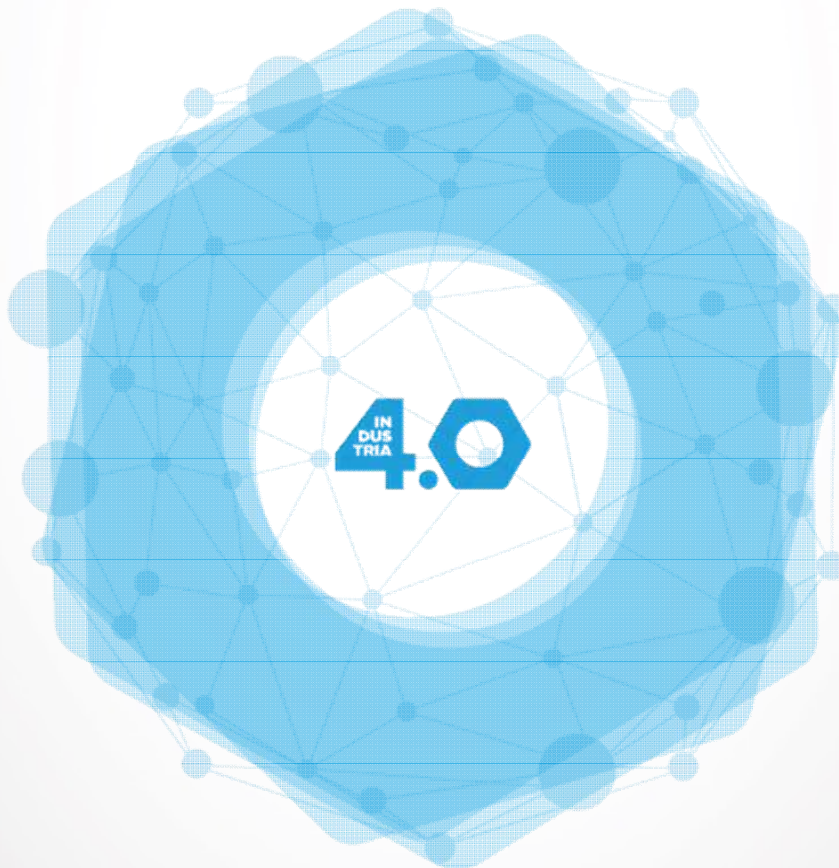




# Oportunidades Industria 4.0 en Galicia



Convenio de colaboración entre el Instituto Gallego de Promoción Económica, la Alianza Tecnológica Intersectorial de Galicia y los centros integrantes de esta alianza para la detección y análisis de oportunidades sectoriales para las empresas industriales gallegas en el ámbito de la industria 4.0

## ÍNDICE

<b>1. CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR ALIMENTACIÓN Y BIO EN GALICIA</b>	<b>5</b>
1.1 INTRODUCCIÓN	5
1.1.1 Tamaño del sector	5
1.1.1.1 Tamaño Sector Alimentación	6
1.1.1.2 Tamaño Sector Bio	8
1.1.2 Tipología de empresas	9
1.1.2.1 Sector Alimentación	9
1.1.2.2 Sector Bio	11
1.2 PRODUCTOS DEL SECTOR. MERCADO.	12
1.2.1 Sector Alimentación	12
1.2.2 Sector Bio	13
1.3 CADENA DE VALOR Y PROCESOS CLAVE	14
1.3.1 Sector Alimentación	14
1.3.2 Sector Bio	15
<b>2. ANÁLISIS EXTERNO</b>	<b>17</b>
2.1 SITUACIÓN INTERNACIONAL	17
2.1.1 Sector Alimentación	17
2.1.2 Sector Bio	17
2.2 RESUMEN DE LAS MACROTENDENCIAS DEL SECTOR. CUMPLIMIENTO DE STANDARES	18
2.2.1 Sector Alimentación	18
2.2.2 Sector Bio	20
2.2.2.1 Biotecnología en procesos sanitarios	20
2.2.2.2 Biotecnología en procesos industriales.	21
2.2.2.3 Biotecnología en procesos agrícolas	21
2.2.2.4 Biotecnología en ambientes marinos y acuáticos	22
2.3 MEJORES PRÁCTICAS SECTOR ALIMENTACIÓN Y BIO	23
2.3.1 Automatización y robótica avanzada y colaborativa	23
2.3.2 Human Machine Interaction	29
2.3.3 Sistemas ciberfísicos e Internet de las Cosas (IoT)	30
2.3.4 Fabricación aditiva	31
2.3.5 Tecnología de materiales inteligentes	34
2.3.6 Logística avanzada (AGV's, UAV's -Drones-)	36

2.3.7	Modelización, simulación y virtualización de procesos .....	40
2.3.8	Big Data, Cloud Computing y Data Analytics .....	40
2.3.9	Safety & Security .....	43
2.3.10	Gestión de la Energía y Residuos.....	44
<b>3.</b>	<b>DIAGNÓSTICO SECTORIAL: ALIMENTACIÓN Y BIO.....</b>	<b>46</b>
3.1	FAMILIARIDAD CON EL CONCEPTO DE INDUSTRIA 4.0 .....	50
3.2	NIVEL TECNOLÓGICO ACTUAL .....	61
3.2.1	Resumen de la situación actual por tecnologías emergentes .....	64
3.2.2	Situación de los indicadores asociados a los Elementos Generadores de Valor .....	82
3.2.2.1	Potencial de mejora y Grado de relevancia en CALIDAD.....	82
3.2.2.2	Potencial de mejora y Grado de relevancia en PRODUCCIÓN .....	82
3.2.2.3	Potencial de mejora y Grado de relevancia en PERSONAS.....	83
3.2.2.4	Potencial de mejora y Grado de relevancia en PRODUCTOS/SERVICIOS .....	84
3.2.3	Problemas detectados .....	85
3.2.3.1	Principales problemas detectados en CALIDAD .....	85
3.2.3.2	Principales problemas detectados en PRODUCCIÓN .....	85
3.2.3.3	Principales problemas detectados en PERSONAS.....	85
3.2.3.4	Principales problemas detectados en PRODUCTOS/SERVICIOS .....	86
3.2.4	Restricciones o condicionantes identificados.....	86
3.3	GAP TECNOLÓGICO .....	87
3.3.1	Posicionamiento agregado del sector con respecto a las mejores prácticas .....	88
3.3.2	GAP tecnológico de las empresas líderes.....	88
3.3.3	GAP tecnológico de las empresas intermedias.....	89
3.3.4	GAP tecnológico de las empresas menos avanzadas .....	90
<b>4.</b>	<b>OPORTUNIDADES DE MEJORA.....</b>	<b>91</b>
4.1	PRINCIPALES CONCLUSIONES DE LA ESTRATEGIA DE IMPLANTACIÓN DE TECNOLOGÍAS 4.0....	91
4.1.1	Visión del Clúster Alimentario De Galicia (Clusaga). Visión estratégica de la implantación de la industria 4.0 en el Sector Alimentación gallego.....	95
4.1.2	Visión Clúster Tecnológico Empresarial de las ciencias de La vida (Bioga). Visión estratégica de la implantación de la industria 4.0 en el Sector Bio gallego.....	96
4.2	OPORTUNIDADES TECNOLÓGICAS DE MEJORA DETECTADAS .....	98
4.3	PROPUESTAS DE ACCIONES A CORTO PLAZO .....	99
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>100</b>
<b>6.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>101</b>

<b>6.1</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL CUESTIONARIO Y METODOLOGÍA DE EJECUCIÓN.....</b>	<b>101</b>
<b>6.2</b>	<b>CRITERIOS DE SELECCIÓN DE EMPRESAS ALIMENTACIÓN Y BIO. ....</b>	<b>104</b>

## 1. CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR ALIMENTACIÓN Y BIO EN GALICIA

### 1.1 INTRODUCCIÓN

#### 1.1.1 Tamaño del sector

El sector de la alimentación y bio es uno de los principales motores de la economía en Galicia. Aunque se analizan desde un punto de vista común en este documento, por pertenecer a un área de conocimiento cercano e incluso varias de las empresas encuestadas pertenecer a ambos sectores simultáneamente, los sectores de alimentación y bio tienen importantes características diferenciadoras. Disponen de puntos en común, pero no son lo mismo ni desde un punto de vista científico ni tecnológico. En el siguiente gráfico se puede observar las características diferenciadoras de ambos campos.

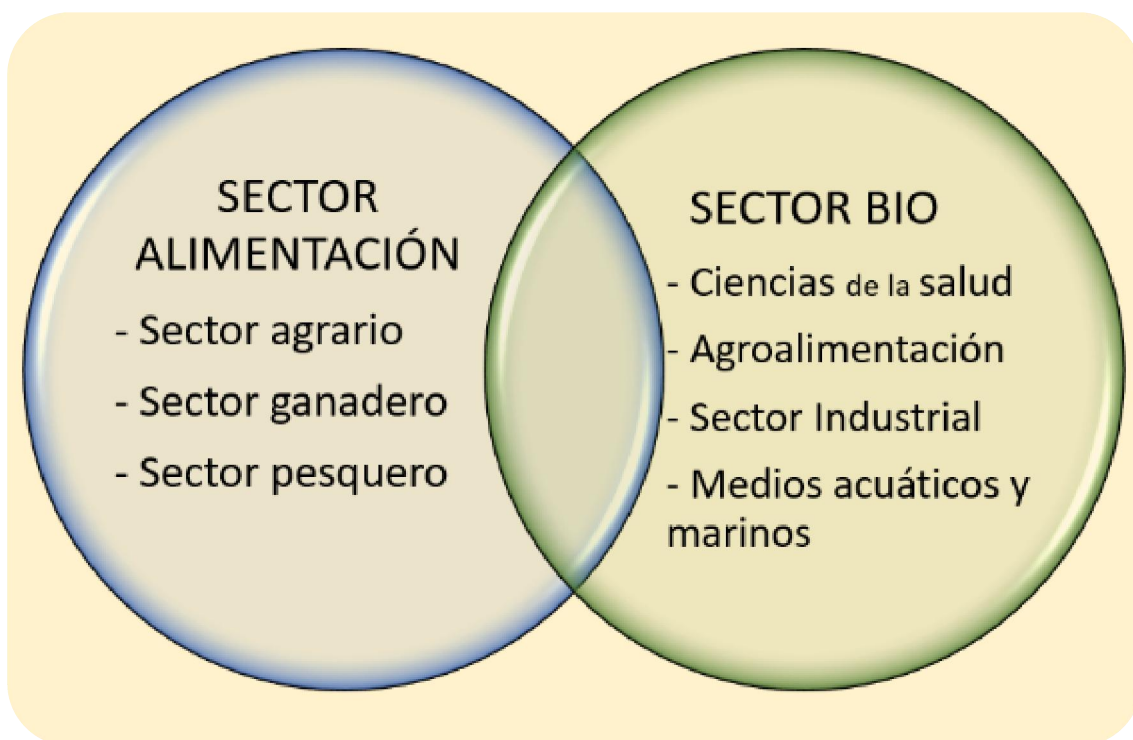


ILUSTRACIÓN 1: CAMPOS DE TRABAJO DE LOS SECTORES ALIMENTACIÓN Y BIO.

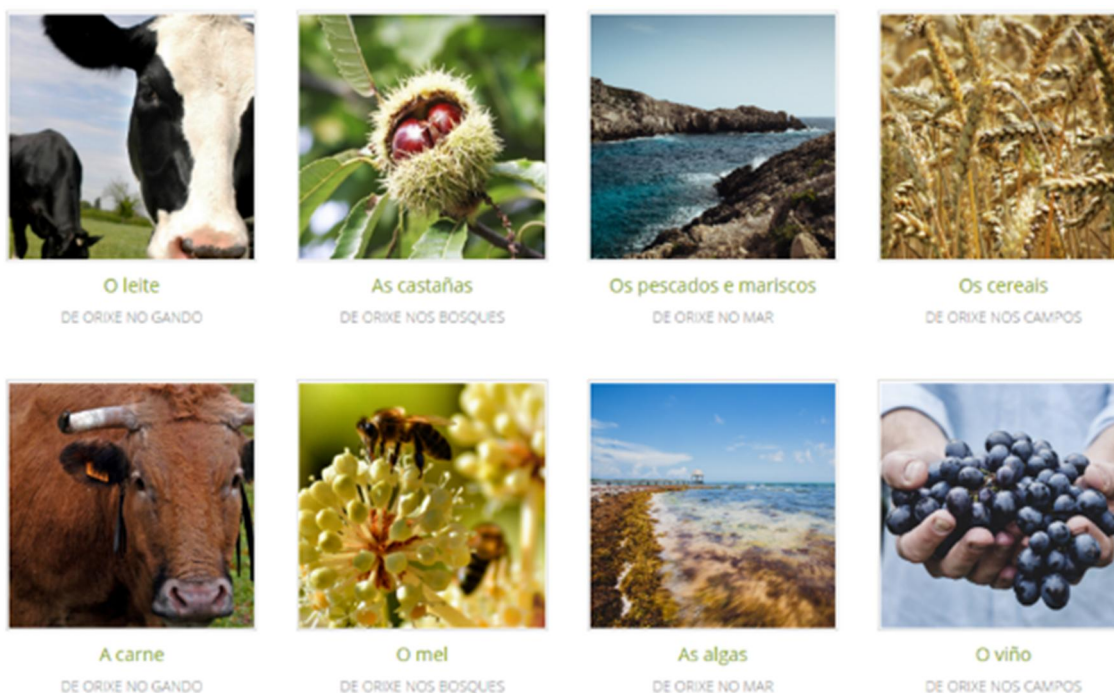
Se hará una diferenciación de ambos sectores en el análisis general sectorial, ya que también existen importantes diferencias tanto en el tamaño de las empresas, como en las características generales de cada uno de los sectores. Mientras el sector alimentación es un sector tradicional y muy implantado en Galicia con grandes empresas líderes en sus campos de trabajo a nivel mundial, el sector bio es un sector más joven, con empresas de menor tamaño, aunque mucho más activo y puntero desde un punto de vista tecnológico.

### 1.1.1.1 Tamaño Sector Alimentación

La Industria Agroalimentaria engloba una gran variedad de actividades, si bien se puede estructurar de forma simplificada en 3 grandes bloques:

- **Producción agraria:** frutas, hortalizas, cereales, vinos, miel, ...
- **Producción ganadera:** carne, huevos, lácteos, ...
- **Producción pesquera:** pesca y acuicultura de pescado, mariscos, algas, ...

La calidad es una de las principales características de los productos alimentarios de Galicia, las principales materias primas que alimentan a los diferentes subsectores, avaladas a través de las numerosas Denominaciones de Origen e Indicaciones Geográficas Protegidas con las que cuenta, podrían resumirse en las siguientes:



**ILUSTRACIÓN 2: PRINCIPALES MATERIAS PRIMAS DEL SECTOR ALIMENTARIO GALLEGO: LECHE, CASTAÑAS, PESCADOS Y MARISCOS, CEREALES, CARNE, MIEL, ALGAS Y VINO (FUENTE: CLUSAGA (CLÚSTER ALIMENTARIO DE GALICIA)).**

### Galicia es un referente a nivel internacional en el sector agroalimentario.

- El **sector agroalimentario** gallego supone más del 5% del PIB español, alcanza más del 10% si se incluye el sector primario, y concentra el 7% del empleo.
- El **sector primario** (agricultura, ganadería y pesca) genera el 62% del valor añadido bruto del complejo agroalimentario gallego, en tanto la transformación de los productos se queda en el 38%. En España, la parte industrial supera el 50% del valor generado y en la UE se pasa del 60%.
- La **pesca, marisqueo y acuicultura** es el 1<sup>er</sup> sector primario en Galicia
  - Galicia representa el 52% del empleo pesquero en España, y el 10% del empleo pesquero de la UE.
  - Representa el 2,1% del PIB autonómico y el 3,2% del empleo.
  - 33.000 empleos directos.
  - 187.000 toneladas de producción pesquera total.
  - La producción extractiva gallega anual supone en valor el 15% de la UE.

(FUENTE: Xunta de Galicia).



### 1.1.1.2 Tamaño Sector Bio

Dentro del heterogéneo sector biotecnológico se pueden diferenciar **4 subsectores**, organizados por la aplicación de los desarrollos biotecnológicos:

- **Biotecnología en procesos sanitarios.** Antibióticos, desarrollo de fármacos, genética médica.
- **Biotecnología en procesos industriales.** Plásticos biodegradables, biocombustibles o nuevos materiales textiles.
- **Biotecnología en procesos agrícolas.** Selección de especies, transgénicos o valorización de residuos.
- **Biotecnología en ambientes marinos y acuáticos.** Acuicultura, cosmética o salud animal.

Tanto las empresas de estos subsectores, como las que desarrollan tecnologías facilitadoras en este campo, configuran de forma global el denominado sector biotecnológico.

- Existen más de **200 organizaciones en Galicia** en el ámbito de la biotecnología, lo que la ha convertido en un polo de biotecnología.
- **Más de 1200 personas trabajan en el sector de la biotecnología en Galicia**, donde la tasa de alta cualificación llega al 60% del empleo (3 de cada 5 empleados con universitarios y doctores).
- **Galicia es la tercera comunidad más bioempresadora de España**, y ha estado en los primeros puestos desde 2012.
- El 80% de los **ingresos biotech provienen del exterior y la internacionalización** se sitúa por encima del 60%

(FUENTE: Asociación española de Bioempresas).



## 1.1.2 Tipología de empresas

### 1.1.2.1 Sector Alimentación

Las tipologías de empresas principales en el sector alimentación serían:

- 1ª industria conservera de Europa y 2ª del mundo. Casi el 3% del PIB autonómico.
- 1ª industria láctea de España. Concentra el 40% de la producción de leche.
- 16% del censo vacuno nacional y 42% de ordeño. 6 razas autóctonas.
- Productor del 45% de los huevos camperos en España. 5% de la producción de huevos nacionales.
- Posee el 32% de las granjas de cerdos en España. España es el 2º productor de porcino de la UE.
- La pesca, marisqueo y acuicultura es el 1er sector primario en Galicia, por poner algunos ejemplos, genera 33.000 empleos directos, es el 2º productor mundial de mejillón después de China, 235.000 toneladas y 98 millones de € de volumen de negocio (2014) y la producción extractiva gallega anual supone en valor el 15% de la UE.

Fuente: Xunta de Galicia

La innovación supone el 6% del gasto de la industria agroalimentaria en Galicia, cifra que se incrementará ya que es uno de los sectores con mayor presupuesto (1.600 millones €) en la Estrategia de Especialización Inteligente (RIS3) hasta 2020.

Las empresas agroalimentarias gallegas exportan casi un tercio de su producción a más de 150 países, destacando en este aspecto el subsector conservero de pescados y mariscos.

Destacada **generación de conocimiento en las áreas científicas vinculadas al mar y a la explotación agroforestal**. La competitividad asentada en la excelencia de las actividades formativas y de desarrollo que giran en torno a la empresa: universidades, centros públicos de investigación y centros tecnológicos privados.

Existe una **elevada participación de agentes gallegos en programas regionales, nacionales, internacionales de I+D+i**, tanto en medio rural y marino como alimentación, lo que pone en valor el carácter innovador del sector y su apuesta por la investigación.

(Fuentes: XUNTA de GALICIA, INE, IGE; RIS3 Galicia, MAGRAMA, CLUSAGA, CETGA, ANFACO.)

Galicia dispone de un tejido empresarial agroalimentario sólido y solvente, como representan algunas de estas cifras, referentes a las distintas tipologías de empresas:

<p><b>Galicia cuenta con el 50% de los buques de pesca españoles y el 86% de la producción de conservas de pescado y marisco de España.</b></p> <p>13% de la flota europea. 15% de las capturas de la UE. 11.000 embarcaciones. 75.000 tripulantes.</p>	<p><b>Primer productor de castaña de España</b></p> <p>15.000-25.000 toneladas de producción anual. 30-40 millones de € de valor estimado.</p>
<p><b>57% de la producción mundial en Acuicultura</b></p> <p>15.000 empleos. 3.350 bateas. 1.100 viveros. 1ª en el mundo en cultivo y comercialización de mejillón y 2ª en producción y extracción (después de China). Líder en la producción de rodaballo. 1º productor mundial de besugo. Principal productor de ostra plana.</p>	<p><b>Principal productor vitivinícola de vino blanco con DOP</b></p> <p>Más del 30% de la superficie en DOP (Denominación de Origen Protegida) e IGP (Indicación Geográfica Protegida). 125 toneladas de producción anual. 650.000 hectolitros de vino blanco (DO Rias Baixas y DO Ribeiro). Más de 1.000 empleos directos.</p>
<p><b>Sello de calidad de prestigio internacional GALICIA CALIDADE</b></p> <p>53 empresas acogidas bajo la marca. Más de 250 referencias.</p> <p><b>Nueva área de actividad en producción ecológica</b></p> <p>Incrementos anuales del 20% en volumen de ventas. Más de 700 empresas.</p>	<p><b>Líder nacional en exportaciones agroalimentarias</b></p> <p>120.000 toneladas de productos exportados. 485 millones de €. Representa el 7% del total de las exportaciones de la región. 80.000 toneladas de atún. 11.000 toneladas de sepia y calamares.</p>

**ILUSTRACIÓN 3: CIFRAS MACRO SECTOR ALIMENTACIÓN EN GALICIA (FUENTES: MAGRAMA, XUNTA DE GALICIA (2015)).**

### 1.1.2.2 Sector Bio

La **Biología en Galicia es un sector emergente** con un gran potencial de desarrollo y un alto grado de innovación que une a empresas, universidades, grupos de investigación, centros tecnológicos y organismos públicos en el ámbito de las Ciencias de la Vida.

El Convenio sobre la Diversidad Biológica de la ONU (1992) define Biología como "Toda **aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos** o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos".

Dada la gran amplitud de procesos englobados en este campo científico-tecnológico, a día de hoy se utilizan definiciones que utilizan una perspectiva más extensa, desde la agricultura tradicional hasta la ingeniería genética. Una definición más actual podría ser:

"Se entiende por biología, el área de conocimiento que, con un carácter multidisciplinar, utiliza el conjunto de técnicas y tecnologías que utilizan organismos o partes de ellos, así como cualquier otro tipo de tecnologías y disciplinas que puedan converger con ella (Informática, Ingeniería, Robótica, Nanociencias, Tecnologías de materiales, química, etc.), y **que permiten la mejora o el desarrollo de innovadores productos, procesos o aplicaciones** en distintos ámbitos sociales y sectores de actividad económica." (FUENTE: Informe Estrategia Impulso Biología 2016-2020 (GAIN, XUNTA de GALICIA)).

Este conjunto de tecnologías transversales sirve como herramientas a un amplio grupo de sectores como el farmacéutico, el médico, el agroalimentario, el textil, el cosmético o el medioambiental.

Dentro del heterogéneo sector biológico se pueden diferenciar 4 subsectores, organizados por la aplicación de los desarrollos biológicos:

- **Biología en procesos sanitarios.** Antibióticos, desarrollo de fármacos, genética médica.
- **Biología en procesos industriales.** Plásticos biodegradables, biocombustibles o nuevos materiales textiles.
- **Biología en procesos agrícolas.** Selección de especies, transgénicos o valorización de residuos.
- **Biología en ambientes marinos y acuáticos.** Acuicultura, cosmética o salud animal.

## 1.2 PRODUCTOS DEL SECTOR. MERCADO.

### 1.2.1 Sector Alimentación

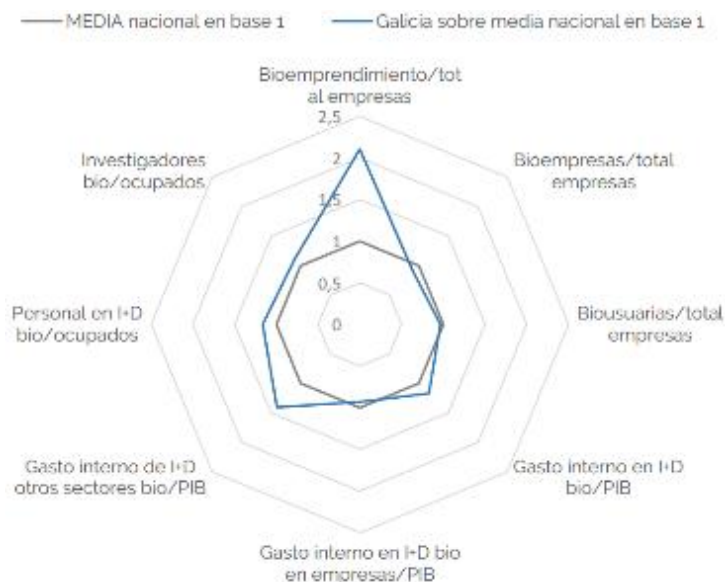
Analizando las perspectivas de mercado a nivel mundial, en base a las seis principales categorías de alimentos y bebidas, se observa que los snacks y los productos procesados de pescado son los que presentan unas mejores perspectivas de crecimiento a corto plazo. Por detrás se encontrarían los lácteos, los cárnicos y la cerveza, mientras que ligeramente más rezagado se encontrarías las bebidas gaseosas sin alcohol. (Fuente FIAB).

A nivel europeo, el **Annual Report de FoodDrinkEurope 2016** (FDE), la organización encargada de agrupar a todas las empresas de industria alimentaria de Europa, expone que:

- La industria alimentaria española supone una facturación en torno a 100.000 millones de euros anuales, consolidándose como **la 4ª economía de la UE** en producción bruta.
- La industria alimentaria europea está formada por casi **300.000 compañías**, las cuales son la principal fuente de empleo de la Unión Europea (15%), siendo uno de sus sectores más importantes a nivel europeo (principal industria manufacturera).
- **Las PYMEs conforman un 99% del total de las empresas de alimentación**, lo que conduce a una alta fragmentación de la industria alimentaria. No obstante, estas Pequeñas y Medianas Empresas suponen casi el 50% de la facturación total y el 65% del empleo del sector alimentario.
- El sector atiende a unos **500 millones de consumidores** en Europa.
- Se trata de un **sector exportador**. El 17% de las exportaciones europeas pertenecen a la industria alimentaria.
- **Cinco países**- Alemania, Francia, Italia, España y el Reino Unido representan el 66% del total del negocio alimentario de la UE.
- Finalmente, también conviene resaltar que se trata de un **sector avanzado tecnológicamente** en términos de su importante gasto en I+D.

### 1.2.2 Sector Bio

Comparativamente, Galicia se encuentra en una posición privilegiada en el campo de la biotecnología frente a la media española, como se puede observar en el siguiente gráfico:



**ILUSTRACIÓN 4: COMPARATIVA PRINCIPALES INDICADORES BIOTECNOLÓGICOS DE GALICIA FRENTE A LA MEDIA NACIONAL. (FUENTE: INFORME ESTRATEGIA IMPULSO BIOTECNOLOGÍA 2016-2020 (GAIN, XUNTA DE GALICIA)).**

En cuanto a los **objetivos a futuro**, dentro de la Estrategia de la Biotecnología de Galicia 2016-2020 de la XUNTA de GALICIA, se marcan:

- **Creación en Galicia de 30 nuevas empresas biotecnológicas** (Informe Asebio 2014) (+15%).
- **Alcanzar una facturación global del sector biotecnológico en Galicia de 300 millones de Euros**(247M€ en 2014) (+20%).
- **Creación de 300 nuevos empleos** cualificados en el ámbito biotecnológico gallego (1.268 en 2014) (+25%).
- **Reconocimiento internacional de la Comunidad Autónoma de Galicia** como significativa en el entorno biotecnológico.



**ILUSTRACIÓN 5: OBJETIVOS DE LA ESTRATEGIA DE LA BIOTECNOLOGÍA DE GALICIA 2016-2020 DE LA XUNTA DE GALICIA. (FUENTE: INFORME ESTRATEGIA IMPULSO BIOTECNOLOGÍA 2016-2020 (GAIN, XUNTA DE GALICIA)).**

### 1.3 CADENA DE VALOR Y PROCESOS CLAVE

#### 1.3.1 Sector Alimentación

Aunque dado que tanto el origen como el procesado de la materia prima del sector alimentación es muy variado, el proceso productivo de la industria alimentaria, podría resumirse de la siguiente manera:



ILUSTRACIÓN 6: DIAGRAMA DE PROCESO DE PRODUCCIÓN GENÉRICO DE LA INDUSTRIA DE ALIMENTACIÓN (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA).

Si bien la cadena de valor completa, englobaría a más actores:

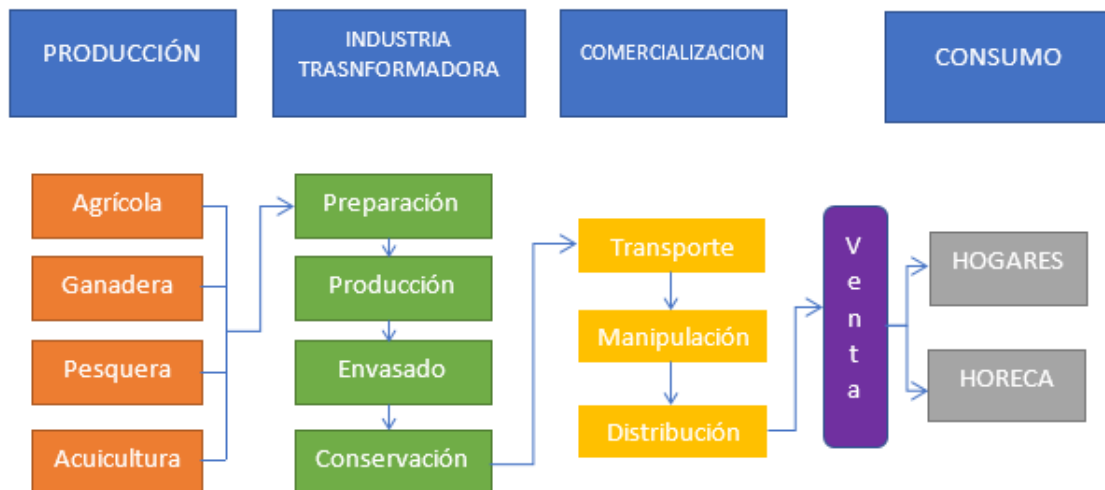


ILUSTRACIÓN 7: CADENA DE VALOR GENÉRICO DE LA INDUSTRIA DE ALIMENTACIÓN. (FUENTE: CLÚSTER TIC GALICIA, INFORME PLAN DE SISTEMAS SECTORIALES, SECTOR ALIMENTARIO).

Por un lado, las materias primas para la industria transformadora provienen tanto del sector primario como de otras industrias alimentarias proveedoras que hagan algún tipo de procesado previo a la materia prima original.

En el sector de la alimentación, a diferencia de otros, **la trazabilidad para el aseguramiento de la calidad higiénico sanitaria** es un factor clave y con una regulación normativa muy estricta, lo cual condiciona el

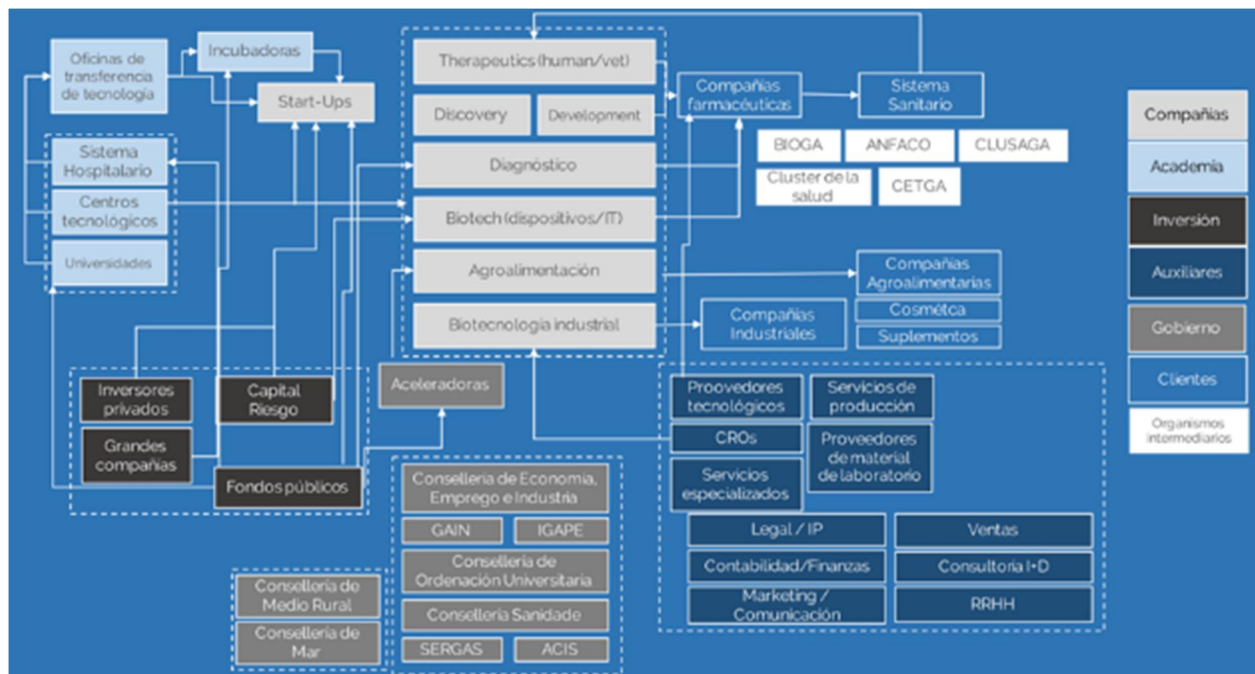
proceso productivo al tener que realizar un control exhaustivo de una multitud de parámetros (tanto biológicos como físico-químicos) a lo largo de toda la cadena de producción.

