de valorización de residuos con un alto valor añadido. Aunque destacables, representan tan sólo un pequeño ejemplo de la capacidad tractora que en términos de empleo de alta cualificación, generación de conocimiento y renta podría tener en Galicia la promoción del polo biotecnológico manteniendo una vinculación a este área.

Asimismo, oportunidades como las resultantes de proyectos como C-Voucher contribuyen al impulso de la economía circular en las organizaciones. Sirva como ejemplo el caso de **HIFAS DA TERRA**, seleccionada entre las 24 empresas que desarrollan soluciones innovadoras de economía circular en el marco de este proyecto.

El modelo de Unidades Mixtas representa una oportunidad para elevar el potencial de aplicación de la biotecnología en el sector, a través de proyectos de colaboración como los llevados a cabo por **ENERGYLAB** y **NATURGY** para aumentar el conocimiento en los procesos de producción de biometano; o las Unidades Mixtas **CIGAT-BIOFACTORÍA** o **CIGAT** entre CETAQUA y VIAQUA para el desarrollo de soluciones tecnológicas innovadoras para la obtención de subproductos de alto valor añadido a partir de corrientes residuales urbanas e industriales de sectores como el agroalimentario.

Asimismo, la sinergia y colaboración entre diferentes integrantes del sector, así como otras partes con vinculación con la biotecnología, da lugar a nuevas vías y oportunidades de negocio. Como ejemplo, puede citarse el proyecto BIOPOL, donde el consorcio integrado por el **CETIM**, **INDUTEC INGENIEROS**, **GALACTEUM**, **CARINSA** y **SOLTEC**, desarrollaron, a raíz de los

residuos de la industria láctea, biopolímeros para encapsulara aromas para su uso en fragancias o detergentes. Adicionalmente a la solución de minimización de un residuo, cabe destacar la ayuda al sector primario a diversificar su producción.

La colaboración intersectorial resulta clave en la búsqueda de nuevas soluciones u oportunidades. Así, pueden observarse proyectos como "**Innobiorresiduos'**, liderados por la empresa del sector de la construcción **EXTRACO**, para la valorización de residuos agroalimentarios para la obtención de bioproductos de alto valor añadido, como la producción de enzimas y de bacteriocinas y biosurfactantes a partir de fracciones celulósicas (de utilidad en el procesado y obtención de productos madereros). Por su parte, **ECOLAGUNAS** participa en el proyecto promovido por Frigoríficos Bandeira para la implementación de una solución innovadora que abarca de forma integral la valorización de subproductos procedentes del matadero, la generación de energías renovables y el tratamiento integral de las aguas residuales.

Otro ejemplo de aplicación, en el ámbito del sector primario es el proyecto I+D Vitalver, un proyecto de **ADEGAS MOURE,** referente en innovación en la D.O. Ribeira Sacra, quienes han participado en esta iniciativa de investigación de las posibilidades que ofrecen las lombrices de tierra y el vermicompostaje, contribuyendo a la transición hacia la economía circular y la viticultura sostenible. Por su parte, **GALCHIMIA** ha participado entre 2016 y 2019 en el proyecto **BIOGREEN** para el desarrollo de una biorrefinería verde para el tratamiento de residuos agrícolas excedentarios, la obtención de energía y bioproductos en entornos agroindustriales.

La transición hacia la economía circular no es solo un objetivo sino una realidad palpable, al constituir una ventaja competitiva sobre la que sustentar el futuro de las organizaciones. Compañías líderes del sector, como JEALSA, han incorporado la economía circular en el ADN de la compañía. Así, han implantado un sistema de valorización de la materia prima que permite el aprovechamiento del 100 % del pescado, con un papel activo a través de una de las compañías del grupo, **VALORA MARINE INGREDIENTS**.

Destacar asimismo la potencialidad del subsector a través de la hibridación con otras tecnologías. Pueden citarse casos como el proyecto **SENSO3**, para la mejora del rendimiento de las unidades de ozonización en términos energéticos y de eliminación de microcontaminantes mediante el uso de un biosensor basado en tecnología HEATSENS, llevado a cabo a través de un programa Conecta Peme (Nanoimmunotech y Aimen).