La utilización de materia prima procedente de organismos vivos condiciona y dificulta sensiblemente la automatización y estandarización de procesos, por lo que la carga de mano de obra es muy alta todavía en el sector de la alimentación. Es un **reto en este sector la automatización de procesos** que por tradición o falta de evolución de las tecnologías todavía no ha podido ser desarrollada.

**La manipulación de esta materia prima “viva” ha de ser especialmente cuidadosa**, ya que cualquier deterioro de esta, hace que disminuya su calidad y consecuentemente su precio, esta es una de las principales causas por las que todavía no se han podido adoptar tecnologías de automatización de forma extendida en este sector.

### 1.3.2 Sector Bio

Dada la heterogeneidad de las empresas y sectores incluidos en el campo de la biotecnología (desde la agricultura tradicional hasta la ingeniería genética), no se puede representar un proceso productivo genérico, aunque sí se puede resumir el ecosistema del sector biotech en Galicia en el siguiente esquema que representa la cadena de valor.



**ILUSTRACIÓN 8: CADENA DE VALOR DEL SECTOR BIOTECH EN GALICIA (FUENTE: INFORME ESTRATEGIA IMPULSO BIOTECNOLOGÍA 2016-2020 (GAIN, XUNTA DE GALICIA)).**

En este esquema se pretende representar a los participantes en la cadena de valor del sector Bio tecnológico y sus relaciones.



Los participantes en esta cadena de valor podrían agruparse en:

- **Generadores y Transmisores de Conocimiento** (Universidades, Centros Tecnológicos, Centros de Conocimiento). Por producción científica, la Universidad es el principal generador de conocimiento (fuente: La Ciencia en Galicia. Fundación Barrié)
- **Tejido empresarial**, se incluirían tanto empresas biotecnológicas, como usuarias de biotecnología, como empresas que ofrecen servicios transversales al sector, como empresas que puedan ser potenciales usuarios de la biotecnología.
- **Financiación**. Se incluirían Sociedades de Capital Riesgo, Incubadoras y Aceleradoras de negocios biotecnológicos o Business Angels.
- **Clústeres y organismos intermedios**. Asociaciones de empresas que realizan o son usuarias de biotecnología.
- **Instituciones públicas en el entorno regional**. Como entorno estratégico regional, cabe destacar la Estrategia de Especialización Inteligente 2014-2020 (RIS3 Galicia). A mayores GAIN, IGAPE y SERGAS son los principales agentes en el entorno gubernamental.

## 2. ANÁLISIS EXTERNO

### 2.1 SITUACIÓN INTERNACIONAL

#### 2.1.1 Sector Alimentación

A nivel europeo, el **Annual Report de FoodDrinkEurope 2016** (FDE), la organización encargada de agrupar a todas las empresas de industria alimentaria de Europa, expone que:

- La industria alimentaria española supone una **facturación en torno a 100.000 millones de euros anuales**, consolidándose como la 4ª economía de la UE en producción bruta.
- La industria alimentaria europea está formada por casi **300.000 compañías**, las cuales son la principal fuente de empleo de la Unión Europea (15%), siendo uno de sus sectores más importantes a nivel europeo (principal industria manufacturera).
- Las **PYMES conforman un 99% del total de las empresas de alimentación en Europa**, lo que conduce a una alta fragmentación de la industria alimentaria. No obstante, estas Pequeñas y Medianas Empresas suponen casi el 50% de la facturación total y el 65% del empleo del sector alimentario europeo.
- El sector atiende a unos **500 millones de consumidores** en Europa.
- Se trata de un **sector exportador**. El 17% de las exportaciones europeas pertenecen a la industria alimentaria.
- **Cinco países**- Alemania, Francia, Italia, España y el Reino Unido representan el 66% del total del negocio alimentario de la UE.
- Finalmente, también conviene resaltar que se trata de un **sector avanzado tecnológicamente** en términos de su importante gasto en I+D a nivel europeo.

FUENTE: Annual Report de FoodDrinkEurope 2016 (FDE).

#### 2.1.2 Sector Bio

**Bioga**, el clúster gallego de la biotecnología, en su **Estrategia Impulso Biotecnología 2016-2020** recoge que:

- Los ingresos totales en Estados Unidos y Europa en biotecnología han aumentado un 610% entre el año 2000 y 2014.
- Los ingresos generados por las 10 principales empresas de biotecnología en 2014 eran 4,6 veces mayores que los ingresos que generaban en el 2000.
- A pesar de varias fusiones notables, el número de compañías biotech líderes (empresas con ingresos anuales superiores a los 500 millones de dólares) en los EE.UU. creció de 7 en el año 2000 a 19 en 2014, con un ingreso promedio que pasó de 1,6 mil millones US \$ en el año 2000 a 4,3 mil millones en 2014.
- Por su parte, la OCDE, en una estimación definida como conservadora, presupone que en sus países miembros para el año 2030 la biotecnología contribuirá con, al menos, el 2,7% del PIB mundial, estimando un crecimiento medio del 9,9% durante los próximos años.
- En 2014 las empresas biotecnológicas europeas notaron una fuerte recuperación en sus ingresos (las ventas crecieron en un 15%, en comparación con el alza del 3% de 2013).

FUENTE: BIOGA. **Estrategia Impulso Biotecnología 2016-2020**.

## 2.2 RESUMEN DE LAS PRINCIPALES MACRO-TENDENCIAS DEL SECTOR. NIVEL DE CUMPLIMIENTO DE STANDARES.

### 2.2.1 Sector Alimentación

Se podrían agrupar las tendencias en 6 grupos principales:

- Entorno socio demográfico.
- Entorno de consumo.
- Entorno salud y nutrición.
- Entorno medioambiental.
- Entorno normativo.
- Entorno científico y tecnológico.

Estas tendencias están **enfocadas a cumplir las demandas del consumidor**, cada vez más exigente e informado, al desarrollo de nuevos procesos industriales enfocados a la innovación en producto, donde se incluye el desarrollo de alimentos funcionales o envases activos, a la reducción del impacto ambiental de las empresas de alimentación y a la adaptación a la nueva legislación, cada vez más restrictiva y exigente.

Las tendencias futuras en el sector y el posicionamiento estratégico de las empresas de alimentación de cara a su adaptación a los nuevos retos, se resumen en la siguiente ilustración:



**ILUSTRACIÓN 9: TENDENCIAS EN EL SECTOR DE LA ALIMENTACIÓN (FUENTE: FIAB FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE INDUSTRIAS DE ALIMENTACIÓN Y BEBIDAS)**

Por otro lado, el posicionamiento estratégico de las empresas del sector de la alimentación alineadas con las tendencias anteriormente presentadas, le obliga a desarrollar nuevas capacidades y potenciar áreas de la empresa enfocadas a la eficiencia en costes, a la diferenciación por valor añadido, a la internacionalización y a la creación de nuevas estrategias de abastecimiento, de cara a tener una posición estratégica que le permita seguir las tendencias del mercado.

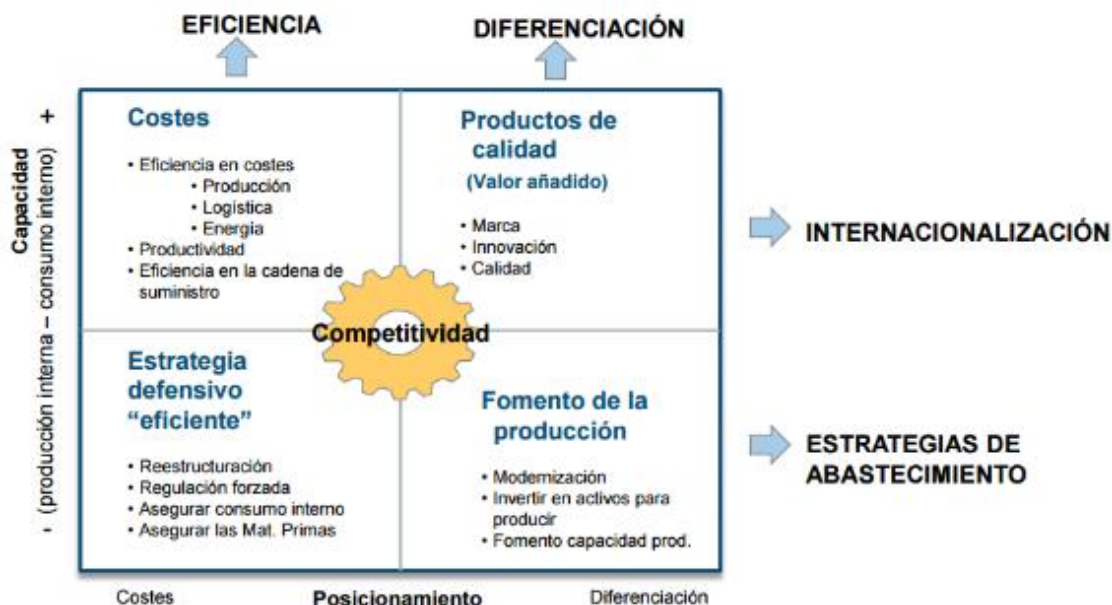


ILUSTRACIÓN 10: MAPA DEL POSICIONAMIENTO ESTRATÉGICO DE LAS EMPRESAS DEL SECTOR (FUENTE: FIAB FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE INDUSTRIAS DE ALIMENTACIÓN Y BEBIDAS).

En cuanto a tendencias en cumplimiento de estándares, en el sector de la alimentación dada **la importancia de la seguridad alimentaria**, hay establecidos una serie de estándares a nivel internacional que aseguran que la calidad de los productos desarrollados bajo esos estándares cumple con los requerimientos generales del mercado.

La prologada ausencia de un único estándar común y verdaderamente reconocido a nivel internacional, ha llevado a que cada uno de los esquemas particulares sean considerados como de ámbito superior por la organización y el país que los promueve.

En consecuencia, existe en la actualidad **un gran número de estándares o protocolos de seguridad alimentaria** en funcionamiento, entre los cuales podemos citar:

- **Buenas Prácticas de Higiene (BPH)**, Buenas Prácticas de Fabricación (BPF) y la Buenas Prácticas de Trabajo (BPT), basadas en las Guías del Codex Alimentarius.
- **Dutch HACCP**: Sistema holandés de Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico (HACCP/APPCC), basado en las Guías del Codex Alimentarius.
- **Danish HACCP**: Sistema danés de Análisis de Peligros y Puntos de Control Crítico (HACCP/APPCC), basado en las Guías del Codex Alimentarius.
- **Globalgap** (antes Eurepgap - Euro-Retail Produce Buying Group's Good Agricultural Practices (GAP):
- **Referencial certificable para producción primaria de vegetales o de ganadería** (IFA – Integrated Farm Assurance).

- **BRC - British Retail Consortium:** esquema británico para la aprobación de suministradores de marca propia de los detallistas.
- **IFS - International Food Standard:** desarrollado por Alemania y Francia para la aprobación de suministradores de marca propia de los detallistas.
- **Safe Quality Food(SQF):** estándar reconocido por el GFSI (Global Food Safety Initiative) – basado en APPCC e ISO 9001:2000.
- **SAL – Sistema de Seguridad Alimentaria:** desarrollado por AINIA en España.
- **Global Red Meat Standard:** estándar danés para gestionar la seguridad de las actividades relacionadas con la matanza, el deshuesado, el despiece y la venta de productos cárnicos.
- **JQA MR005 – Sistema de Seguridad Alimentaria:** de aplicación en Japón.

A todos ellos, habría que añadir la ISO 22000, publicada en 2005, y su más reciente versión, aprobada por la GFSI, laFSSC 22000, de 2009, que pretende convertirse en el referente mundial en sistemas de gestión de la seguridad alimentaria.

## 2.2.2 Sector Bio

Dentro de los 4 subsectores ya mencionados en los que se podría clasificar la biotecnología, organizados por la aplicación de los desarrollos biotecnológicos, hay unas líneas de investigación que marcan las tendencias y los futuros desarrollos:

### 2.2.2.1 Biotecnología en procesos sanitarios. Antibióticos, desarrollo de fármacos, genética médica.

A nivel internacional los esfuerzos se centran en la **caracterización genética de enfermedades y las terapias génicas** para contrarrestarlas, desarrollo de nuevas vacunas y nuevos medicamentos genéricos.

Ejemplos de líneas y tendencias en investigación en Galicia:

- 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.
- Desarrollo de ingredientes probióticos y prebióticos.
- Desarrollo de test farmacogenéticos para la adecuación terapéutica al perfil individual
- Métodos de diagnóstico y pronóstico personalizado basados en técnicas genéticas
- Diagnóstico avanzado basado en biomarcadores
- Software para el análisis automatizado de información médica
- Vacunas terapéuticas
- Diseño de terapias biológicas
- Dispositivos médicos de control terapéutico o identificación patológica.
- Obtención de ingredientes antioxidantes a partir de residuos industriales de la producción vitivinícola.
- Identificación y optimización de nuevos leads terapéuticos
- Generación y 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

(fuente: BIOGA)

### 2.2.2.2 Biotecnología en procesos industriales. Plásticos biodegradables, biocombustibles o nuevos materiales textiles.

A nivel internacional las tendencias que destacan con, por ejemplo, cómo **mejorar el conocimiento de los procesos biológicos de tratamiento de aguas residuales, desarrollo de biosensores** para el control de la calidad de agua, **desarrollo de procesos especializados en el tratamiento de aguas residuales** a través de microorganismos modificados genéticamente. Bioingeniería y biología molecular para el diseño y optimización de células y catalizadores. Las fermentaciones industriales con microorganismos modificados mediante ingeniería de vías metabólicas. Diseño de biorreactores y desarrollo de técnicas de cultivo para células animales o vegetales.

Ejemplos de posibles líneas de investigación y tendencias en Galicia:

- **Aplicaciones de la ingeniería** (de materiales, de procesos, etc.) al ámbito biotecnológico.
- Obtención **de ingredientes funcionales alimentarios a partir de residuos** de la industria.
- **Mejoras en los procesos de fermentación láctea.**
- **Valorización del suero lácteo.**
- **Desarrollo de nuevos productos alimentarios** funcionales en el sector lácteo.
- Las empresas generan gran cantidad **de residuos que mediante el uso de biotecnología podrían valorizarse** aportando ingresos adicionales a la cadena productiva y solucionando el problema medioambiental de su gestión.

(fuente: BIOGA)

### 2.2.2.3 Biotecnología en procesos agrícolas. Selección de especies, transgénicos o valorización de residuos.

La sanidad y la potenciación del crecimiento animal son líneas de investigación seguidas a nivel internacional, dentro de la sanidad animal se incluirían el desarrollo de nuevos fármacos y vacunas para el control y erradicación de enfermedades, y dentro del crecimiento, a mayores de a través de la sanidad, también se buscan nuevas hormonas de crecimiento y clonación molecular para impulsar la producción industrial.

Ejemplos de tendencias en Galicia:

- Técnicas genéticas aplicadas a la mejora reproductiva o productiva de especies animales
- Mejora de las formulaciones nutricionales, probióticos y suplementos alimenticios
- Desarrollo de kits de diagnóstico y pronóstico de enfermedades veterinarias
- Vacunas y autovacunas preventivas y terapéuticas
- Desarrollo de nuevas terapias (fármacos, terapia biológica, etc) para la salud animal

- Métodos de monitorización y dispositivos médicos aplicados a la salud animal

(fuente: BIOGA)

#### 2.2.2.4 Biotecnología en ambientes marinos y acuáticos. Acuicultura, cosmética o salud animal.

La Unión Europea denomina a la **“Blue Economy”** como el conjunto de las **actividades económicas que suceden alrededor de los océanos, mares y costas de Europa**, la “Blue economy” reconoce la importancia de los mares y océanos como motores de la economía europea por su gran potencial para la innovación y el crecimiento.

Ejemplos de tendencias en Galicia:

- Identificación y desarrollo de ingredientes antioxidantes a partir de algas.
- Identificación de compuestos marinos con actividad farmacológica
- Obtención de ingredientes funcionales alimentarios a partir de residuos de la industria.
- Ingredientes cosméticos a partir de compuestos marinos
- Suplementos alimenticios a partir de los residuos del procesado industrial.
- Desarrollo de nuevos biomateriales de origen marino
- Obtención de coadyugantes alimentarios (texturizantes, colorantes, enzimas, etc.) a partir de compuestos marinos.

(fuente: BIOGA)



## 2.3 MEJORES PRÁCTICAS SECTOR ALIMENTACIÓN Y BIO

Se detallarán en este apartado algunos ejemplos de soluciones tecnológicas en el sector alimentación y bio, relacionadas con las tecnologías estudiadas en el presente informe.

### 2.3.1 Automatización y robótica avanzada y colaborativa

Las **nuevas tecnologías**, la mejora de la productividad de las operaciones y la personalización de productos exigida cada vez más por los clientes finales, **están impulsando a la industria agroalimentario y bio** a la cuanta revolución industrial.

La automatización de la industria de la alimentación y bio tiene el objetivo de:

- Cumplir con los máximos niveles de exigencia en calidad.
- Productividad.
- Eficiencia.
- Seguridad alimentaria que el mercado y los consumidores exigen hoy en día.

La **integración de diferentes niveles de automatización** asegura la competitividad y los robots proporcionan a la industria alimentaria ventajas principalmente en los siguientes ámbitos industriales:

- La producción
- El embalaje
- El almacenamiento
- La logística

A la vez que trabajan de forma fiable, precisa y rápida incluso en condiciones de trabajo difíciles.

En la actualidad las **principales aplicaciones de la automatización y la robótica en la industria alimentaria** es en la parte final del proceso productivo, sobre todo en el empaquetado, el paquetizado y el paletizado de producto terminado.

Algunos ejemplos de automatización y robotización en este sector serían los siguientes:

### AUTOMATIZACIÓN

---

#### Unidad Mixta de Investigación FFF4P ANFACO-EMENASA

Esta Unidad Mixta de Investigación, denominada FFF4P, propone en una de sus líneas de investigación **buscar soluciones mediante automatización y robótica** para los procesos que, por tradición y falta de evolución tecnológica, no han podido ser automatizados hasta el momento. Las nuevas soluciones aportarán un ciclo de mejora continua en el sector, y mejorará los tiempos y calidad por proceso, disminución de la merma, aumento del rendimiento, y por lo tanto aumentará la productividad y reducirá los daños en el trabajo por dichos trabajos repetitivos.

Se pretende **parametrizar diferentes materias primas a estudio** (carne, pescado, vegetales, etc.) y realizar el estudio de la posibilidad de utilizar soluciones robotizadas y automatizadas sobre esta materia prima. Esto incluirá el diseño y simulación en plataformas informáticas de las posibles soluciones de robotización/automatización de los procesos productivos a estudio. Dentro de esta línea de trabajo el

pelado de atún es un proceso clave por su difícil automatización, por lo que es una línea prioritaria de investigación el mejorarlo.



**ILUSTRACIÓN 11: EQUIPO DE VISIÓN ARTIFICIAL + ROBOT DELTA EN LA PLANTA PILOTO DE LA UMI ANFACO– EMENASA (FUENTE: PROYECTO FFF4P, <http://www.futurefoodfactory.com/> )**

Otro de los parámetros críticos que se acometen en esta investigación es **la alta cadencia de producción y la manipulación de la materia prima**. Las herramientas de manipulación en robótica están en una fase avanzada en sectores como la automoción (corte, agarre, soldadura, posicionamiento y ajuste fino), pero la manipulación de alimentos en fresco requiere un alto grado de sensibilidad en el agarre, desplazamiento y posicionamiento. Esto implica que la búsqueda y diseño de nuevas garras ha de tener en cuenta estas premisas.

Un punto crítico en **la instalación de soluciones robotizadas en ambientes industriales** en el sector de la alimentación es la instalación en ambientes húmedos, donde aparecen exigencias de estanqueidad, las superficies de los materiales deben tener tratamientos especiales para evitar la formación de biofilms, y se debe facilitar la limpieza de los equipos.

#### PROYECTO TUNASCAN

La colaboración entre las empresas gallegas Marexi y Hermasa ha permitido desarrollar **el primer escáner del mundo que clasifica automáticamente los atunes por especie, talla y calidad**. El equipo autónomo clasifica piezas de entre menos de 1 kg y 80 kg a velocidades de hasta 50 toneladas por hora. El Tunascan utiliza la tecnología 3D láser.



ILUSTRACIÓN 12: EQUIPO TUNASCAN DE CLASIFICACIÓN AUTOMÁTICA DE TÚNIDOS (FUENTE: [http://www.marexi.com/PDF/MAREXI\\_4.0.pdf](http://www.marexi.com/PDF/MAREXI_4.0.pdf)).

#### PROYECTO BLUE FISH

La empresa gallega TACORE, a través de un proyecto de I+D ha desarrollado **un equipo para clasificación por tamaños y especies** en la industria conservera de pelágicos mediante visión artificial. El sistema alcanza una producción entorno a las 1000 unidades por minuto.



ILUSTRACIÓN 13: EQUIPO DE CLASIFICACIÓN DE PELÁGICOS PARA INDUSTRIA CONSERVERA MEDIANTE VISIÓN ARTIFICIAL (PROYECTO BLUE FISH; <https://tacore.es/investigacion-desarrollo/>).

## SENSORIZACIÓN

### VITICULTURA DE PRECISIÓN

Son varias las bodegas que **emplean métodos de viticultura de precisión**, entre ellos sensorización avanzada de viñedos, utilización de estaciones meteorológicas in situ o la utilización de drones e imágenes de satélite.

En el caso de los drones, se pueden subir a bordo tanto cámaras fotográficas o de video, para su posterior análisis, o equipos más avanzados como cámaras hiperespectrales, que permiten conocer el grado de maduración de los viñedos, o sus necesidades hídricas.

Bodegas como Martín Códax, Viña Costeira, Abadía da Cova o Bodegas Laval han aplicado estas tecnologías a sus viñedos, a través de empresas gallegas proveedoras de estos servicios como MONET VITICULTURA DE PRECISIÓN o PROYESTEGAL.



ILUSTRACIÓN 14: SENSORIZACIÓN AVANZADA EN VIÑEDOS. (FUENTES: <https://monet-ti.com/> ; PROYECTO ECOVINE).

### DETECCIÓN DE CUERPOS EXTRAÑOS, DEFECTOS, O SUSTANCIAS PUNTUALES EN ALIMENTOS Y BEBIDAS

Tecnologías como **la visión hiperespectral**(visión química) o **la tecnología NIR**(visión penetrante), **permiten la sensorización avanzada** de equipos para aumentar la seguridad alimentaria retirando cuerpos extraños de las líneas de producción. Estas tecnologías, unidas a la visión artificial tradicional, son de gran utilidad para el sector alimentario ya que son capaces de captar características invisibles para el ojo humano

Centros de investigación como ANFACO – CECOPECA o AINIA están desarrollando proyectos de I+D en estas líneas de trabajo.

Investigadores de la Universidad de Valencia han desarrollado un sensor colorimétrico autónomo y pasivo para la detección de amoníaco y aminos alifáticos, contaminantes atmosféricos nitrogenados tóxicos y olorosos.

**Nima sensor**, es un nuevo dispositivo que **puede detectar gluten**. Para ello se deposita una pequeña muestra de alimento o bebida en el interior de una capsula que se introduce en el dispositivo que lo



mezcla con una solución, lo que permite la detección del gluten. En unos dos o tres minutos aparece el resultado del análisis en el display del propio sensor, indicando si la muestra contiene o no gluten



**ILUSTRACIÓN 15: NIMA SENSOR, DISPOSITIVO DE SENSORIZACIÓN AVANZADA QUE DETECTA GLUTEN. (FUENTE: <https://nimasensor.com/>)**

**Penguin** es un dispositivo que permite la detección de antibióticos y pesticidas, así como otros elementos como pueden ser el nivel de acidez, salinidad o glucosa.



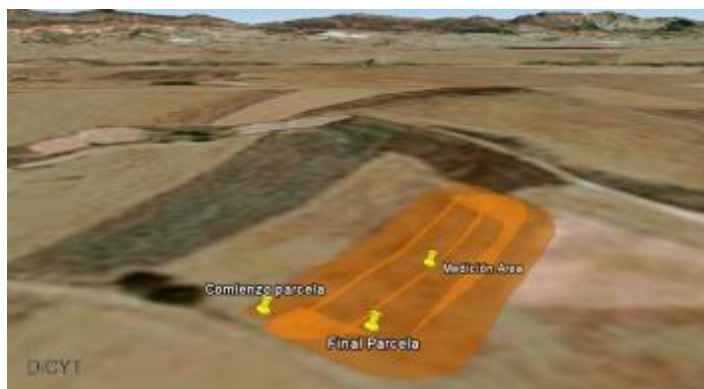
**ILUSTRACIÓN 16: PENGUIN, SENSOR AVANZADO QUE DETECTA ANTIBIÓTICOS Y PESTICIDAS. (FUENTE: <http://www.penguinsensor.com/en/index.html>)**



### 2.3.2 Human Machine Interaction (Wearables, Realidad Aumentada/Virtual, Exoesqueletos)

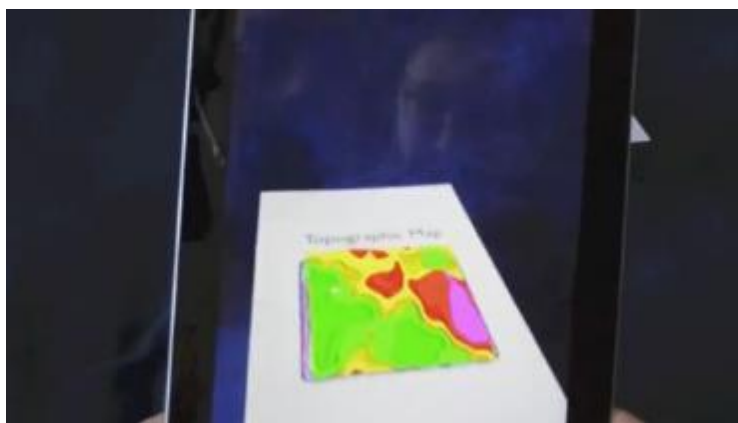
En el sector agroalimentario se investiga **sobre soluciones de realidad aumentada**, sobre todo en el ámbito agrícola, aunque se trata de soluciones que se encuentran en una fase temprana de desarrollo o con poca implantación. A continuación, se muestran algunos ejemplos:

Jaime Gómez Gil, profesor de Teoría de la Señal de la Escuela Técnica Superior de Telecomunicación de la Universidad de Valladolid, ha diseñado un sistema para el **guiado autónomo de tractores agrícolas**. Se trata de unas gafas de realidad aumentada que permiten al agricultor recibir información en tiempo real y mientras conduce, sobre el trabajo que está desarrollando y el que debe realizar, a través de zonas coloreadas.



**ILUSTRACIÓN 17: SISTEMA DE GUIADO DE TRACTORES. (FUENTE: UNIVERSIDAD DE VALLADOLID).**

Otro ejemplo de aplicación, es la desarrollada por la empresa ICEmobile en colaboración con la empresa Qualcomm Vuforia, que consiste en una app para dispositivos móviles que permite ver el mapa de una parcela **mostrando información sobre altitud, rendimiento del cultivo esperado y rendimiento del cultivo real**.



**ILUSTRACIÓN 18: MAPA TOPOGRÁFICO EN 3D. (FUENTE: ICESOFT).**

Por último, también se está trabajando en el ámbito de la formación, así, investigadores de la Universidad de Beijing han diseñado un sistema para **formar a operarios en las tareas de explotación agrícola** a través de un entorno de realidad aumentada.



### 2.3.3 Sistemas ciberfísicos e Internet de las Cosas (IoT)

El **sector agroalimentario es una de las principales apuestas de futuro** para la aplicación de tecnologías IoT. El uso de tecnologías innovadoras proporcionará una serie de beneficios como un aumento de la productividad, un mejor conocimiento del estado de los cultivos, animales o alimentos y una disminución del impacto ecológico a través de una mejora de eficiencia (energética, de gestión de residuos, gestión de tratamientos, etc.). La aplicación de tecnologías IoT para la recopilación de información en conjunción con otras para su procesamiento, análisis y la realización de actividades de optimización a lo largo de todas las etapas de la cadena de valor agroalimentaria (from farm to fork) constituyen el término denominado como agricultura inteligente o smart farming.

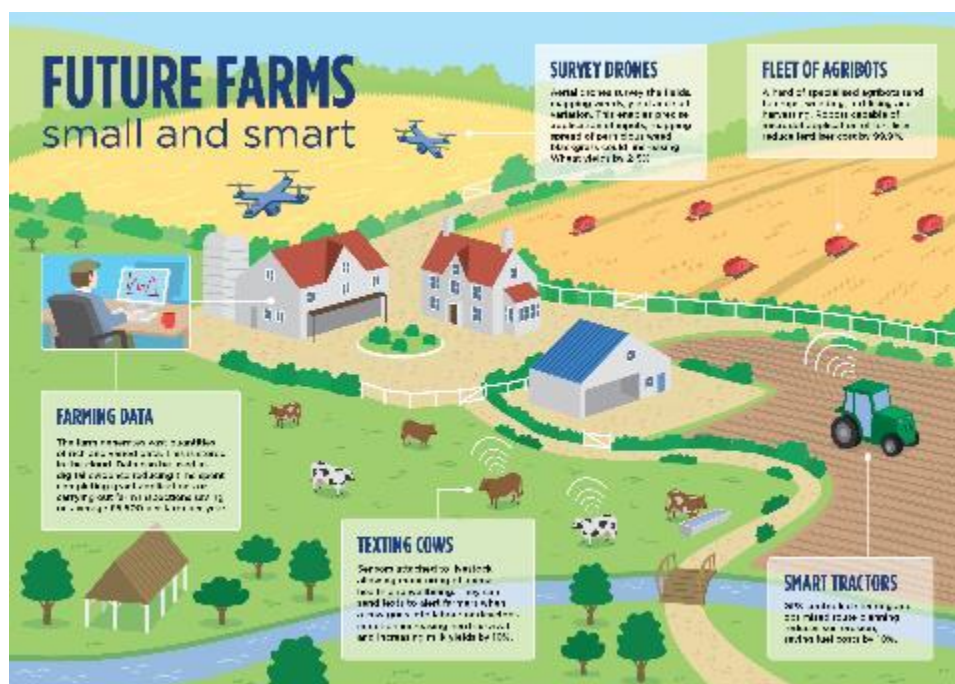


ILUSTRACIÓN 19: SMART FARMING (FUENTE: <https://www.nesta.org.uk/blog/precision-agriculture-almost-20-increase-income-possible-smart-farming> )

En el **ámbito de los cultivos** de especial interés la monitorización de diversos parámetros para su utilización posterior en conjunto con **técnicas de análisis de datos que permitan optimizar la recolección de los cultivos o el tratamiento y control de plagas**. Ejemplos de parámetros que se monitorizan a través de sensores son la humedad de la tierra, de las hojas, tamaño de los frutos o concentraciones de diversos compuestos. Por otro lado, también existen aplicaciones para las que no sólo la sensorización es importante, sino también la actuación. Es el caso de los sistemas de riego inteligente. Plataformas como Thingworx ya dan soporte a este tipo de aplicaciones innovadoras. Como casos de uso en Galicia, cabe mencionar el ámbito de la viticultura como uno de los principales sectores en los que se aplican tecnologías de sensorización, comunicaciones y análisis de datos para mejorar el rendimiento de estos cultivos y de los productos generados a partir de ellos.

Una de las principales áreas de innovación dentro de este sector se encuentra en el **ámbito ganadero**, concretamente de tipo bovino. Por ejemplo, en el **proyecto Smart Dairy Farming** de Holanda, una de las principales regiones en las que se está trabajando con éxito en la aplicación de tecnologías innovadoras,

se ha trabajado en construir un sistema para hacer disponible a los granjeros los diversos tipos de datos relativos al ganado vacuno de sus explotaciones a través de un bróker específico para la gestión de esta información. La ilustración20 contiene un esquema básico de la arquitectura de este sistema.

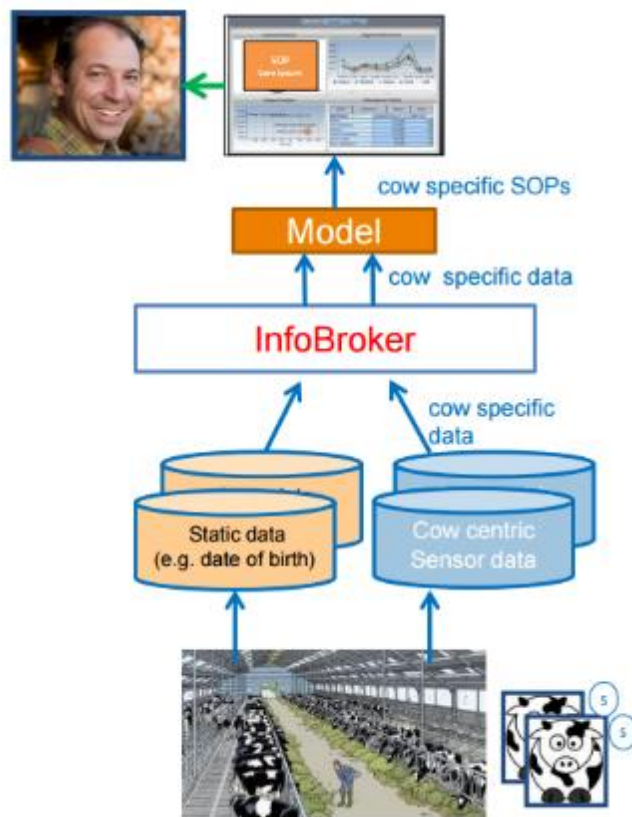


ILUSTRACIÓN 20: DAIRY INFOBROKER. (FUENTE: PROYECTO SMART DAIRY FARMING)

Es también de especial relevancia el dominio de la seguridad alimentaria, en el que se **emplean dispositivos inteligentes para la monitorización de calidad** a través de la cadena de valor (deterioro de cualidades organolépticas, rotura de la cadena de frío, etc.) o para la interacción con etiquetado inteligente.

Finalmente, cabe destacar como a nivel europeo se trata de un ámbito en el que las innovaciones en toda la cadena de valor agroalimentaria cobran cada vez mayor importancia. Muestra de ello son las diversas actividades realizadas por ejemplo a través del grupo de agricultura y seguridad alimentaria de AIOTI (WG 6) o la reciente concesión del proyecto IoF2020, un piloto a gran escala involucrando a diversos países y entidades europeas para llevar innovaciones existentes en el campo IoT al sector agroalimentario.

#### 2.3.4 Fabricación aditiva

¿Qué se comerá en el futuro? Desde hace años, se han estado inventando nuevas formas de preparar alimentos y objetos que hacen que la pregunta sea difícil de contestar. Ahora puede parecer algo extraño, pero **la impresión 3D de alimentos**, todavía un camponuevo pero en el que se han realizado avances importantes, podría traer grandes cambios. Las expectativas son muy altas y el camino recorrido importante. El objetivo, para muchos, es automatizar procesos e imaginar una nueva manera de consumir

alimentos. Y es que la combinación de alimentos y tecnología está dando forma a la industria alimentaria, desde los métodos de envasado, al uso de conservante o técnicas de vanguardia como la gastronomía molecular (que ya familiarizó conceptos como esferificación).

La tecnología basada en la impresión 3D será, según los expertos, fundamental en **el modo en el que las personas interactuarán con los alimentos en un futuro**. Las máquinas están cada vez más presentes en las cocinas (electrodomésticos, robots de cocina, etc.) y la impresión 3D de alimentos también podría formar parte de una nueva revolución.

La mayoría de las impresoras 3D funcionan depositando lentamente capas de material, una encima de otra, hasta que se construye un objeto. Una de las iniciativas en la impresión 3D de alimentos se introdujo en 2014 con Foodini, una de las primeras impresoras 3D de comida real capaz de imprimir una amplia gama de alimentos, tanto salados como dulces.

Este dispositivo, conectado a Internet, está constituido por una pantalla táctil en la parte frontal que proporciona la interfaz al consumidor de los alimentos que quiere imprimir. Una vez dada la orden de la receta que se quiere imprimir, se activan **las distintas cápsulas con los diferentes alimentos** y empieza la impresión. El tiempo que tardan en salir depende de los ingredientes, la receta y la cantidad. En algunos casos pueden pasar pocos minutos (en alimentos planos como galletas), mientras que los tiempos son más largos, de hasta 20 minutos. Algunos de los alimentos que ya se han impreso son pastas (raviolis o espaguetis), hamburguesas de verdura y carne, nuggets de pollo, pizza, patatas fritas, galletas o chocolate. Una de las partes más complejas es la de la textura, un aspecto que los expertos esperan poder perfeccionar en un futuro.



**ILUSTRACIÓN 21: MAQUINA IMPRESIÓN 3D ALIMENTOS(FUENTE: NATURALMACHINES.COM)**



## ILUSTRACIÓN 22: HAMBURGUESAS IMPRESAS EN 3D (FUENTE: NATURALMACHINES.COM)

Desde entonces, han seguido el mismo camino otras tantas iniciativas. Aunque el sabor no es uno de los puntos fuertes de este tipo de producción de alimentos, la ventaja principal es la posibilidad de crear sinergias entre el diseño y la comida. Por ejemplo, la impresión 3D de chocolate ha aumentado en los últimos años. Y aunque aún está lejos, esta forma de preparar alimentos tiene el potencial de revolucionar buena parte de los aspectos de la industria de la alimentación, desde el origen de los ingredientes, a su valor nutricional y la manera en la que se cocinarán.

La **agencia aeroespacial estadounidense, está trabajando desde hace años en la creación de impresoras 3D** destinadas a alimentar a sus astronautas durante las misiones espaciales. Uno de los principales aspectos positivos que destacan de esta tecnología es la capacidad de que se disponga de una variedad importante de alimentos durante misiones de larga duración. Esta estrategia se enmarca dentro del programa para desarrollar métodos que proporcionen alimentos para satisfacer la seguridad, aceptabilidad y variedad nutricional para las misiones largas con menos residuos.

Otra aplicación de la impresión 3D en el sector alimentario es la **fabricación de moldes y envases específicos** personalizados, ya que existen materiales imprimibles que son aptos para el uso alimentario. Uno de ellos es el PLA, quizás el material más utilizado para la impresión con tecnología FFF.

### ¿Y la seguridad de los alimentos?

La impresión 3D comenzó como una forma distinta de imprimir objetos como juguetes u otros aparatos. A medida que ha avanzado la tecnología, ha empezado a aplicarse a otros sectores como el sanitario y el alimentario. Por tanto, la gran mayoría de impresoras 3D se han diseñado para usos distintos al alimentario.

En la impresión 3D en alimentos, una de las preguntas que surgen es si estos son seguros. La seguridad, según los expertos, **está en el dispositivo que se emplea**. Este debe ser específico para alimentos, por tanto, **se debe poder limpiar con facilidad**. Si no es así, el riesgo de contaminación por bacterias es alto.

Como otros sistemas de producción, uno de los problemas que pueden aparecer es la acumulación de bacterias en el sistema; se considera que incluso las impresoras mejor diseñadas pueden tener pequeños espacios donde los alimentos pueden llegar a aglutinarse y, por tanto, pueden desarrollarse bacterias. La limpieza es fundamental en este aspecto, puesto que de ella dependerá que no se formen restos de comida. Además, **los ingredientes que se usen deben tener una consistencia que permita que se eliminen** en su totalidad por el sistema.

Otro aspecto fundamental es el **material con el que están hechas las máquinas**. En la mayoría de ellas se utiliza ácido poliláctico (PLA), un plástico que la Agencia de Alimentos y Medicamentos estadounidense (FDA) califica como "seguro". Este material es termoplástico, lo que significa que se ablanda y moldea cuando se calienta y vuelve a sólido cuando se enfría. Se obtiene a partir de recursos renovables como el maíz, el trigo o la caña de azúcar.

### 2.3.5 Tecnología de materiales inteligentes

La Nanotecnología en la Industria alimentaria está teniendo un gran avance en los últimos años. Sus principales aplicaciones destacan en áreas como:

- **El envasado**(envases activos y envases inteligentes).
- **El desarrollo de nuevos productos** (nanoalimentos funcionales, microcápsulas).
- **La calidad y la seguridad alimentaria**(biosensores).
- **La mejora de los procesos de los alimentos**(gelatinización, espumas y emulsiones).



ILUSTRACIÓN 23: ENVASES INTELIGENTES (FUENTE:

<http://www.esbertus.com/blog/2010/07/01/envasado-inteligente-de-alimentos-tipos-de-dispositivos-y-encuesta/> )

La incorporación de nanopartículas a envases está llevando a la industria a poder ofrecer envases con características mejoradas. La nanotecnología ofrece múltiples oportunidades de mejora a diferentes sectores agroalimentarios, sobre todo a los que emplean materiales plásticos en sus envases alimentarios.

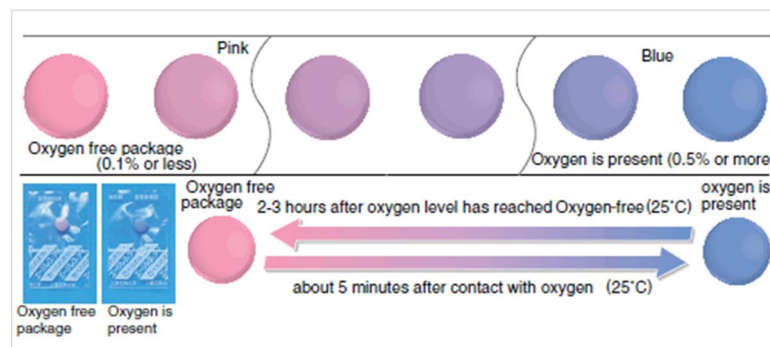
El envase activo tiene la capacidad de mantener las propiedades sensoriales y nutricionales de los alimentos. En general, todos los alimentos permiten el envase activo, aunque los perecederos se benefician más por su mayor riesgo. Estos envases persiguen:

- Retener sustancias indeseables del producto o su entorno (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, etc.).
- Liberar sustancias beneficiosas al producto (antioxidantes, antimicrobianas, etc.).

El **envase inteligente** tiene la capacidad **de controlar el estado de los alimentos** envasados y su entorno. Las investigaciones en este sector han progresado de manera sustancial en los últimos años para dar respuesta a una necesidad emergente de resolver cuestiones de seguridad y calidad alimentarias. Los materiales inteligentes en contacto con alimentos supervisan su estado o su entorno y proporcionan información sobre la frescura. Debe tenerse en cuenta que el término envase inteligente es muy amplio y puede definir aspectos como la información que recibe el consumidor sobre algún aspecto de la calidad, la naturaleza o la producción de los alimentos.



Estos envases inteligentes ofrecen información sobre si su contenido está suficientemente caliente o frío o si son aptos para el consumo. También informan sobre las condiciones a las que se ha sometido el alimento durante su distribución y almacenamiento. Además, pueden actuar como **indicadores de temperatura**. Suelen incorporar dispositivos sensibles a los cambios de temperatura con señales visuales que dejan conocer determinados parámetros, como si se ha roto la cadena de frío o si el producto se ha expuesto a alteraciones químicas o microbiológicas.



**ILUSTRACIÓN 24: DETECTOR DE PRESENCIA DE OXÍGENO EN UN ENVASE (FUENTE: <http://www.mgc.co.jp/eng/products/abc/ageless/eye.html> )**

A diferencia del envase activo, un envase inteligente es aquel que **monitoriza las condiciones del producto envasado y es capaz de registrar y aportar información sobre su calidad**, evidenciando posibles mecanismos y/o prácticas “anormales” que hayan podido deteriorar el alimento y/o su envase durante las distintas fases de la cadena de distribución.

Según el alimento o la finalidad del envase, destacan los envases que:

- **Absorben la humedad** del interior para evitar que crezca la flora natural de los alimentos y, en consecuencia, frenar su deterioro.
- **Absorben el oxígeno** para evitar el deterioro del alimento.
- Emiten CO<sub>2</sub> con el fin **de obstaculizar el crecimiento de patógenos** en la superficie de los alimentos.
- Disponen **de sustancias antimicrobianas** en el propio envase.
- Cuentan con un **elemento externo al material de envasado**, como láminas o bolsas en su interior, en la mayoría de los casos, para no mezclar diferentes alimentos del mismo producto.
- Envases en estudio que integran **un elemento activo en el propio material**, en su mayoría algún extracto de plantas naturales, **para alargar la vida útil del alimento de manera natural**.
- En la actualidad existen desarrollos que emplean la **nanotecnología**, como el proyecto llevado a cabo por el Instituto Tecnológico del Plástico (AIMPLAS) y el Centro Tecnológico AINIA, que ha **servido para diseñar un envase que mejora en un 400% la barrera del oxígeno**, con propiedades térmicas y antioxidantes, nanochip informativo para el consumidor y sensores que detectan patógenos.



La nanotecnología también se utiliza para el desarrollo de nuevos alimentos más seguros, saludables, nutritivos y de más sabor. Su principal uso en la alimentación es la adición de compuestos saludables en los alimentos.



**ILUSTRACIÓN 25: NANOTECNOLOGÍA EN ALIMENTACIÓN, ALIMENTOS ENRIQUECIDOS**  
(FUENTE:<https://nanotecnologia.fundaciontelefonica.com/> )

**Nanoalimentos funcionales:** Son alimentos reconstituidos a nivel molecular. Esta reconstrucción tiene por **objeto obtener nanoingredientes para mejorar las propiedades de los alimentos** y convertirlos en funcionales para tratar diferentes enfermedades. Por ejemplo, a partir de la utilización de la nanotecnología, es posible reducir el regular contenido graso de los productos que oscila entre un 25 a 35%, a concentraciones menores a 1%. Además, también permite incorporar a diversos alimentos nanopartículas de diversos minerales antioxidantes como zinc o selenio o nanocápsulas de omega 3, Coenzima Q10, carotenoides, licopenos, que ayudan a reducir la prevalencia de enfermedades.

**La microencapsulación** de compuestos activos funcionales en complementos alimenticios. Es el proceso de recubrimiento de un compuesto de interés o sustancia activa, mediante uno o varios materiales, obteniendo sistemas particulados que pueden liberar gradualmente su contenido, con el fin **de incrementar la vida útil de los productos, proteger los principios activos, mejorar las características sensoriales de los alimentos**(color, sabor, textura, olor), o enriquecer los alimentos. A día de hoy, en el ámbito alimentario la encapsulación se aplica para estabilizar y/o proteger numerosos ingredientes o sustancias activas (colorantes, aromas, antioxidantes, antimicrobianos o nutrientes) frente a la oxidación, fotosensibilidad, volatilidad o la reacción con otros compuestos presentes en el alimento.

La nanotecnología y el procesado de alimentos. Las propiedades funcionales de muchas materias primas y el eficaz procesado de los alimentos se deben a nanoestructuras como la celulosa o el almidón, que determinan procesos como la gelatinización y afectan al valor nutricional de los alimentos. También las nanoestructuras que surgen en las interfases de aceite-agua o aire-agua determinan la estabilidad de las espumas y emulsiones alimentarias. Un mayor conocimiento de la naturaleza de las nanoestructuras presentes en los alimentos permitirá mejorar el procesado de los mismos.

### 2.3.6 Logística avanzada (AGV's, UAV's -Drones-)

#### Agricultura

Los **robots agrícolas autónomos** son una alternativa a los tractores que se encuentran actualmente en los campos. Los robots desarrollan diferentes tareas en el campo de agricultura, siendo la **principal aplicación para la etapa de recolección**. El tipo de trabajo que se realizan en la agricultura no es sencillo y además

existen muchas tareas repetitivas por lo que un robot puede ser una herramienta útil. A continuación se muestran algunos casos de éxitos de investigación en agricultura, como Agrirobot, VinBot o BoniRob.

## PROYECTO AGRIROBOT

Summit XL de Robotnik es la plataforma móvil utilizada en el Proyecto AgriRobot. Summit XL es una plataforma mediana de alta movilidad y tiene deslizamiento de dirección basado en 4 ruedas motoras de alta potencia. El robot contiene un pulverizador eléctrico Serena con capacidad para 10 litros. Summit XL utiliza el software ROS y tiene un sistema de visión, navegación y localización.



**ILUSTRACIÓN 26: PLATAFORMA MÓVIL PROYECTO AGRIROBOT. (FUENTE: ROBOTNIK).**

## PROYECTO VINBOT

Robot autónomo para optimizar la gestión del rendimiento y la calidad del vino. VinBot es un robot móvil autónomo todo terreno dotado con un conjunto de sensores capaces de capturar y analizar imágenes de viñedos y datos en 3D mediante el uso de aplicaciones de cloud computing. Su finalidad es determinar el rendimiento de los viñedos y compartir esta información con los viticultores.

VinBot responde a la necesidad de mejorar la calidad de los vinos europeos mediante la aplicación de la viticultura de precisión (PV), con el fin de estimar y mejorar al máximo su rendimiento (cantidad de fruta por metro cuadrado de superficie de vid: kg/m<sup>2</sup>).



**ILUSTRACIÓN 27: ROBOT AUTÓNOMO VINBOT. (FUENTE: ROBOTNIK).**

## PROYECTO BONIROB

En el contexto del proyecto financiado con fondos públicos “BoniRob”, dicho vehículo cuenta con un sistema de navegación que permite la navegación autónoma sobre cultivos en filas. Se puede configurar para trabajar para diferentes cultivos, por ejemplo, maíz o trigo, diferentes anchos de vía, número de filas, estructura del campo o sensores utilizados. Además, las aplicaciones son proporcionadas por el sistema de navegación con la posición actual del robot y la posición de las plantas individuales o las filas de la planta.



**ILUSTRACIÓN 28: PROYECTO BONIROB. (FUENTE: BOSCH).**

### Industria Agroalimentaria

Los AGVs están equipados para manejar cargas paletizadas y unitarias de cervezas, refrescos, cereales, caramelos, bocadillos, ingredientes en proceso, etc. en entornos de fabricación, *cross-docking*, almacenamiento y carga de remolque.

Los vehículos de guiado automatizados se pueden implementar con éxito en cualquier etapa intermedia de las cadenas de suministro de alimentos y bebidas, desde la descarga del remolque, la recepción de materias primas, y el transporte hacia y desde AS/RS hasta el suministro de las líneas de procesamiento, manipulación de productos terminados y carga de remolque. Algunas aplicaciones específicas:

- Transporte de alimentos en entornos menos amigables para el operador (refrigeración y congeladores).
- Almacenamiento de estantes de queso y transporte a salas de maduración controladas a través de software de gestión de recetas.
- Manejo totalmente automático de las paletas de cerveza desde el almacén automático hasta el muelle mediante vehículos automáticos de carga de remolque.



**ILUSTRACIÓN 29: AGVS EMPLEADOS PARA TRANSPORTE PALLETS EN INDUSTRIA ALIMENTARIA. (FUENTE: ASTI)**

### 2.3.7 Modelización, simulación y virtualización de procesos

La simulación de procesos en la industria agroalimentaria tiene cada vez mayor importancia, ya que es un sector afectado por la economía, y este tipo de técnicas ayudan a mejorar su eficiencia en el proceso. Actualmente, se busca la **simulación en dos áreas** pertenecientes a esta industria: **el área industrial**, donde se engloban todos los procesos del sector secundario donde los productos son tratados hasta su puesta a la venta, **y el área de venta**, donde se engloban procesos como el transporte de productos y espacios comerciales para su venta.

Respecto a la etapa industrial, los softwares de simulación son utilizados bien cuando se quiere implementar una nueva etapa o un nuevo proceso en el sistema actual, o bien cuando se decide realizar un estudio para mejorar el rendimiento de una planta. Softwares como Arena, Simio y Promodel ya han sido utilizados en este tipo de funciones, como por ejemplo, implementar otra línea de producción en la industria panadera (Mejía Avila Heidy, 2008) u optimizar una línea de producción existente (Bassan, 2015).

En la etapa de logística, es también necesaria la optimización de líneas y transportes, ya que mejorando su rendimiento se puede conseguir ahorrar dinero y pérdidas de productos. Se han realizado simulaciones para mejorar la logística de productos perecederos (Malekpour, 2016) y otros sobre optimización de rutas (Achkar, 2016) en Arena y Simio.

### 2.3.8 Big Data, Cloud Computing y Data Analytics

A lo largo de la vida de un producto de agroalimentación y bio se generan multitud de datos diversos, tanto estructurados como no estructurados, que dan lugar una gran cantidad de nuevas opciones que permiten optimizar tanto los procesos de producción como los de distribución, suministro etc. y mejorar la experiencia cliente.

Cada vez es más común hablar de **trazabilidad y datos a lo largo de la cadena alimentaria** o de **monitorización inteligente de la cadena de valor alimentaria** (desde la producción, logística y distribución hasta el consumidor). En la base de esta nueva tecnología se encuentra Big Data Analytics, cuyo principal objetivo es la extracción de información y conocimiento de todos estos datos combinados, permitiendo ajustar la producción a la demanda solicitada en el mercado y haciendo los procesos cada vez más eficientes y precisos.

En la actualidad, alguna de las aplicaciones más comunes son las centradas en:

- **Ahorro en costes y mejoras en la productividad:** partiendo del análisis de datos en ámbitos como la previsión de cosechas, gestión de plagas o enfermedades y/u optimización del riego y abonado.
- **Transparencia hacia el consumidor sobre el proceso productivo y su transformación:** huella ecológica, impacto social, características nutricionales, interacción con la salud, recomendaciones culinarias y/o implicación cultural del producto.

En la actualidad existen ya soluciones en el mercado como por ejemplo **BYNSE**, entre otras, que se constituye como solución Big Data para la agricultura de precisión. Proporcionando información valiosa sobre las necesidades actuales y futuras de los cultivos a los gestores agroalimentarios, para mejorar así la gestión, ahorrar costes y mejorar la rentabilidad. Las tecnologías utilizadas por esta herramienta son entre otras: cloud service, Big Data Cluster, Knowledge Generator Framework, etc.



ILUSTRACIÓN 30: BYNSE BIG DATA. (FUENTE: <http://bynse.com/big-data/>)

#### PROYECTOS DE I+D

En España, proyectos como Hortysis – Ininterconecta sobre “Control Remoto de Producción Hortícola en Invernaderos e Integración con Previsiones de Demanda y Sistemas de Comercialización” (<http://www.hispatec.es/proyectos/hortysis-ininterconecta-feder/>) busca, a través de la obtención de datos captados de forma automática y continua, con modelos de estimación / predicción climática, conocer cómo afectan las variables meteorológicas a las manifestaciones periódicas o estacionales de las especies y su maduración.

El objetivo principal del proyecto HORTISYS es el control remoto de la producción en invernadero para:

- Manejar los cultivos de forma que se ajusten las producciones a los tiempos óptimos de comercialización en los principales mercados de consumo.
- Maximizar rendimientos productivos de las plantas.
- Planificación biológica de las plantas para el diseño de un modelo predictivo de la producción.
- Diseño de un modelo de estimación de la demanda en función de las temperaturas e histórico de consumo en los mercados de destino.
- Diseño de un modelo de indicadores biológicos que permitan al productor controlar su cultivo y adaptarlo a la potencial demanda calculada a través del modelo de estimación de demanda anteriormente indicado.

Todos estos datos combinados con el modelo de estimación de la demanda, permiten al productor ajustar su producción a las necesidades del mercado.

Desde el punto de vista de la venta al por menor de productos agroalimentarios y bio, la principal fortaleza del uso de Big Data la encontramos en la mejora de la experiencia del cliente.

De este modo, podemos **encontrar prácticas de Big Data Analytics**, orientadas a:

- Aumentar el número de clientes multicanal



- Optimizar el stock
- Optimizar el formato de tienda
- Modificar y flexibilizar los horarios en tiempo real
- Etc.

**DataBio Data Driven Bioeconomy.** Data Bio propone implementar una plataforma de big data de vanguardia: la plataforma Big DATABIO

**Regional crop monitoring and assessment with quantitative remote sensing and data assimilation.** Su objetivo es aplicar técnicas avanzadas de asimilación de datos a múltiples tipos de datos de cultivos, tanto de modelos de crecimiento de cultivos calibrados como de imágenes satelitales, para producir estimaciones mejores de la productividad agrícola de China. De esta forma se podrán evaluar las posibles geografías del futuro estrés agrícola en China.

**PLANNING: MIDWEST: Cyberinfrastructure to Enhance Data Quality and Support Reproducible Results in Sensor Originated Big Data. BD Spokes Project.** Este proyecto tiene como objetivo crear y fomentar una comunidad multidisciplinaria centrada en la calidad de los datos y la reproducibilidad de los resultados de la investigación para experimentos basados en sensores. El proyecto también dará como resultado avances en el uso de circuitos integrados en el área de aplicaciones agrícolas en relación al uso de sensores y a la calidad de los datos.

**14TSB\_ATC\_IR Optimising Big Data to Drive Sustainable Agricultural Intensification.** Desarrollo de aplicaciones móviles y servicios de datos web relacionados para proporcionar a los productores el acceso síncrono y georreferenciado al banco de datos Soil-for-Life (SfL). Los productores podrán consultar datos armonizados por parcela, campo por campo, tanto para operaciones históricas como actuales. Este proyecto proporciona evidencia científica para apoyar sistemas de intensificación sostenible y para mantener la salud del suelo a nivel de campo, granja y empresa.

### 2.3.9 Safety & Security

En el contexto de la agricultura y la Industria 4.0 se define el concepto **Digital Farming**. Digital Farming describe la **evolución de la agricultura y la ingeniería agrícola**, desde la agricultura de precisión, hasta los sistemas de producción agrícola conectados y basados en conocimiento. Además de hacer uso de las tecnologías de Precision Farming, recurre a redes inteligentes y herramientas de gestión de datos. El objetivo es utilizar toda la información y los conocimientos disponibles para permitir la automatización de procesos sostenibles en la agricultura.

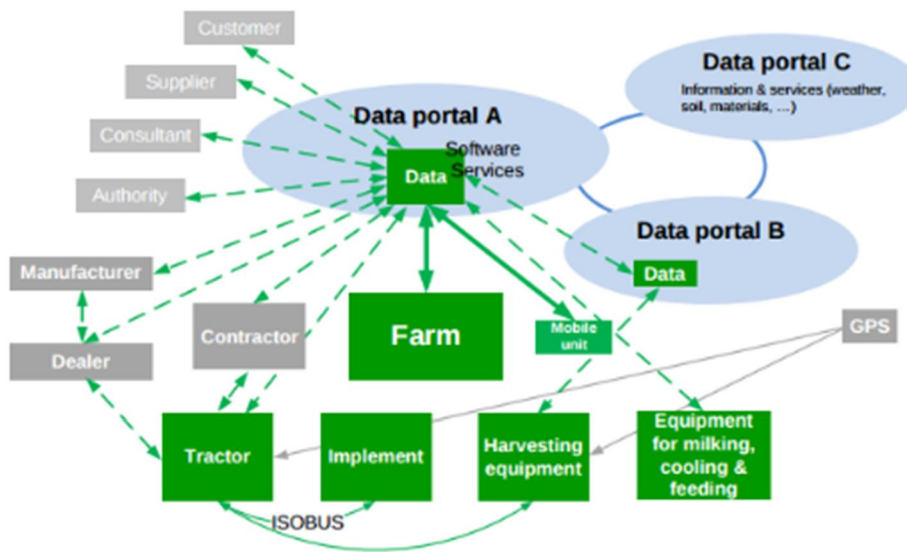


ILUSTRACIÓN 31: DESCRIPCIÓN GRÁFICA DEL CONCEPTO DIGITAL FARMING.

FUENTE:WWW.CEMA-AGRI.ORG.

**Esto implica un uso intenso de de los datos**, por lo que se deberá asegurar los tres principios fundamentales de seguridad (integridad, confidencialidad y disponibilidad).

Además, es **un trabajo asociado a maquinaria pesada**, por lo que los conceptos de Safety cobran una importante relevancia, no solo para los operarios, sino que también para los posibles impactos en el medio ambiente.

El gobierno australiano es bien conocedor de estos problemas ya que son un gran productor y exportador agrícola. Los agricultores y ganaderos poseen más de 135.000 granjas que cubren el 61% de su superficie. Por ello, anualmente la Agencia “Safe Work Australia” publica el informe “Work Health And Safety In The Agricultural Industry”, lo que nos permite tener una visión extrapolable a los problemas y mejoras de Safety a nivel mundial.



**ILUSTRACIÓN 32: EXTRACTO INFORME SOBRE SEGURIDAD EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO. FUENTE: “WORK HEALTH AND SAFETY IN THE AGRICULTURAL INDUSTRY” DE LA AGENCIA DEL GOBIERNO AUSTRALIANO “SAFE WORK AUSTRALIA”.**

### 2.3.10 Gestión de la Energía y Residuos

El sector agroalimentario es un sector donde la innovación para avanzar hacia una **economía circular** está tomando mucha fuerza. La gestión de desechos de la industria alimentaria puede incluir numerosos tratamientos (por ejemplo, métodos físicos, químicos, térmicos y biológicos) con varias ventajas y desventajas. Por ejemplo, la **valorización de los residuos de procesamiento de alimentos** como alimento para animales es una de las prácticas más tradicionales. Los residuos ricos en grasa y proteínas son adecuados para alimentación animal omnívora, mientras que los sustratos de alto contenido en celulosa y hemicelulosa pueden ser adecuados para alimentar a los rumiantes. Sin embargo, la posible presencia de materiales tóxicos, que tienen un efecto antinutritivo y composiciones de nutrientes desequilibradas, puede poner en peligro tanto a los animales como a los humanos. El coste de transporte (debido a la distancia entre la ubicación de la producción de desechos y el lugar de utilización) a menudo hace que esta fuente de alimentación sea tan costosa como la alimentación animal convencional. El **compostaje o el vermicompostaje** se pueden utilizar **para obtener fertilizantes y poder cerrar el círculo**. Otra alternativa de tratamiento es obtener energía de estos a través de la digestión anaeróbica y los tratamientos termoquímicos (por ejemplo, combustión, gasificación y pirólisis) son los principales métodos de conversión de biocombustibles.

Un ejemplo de valorización energética de residuos alimentarios es la planta piloto semi-industrial que permite obtener biogás y biofertilizantes de la paja de arroz mediante digestión anaerobia, instalada en Valencia. Otro ejemplo es la planta piloto para el aprovechamiento y valorización de los residuos vegetales generados por la industria cítrica en Castellón, que permite obtener aceites y esencias, pienso animal,

cama de ganado y biocombustibles. Ambos ejemplos tienen carácter demostrativo y han contado con el apoyo del programa Life para su implementación.

El caso de Pepsi, que obtiene energía a partir de la valorización energética de los residuos de avena en su planta de fabricación de cereales Quaker, lo cual supone una fuente energética barata y de menor impacto ambiental con la que ha reducido el consumo de energía de la planta en un 41%, equivalente a 456.000 m<sup>3</sup> de gas natural.