ANEXO 01. EMPRESAS DEL SECTOR BIOTECNOLÓGICO

	GESTIÓN SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS MARINOS	PRODUCCIÓN Y APROVECHAMIENTO AGROGANADERO Y FORESTAL	ALIMENTACIÓN FUNCIONAL Y NUTRACÉUTICA PARA LA SALUD Y EL ENVEJECIMIENTO ACTIVO	NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA LA MEDICINA PERSONALIZADA	DESARROLLO Y PRODUCCIÓN DE FÁRMACOS Y VACUNAS	MEDIOAMBIENTE, ECONOMÍA CIRCULAR Y BIOENERGÍA	FACILITADORAS Y AUXILIARES
3EDATA							X
ABIASA			X				
AGUA DE RODAS			X				
AKUNATURA							X
AGROAMB PRODALT		X				X	
ALASATURE			X				
ALLGENETICS		X				X	X
AMSLAB		X	X		X		X
AMS BIOBIOPHARMA					X		
ARJUNA THERAPEUTICS				X	X		
ARNIGAL		X					
AQUALGAE	X		X				
AQUATRECK	X				X		
ATLANTIC BLENDING CO.			X				
B-FLOW				X	X		X
BETA INMPLANTS		X					
BETANZOS HB		X					
BIALACTIS		X	X				
BIOEUROPE						X	X
BIOFABRI					X		
BIOPRANAWORLD	X	X				X	
BIOSTATECH							X
BIOREPOS				X	X		X
BIOSPORTY	X						
BNNUTRIENTS	X		X				
CAT&D				X			
CAROILINE COSMETICA	X	X					
CEAMSA	X		X				
CELTARYS RESEARCH						X	
CELTALGA EXTRACT	X		X				
CENTAURI BIOTECH		X					
CENTRO DE ESTIMULACIÓN CEREBRAL DE GALICIA				X			
CHEMOSAPIENS							X
CIENYTECH SOLUCIONES							X
CODEBIO			X				X
CONEXIONA TELECOM							X
COREN		X				X	
CREATIVIGO							X
CULTIGAR		X					
CZ VACCINES		X			X		
DART				X			
DEINAL			X				
DIVERSA				X	X		X
EBIOTEC	X		X	X			
ECOCELTA		X				X	

	GESTIÓN SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS MARINOS	PRODUCCIÓN Y APROVECHAMIENTO AGROGANADERO Y FORESTAL	ALIMENTACIÓN FUNCIONAL Y NUTRACÉUTICA PARA LA SALUD Y EL ENVEJECIMIENTO ACTIVO	NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA LA MEDICINA PERSONALIZADA	DESARROLLO Y PRODUCCIÓN DE FÁRMACOS Y VACUNAS	MEDIOAMBIENTE, ECONOMÍA CIRCULAR Y BIOENERGÍA	FACILITADORAS Y AUXILIARES
ECOLAGUNAS						X	
EDAFOTEC						X	
EFT CONSULTING							X
EMPROMAR	X						X
FLOWRESERVE LAB				X			
GALACTEUM			X				
GALCHIMIA		X	X		X	X	X
GALINSECT		X					
GENEAQUA	X						
GENOME4CARE				X			
GLECEX			X				
GMA	X						
HEALTH IN CODE				X			
HGBEYOND					X		
HYDROSPHERELAB	X					X	
HIFAS VET		X	X				
HIFAS FORESTA		X					
HIFAS DA TERRA			X			X	
HIJOS DE RIVERA			X				
HISTOBIOMOL							
I2BIOTECH							X
IBONELAB				X			X
ICODA						X	
IFFE BIOTECH	X		X				
i-GRAPE LABORATORY		X	X			X	
INATURE		X					
INBIOGAL				X			
INDROPS LABORATORIO						X	X
INDUSTRIAS ROKO	X		X				
ICM				X			X
INGENYUS							X
INNOGANDO		X					X
INNOLACT			X				
KEYBIOLOGICAL							X
KERAMAT							X
LABER LABORATORIO							X
LA ESPIRAL VERDE	X						
LABORATORIO CIFGA	X						
LIBERABIO					X		
LINCBIOTECH				X	X		X
LINKNOVATE							X
LONZA BIOLOGICS					X		
MATPRINT				X			X
MERASYS							X
MERCANTIA			X				
MESTRELAB					X		X
MONET VITICULTURA		X					
MYCOGALICIA PLANTAE		X					
NANOGAP				X	X	X	
NANOIMMUNOTECH				X	X	X	X
NASAS BIOTECH				X			