En este sector también es importante prestar atención a **la gestión del ciclo del agua**, ya que este supone cerca del 50% de la inversión medioambiental de las empresas agroalimentarias españolas, según los datos del INE. Las últimas tendencias en soluciones tecnológicas para la industria alimentaria se basan en una economía circular dirigida a aprovechar el 100% de las aguas residuales que se generan en sus procesos productivos, para darles nuevos usos y lograr la máxima sostenibilidad y eficiencia en el uso de los recursos.

En este sentido, se están desarrollando:

- **Tecnologías anaerobias para la valorización de vertidos**, como la tecnología AnMBR (Reactores Biológicos de Membrana Anaerobios) y los sistemas bioelectroquímicos.
- **Tratamientos de aguas residuales de carácter orgánico**, mediante el cultivo de microalgas que permiten obtener biomásas alternativas para transformarlas en bioproductos y bioenergía a través de modelos de biorefinería.
- **Aprovechamiento de los azúcares de las aguas residuales para la elaboración de envases.**
- **Tecnología de co-oxidación supercrítica permite eliminar los contaminantes de las aguas residuales** de la industria agroalimentaria para producir agua de alta calidad, así como recuperar energía, nitrógeno y fósforo.

Son numerosos los proyectos que existen en este sector que tratan de aprovechar al máximo los recursos. Por ejemplo, en el proyecto Tomato Masters and Aqua4C, los tanques para el cultivo de peces utilizan el agua capturada desde los tejados del invernadero. El agua utilizada por la piscifactoría se recicla después de filtración avanzada y post-tratamiento con esterilización UV. Estas aguas se utilizan para regar los invernaderos de tomate.

El Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente divulga la herramienta e-SIAB para mejorar la sostenibilidad de las industrias alimentarias.

Otro ejemplo, es el caso de Mercadona, empresa la cual trabaja con sus interproveedores para mejorar la gestión de los residuos y darles una segunda vida cuando es factible. Se tratan como recursos en algunos procesos productivos y crean sinergias entre distintas industrias, donde los subproductos y residuos de una cadena de fabricación se convierten en las materias primas de otras redes. Se aplican estrategias para reducir los residuos y para gestionar adecuadamente los que genera, fomentando la estrecha colaboración con los fabricantes, proveedores e intermediarios, para minimizar los residuos a lo largo de toda la cadena agroalimentaria. Un ejemplo de buenas prácticas relacionadas con la economía circular se encuentra en el tratamiento que SP Berner (fabricante interproveedor de MERCADONA) realiza de las mantas térmicas agrícolas. La labor de SP Berner, apoyado por MERCADONA, ha conseguido un proceso completamente nuevo que reduce las impurezas por debajo del 0,4%, consiguiendo un material secundario de primera calidad.

### 3. DIAGNÓSTICO SECTORIAL: ALIMENTACIÓN Y BIO

En este punto se describirán, comentarán y analizarán las respuestas al cuestionario “Oportunidades Industria 4.0 en Galicia” proporcionadas por las 40 empresas encuestadas. Realizando en esta primera parte una caracterización general por su tamaño, antigüedad o estructura organizativa, como introducción al cuestionario.

Todas las gráficas generadas a partir de las encuestas realizadas son de elaboración propia.

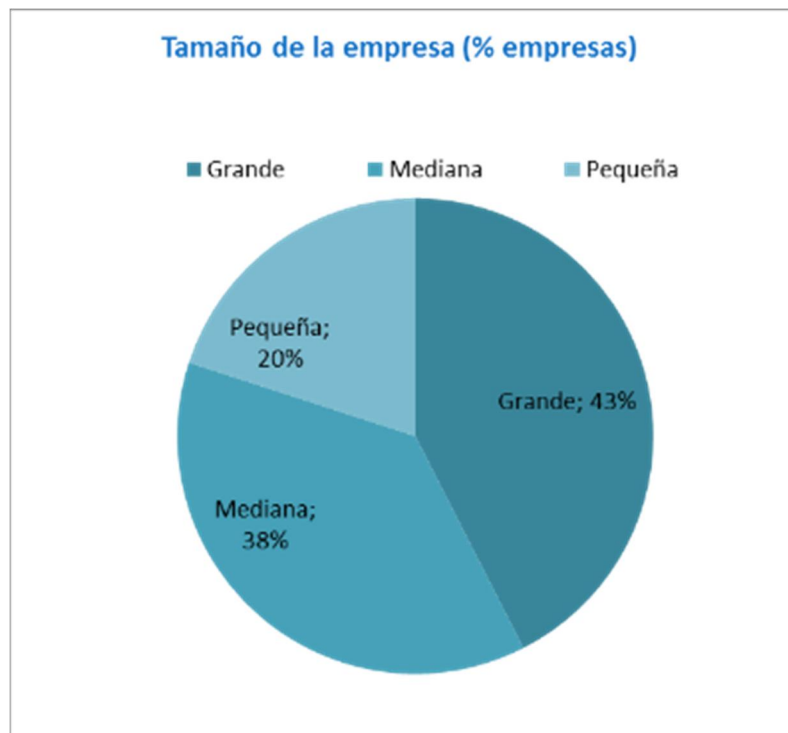
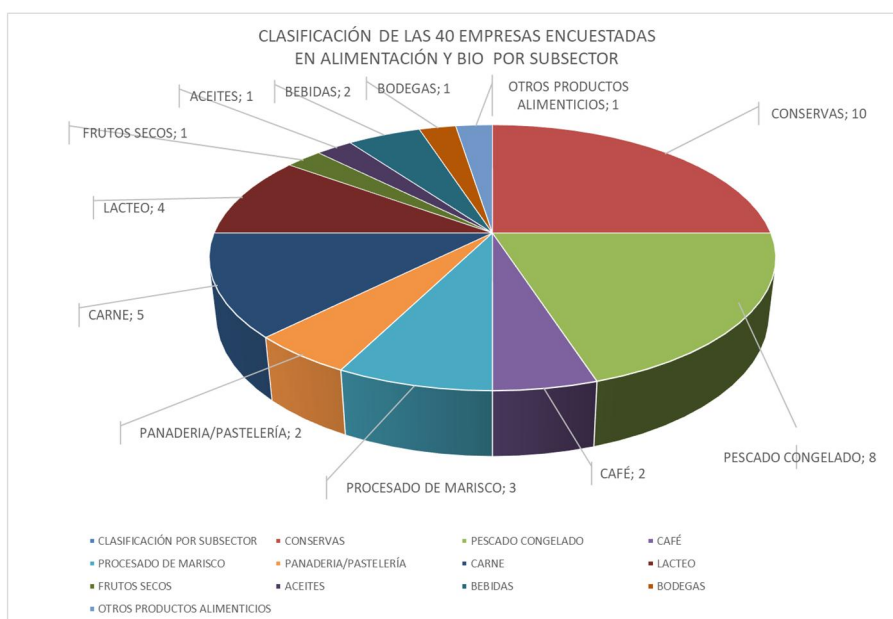


ILUSTRACIÓN 33: TAMAÑO DE LA EMPRESA (% EMPRESAS)

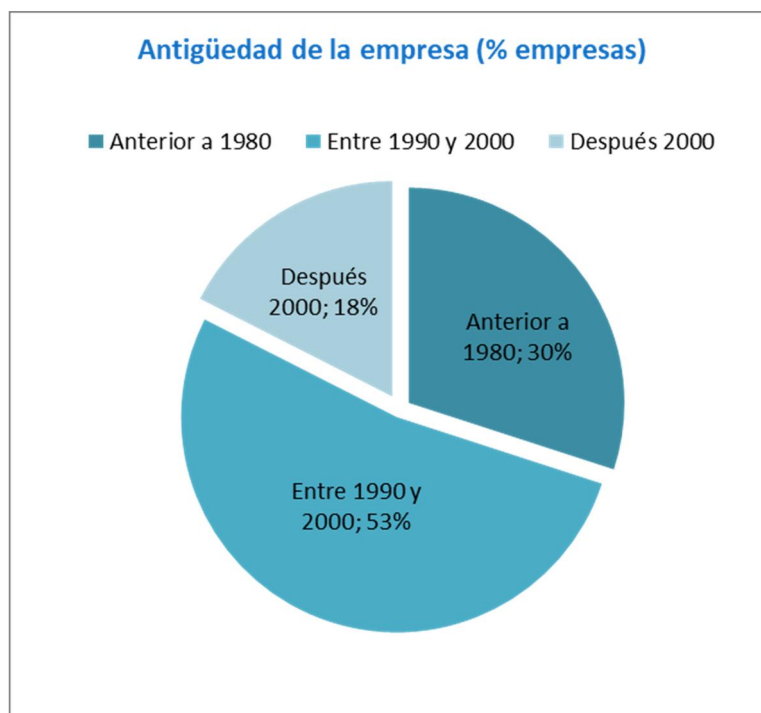
Se han clasificado las empresas encuestadas según su tamaño: grande, mediana, pequeña. Segmentándose en un 43% de las empresas encuestadas como grandes, un 38% medianas y un 20% pequeñas.

Entre las empresas industriales del sector Alimentación encuestadas existe un importante grupo de empresas de tamaño medio y grande en consonancia con el importante peso del sector en la economía gallega. Se han encuestado empresas de 12 subsectores, muchas de ellas líderes en su campo de trabajo, por lo que no debe parecer extraño el alto número de empresas medianas y grandes encuestadas.



**ILUSTRACIÓN 34: EMPRESAS REPRESENTADAS POR SUBSECTOR**

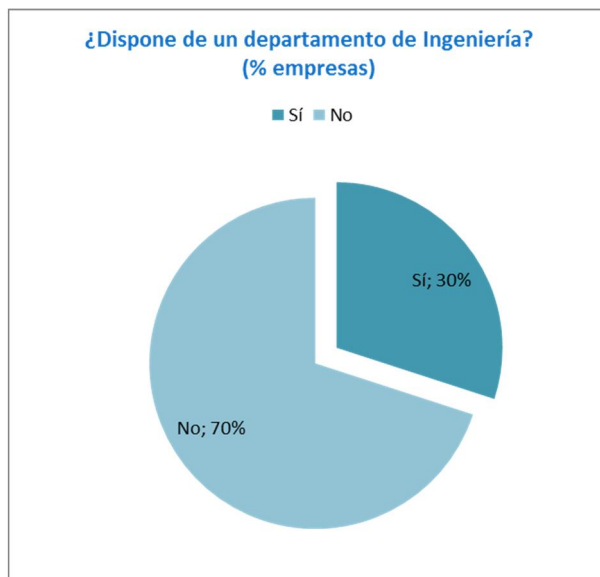
Dentro de las empresas encuestadas se engloban empresas de subsectores como lácteo, cárnico, conservas, pescado congelado, bebidas, panadería/pastelería, etc. Hasta un total de 13 subsectores en los que al menos se ha contactado con una empresa.



**ILUSTRACIÓN 35: ANTIGÜEDAD DE LA EMPRESA (% EMPRESAS)**

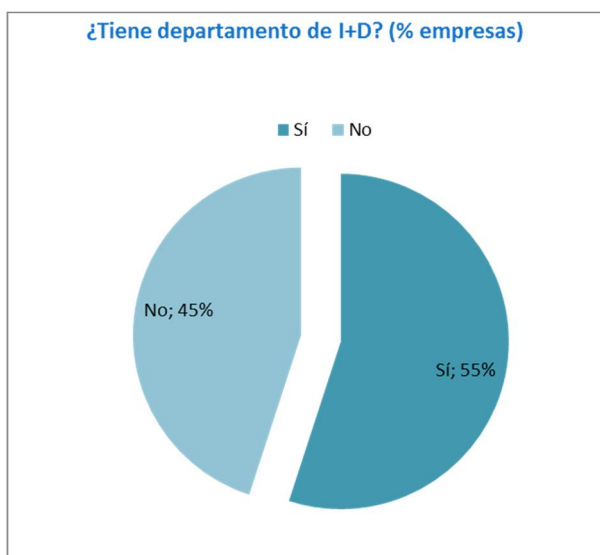
En esta gráfica se muestra el % de empresas según su antigüedad, según 3 categorías: anteriores a 1980, entre 1980 y 2000, posteriores al año 2000. Correspondiendo el grupo más numeroso a empresas creadas entre el 1980 y 2000, siendo 21 de las 40 empresas encuestadas.





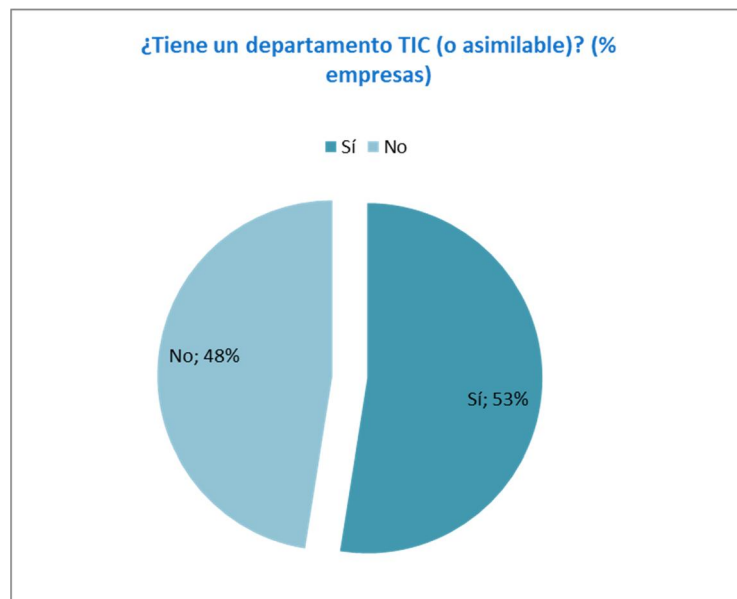
**ILUSTRACIÓN 36: ¿DISPONE DE UN DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA? (% EMPRESAS)**

Clasificación de las empresas encuestadas según el criterio de disposición en la actualidad de un departamento de ingeniería. Como puede observarse sólo el 30% de las empresas cuentan con un departamento de esas características. Disponer tanto de un departamento como de un equipo de ingenieros en la plantilla de la empresa, es uno de los condicionantes positivos a la hora de la adopción de tecnologías 4.0, que necesitan de cierto grado de formación tecnológica.



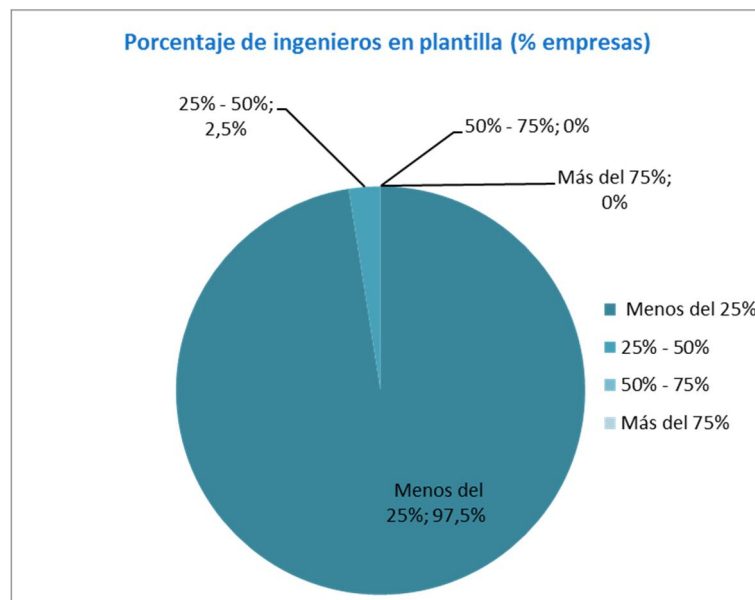
**ILUSTRACIÓN 37: ¿TIENE DEPARTAMENTO DE I+D? (% EMPRESAS)**

Como puede observarse, más de la mitad de las empresas (55% de las encuestadas) disponen de un departamento de I+D, lo cual es positivo de cara a la búsqueda de soluciones relacionadas con industria 4.0 mediante proyectos en este campo.



**ILUSTRACIÓN 38: ¿TIENE UN DEPARTAMENTO TIC (O ASIMILABLE)? (% EMPRESAS)**

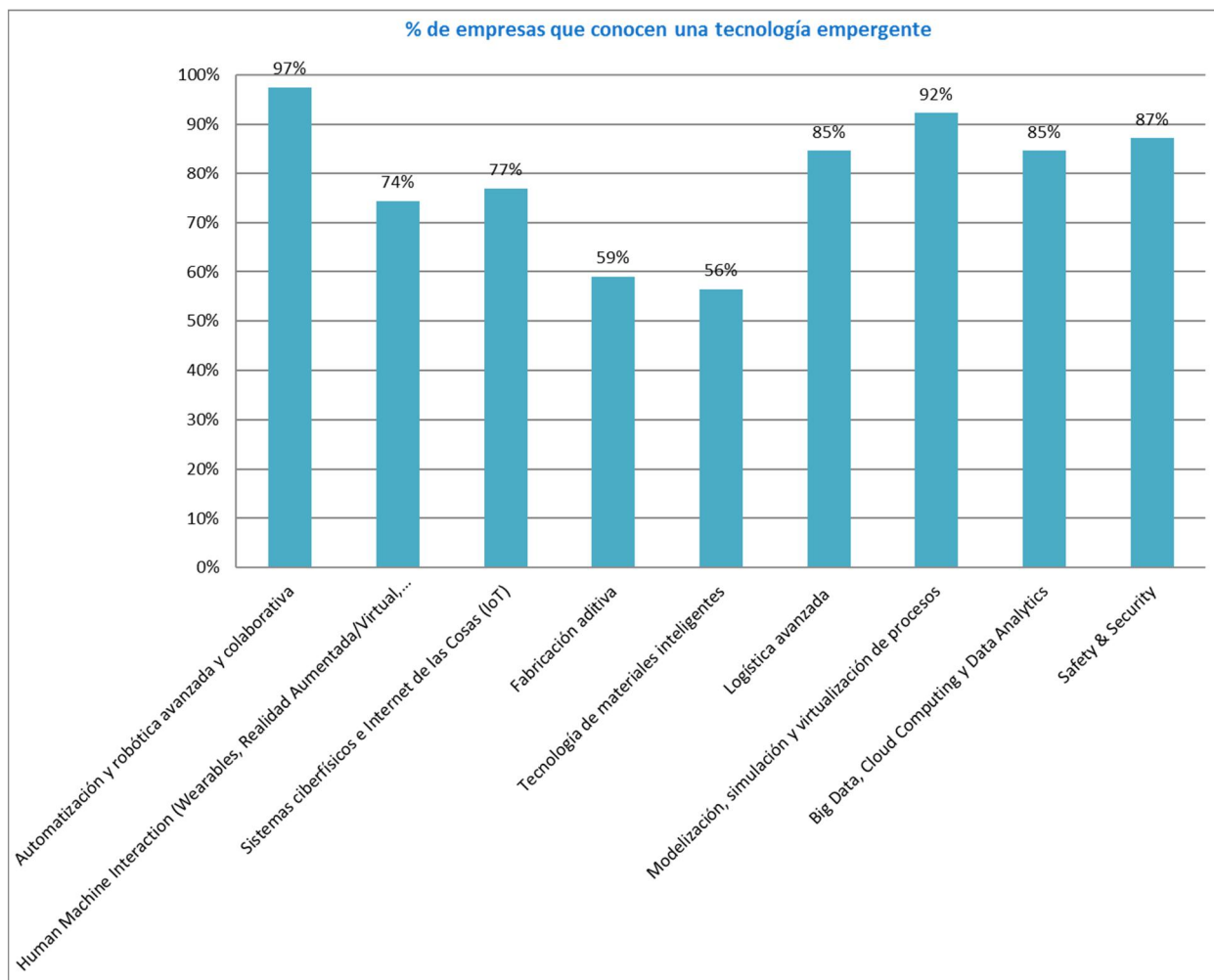
De forma similar que con los departamentos de ingeniería, el 53% de las empresas disponen de un departamento TIC o asimilable. Disponer de un departamento TIC facilita el flujo y tratamiento de datos obtenidos de los procesos productivos, uno de los pilares de la Industria 4.0.



**ILUSTRACIÓN 39: PORCENTAJE DE INGENIEROS EN PLANTILLA (% EMPRESAS)**

Según el porcentaje de ingenieros que tienen las empresas en sus plantillas, nos encontramos con que casi el 98% de las empresas tienen menos del 25% de ingenieros de su personal. Tal como indicado anteriormente, un bajo nivel de ingenieros se identifica como una barrera a la hora de adopción de tecnologías 4.0.

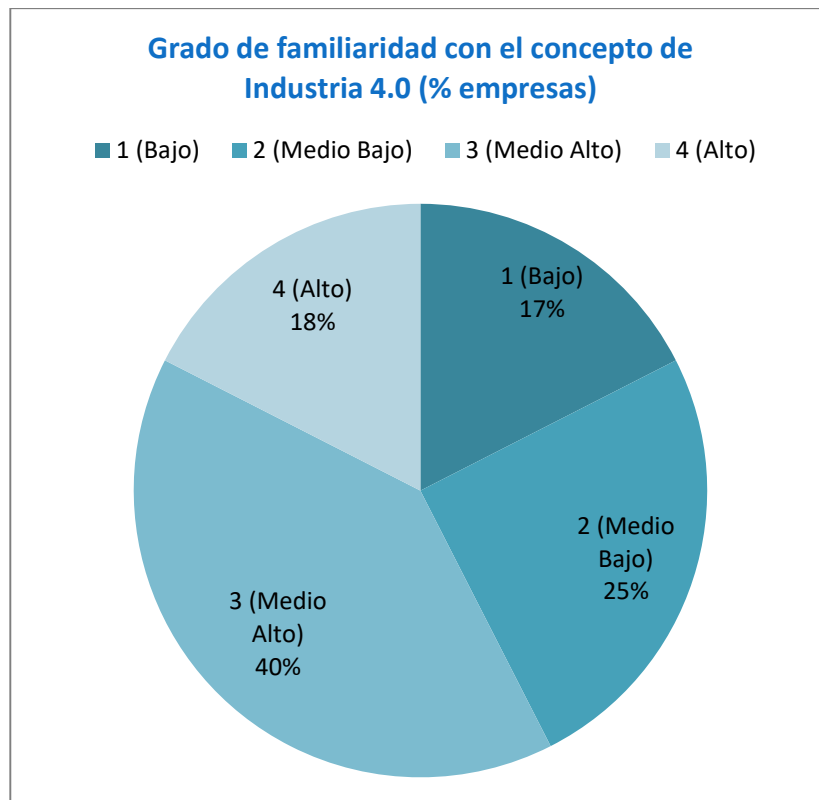
### 3.1 FAMILIARIDAD CON EL CONCEPTO DE INDUSTRIA 4.0



**ILUSTRACIÓN 40: % DE EMPRESAS QUE CONOCEN UNA TECNOLOGÍA EMERGENTE**

Se ha consultado a todas las empresas sobre su familiaridad y conocimiento de las tecnologías emergentes: automatización avanzada y robótica colaborativa, human machine interaction (HMI), sistemas ciberfísicos, fabricación aditiva, etc. Todas las tecnologías son conocidas por más de la mitad de las empresas, en posteriores apartados de este estudio, se identificarán cuáles de ellas están implantadas o previsto implantar en el corto y medio plazo.

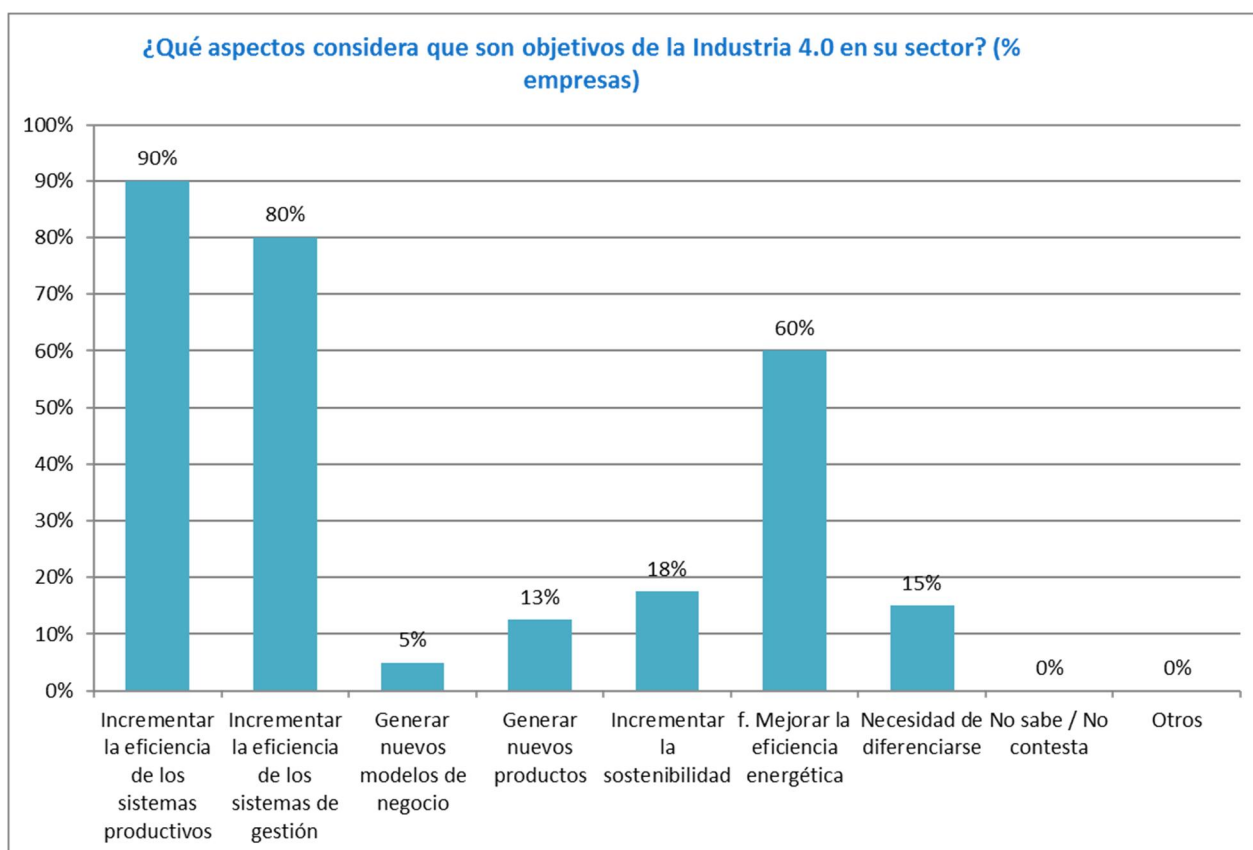
El conocimiento de las tecnologías, tanto a nivel general como de ejemplos concretos de aplicación, es un primer paso a la hora de su implantación de facto en las plantas de producción.



**ILUSTRACIÓN 41: GRADO DE FAMILIARIDAD CON EL CONCEPTO DE INDUSTRIA 4.0 (% EMPRESAS)**

De las 40 empresas encuestadas, el 65% cree que tiene un grado de familiaridad medio (nivel 2 y 3) con el concepto de industria 4.0. Aproximadamente hay igual número de empresas con un grado de familiaridad bajo (nivel 1, 17%) y alto (nivel 4, 18%). Este grado de familiaridad está muy ligado al tamaño de la empresa, existe un importante GAP tecnológico de las pequeñas empresas del sector alimentación y bio, frente a las de tamaño medio y grande.

Este GAP no sólo se refleja en el conocimiento y grado de familiaridad con las tecnologías, sino que, como veremos más adelante, también está relacionado con el nivel de implantación de las tecnologías en las plantas de producción.

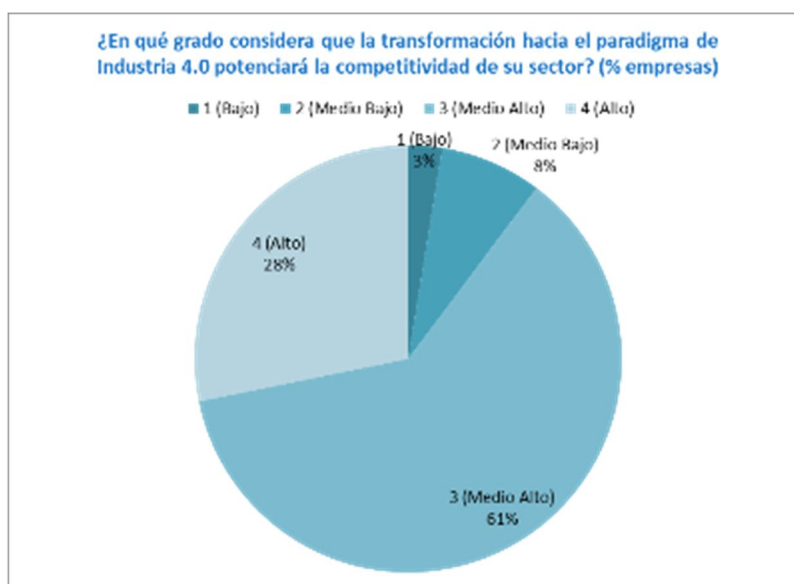


**ILUSTRACIÓN 42: ¿QUÉ ASPECTOS CONSIDERA QUE SON OBJETIVOS DE LA INDUSTRIA 4.0 EN SU SECTOR? (% EMPRESAS)**

Las empresas encuestadas consideran que los aspectos principales que deben ser objetivo de la industria 4.0 en su sector en general, son el aumentar la eficiencia de los sistemas productivos (un 90% de las empresas encuestadas), los sistemas de gestión (un 80% de las empresas consultadas) y la eficiencia energética (un 60% de las empresas encuestadas) principalmente.

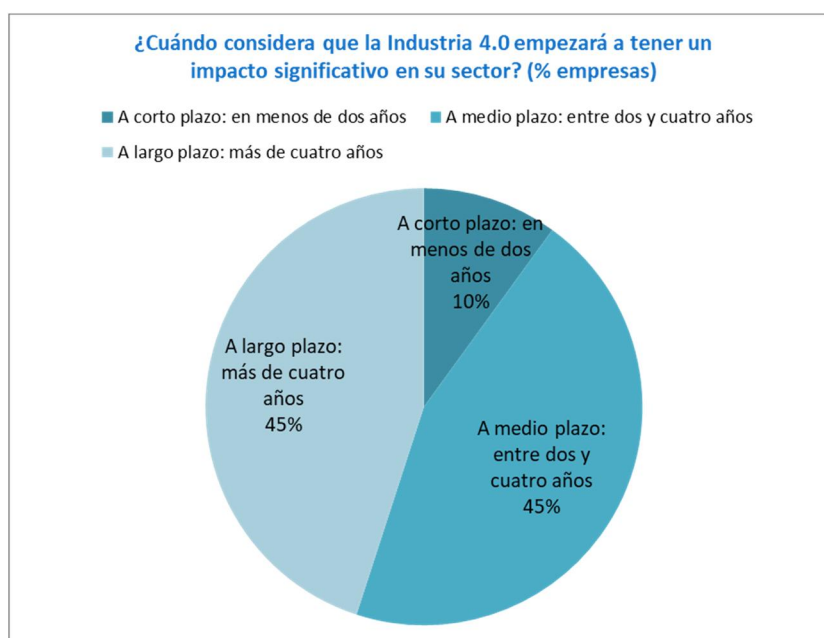
El tejido industrial gallego del sector alimentación y bio, está muy ligado a la producción en serie de grandes tiradas, siendo principalmente los productos empleados de carácter tradicional, de ahí que la generación de nuevos modelos de negocio, nuevos productos y la necesidad de diferenciarse no sean objetivos principales de la Industria 4.0 en el sector.

Por otro lado, el consumo energético es una preocupación específica en el sector al ser muy intensivo en el uso de la energía, tanto eléctrica como térmica para procesos de cocción, esterilización, congelación, etc.



**ILUSTRACIÓN 43: ¿EN QUÉ GRADO CONSIDERA QUE LA TRANSFORMACIÓN HACIA EL PARADIGMA DE INDUSTRIA 4.0 POTENCIARÁ LA COMPETITIVIDAD DE SU SECTOR? (% EMPRESAS)**

La mayor parte de las empresas consideran que la industria 4.0 potenciará la competitividad de sus respectivos sectores con un grado medio-alto o alto (niveles 3 y 4), estando cerca del 90% la suma de estos dos segmentos, lo cual refleja la importancia que las empresas del sector le dan al nuevo paradigma 4.0.