	GESTIÓN SOSTENIBLE DE LOS RECURSOS MARINOS	PRODUCCIÓN Y APROVECHAMIENTO AGROGANADERO Y FORESTAL	ALIMENTACIÓN FUNCIONAL Y NUTRACÉUTICA PARA LA SALUD Y EL ENVEJECIMIENTO ACTIVO	NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA LA MEDICINA PERSONALIZADA	DESARROLLO Y PRODUCCIÓN DE FÁRMACOS Y VACUNAS	MEDIOAMBIENTE, ECONOMÍA CIRCULAR Y BIOENERGÍA	FACILITADORAS Y AUXILIARES
NEOXÉNICA BIOTECH							X
ONCOSTELLAE					X		
ORIGO BIOPHARMA					X		
ORGANISTRY					X		X
OZOAQUA							X
PELOIDES TERMALES							X
PETIA		X					
PORTOMUIÑOS	X		X				
PHYCOSEM	X						
PROQUIGA BIOTECH			X				
QUBIOTECH				X			
QUEIZUAR			X				
RAYO BIOENERGIA						X	
SEASLAB		X					
SEASVET		X					
SEDAQUA						X	
SMART VITAMINS			X				
SOFTWARE 4 SCIENCE DEVELOPMENT					X		X
STATERA LABS			X				
SUNROCK BIOPHARMA					X		
SYSPRO AUTOMATION							X
TASTELAB							X
TAXUS HEALTH INNOVATION							X
UN-EM							X
UNIRISCO							X
UNINVEST							X
VETIA		X					
VETTER (TERAPIA CELULAR VETERINARIA)		X					
VALORA MARINE INGREDIENTS							
XENESE ETE		X					
XENÉTICA FONTAO		X					
XENOTECHS							X
ZINEREO PHARMA			X		X		

ANEXO 02 LISTA DE ACRÓNIMOS

ACIS	Axencia de Coñecemento en Saúde
ANFACO	Asociación Nacional de Fabricantes de Conservas de Pescados
ATIGA	Alianza Tecnológica Intersectorial de Galicia
ASEBIO	Asociación Española de Bioempresas
BBFOOD	Business Factory Food
BIOGA	Clúster Tecnolóxico Empresarial das Ciencias da Vida
BIOREDES	Agrupación Estratégica de Investigación "Gestión y Producción Sostenible de Biorrecursos"
CDTI	Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial
CEBEGA	Centro de Biomedicina Experimental de la USC
CEGEN-ISCIII	Centro Nacional de Genotipado del Instituto de Salud Carlos III
CESGA	Centro de Supercomputación de Galicia
CETGA	Clúster de la Acuicultura de Galicia
CETMAR	Centro Tecnológico del Mar
CETIM	Centro Tecnológico de Investigación Multisectorial
CIBER	Centros de Investigación Biomédica en Red
CIAM	Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo
CICA	Centro de Investigaciones Científicas Avanzadas
CIF	Centro de Investigación Forestal de Lourizán
CINBIO	Centro de Investigaciones Biomédicas (Universidad de Vigo)
CIM	Centro de Investigación Mariña (Universidad de Vigo)
CIMA	Centro de Investigaciones Marinas (Consellería do Mar)
CITIC	Centro de Investigación en Tecnología de la Información y las Comunicaciones
CiTIUS	Centro Singular de Investigación de Investigación en Tecnoloxías Intelixentes
CiQUS	Centro Singular de Investigación en Química Biolóxica e Materiais Moleculares
CiMUS	Centro Singular de Investigación en Medicina Molecular y Enfermedades Crónicas
CIS-MADEIRA	Centro de Innovación y Servicios de la Madera
CLUSAGA	Clúster Alimentario de Galicia
CMD	Clúster da Madeira e do Deseño de Galicia
CSIC	Consejo Superior de Investigaciones Científicas
CSG	Clúster Saúde de Galicia
CTC	Centro Tecnolóxico da Carne
CYTMA	Centro de Tecnologías Avanzadas de Investigación para la Industria Marina y Alimentaria

ECIMAT	Estación de Ciencias Marinas de Toralla
EVEGA	Estación de Viticultura e Enoloxía de Galicia
FPGMX	Fundación Pública Galega de Medicina Xenómica
GAIN	Axencia Galega de Innovación
GRADIANT	Centro Tecnológico de Telecomunicaciones
IDIS	Instituto de Investigación Sanitaria de Santiago de Compostela
IEO	Instituto Español de Oceanografía
IGAPE	Instituto Gallego de Promoción Económica
IIAG	Instituto de Investigacións Agrobiolóxicas de Galicia (IIAG)
IIM	Instituto de Investigaciones Marinas
IISGS	Instituto de Investigación Sanitaria Galicia Sur
INIBIC	Instituto de Investigación Biomédica de A Coruña
ISCIII	Instituto de salud Carlos III
LIGAL	Laboratorio Interprofesional Gallego de Análisis de Leche.
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
ONU	Organización de las Naciones Unidas
SERGAS	Servicio Gallego de Salud
TECNOPOLE	Parque Tecnolóxico de Galicia
UDC	Universidade de A Coruña
USC	Universidade de Santiago de Compostela
UVIGO	Universidade de Vigo
VIRATEC	Clúster Galego de Soluciones Ambientales y Economía Circular

galicia
EL MEJOR CAMINO
EN BIOTECNOLOGÍA

XUNTA
DE GALICIA