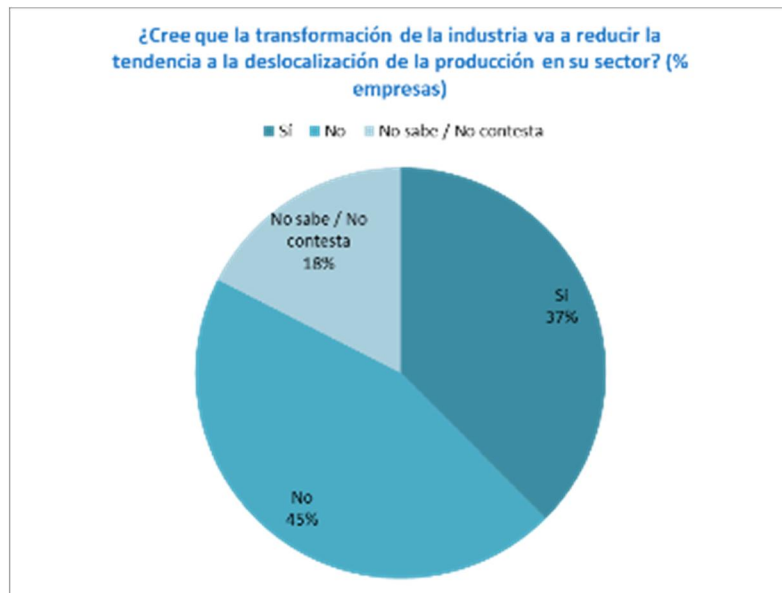


**ILUSTRACIÓN 44: ¿CUÁNDO CONSIDERA QUE LA INDUSTRIA 4.0 EMPEZARÁ A TENER UN IMPACTO SIGNIFICATIVO EN SU SECTOR? (% EMPRESAS)**

En cuanto a los plazos en los que la industria 4.0 tendrá un impacto significativo en sus sectores, sólo el 10% de las empresas creen que este impacto se producirá a corto plazo (en menos de dos años). El resto

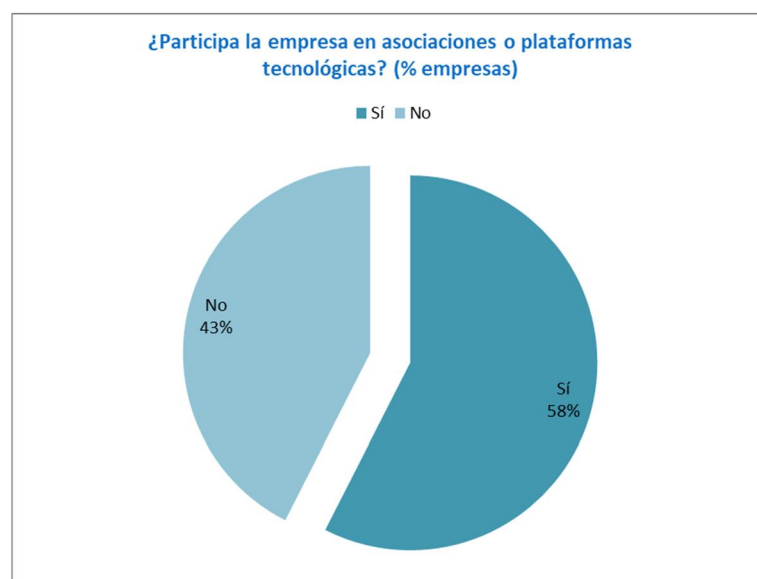


de las empresas encuestadas, la mitad cree que el impacto se producirá a medio plazo (entre 2 y 4 años, 45%) y la otra mitad a largo plazo (más de 4 años, 45%).



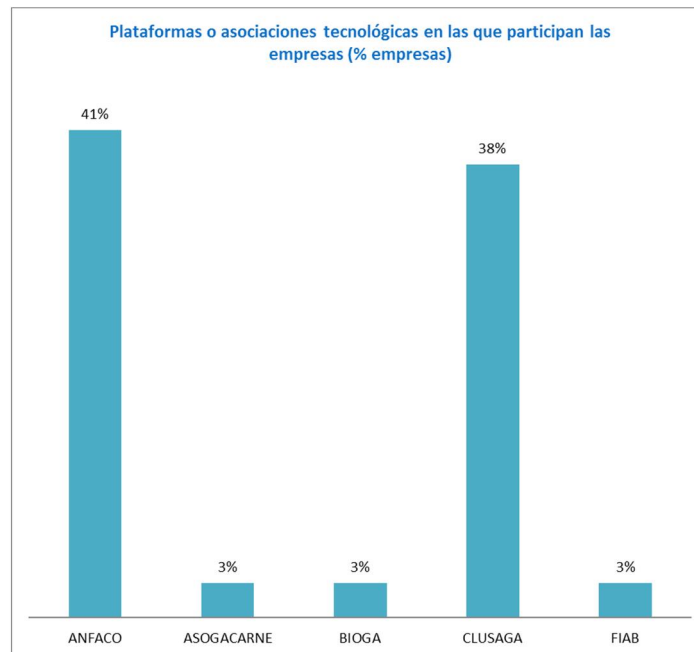
**ILUSTRACIÓN 45: ¿CREE QUE LA TRANSFORMACIÓN DE LA INDUSTRIA VA A REDUCIR LA TENDENCIA A LA DESLOCALIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN SU SECTOR? (% EMPRESAS)**

Respecto a la deslocalización de la producción, el 45% de las empresas creen que la transformación en la industria no supondrá un cambio en la tendencia. Sobre todo, desde un punto de vista de la localización de la materia prima, la digitalización de las plantas de producción podría considerarse un condicionante positivo a la hora de realizar la producción en Galicia por el aumento de productividad gracias a las tecnologías 4.0, frente a la deslocalización.



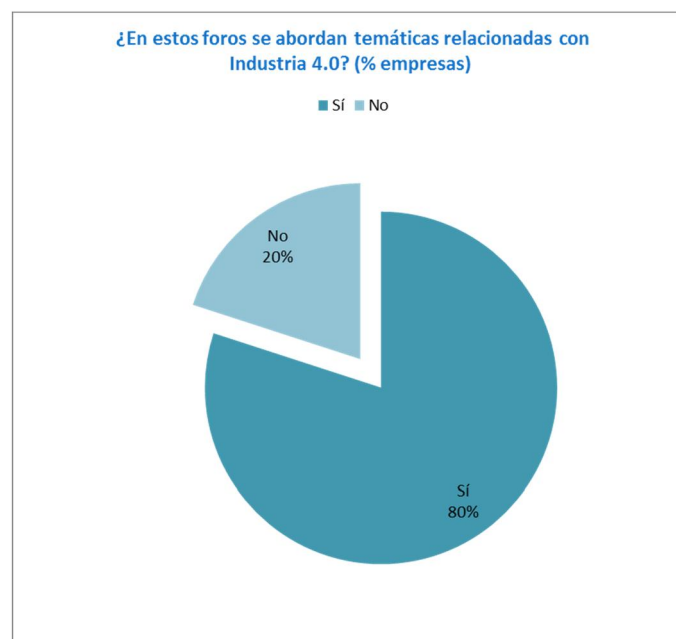
**ILUSTRACIÓN 46: ¿PARTICIPA LA EMPRESA EN ASOCIACIONES O PLATAFORMAS TECNOLÓGICAS? (% EMPRESAS)**

Como puede observarse, más de la mitad de las 40 empresas encuestadas participa en alguna asociación o plataforma tecnológica.



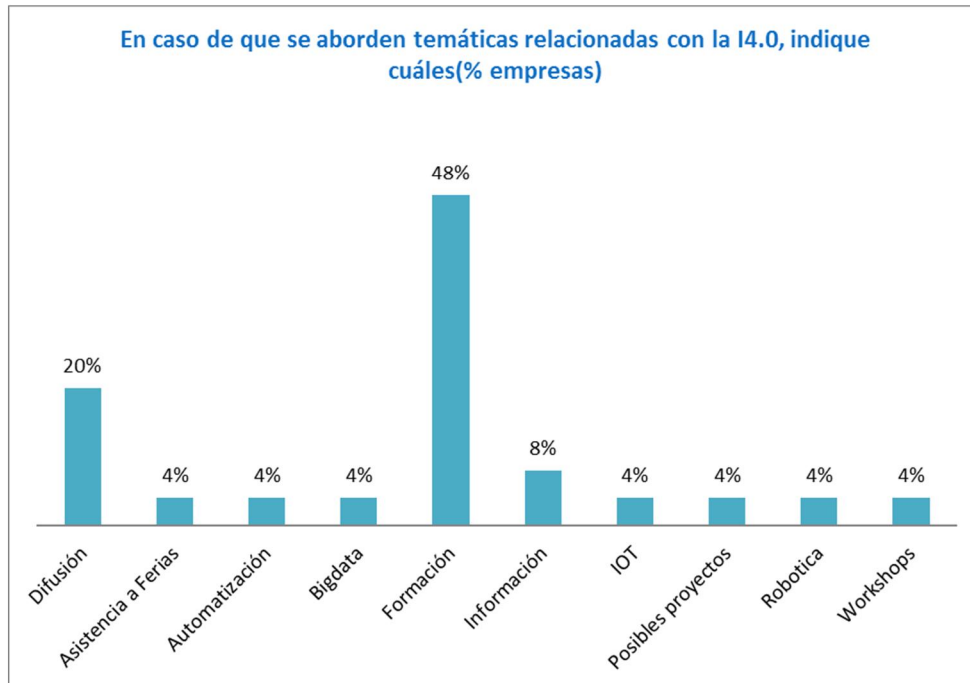
**ILUSTRACIÓN 47: PLATAFORMAS O ASOCIACIONES TECNOLÓGICAS EN LAS QUE PARTICIPAN LAS EMPRESAS (% EMPRESAS)**

Las principales plataformas o asociaciones tecnológicas en las que las empresas han expresado que participan las empresas son ANFACO-CECOPECA (14) y CLUSAGA (13), de las 34 empresas que han identificado asociaciones o plataformas tecnológicas en las que participan. Debido al perfil de la persona encuestada, en ocasiones identifica que su empresa participa en plataformas tecnológicas o asociaciones, pero no identifica en cuál de ellas.



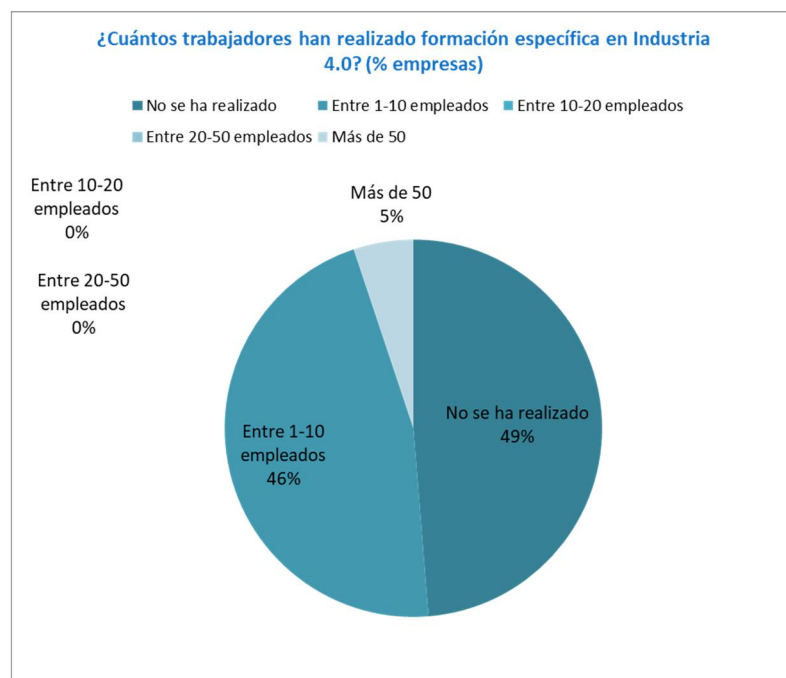
#### ILUSTRACIÓN 48: ¿EN ESTOS FOROS SE ABORDAN TEMÁTICAS RELACIONADAS CON INDUSTRIA 4.0? (% EMPRESAS)

El 80% de las empresas encuestadas considera que en los foros anteriormente mencionados se abordan temas relacionados con la industria 4.0.



#### ILUSTRACIÓN 49: EN CASO DE QUE SE ABORDEN TEMÁTICAS RELACIONADAS CON LA I4.0, INDIQUE CUÁLES(% EMPRESAS)

La principal temática que abordan las asociaciones tecnológicas, según las empresas encuestadas, es la de formación (48%). La difusión también está apoyada por un porcentaje elevado de las empresas (20%).



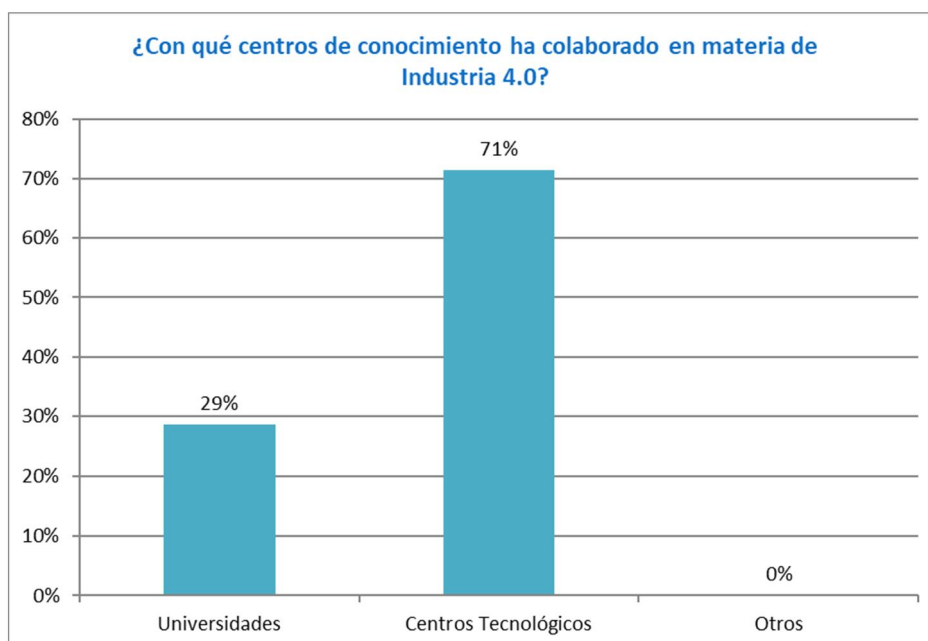
### ILUSTRACIÓN 50: ¿CUÁNTOS TRABAJADORES HAN REALIZADO FORMACIÓN ESPECÍFICA EN INDUSTRIA 4.0? (% EMPRESAS)

La mayor parte de las empresas o no han realizado (49%) formación específica sobre industria 4.0 o sólo la han recibido entre 1 y 10 empleados (46%). Tan sólo en 2 grandes empresas han realizado formación relacionada con la industria 4.0 más de 50 empleados.

TABLA 1: PROGRAMAS DE I+D+I CONOCIDOS POR LAS EMPRESAS

¿Cuáles de los siguientes programas de ayudas a la I+D+i o de otro tipo conoce?	No la conozco	La conozco y no me interesa	La conozco y me interesa pero no he participado	He participado	TOTAL
IN.CI.TE	45%	0%	24%	30%	100%
Conecta-PEME	19%	0%	50%	31%	100%
Unidades Mixtas de Investigación	35%	3%	50%	12%	100%
Reacciona	27%	3%	55%	15%	100%
Pillotos Industria 4.0	30%	0%	48%	21%	100%
FEDER-Innterconecta	25%	0%	28%	47%	100%
CIEN	52%	0%	30%	18%	100%
Retos-Colaboración	48%	0%	30%	21%	100%
H2020	33%	0%	45%	21%	100%
INTERREG	55%	0%	30%	15%	100%
Otros	44%	0%	28%	28%	100%

Como puede observarse en la anterior tabla, muy pocas empresas que conocen los programas de I+D existentes no tienen interés en participar en los programas de ayudas mencionados. Existe también un importante grupo que conociendo las ayudas a nivel gallego todavía no han tenido la oportunidad de participar. Y Por último, otro grupo reseñable, son aquellas empresas desconocen los programas a nivel nacional e internacional.



### ILUSTRACIÓN 51: ¿CON QUÉ CENTROS DE CONOCIMIENTO HA COLABORADO EN MATERIA DE INDUSTRIA 4.0?

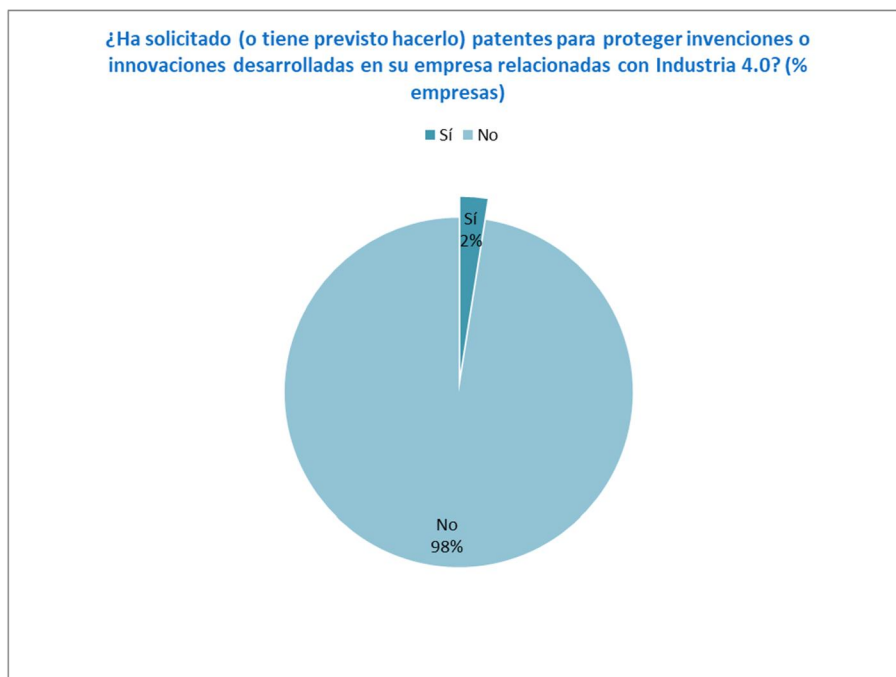
De las empresas que han colaborado con centros de conocimiento, el 71% de las empresas han colaborado principalmente con centros tecnológicos, el resto lo ha hecho con las universidades.

TABLA 2: PRINCIPALES CENTROS DE CONOCIMIENTO CON LOS QUE SE HA COLABORADO.

En el caso de haber colaborado con centros de conocimiento, indique con cuáles	Número de empresas	Porcentaje
<b>UNIVERSIDADES</b>		
UVigo	5	24%
UDC	4	19%
USC	6	29%
CITIC	0	0%
CITIUS	0	0%
Instituto Galego de Física de Altas Enerxías	0	0%
ITMATI	0	0%
<b>CENTROS TECNOLÓGICOS</b>		
AIMEN	3	14%
ANFACO	10	48%
CETMAR	0	0%
CIS Galicia	0	0%
CIS Madeira	0	0%
CTAG	3	14%
EnergyLab	3	14%
Gradient	3	14%
ITG	3	14%
<b>OTROS</b>		
Fundación Ramón Domínguez	1	5%
Fundación Hospital Coruña	0	0%
Fundación Profesor Novoa Santos	0	0%
INIBIC	0	0%

Las principales universidades con las que han colaborado las empresas son las de A Coruña, Santiago y Vigo. El centro tecnológico con el que han más han colaborado es ANFACO, aunque también lo han hecho con AIMEN, CTAG, ENERGYLAB, GRADIENT e ITG.





**ILUSTRACIÓN 52: ¿HA SOLICITADO (O TIENE PREVISTO HACERLO) PATENTES PARA PROTEGER INVENCIONES O INNOVACIONES DESARROLLADAS EN SU EMPRESA RELACIONADAS CON INDUSTRIA 4.0? (% EMPRESAS)**

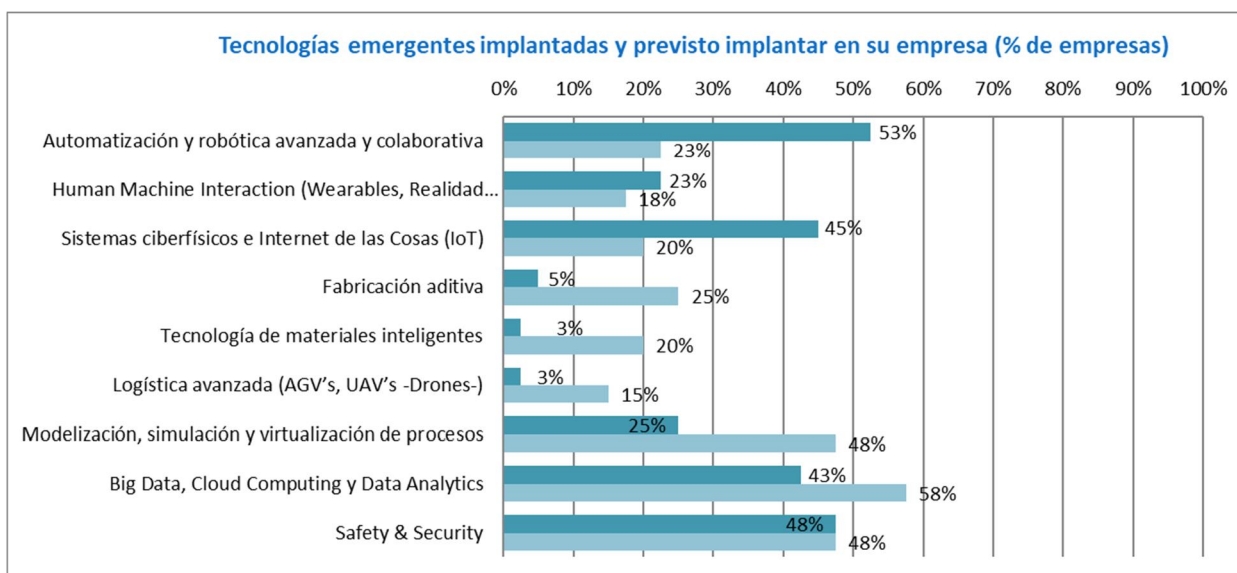
Tan sólo un 2% de las empresas, 1 empresa de las 40 encuestadas para ser más exactos, han solicitado o tienen previsto solicitar patentes de las invenciones o innovaciones desarrolladas con relación a Industria 4.0.

### 3.2 NIVEL TECNOLÓGICO ACTUAL

El análisis de la situación tecnológica actual y las previsiones a corto y medio plazo de las empresas, permite evaluar el **grado de madurez tecnológica** que las entidades presentan en relación al **concepto de Industria 4.0**.

No obstante, aunque la gran mayoría de las empresas manifiestan conocer alguna de las tecnologías habilitadoras 4.0, **existe un importante GAP entre las empresas pequeñas**, y las **medianas y grandes**, teniendo estas últimas tanto un **mayor conocimiento** sobre las tecnologías 4.0 como un **mayor grado de implantación** de estas.

A la hora de analizar cuáles de estas tecnologías emergentes se encuentran actualmente integradas en los sistemas productivos de las empresas, destaca la implantación de **tecnologías asociadas a automatización avanzada (no así a la robótica colaborativa, con muy baja implantación)** (53%), seguidas de herramientas de Safety & Security (48%) y sistemas ciberfísicos e Internet de las Cosas (IoT) con un 45%.



**ILUSTRACIÓN 53: TECNOLOGÍAS EMERGENTES IMPLANTADAS Y PREVISTO IMPLANTAR EN EL CORTO Y MEDIO PLAZO (% DE EMPRESAS).**

Con objeto de disponer de una visión de mayor amplitud se estudia, de forma análoga, cuáles son aquellas tecnologías habilitadoras que las empresas tienen **previsto implantar** en el futuro. Entre ellas destaca el interés por las relacionadas con **Big Data, Cloud Computing & Data Analytics** (un 58% de las empresas encuestadas), seguidas por Safety & Security con un 48% y por la implantación de tecnologías de Modelización, simulación y virtualización de procesos con un 43%.

A mayores, 31 de las 40 empresas encuestadas (un 77,5%) manifiestan tener implantada alguna de las tecnologías 4.0 propuestas al menos en algún punto de su proceso productivo, tan solo 9 declaran que no disponen en sus plantas de producción de ninguna de las tecnologías 4.0 presentadas, estas empresas se corresponden en la mayoría de los casos con pequeñas empresas, donde, como se ha comentado anteriormente el GAP tecnológico es mucho mayor que en las medianas y grandes.

Analizando las tecnologías una por una se podría explicar parcialmente el porqué de estos grados de implantación y previsiones:

- **Automatización y robótica avanzada y colaborativa**

El **grado de implantación** de automatización y robótica avanzada y colaborativa en el sector alimentación y bio es **alto en general**, sobre todo en las **empresas de mayor tamaño** del sector, en parte debido a que mayoritariamente las fabricaciones son en serie en este sector alimentación y bio lo que facilita las automatizaciones, **sobre todo en la parte final del proceso productivo** en tareas de **picking, packing y palletizing**. A lo largo del proceso productivo diversos **parámetros** son **sensorizados y monitorizados** en las propias máquinas, en gran parte debido a las restrictivas normas de **seguridad alimentaria, calidad y trazabilidad**, lo que ofrece un **gran potencial de análisis de datos** que hoy día todavía es **incipiente**.

- **HMI**

En cuanto a tecnologías de Human Machine Interaction, el sector alimentación y bio nuevamente se encuentra entre los **sectores con una mayor implantación**, o que al menos han probado o hecho algún proyecto piloto con alguna de estas tecnologías asociadas a HMI, este tipo de tecnologías de interacción entre hombre y máquina están asociadas a la **automatización y a la digitalización** empresarial, que en el sector alimentación y bio es alto en general al menos en las partes finales del proceso, tal como comentado anteriormente.

- **CPS e IoT**

Conceptos muy asociados a la **automatización avanzada**, donde existen **flujos de información** hacia **sistemas de gestión empresariales** para el apoyo a la **toma de decisiones**, en el caso del sector alimentación y bio, una vez más se encuentra entre los sectores con una **mayor implantación**, ya que son tecnologías muy relacionadas con las dos anteriores. Sobre todo, existen ejemplos de implantación relacionados con CPS, más que con IoT. Siendo rigurosos desde un punto de vista tecnológico, todavía en muy baja la implantación real de IoT en el sector productivo alimentación y bio gallego.

- **Fabricación Aditiva**

La implantación de tecnologías de fabricación aditiva todavía es **bajo en el sector alimentación y bio**, aunque ya se están realizando proyectos a nivel no industrial. Dado los **altos tiempos de fabricación actuales** mediante esta tecnología, **no encaja** por el momento en las **fabricaciones en serie a altas velocidades** que a día de hoy son mayoritarias en el sector alimentación y bio. También comienza a haber interés por parte de las empresas para emplear esta tecnología asociada a labores de **mantenimiento** de las líneas de producción, fabricando in situ repuestos o utillajes.

- **Materiales Inteligentes**

La **implantación** de materiales inteligentes en el sector alimentación y bio gallego es **todavía muy bajo**, aunque ya existen **algunos ejemplos** de implantación **a nivel internacional**, relacionado por ejemplo, con **grados de maduración de frutas envasadas** o **temperaturas de bebidas**.

- **Logística avanzada**

Las tecnologías de logística avanzada analizadas (principalmente AGV's y UAV's (drones)), están **muy poco implantadas en el tejido industrial alimentación y bio gallego**, existen **algunos ejemplos** en **empresas punteras**, que utilizan AGV's para **transporte de cargas paletizadas** en las **fases finales del proceso productivo**. La implantación de **UAV's** (drones) a **nivel industrial es muy bajo**, aunque **sí existen ejemplos en los sectores primarios** (pesca y agricultura).

- **Modelización, simulación y virtualización de procesos**

En el caso del sector alimentación y bio, la modelización, simulación y virtualización están **enfocados al proceso** más que al producto, tecnologías empleadas principalmente para el **diseño y redefinición** del lay-out de las plantas productivas. Cada vez más, es una solución empleada **antes de realizar cambios** en las líneas de producción para evaluar de forma virtual los flujos, cuellos de botella y capacidades de producción **previamente a las modificaciones reales** en la planta.

## BIG DATA, CLOUD COMPUTING Y DATA ANALYTICS

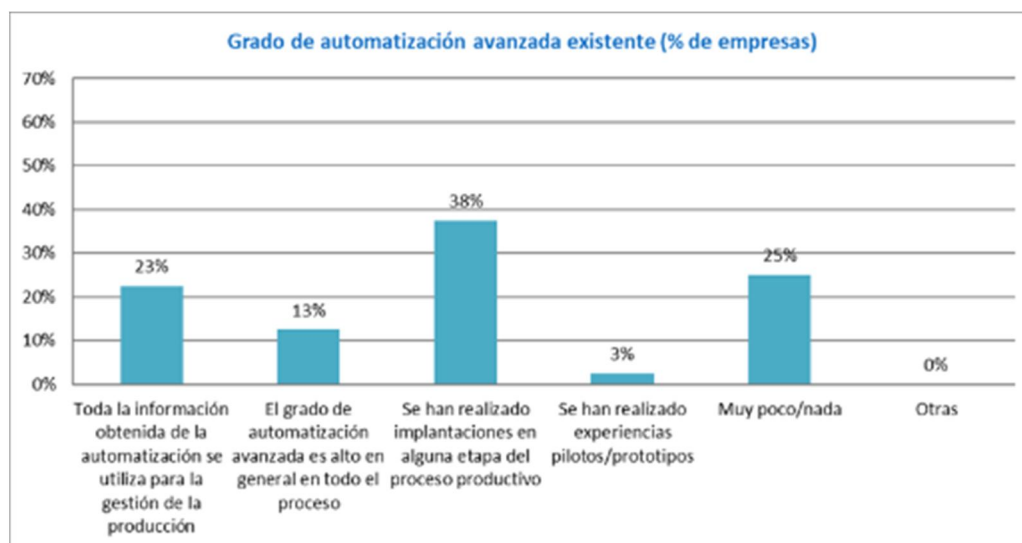
---

Tal como comentado anteriormente, a lo largo del proceso productivo del sector alimentación y bio, **diversos parámetros son sensorizados y monitorizados** en las propias máquinas, en gran parte debido a las **estrictas normas de seguridad alimentaria, calidad y trazabilidad**, esta recopilación de datos por exigencias normativas, favorecen la implantación de tecnologías de análisis de datos como el **Big Data o Data Analytics**. Muchas de las empresas del sector, ya han comenzado a evaluar el potencial de la **gran cantidad de datos recopilados** que tienen en **largos periodos de tiempo**, y cómo pueden obtener **información útil** de ellos. Es interesante resaltar que esta es una de las tecnologías con un **mayor potencial en el sector** ya que **no son necesarias grandes inversiones** una vez que los datos están disponibles para su análisis, como es el caso, y así es reflejado en las respuestas de las empresas.

- **Safety and Security**

La **implantación** de estas tecnologías **es elevada** en el sector por dos vertientes, la primera debido a que la **seguridad y salud de los trabajadores** es un tema que preocupa en el sector, al ser, sobre todo en el sector alimentación, muchas de las tareas realizadas en ciertas partes del proceso, sobre todo relacionadas con la **materia prima**, todavía bastante **manuales**, por lo que la realización de **tareas repetitivas** y en **condiciones de trabajo difíciles** en muchos casos, provocan que aparezcan lesiones o problemas físicos recurrentes. Por otro lado, existe una **exigencia muy estricta** relacionada con la **seguridad alimentaria**, que incide no sólo en la **recopilación** de información, sino también con el **almacenamiento** de esos **datos**.

### 3.2.1 Resumen de la situación actual por tecnologías emergentes



**ILUSTRACIÓN 54: GRADO DE AUTOMATIZACIÓN AVANZADA EXISTENTE (% DE EMPRESAS)**

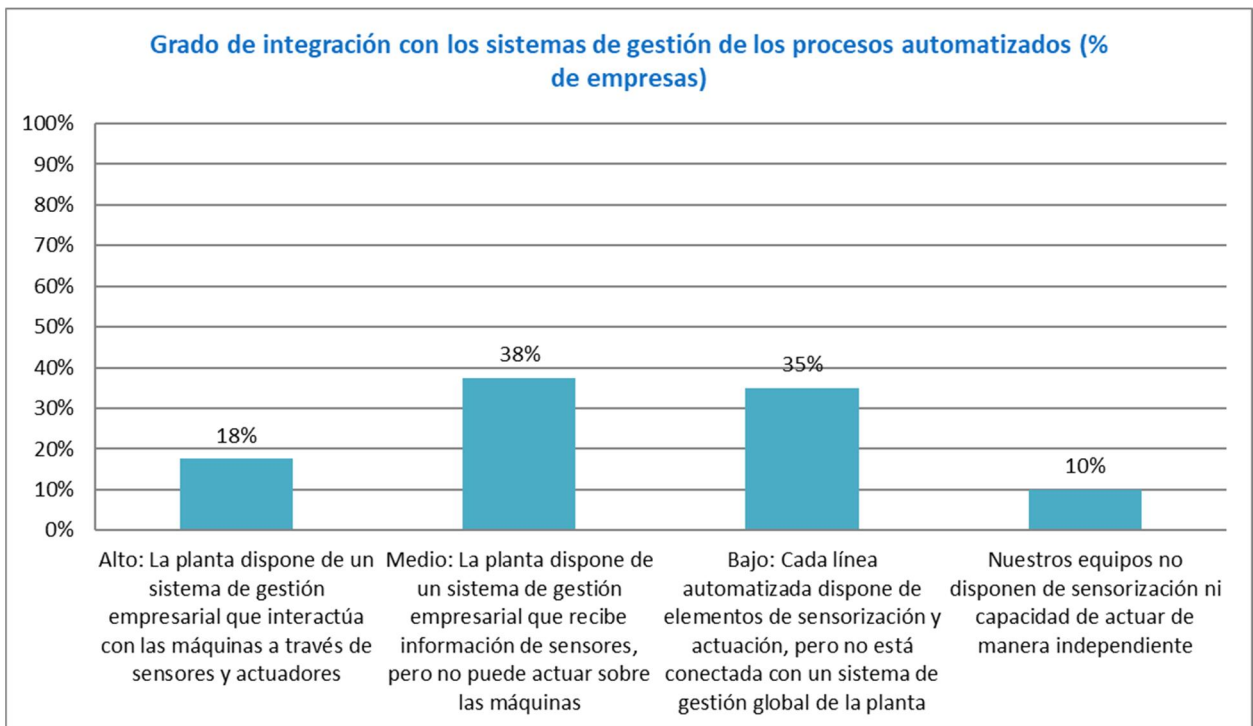
Una vez más, el grado de automatización avanzada va muy ligado al tamaño de las empresas, este es más elevado en las empresas de mayor tamaño, disponiendo estas en muchos casos de sistemas MES (Manufacturing Execution System) que integra información recibida de distintos puntos de la planta para su utilización en sistemas de gestión empresarial.

Un 38% de las empresas manifiesta tener algún tipo de automatización avanzada con recopilación de datos hacia un sistema de gestión superior, frente a un 25% que declara tener muy poco o nada implantado en esta línea.

**TABLA 3: ÁREAS DE ACTIVIDAD CON MAYOR POTENCIAL PARA LA APLICACIÓN DE LA ROBOTICA COLABORATIVA**

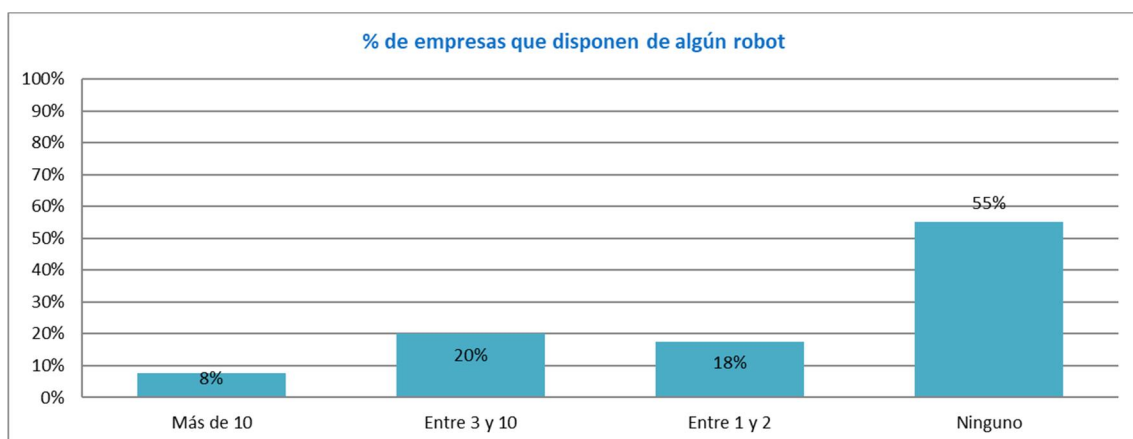
¿En cuáles de las siguientes áreas de actividad piensa que tiene mayor potencial de aplicación la robótica colaborativa en su empresa?	1 (Bajo)	2 (Medio Bajo)	3 (Medio Alto)	4 (Alto)	TOTAL
Almacén Materia Prima	48%	20%	8%	25%	100%
Logística Interna	44%	13%	15%	28%	100%
Producción	25%	8%	15%	53%	100%
Control de Calidad	67%	13%	15%	5%	100%
Almacén de Producto Terminado	28%	10%	18%	45%	100%
Otro	71%	0%	0%	29%	100%

En cuanto a la robótica colaborativa, las empresas identifican las áreas con mayor potencial de utilización de estos robots que pueden trabajar en condiciones de seguridad codo a codo con los humanos, en producción y en el almacén de producto terminado principalmente.



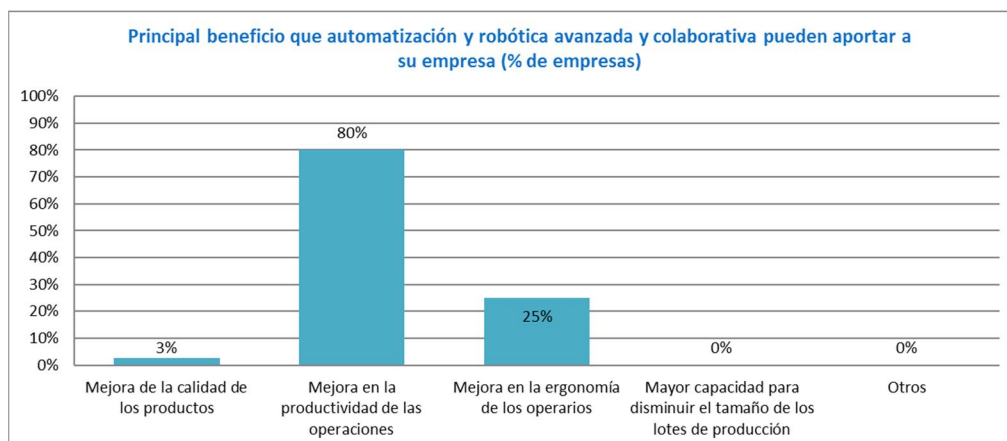
**ILUSTRACIÓN 55: GRADO DE INTEGRACIÓN CON LOS SISTEMAS DE GESTIÓN DE LOS PROCESOS AUTOMATIZADOS (% DE EMPRESAS)**

Respecto al grado de integración con los sistemas de gestión de los procesos automatizados, según los resultados obtenidos, puede decirse que la mayor parte de las empresas encuestadas disponen de sensorización en las líneas de producción con recopilación de información, aunque en ocasiones (un 35%), no esté directamente conectado con los sistemas de gestión empresarial global.



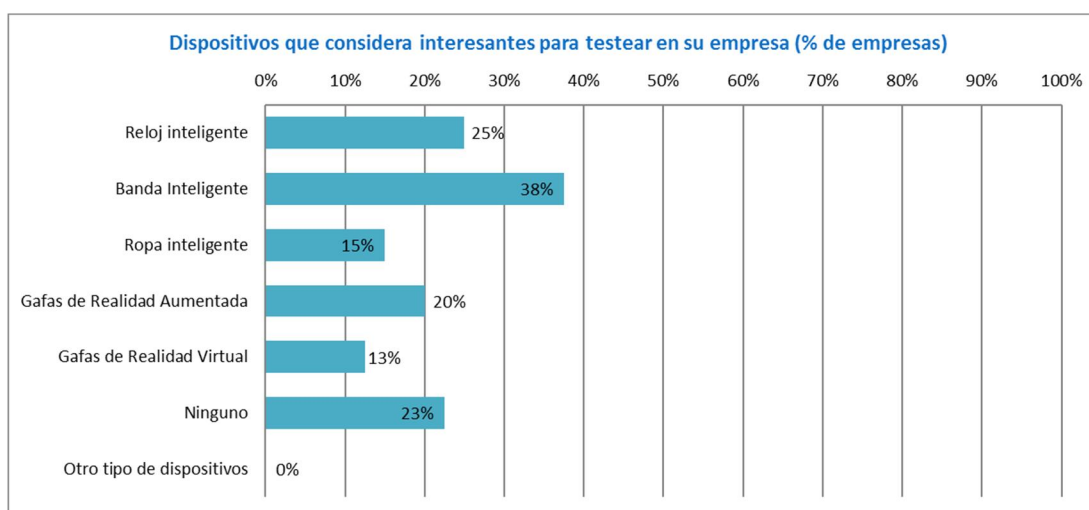
**ILUSTRACIÓN 56: % DE EMPRESAS QUE DISPONEN DE ALGÚN ROBOT**

Según las empresas encuestadas, más de la mitad no cuentan con ningún robot. Sólo hay un 8% de las empresas que cuentan con más de 10 unidades robóticas. Aunque la existencia de robots sea un concepto 3.0, se considera que la familiaridad con estas tecnologías favorecería la evolución hacia sistemas 4.0.



**ILUSTRACIÓN 57: PRINCIPAL BENEFICIO QUE AUTOMATIZACIÓN Y ROBÓTICA AVANZADA Y COLABORATIVA PUEDEN APORTAR A SU EMPRESA (% DE EMPRESAS)**

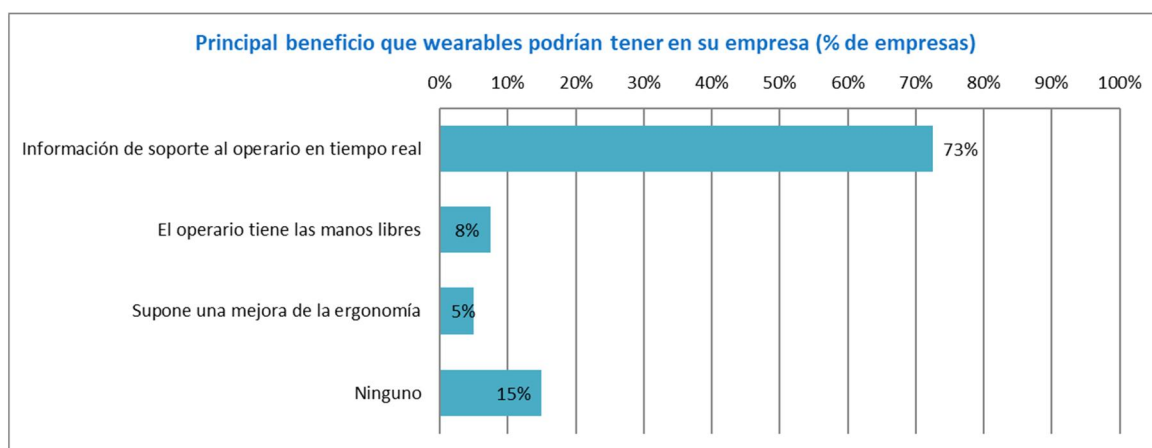
El principal beneficio de la automatización y robótica a las empresas encuestadas es, según éstas, la mejora de la productividad (80%). La cuarta parte de las empresas encuestadas también consideran la mejora en la ergonomía como uno de los principales beneficios. Las empresas tenían la posibilidad de marcar hasta dos respuestas en esta pregunta, y la elección fue muy clara a la vista de los resultados. Considerando este sector principalmente asociado a producciones largas en serie, con un estricto control de la calidad y seguridad alimentaria, tanto la mejora de la calidad como la reducción del tamaño de lote no son vistos como beneficios principales por las empresas encuestadas.



**ILUSTRACIÓN 58: DISPOSITIVOS QUE CONSIDERA INTERESANTES PARA TESTEAR EN SU EMPRESA (% DE EMPRESAS)**

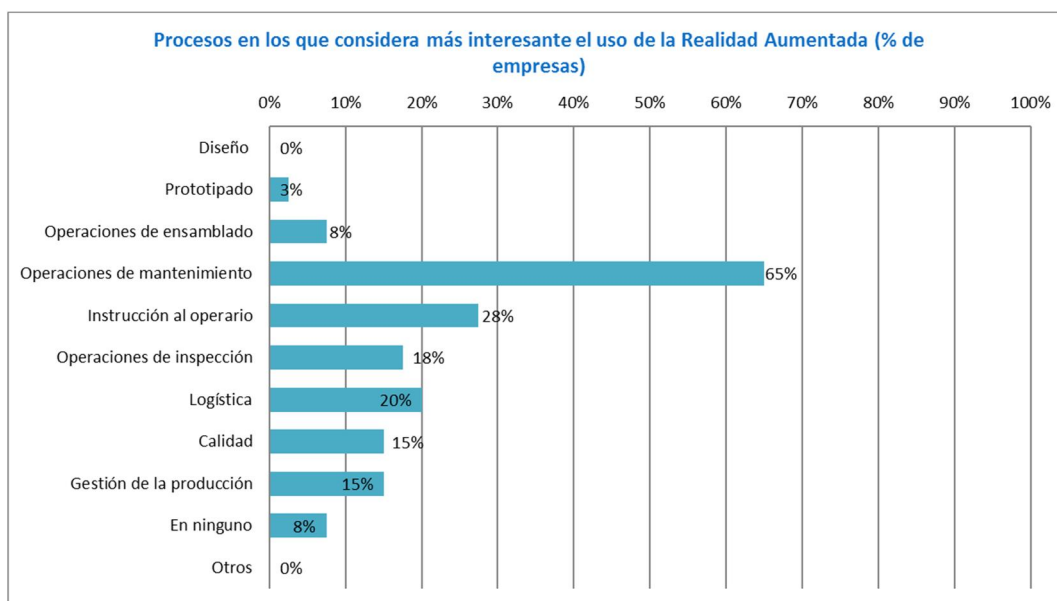
Los dispositivos que las empresas consideran más interesantes para testear en su empresa serían el reloj y la banda inteligente. Otros como ropa inteligente, gafas de realidad aumentada o virtual tienen una acogida menor. Aproximadamente la cuarta parte de las empresas considera que ninguno es interesante para ellos.





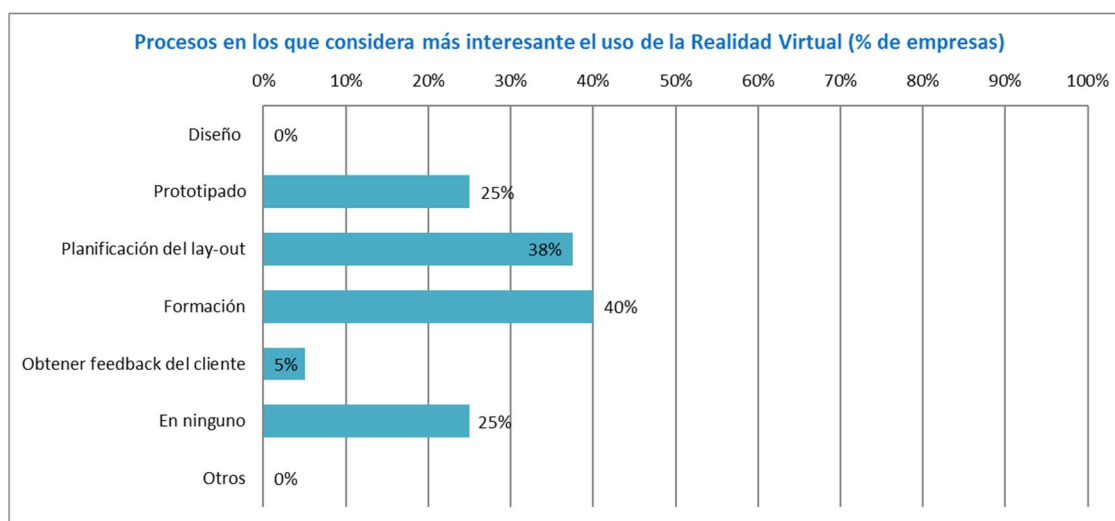
**ILUSTRACIÓN 59: PRINCIPAL BENEFICIO QUE WEARABLES PODRÍAN TENER EN SU EMPRESA (% DE EMPRESAS)**

El principal beneficio que consideran las empresas que aportan los wearables es la información de soporte al operario en tiempo real (73%) con mucha diferencia sobre el resto de opciones. Un 15% de las empresas no encuentran ningún beneficio en el uso de estos dispositivos.



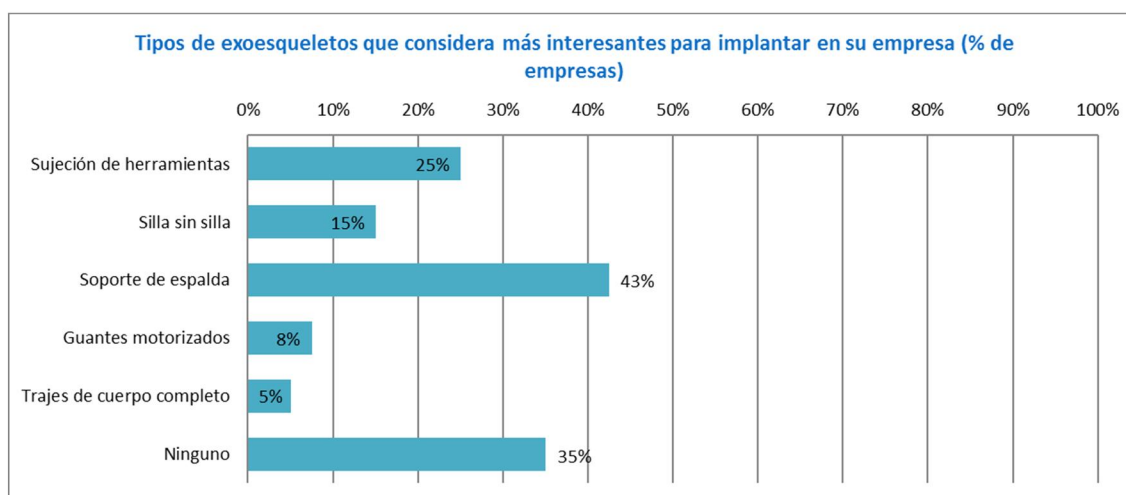
**ILUSTRACIÓN 60: PROCESOS EN LOS QUE CONSIDERA MÁS INTERESANTE EL USO DE LA REALIDAD AUMENTADA (% DE EMPRESAS)**

Las operaciones de mantenimiento destacan como los procesos más interesantes para el uso de la realidad aumentada para un 65% de las empresas.



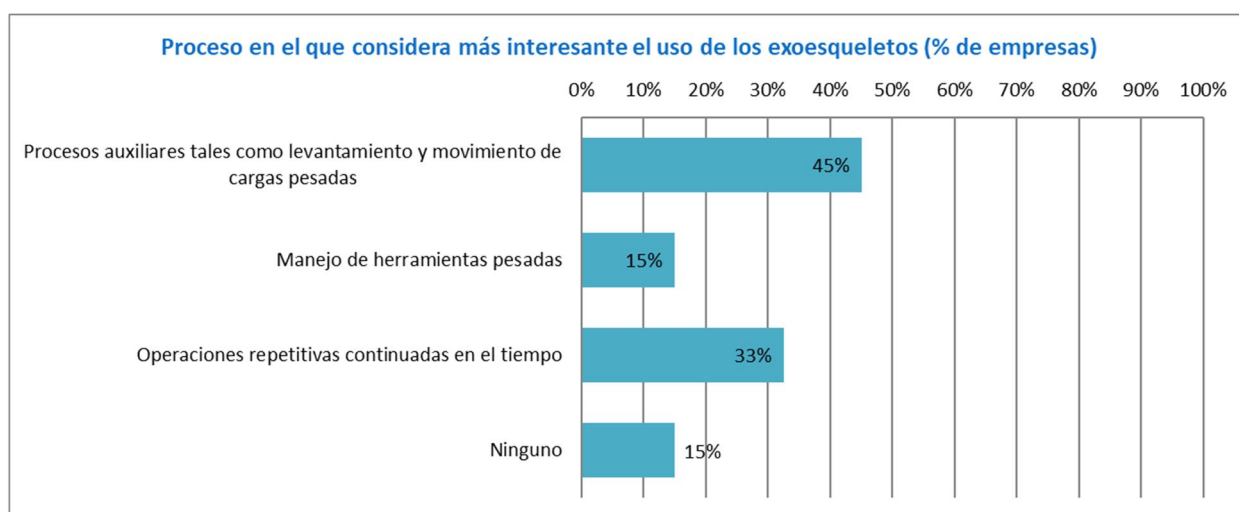
**ILUSTRACIÓN 61: PROCESOS EN LOS QUE CONSIDERA MÁS INTERESANTE EL USO DE LA REALIDAD VIRTUAL (% DE EMPRESAS)**

Los procesos más interesantes para el uso de la realidad virtual son los de prototipado (25%), planificación del lay-out (38%) y formación (40%). Ninguna empresa considera al Diseño entre los procesos más interesante a la hora de utilizar la realidad virtual, en parte explicado por el bajo nivel de diseño de producto en el sector alimentación y bio gallego. Una cuarta parte de las empresas no considera que sea interesante.



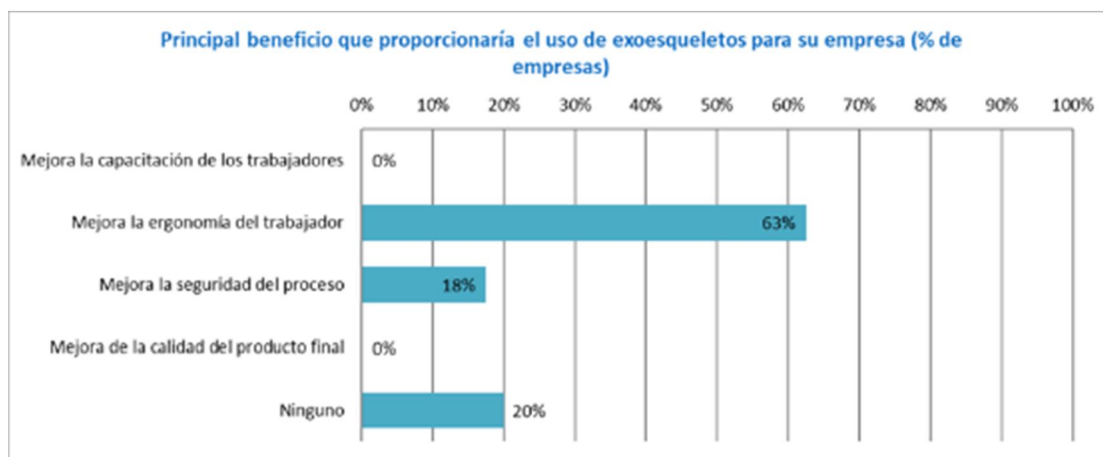
**ILUSTRACIÓN 62: TIPOS DE EXOESQUELETOS QUE CONSIDERA MÁS INTERESANTES PARA IMPLANTAR EN SU EMPRESA (% DE EMPRESAS)**

El tipo de exoesqueleto más interesante para implantar es el soporte de espalda (un 43% de los casos), sobre todo para el movimiento de cargas pesadas por parte del operario. Un 35% de las empresas considera que ninguno es interesante.



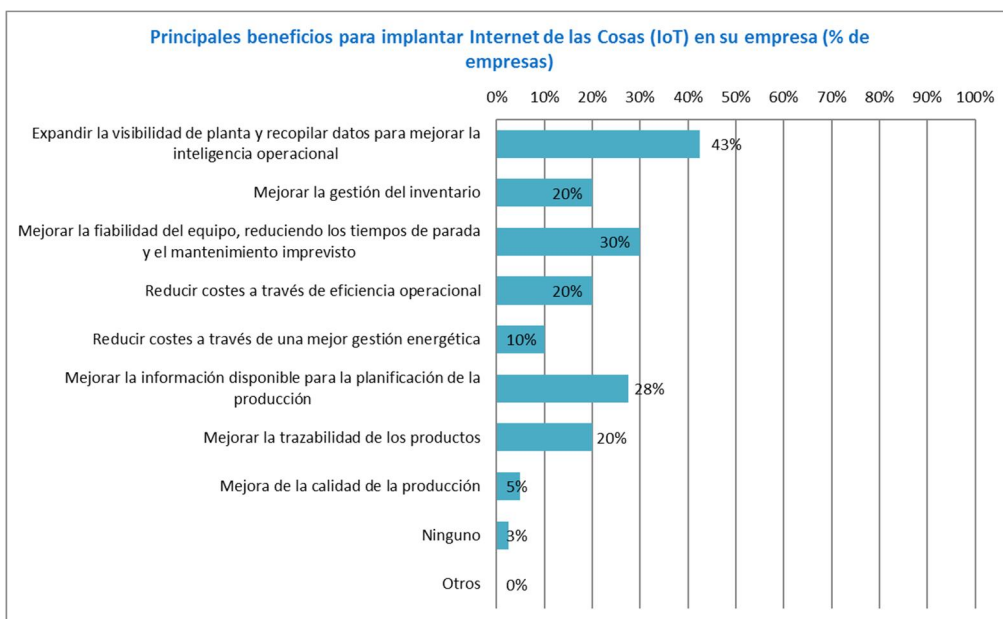
**ILUSTRACIÓN 63: PROCESO EN EL QUE CONSIDERA MÁS INTERESANTE EL USO DE LOS EXOESQUELETOS (% DE EMPRESAS)**

Los procesos para los que los exoesqueletos resultan más interesantes (respuesta múltiple) son los auxiliares (desplazamientos de cargas pesadas, 45%) y las operaciones repetitivas (33%), procesos con alta carga de mano de obra habituales en el sector.



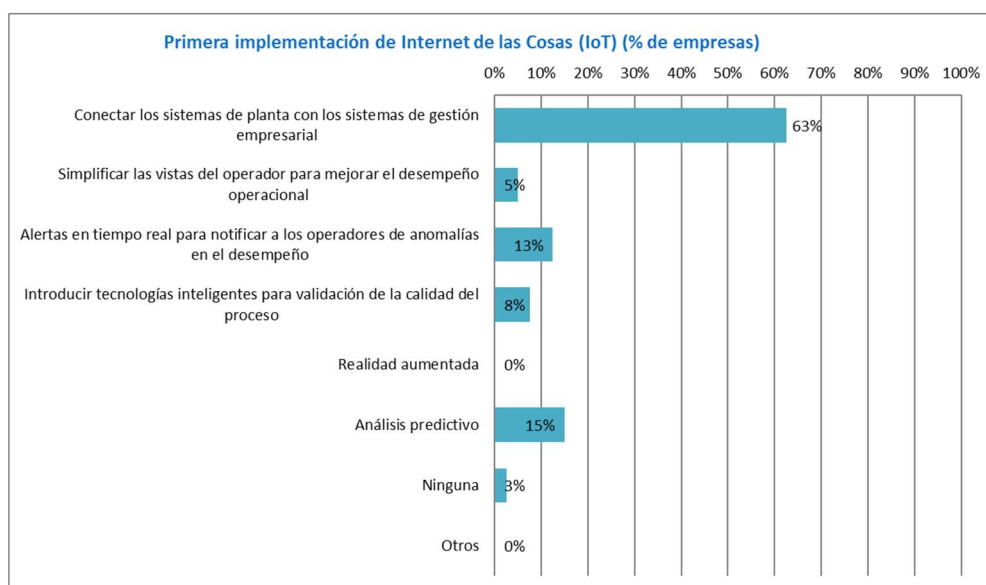
**ILUSTRACIÓN 64: PRINCIPAL BENEFICIO QUE PROPORCIONARÍA EL USO DE EXOESQUELETOS PARA SU EMPRESA (% DE EMPRESAS)**

El principal beneficio del uso de exoesqueletos para las empresas es la mejora de la ergonomía de los trabajadores. Ninguna empresa ha identificado como el principal beneficio del uso de exoesqueletos ni la mejora de la capacitación de los trabajadores ni la mejora de la calidad del producto final. Un 20% de las empresas considera que los exoesqueletos no le aportarían ningún beneficio en sus procesos productivos.



**ILUSTRACIÓN 65: PRINCIPALES BENEFICIOS PARA IMPLANTAR INTERNET DE LAS COSAS (IOT) EN SU EMPRESA (% DE EMPRESAS)**

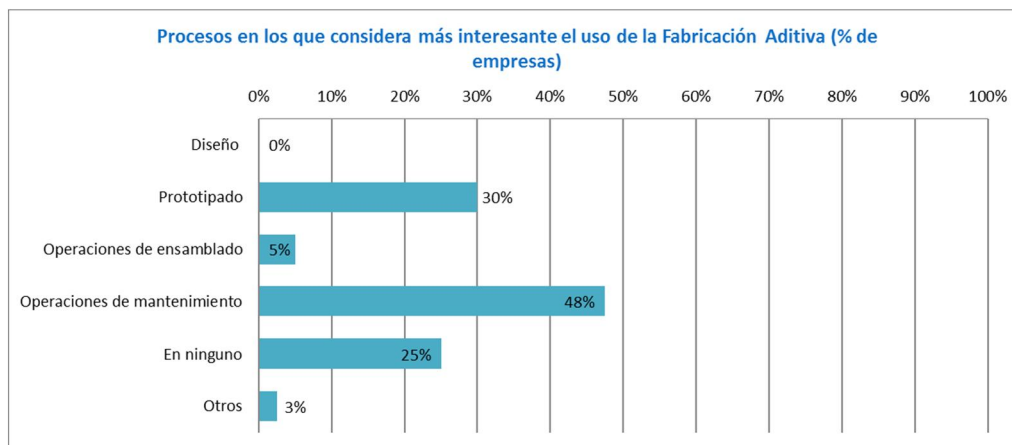
Respecto a los beneficios que proporcionaría el IoT, las empresas difieren en los principales beneficios. De todos ellos destaca la mejora de la inteligencia operacional. Sólo un 3% de las empresas no le encuentra ningún beneficio. Aunque el grado de implantación real de IoT a día de hoy es bajo en las empresas, estas sí lo identifican como una tecnología interesante.



**ILUSTRACIÓN 66: PRIMERA IMPLEMENTACIÓN DE INTERNET DE LAS COSAS (IOT) (% DE EMPRESAS)**

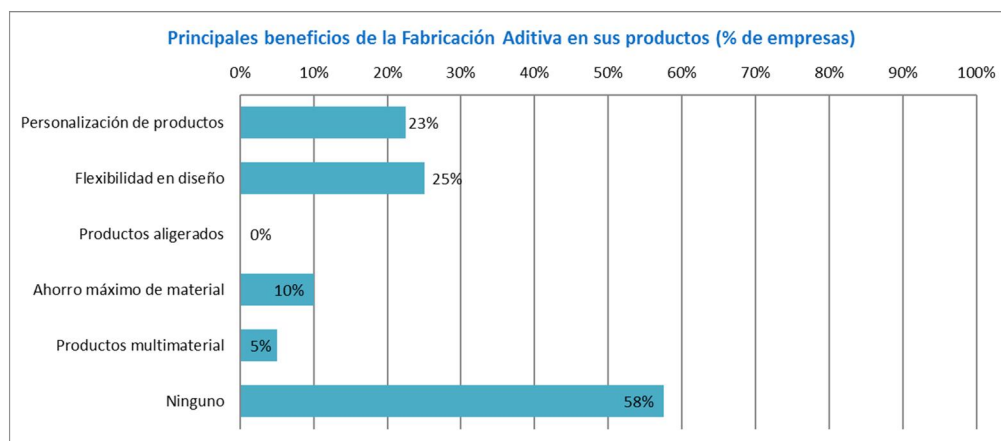
Las empresas consideran mayoritariamente (un 63% de ellas) que la primera implementación sería conectar los sistemas de planta con los de gestión empresarial, muchas de ellas ya lo han hecho, aunque

todavía el grado de utilización de esa información no es demasiado alto. Esta recopilación de información estaría relacionada con exigencias normativas de custodia de datos de cara a la seguridad alimentaria.



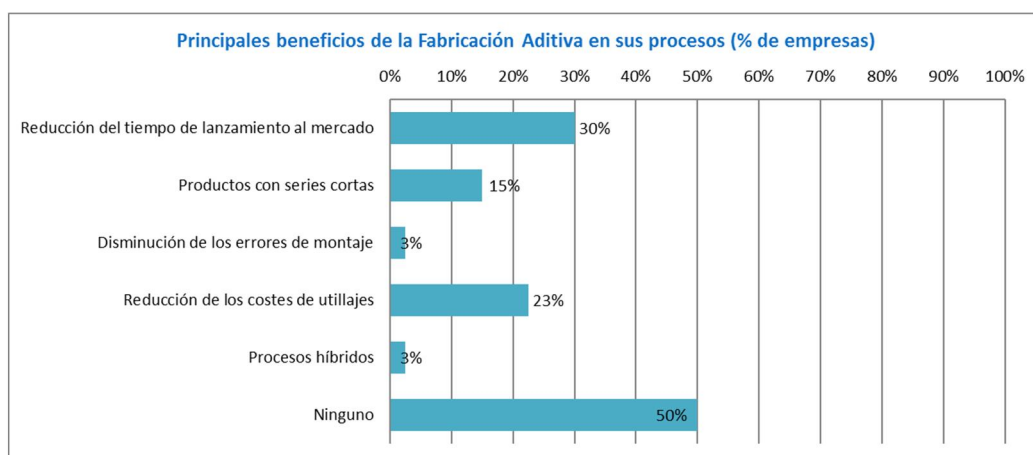
**ILUSTRACIÓN 67: PROCESOS EN LOS QUE CONSIDERA MÁS INTERESANTE EL USO DE LA FABRICACIÓN ADITIVA (% DE EMPRESAS)**

Las empresas consideran que el uso de la fabricación aditiva es más interesante para operaciones de mantenimiento (48%) o prototipado (30%). La cuarta parte (25%) de las empresas encuestadas no le encuentran ningún interés a día de hoy.



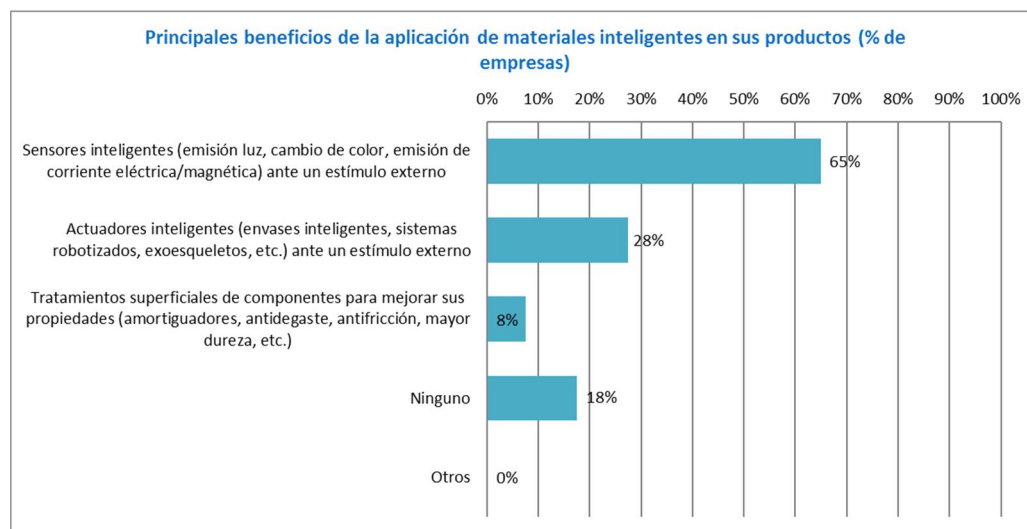
**ILUSTRACIÓN 68: PRINCIPALES BENEFICIOS DE LA FABRICACIÓN ADITIVA EN SUS PRODUCTOS (% DE EMPRESAS)**

Casi el 60% de las empresas considera (respuesta múltiple) que la fabricación aditiva no aporta ningún beneficio a sus productos. Siendo la personalización (23%) y la flexibilidad en el diseño de los productos (25%) los principales beneficios identificados de la Fabricación aditiva.



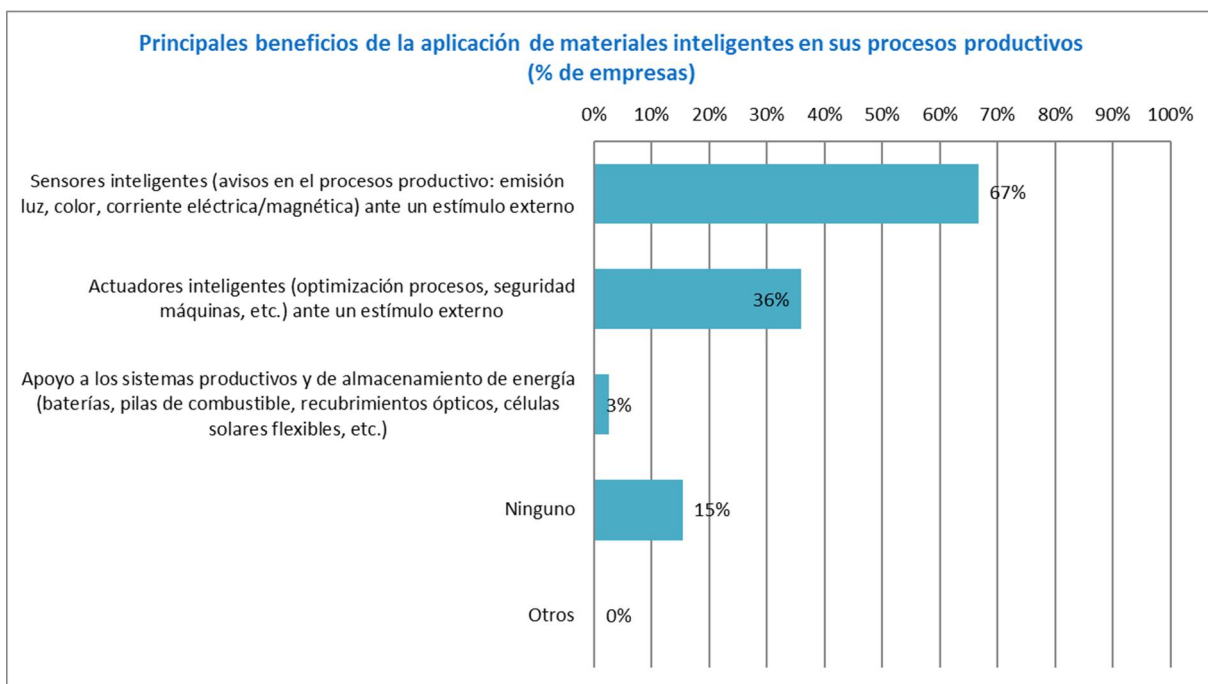
**ILUSTRACIÓN 69: PRINCIPALES BENEFICIOS DE LA FABRICACIÓN ADITIVA EN SUS PROCESOS (% DE EMPRESAS)**

Respecto a sus procesos, la fabricación aditiva aporta a las empresas reducción de tiempo de lanzamiento a mercado (lo identifica un 30%) y reducción en los costes de utillajes (un 23%), aunque mayoritariamente (un 50%) las empresas no le encuentran beneficios claros al empleo de fabricación aditiva en sus procesos.



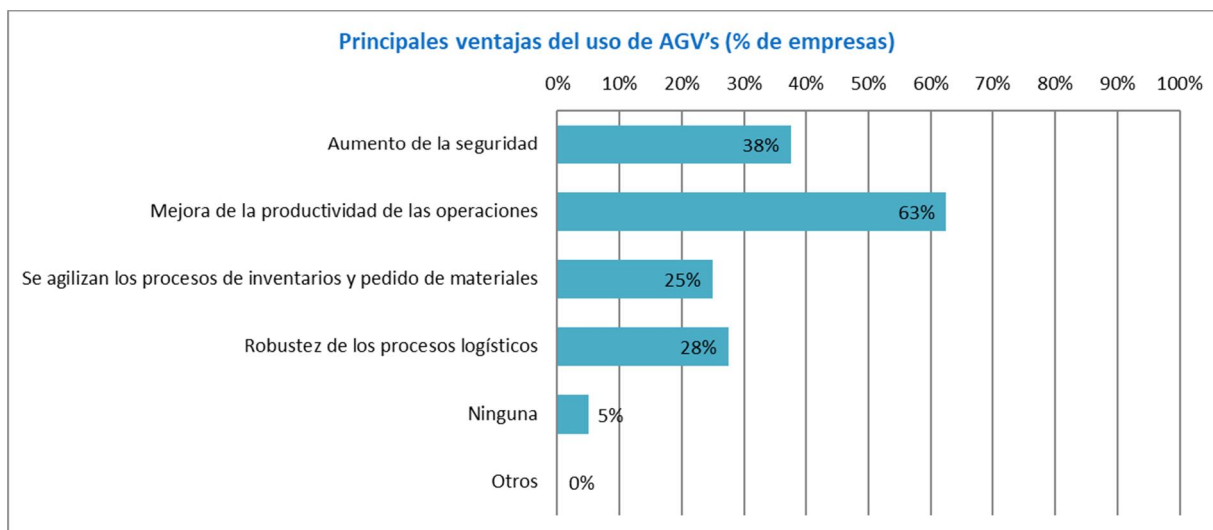
**ILUSTRACIÓN 70: PRINCIPALES BENEFICIOS DE LA APLICACIÓN DE MATERIALES INTELIGENTES EN SUS PRODUCTOS (% DE EMPRESAS)**

Mayoritariamente, el principal beneficio (respuesta múltiple), expresado en un 65% de los casos, del uso de materiales inteligentes en los productos estaría enfocado a sensores inteligentes que aporten información al cliente de las características físicas o químicas de los productos, alineados con la seguridad alimentaria.



**ILUSTRACIÓN 71: PRINCIPALES BENEFICIOS DE LA APLICACIÓN DE MATERIALES INTELIGENTES EN SUS PROCESOS PRODUCTIVOS (% DE EMPRESAS)**

Al igual que ocurre con los productos, el principal beneficio de los materiales inteligentes para los procesos es el uso de sensores inteligentes en las líneas de producción, de cara a identificar problemas de trazabilidad y seguridad alimentaria.

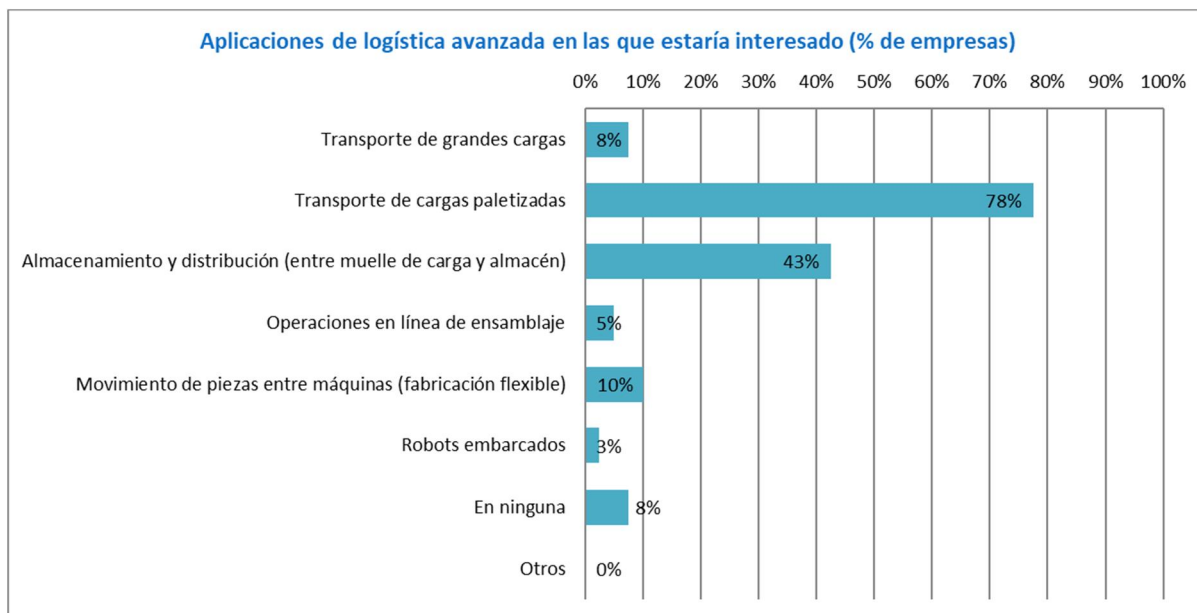


**ILUSTRACIÓN 72: PRINCIPALES VENTAJAS DEL USO DE AGV'S (% DE EMPRESAS)**

El aumento de la productividad en las operaciones (63% de los casos) es la principal ventaja que proporciona el uso de AGV's a las empresas encuestadas. La seguridad también es un factor importante

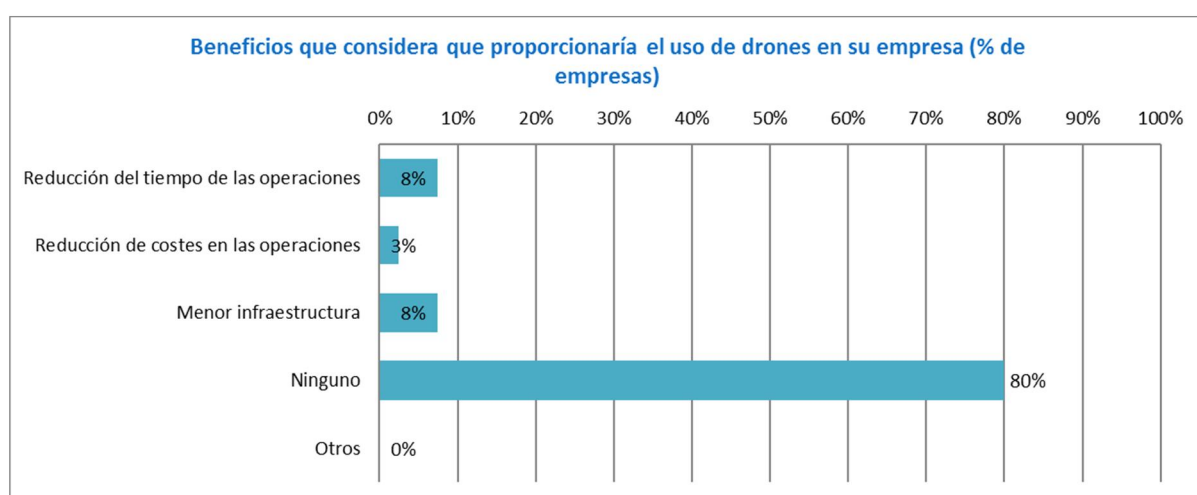


(38%). Tan sólo un 5% de las empresas encuestadas (2 empresas) ha manifestado no encontrarle ninguna ventaja.



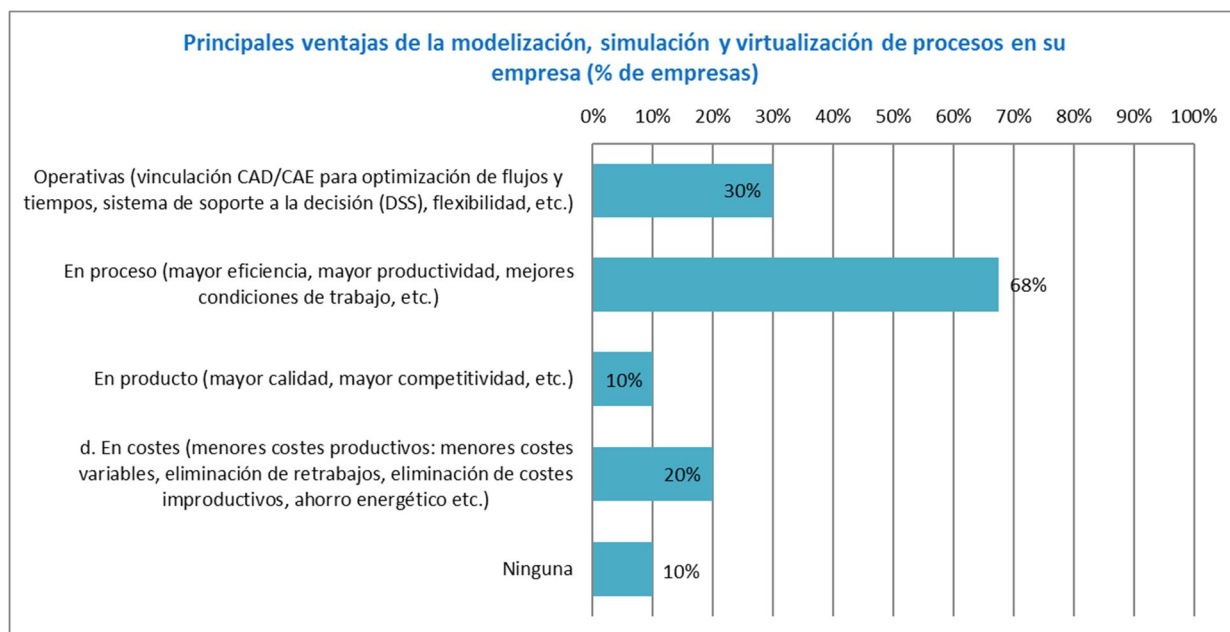
**ILUSTRACIÓN 73: APLICACIONES DE LOGÍSTICA AVANZADA EN LAS QUE ESTARÍA INTERESADO (% DE EMPRESAS)**

El interés de las empresas (respuesta múltiple) en la logística avanzada (AGV's y UAV's) está centrado principalmente (78% de los casos) en el transporte de cargas paletizadas, una forma de transportar productos muy típica en el sector alimentación y bio. El almacenamiento y distribución entre el muelle de carga y el almacén, también es una aplicación con interés para las empresas (43% de los casos).



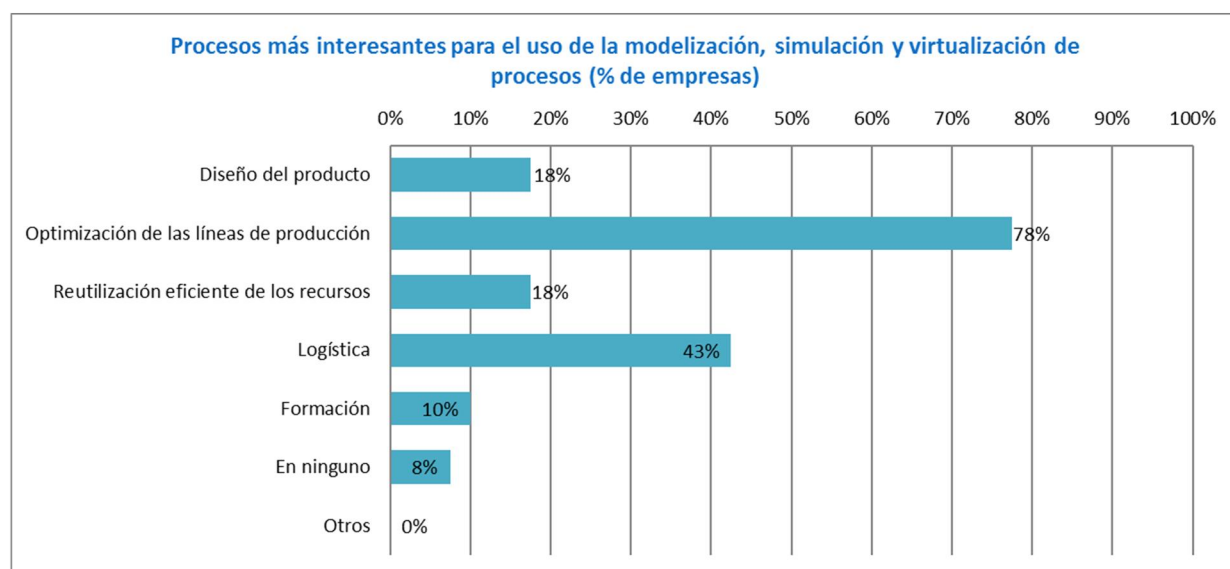
**ILUSTRACIÓN 74: BENEFICIOS QUE CONSIDERA QUE PROPORCIONARÍA EL USO DE DRONES EN SU EMPRESA (% DE EMPRESAS)**

El 80% de las empresas encuestadas en el sector alimentación y bio, no identifica ningún beneficio en el uso de UAV's (drones) en su empresa.



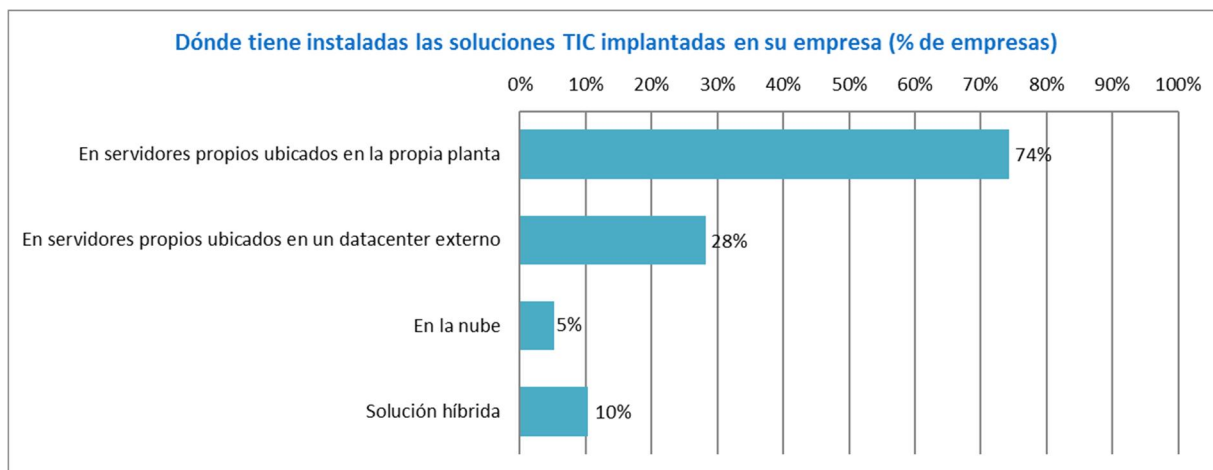
**ILUSTRACIÓN 75: PRINCIPALES VENTAJAS DE LA MODELIZACIÓN, SIMULACIÓN Y VIRTUALIZACIÓN DE PROCESOS EN SU EMPRESA (% DE EMPRESAS)**

La principal ventaja de la modelización, simulación y virtualización de procesos es la relacionada con el proceso en sí (eficiencia, productividad, etc.), identificándolo como una de las principales ventajas en el 68% de los casos, por encima de operativas (30% de los casos), en costes (20%) y en producto (10%).



**ILUSTRACIÓN 76: PROCESOS MÁS INTERESANTES PARA EL USO DE LA MODELIZACIÓN, SIMULACIÓN Y VIRTUALIZACIÓN DE PROCESOS (% DE EMPRESAS)**

En cuanto a los procesos más interesantes identificados para el uso de la modelización, simulación y virtualización de procesos son la optimización de las líneas de producción (78% de los casos) y la logística (43% de los casos).



**ILUSTRACIÓN 77: DÓNDE TIENE INSTALADAS LAS SOLUCIONES TIC IMPLANTADAS EN SU EMPRESA (% DE EMPRESAS)**

Las empresas tienen instaladas las soluciones TIC en servidores propios ubicados en la propia planta principalmente (un 74% de los casos). Sólo un 5% de las empresas lo tienen ubicado en la nube, lo que facilitaría el empleo de tecnologías de Big Data, Cloud Computing y Data Analytics.

**TABLA 4: PROCESOS PARA APLICAR EL BIG DATA**

¿En qué procesos considera más interesante la aplicación de Big Data o análisis de datos en su empresa?	1 (Bajo)	2 (Medio Bajo)	3 (Medio Alto)	4 (Alto)
Adquisición de materias primas	21%	8%	28%	44%
Logística interna	18%	13%	33%	36%
Logística externa	28%	26%	23%	23%
Producción	15%	10%	18%	56%
Control de calidad	21%	15%	23%	41%
Mantenimiento	31%	21%	23%	26%
Servicio postventa	26%	16%	26%	32%
En ninguna	3%	0%	0%	3%

Las empresas consideran que soluciones de Big Data, Cloud Computing y Data Analytics son interesantes en producción, control de calidad y adquisición de materias primas principalmente. Tan solo 2 empresas no consideran interesante la aplicación de Big Data, Cloud Computing y Data Analytics.

**TABLA 5: TIPOS DE DATOS RECOGIDOS EN LAS MÁQUINAS Y PROCESOS**

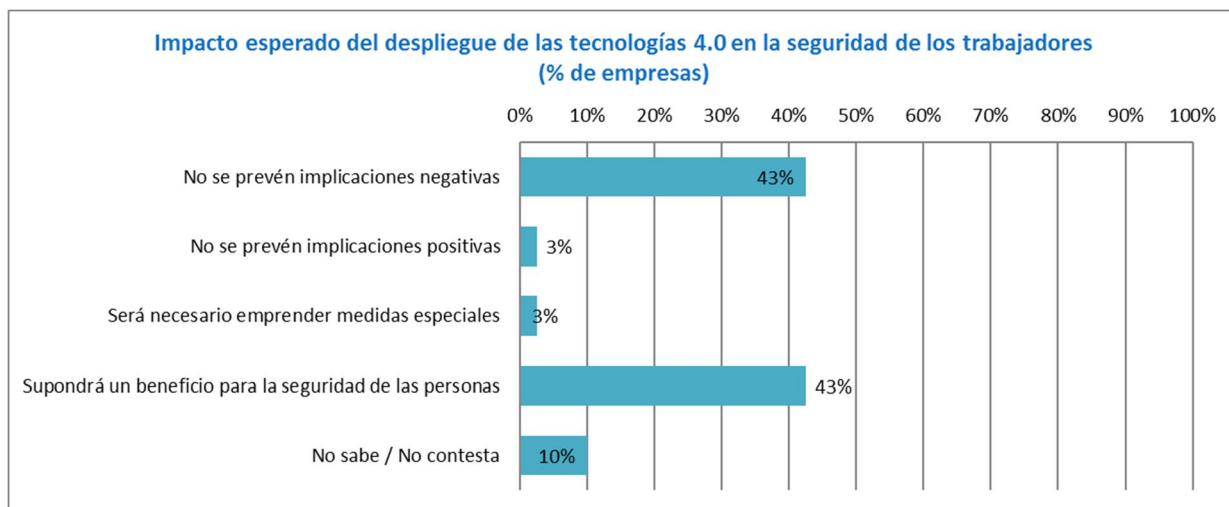
¿Qué tipo de datos recoge de sus máquinas de producción, de sus procesos, de sus productos, así como otros datos externos y cómo?	Se recoge manualmente	Se recoge automáticamente	No se recoge pero sería interesante	No se recoge y no es interesante	TOTAL
Inventario/Stock	33%	64%	3%	0%	100%
Tiempos de actividad de las máquinas de producción	42%	42%	14%	3%	100%
Tiempo de actividad de operarios	61%	28%	11%	0%	100%
Residuos generados	72%	19%	8%	0%	100%
Defectos generados	61%	31%	8%	0%	100%
VARIABLES DE PROCESO (temperatura, presión, potencia, intensidad, tensión, humedad, etc.)	28%	69%	3%	0%	100%
Datos externos que afectan al proceso (datos meteorológicos, energéticos, legales, otros)	20%	11%	31%	37%	100%

El tipo de datos recogidos en las máquinas y procesos de producción se registra principalmente de forma manual en los casos de: tiempos de actividad de operarios, residuos generados y defectos generados. Automáticamente se suelen registrar los inventarios y stock y las variables de proceso. La mayor parte de las empresas no registran datos externos que afectan al proceso.

**TABLA 6: SERVICIOS INFORMÁTICOS EN LA NUBE**

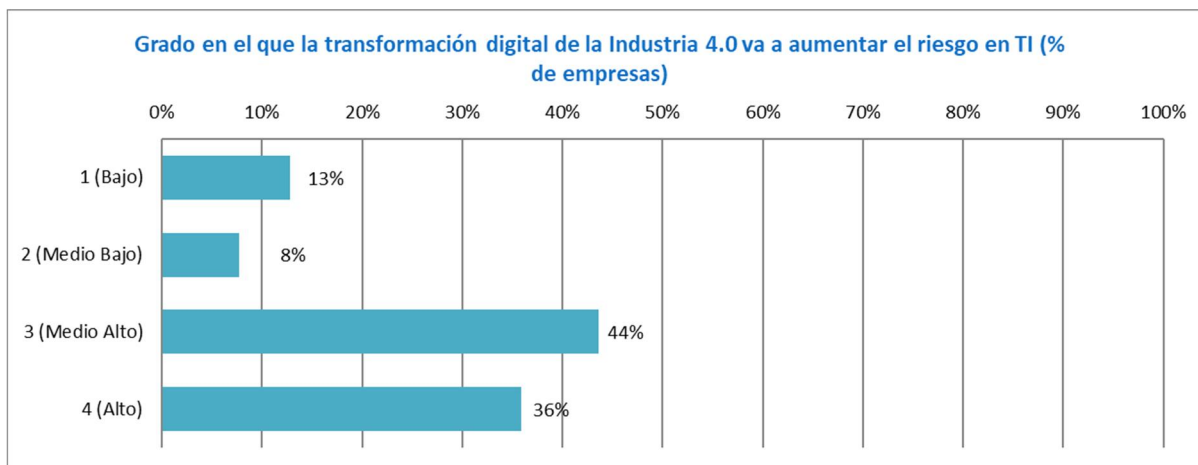
Indique en qué fase del proceso productivo emplea servicios informáticos en la nube para obtener o almacenar la información necesaria	1 (Bajo)	2 (Medio Bajo)	3 (Medio Alto)	4 (Alto)	TOTAL
Adquisición de Materias Primas	73%	7%	7%	13%	100%
Logística interna	38%	0%	0%	63%	100%
Logística externa	60%	0%	0%	40%	100%
Producción	53%	13%	0%	33%	100%
Control de calidad	40%	0%	0%	60%	100%
Mantenimiento	67%	7%	7%	20%	100%
Servicio postventa	71%	7%	0%	21%	100%
En ninguno	9%	0%	0%	91%	100%
Otros	0%	0%	0%	0%	0%

El empleo de servicios informáticos en la nube en las empresas es principalmente en los procesos de logística interna y de control de calidad, de aquellas que emplean este tipo de servicios (15 empresas sobre las 40 totales) aunque mayoritariamente las empresas no utilizan servicios informáticos en la nube.



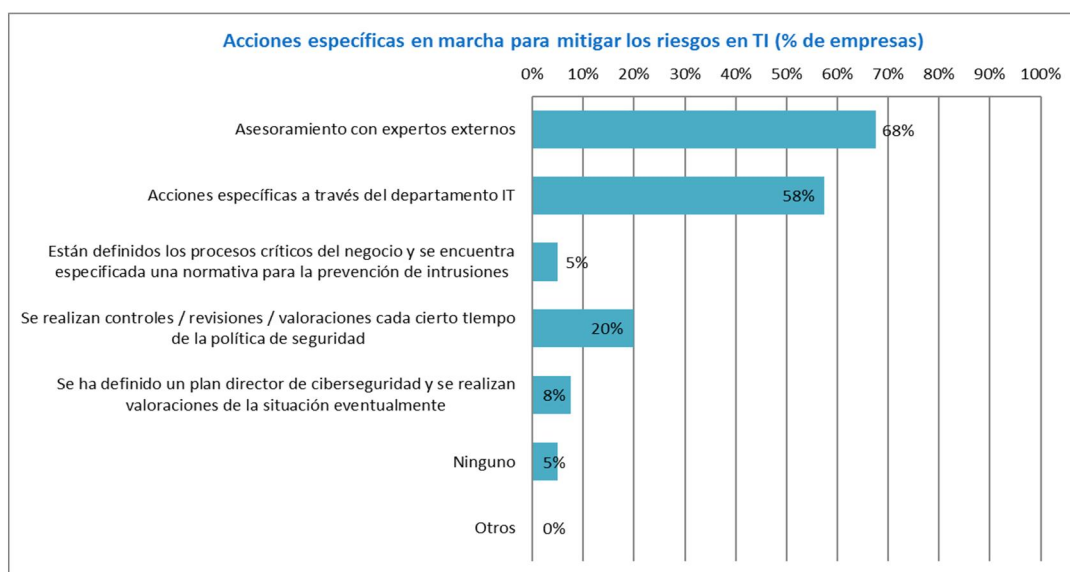
**ILUSTRACIÓN 78: IMPACTO ESPERADO DEL DESPLIEGUE DE LAS TECNOLOGÍAS 4.0 EN LA SEGURIDAD DE LOS TRABAJADORES (% DE EMPRESAS)**

La mayoría de las empresas creen que las tecnologías 4.0 no tendrán implicaciones negativas (43% de los casos) o incluso supondrá un beneficio para la seguridad de los trabajadores (43%), sumando ambas apreciaciones, se obtendría que un 86% de las empresas no considerarían una amenaza para la seguridad de los trabajadores las tecnologías 4.0.



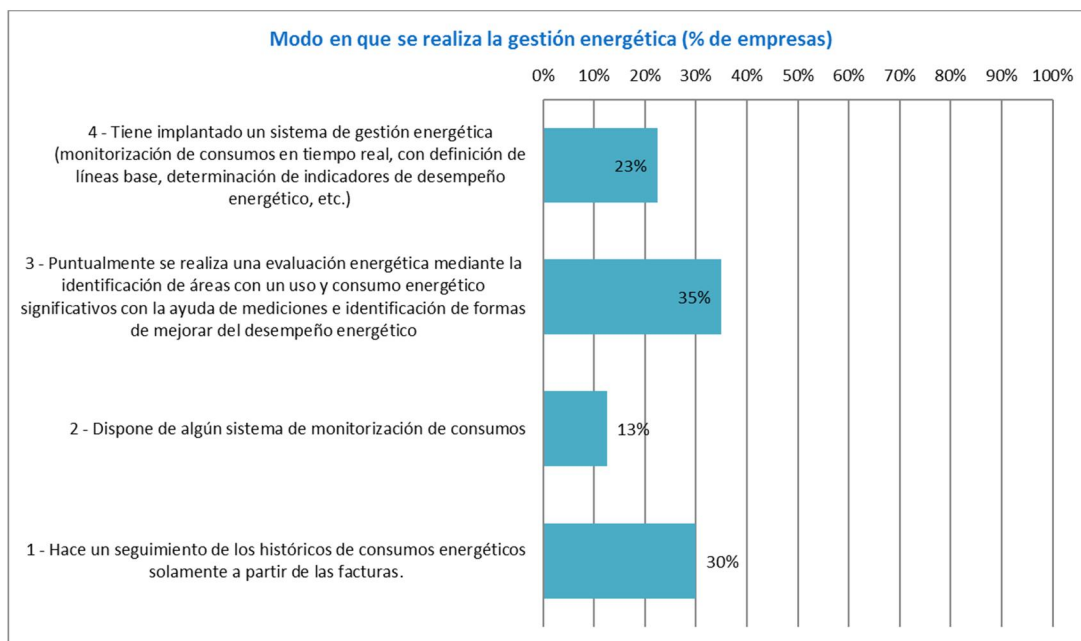
**ILUSTRACIÓN 79: GRADO EN EL QUE LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE LA INDUSTRIA 4.0 VA A AUMENTAR EL RIESGO EN TI (% DE EMPRESAS)**

La mayor parte de las empresas (hasta un 80%) cree que el grado en el que la transformación digital de la industria 4.0 va a aumentar el riesgo TI será medio-alto o alto. El aumento exponencial de los volúmenes de datos recopilados y procesados es identificado como un riesgo en TI por las empresas.



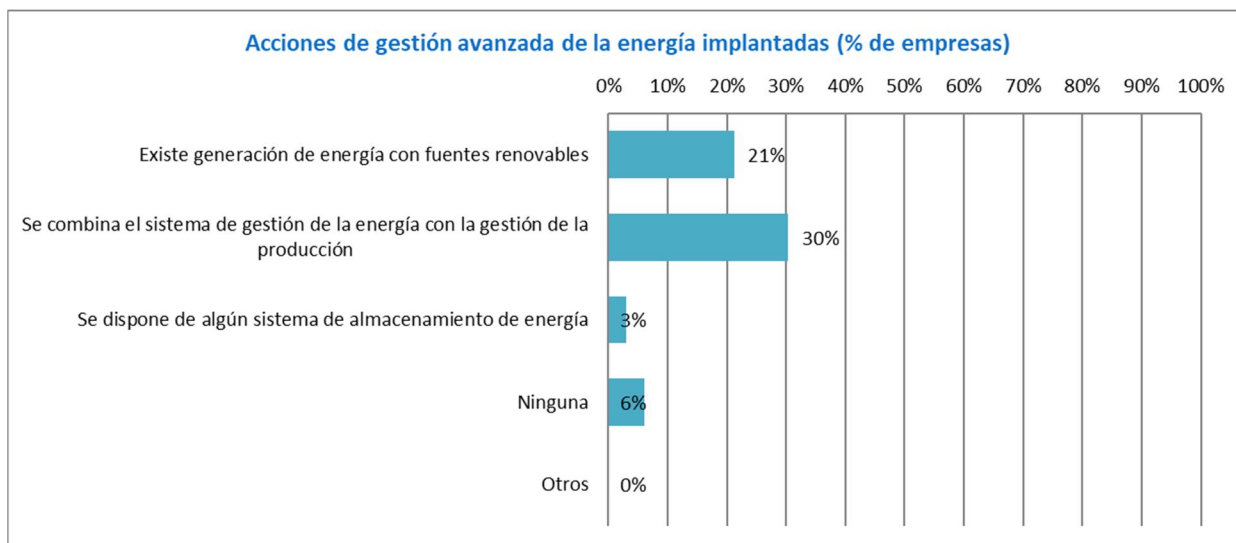
**ILUSTRACIÓN 80: ACCIONES ESPECÍFICAS EN MARCHA PARA MITIGAR LOS RIESGOS EN TI (% DE EMPRESAS)**

Las principales acciones específicas para mitigar los riesgos en TI son el asesoramiento con expertos externos (68%) y las acciones específicas a través del departamento IT (58%), en los casos en los que las empresas disponen de este servicio. Muy por delante de otras acciones específicas más avanzadas.



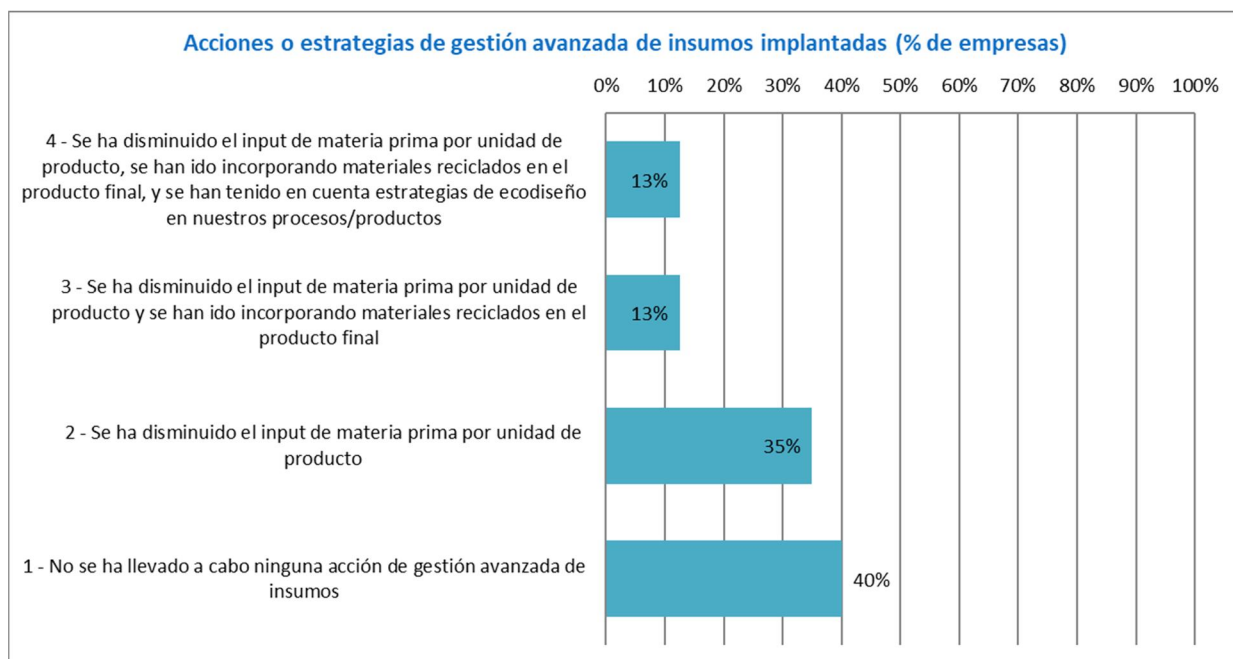
**ILUSTRACIÓN 81: MODO EN QUE SE REALIZA LA GESTIÓN ENERGÉTICA (% DE EMPRESAS)**

El 23% de las empresas tiene implantado un sistema de gestión energética y el 35% realiza puntualmente una evaluación energética con ayuda de mediciones. El 30% de las empresas encuestadas simplemente hace un seguimiento de los históricos de consumos energéticos a partir de las facturas. El consumo de energía (tanto eléctrica como térmica) es identificado como uno de los principales costes en las empresas de alimentación y bio, donde existen procesos de congelación/descongelación, cocción, esterilización, etc. Por lo que existe un gran potencial de mejora por parte de las empresas que no realizan un seguimiento de estos parámetros.



**ILUSTRACIÓN 82: ACCIONES DE GESTIÓN AVANZADA DE LA ENERGÍA IMPLANTADAS (% DE EMPRESAS)**

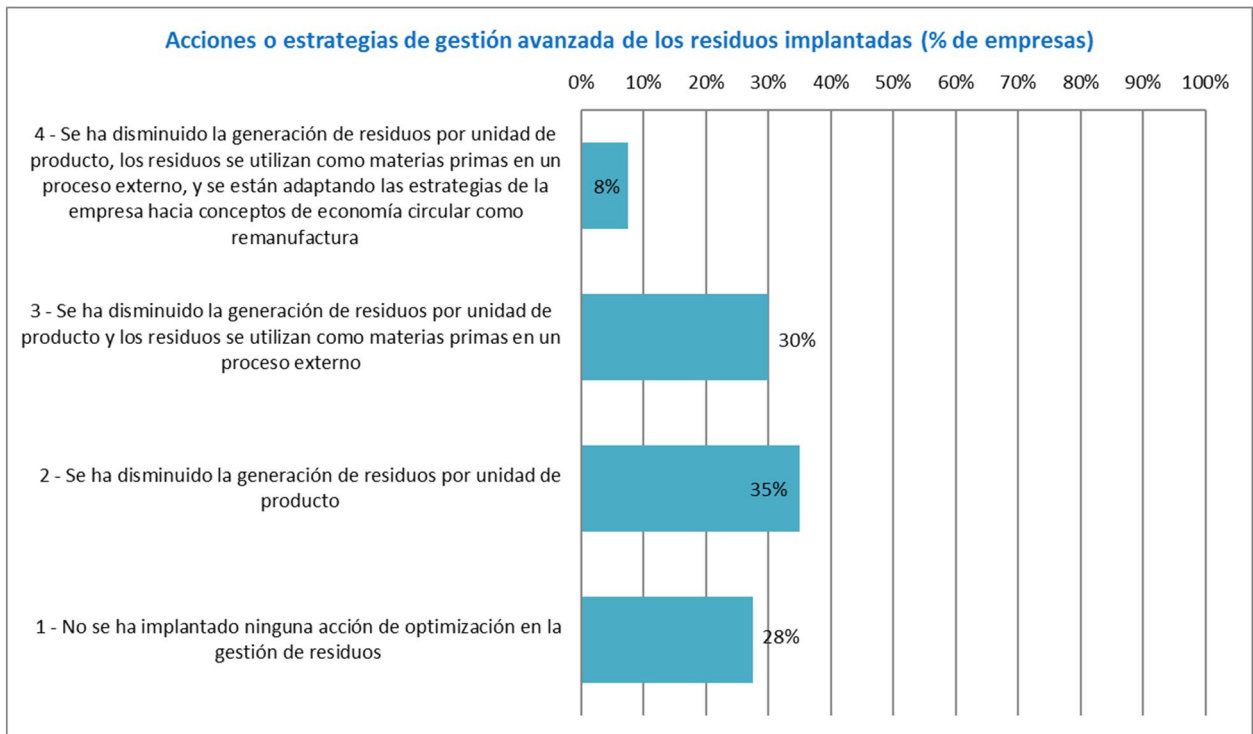
Aproximadamente la quinta parte de las empresas que han contestado a esta cuestión (33 empresas han identificado alguna solución) cuenta con sistemas de generación de energía por medio de fuentes renovables (7 empresas). El 30 % de las empresas (10 de las 33) combina el sistema de gestión de la energía con la gestión de la producción. Únicamente el 3% de las empresas (1) dispone de sistemas de almacenamiento de energía.



**ILUSTRACIÓN 83: ACCIONES O ESTRATEGIAS DE GESTIÓN AVANZADA DE INSUMOS IMPLANTADAS (% DE EMPRESAS)**

El 40% de las empresas no ha llevado a cabo ninguna acción de gestión avanzada de insumos. El 35% afirma que ha disminuido el input de materia prima por unidad de producto (sin incorporar materiales reciclados ni teniendo en cuenta estrategias de ecodiseño).





**ILUSTRACIÓN 84: ACCIONES O ESTRATEGIAS DE GESTIÓN AVANZADA DE LOS RESIDUOS IMPLANTADAS (% DE EMPRESAS)**

Pocas son las empresas (8%, 3 empresas) que han disminuido la generación de residuos por unidad de producto utilizando residuos como materias primas y adaptando sus estrategias hacia conceptos de economía circular (remanufactura). Un 30% de las empresas emplean los residuos como materia prima en un proceso externo. Un 35% de las empresas simplemente han reducido los residuos por unidad de producto, y un 28% no han implantado ninguna acción de optimización en la gestión de residuos.

### 3.2.2 Situación de los principales indicadores asociados a los Elementos Generadores de Valor: Potencial de Mejora y Grado de Relevancia de las Palancas Tecnológicas

#### 3.2.2.1 Potencial de mejora y Grado de relevancia en CALIDAD

Las 23 empresas que tienen identificado un problema asociado a calidad y han respondido a este apartado, le dan un potencial de mejora medio de 3.96 (sobre un máximo de 4) a este problema detectado, lo que implica que hay un gran potencial de mejora.

Asignándole a cada una de las palancas identificadas, los siguientes grados de relevancia medios (sobre un máximo de 4):

TABLA 7: PALANCAS MÁS RELEVANTES EN CALIDAD

Palancas más relevantes en CALIDAD (valoración media por sector)	Alimentación y Bio
Control de la calidad / control de la producción	3.6
Planificación de la calidad / identificación y trazabilidad	3.4
Mejora continua (producto, proceso, organización)	3.2
Defectos / despilfarro	3.3

En control de la calidad y el control de la producción es la principal palanca asociada a los problemas detectados por las empresas encuestadas, aunque seguido muy de cerca por el resto de palancas, ninguna de ellas destaca de forma importante sobre el resto.

#### 3.2.2.2 Potencial de mejora y Grado de relevancia en PRODUCCIÓN

Las 28 empresas que tienen identificado un problema asociado a producción y han respondido a este apartado, le dan un potencial de mejora medio de 3.48 (sobre un máximo de 4) a este problema detectado, por lo que, al igual que en el caso anterior, implica que hay un gran potencial de mejora.

Asignándole a cada una de las palancas identificadas, los siguientes grados de relevancia medios (sobre un máximo de 4):

TABLA 8: PALANCAS MÁS RELEVANTES EN PRODUCCIÓN

Palancas más relevantes en PRODUCCIÓN (valoración media por sector)	Alimentación y Bio
Mejora de la planificación de la producción	3.1
Rapidez en la toma de decisiones	2.9
Visión de la producción en tiempo real	3.3
Producción flexible	2.4
Optimización del uso de máquinas	3.8
Optimización de uso de operarios	3.3
Reducción del tamaño de lote	2.2
Mantenimiento predictivo	3.1
Reducción de inventarios	2.4
Gestión avanzada de la energía	2.7
Gestión avanzada de insumos (agua, etc.)	2.4
Reciclaje, reutilización y valoración de residuos	1.9

La optimización del uso de las máquinas sería la principal palanca tecnológica asociada a los problemas identificados por las empresas encuestadas.

### 3.2.2.3 Potencial de mejora y Grado de relevancia en PERSONAS

En cuanto a problemas relacionados con las personas, 13 empresas han identificado algún tipo de problema, asignándole un potencial de mejora de un 3 sobre un máximo de 4, ligeramente inferior a los casos anteriores.

Asignándole a cada una de las palancas identificadas, los siguientes grados de relevancia medios (sobre un máximo de 4):

TABLA 9: PALANCAS MÁS RELEVANTES EN PERSONAS

Palancas más relevantes en PERSONAS (valoración media por sector)	Alimentación y Bio
Reducción de trabajos penosos	2.7
Ergonomía	3.1
Reducción de tiempos de aprendizaje	2.1
Empoderamiento del operario	1.9

La ergonomía sería la principal palanca tecnológica relacionada con los problemas identificados en las 13 empresas que han respondido a este apartado.

### 3.2.2.4 Potencial de mejora y Grado de relevancia en PRODUCTOS/SERVICIOS

Las 18 empresas que tienen identificado un problema asociado a producción y han respondido a este apartado, le dan un potencial de mejora medio de 3.44 (sobre un máximo de 4) a este problema detectado, lo que implica que hay un gran potencial de mejora.

Asignándole a cada una de las palancas identificadas, los siguientes grados de relevancia medios (sobre un máximo de 4):

**TABLA 10: PALANCAS MÁS RELEVANTES EN PRODUCTOS Y SERVICIOS**

Palancas más relevantes en PRODUCTOS Y SERVICIOS (valoración media por sector)	Alimentación y Bio
Co-creación de producto con el cliente	2.6
Predicción de la demanda	2.6
Nuevos servicios basados en datos	1.8
Seguridad producto	2.6
Personalización producto	2.4
Productos energéticamente eficientes	1.8
Nuevas funcionalidades en productos	1.9
Servicios avanzados al consumidor	2.2
Mantenimiento remoto del producto	1.2
Reducción del tiempo servicio postventa	1.2
Reducción del tiempo de diseño	2.1
Prototipado rápido de producto	2.0
Reducción del tiempo de industrialización	1.9
Reducción del tiempo de entrega	2.4

Destacan sobre las demás, las palancas de co-creación de producto con el cliente, la predicción de la demanda y la seguridad de los productos.

### 3.2.3 Problemas detectados

#### 3.2.3.1 Principales problemas detectados en CALIDAD

**TABLA 11: PRINCIPALES PROBLEMAS DETECTADOS EN CALIDAD**

PROBLEMAS DETECTADOS EN CALIDAD	Nº DE EMPRESAS
<b>TRAZABILIDAD Y CONTROL DE CALIDAD</b>	12
<b>ELIMINACIÓN DE OBJETOS EXTRAÑOS DE LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN</b>	6
<b>DETECCIÓN TEMPRANA DE DEFECTOS (ETIQUETADO, GOLPES, ETC.)</b>	6

Relacionados con calidad, los principales problemas están relacionados con la trazabilidad y la calidad, y la detección tanto de objetos extraños (descartes, producto no válido, etc.) como de defectos en el producto y envases. La seguridad alimentaria es una preocupación específica de este sector que conlleva problemas asociados a la trazabilidad y a la calidad.

#### 3.2.3.2 Principales problemas detectados en PRODUCCIÓN

**TABLA 12: PRINCIPALES PROBLEMAS DETECTADOS EN PRODUCCIÓN**

PROBLEMAS DETECTADOS EN PRODUCCIÓN	Nº DE EMPRESAS
<b>PARADAS DE MÁQUINAS NO PREVISTAS</b>	11
<b>MONITORIZACIÓN DISTINTOS PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN EN TIEMPO REAL</b>	12
<b>PLANIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN</b>	2

Los problemas de producción más importantes están relacionados con la parada no prevista de maquinaria, que al ser mayoritaria en el sector la producción en serie conllevaría la parada de una línea completa. La monitorización de distintos parámetros de producción en tiempo real, que repercutiría directamente en una mayor seguridad alimentaria, calidad y trazabilidad, y en menor medida, problemas de planificación de la producción.

#### 3.2.3.3 Principales problemas detectados en PERSONAS

**TABLA 13: PRINCIPALES PROBLEMAS DETECTADOS EN PERSONAS**

PROBLEMAS DETECTADOS EN PERSONAS	Nº DE EMPRESAS
<b>ERGONOMIA Y TRABAJOS EN CONDICIONES DURAS</b>	16
<b>ACCIDENTES LABORALES</b>	4
<b>FORMACIÓN</b>	2

En cuanto a personas, los principales problemas se asocian a la ergonomía y los accidentes laborales, y en menor medida a la formación de los trabajadores. Es un tema recurrente en el sector los trabajos repetitivos en condiciones duras, sobre todo en las primeras fases del proceso productivo, más asociadas a la materia prima, muy variable, en forma, tamaño, color, dureza, textura, etc. Lo que complica enormemente su automatización.

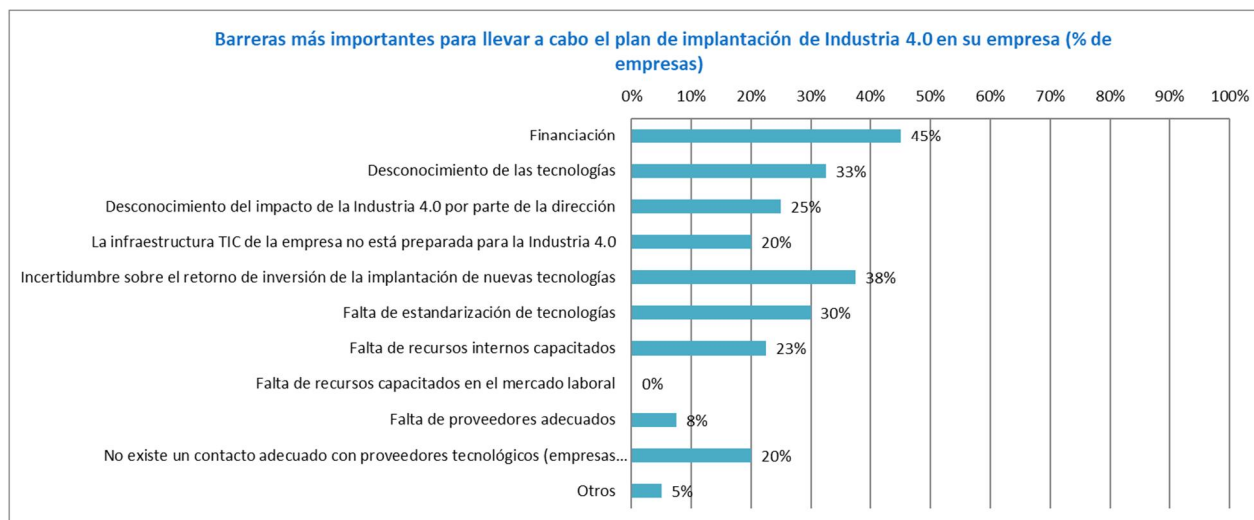
### 3.2.3.4 Principales problemas detectados en PRODUCTOS/SERVICIOS

**TABLA 14: PRINCIPALES PROBLEMAS DETECTADOS EN PRODUCTOS Y SERVICIOS**

PROBLEMAS DETECTADOS EN PERSONAS	Nº DE EMPRESAS
CO-CREACIÓN CON EL CLIENTE Y PERSONALIZACIÓN	7
TIEMPO RESPUESTA A CLIENTE SOBRE PRODUCTOS DEFECTUOSOS	6
VISION EN TIEMPO REAL STOCK POR PARTE DE CLIENTES/COMERCIALES	5
DISPONER DE INFORMACIÓN SOBRE GRADO SATISFACCIÓN DEL CLIENTE	2
REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE ENTREGA (PROTOTIPOS Y PRODUCTOS)	3

Los principales problemas en productos y servicios están asociados a la integración de toda la cadena de valor del sector, integrando clientes y proveedores en los sistemas de gestión empresarial, de forma que se pueda disponer de información en tiempo real que apoye a los sistemas de gestión productivos.

### 3.2.4 Restricciones o condicionantes identificados



**ILUSTRACIÓN 85: BARRERAS MÁS IMPORTANTES PARA LLEVAR A CABO EL PLAN DE IMPLANTACIÓN DE INDUSTRIA 4.0 EN SU EMPRESA (% DE EMPRESAS)**

Para las empresas encuestadas, pudiendo identificar hasta 3 respuestas a esta pregunta, las principales barreras para implantar la industria 4.0 son la financiación (45% de los casos), incertidumbre sobre el retorno de la inversión (38%) y el desconocimiento de las tecnologías (33%).

### 3.3 GAP TECNOLÓGICO

Se pretende en este apartado establecer el GAP tecnológico de las empresas gallegas del sector alimentación y bio, respecto a las mejores prácticas a nivel internacional.

Respecto al global de las 40 empresas encuestadas, el GAP es bastante homogéneo, destacando la implantación de automatización avanzada (no así de robótica colaborativa con muy baja implantación) y de Sistemas Ciberfísicos (CPS), que hibridan el mundo físico y virtual (no tanto IoT, cuya implantación es todavía baja).

Por otro lado, existe una baja implantación en Galicia en el sector de la alimentación y bio de soluciones de Fabricación aditiva, Tecnología de materiales inteligentes y Logística Avanzada (AGV's y UAV's (drones)).

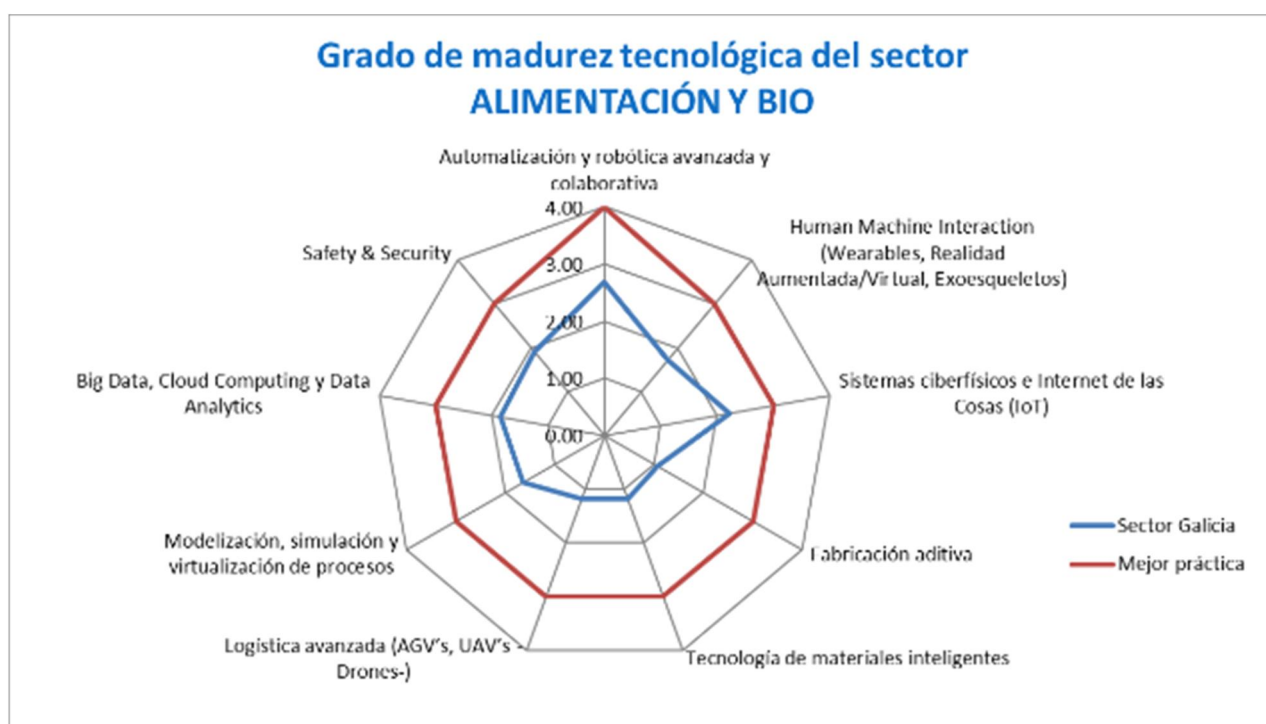


ILUSTRACIÓN 86: GRADO DE MADUREZ TECNOLÓGICA DEL SECTOR ALIMENTACIÓN Y BIO.



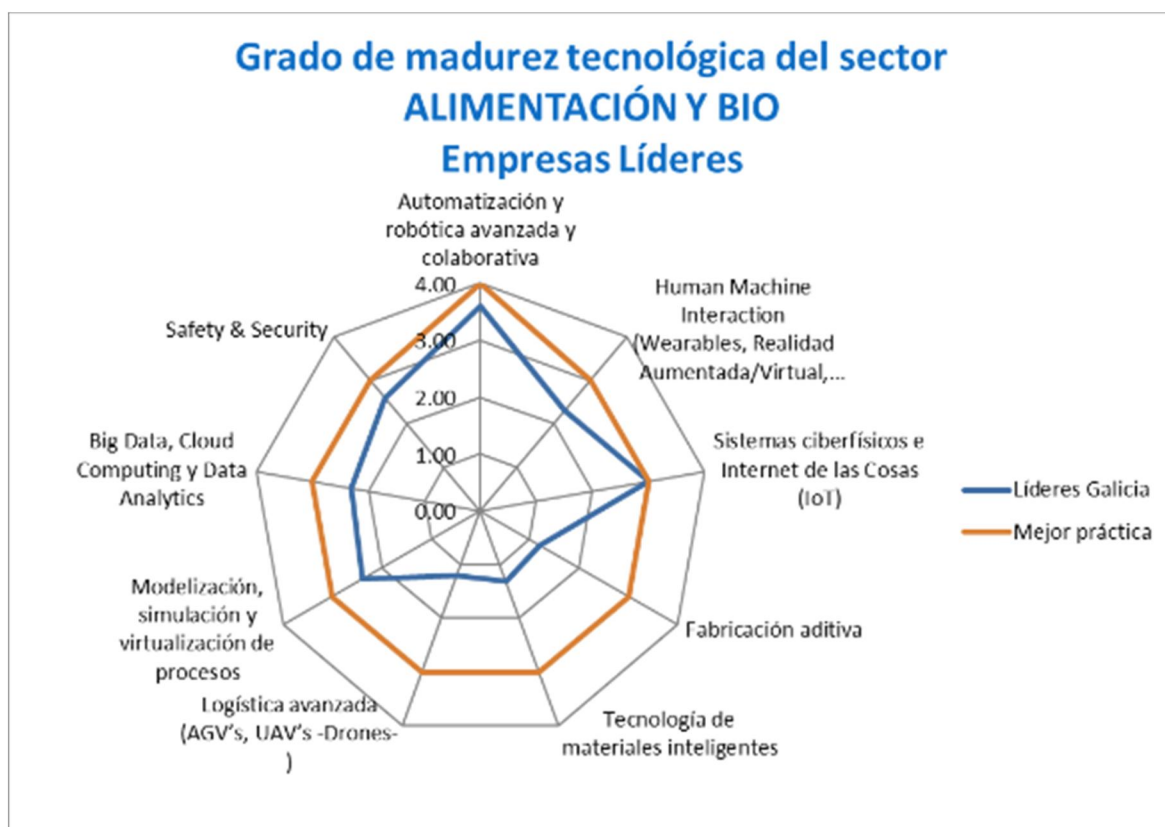
### 3.3.1 Posicionamiento agregado del sector con respecto a las mejores prácticas por tecnologías emergentes, y segmentación del GAP por tramos

Se ha realizado una segmentación de las 40 empresas encuestadas en tramos, utilizando como parámetro de segmentación el grado de implantación de las tecnologías 4.0 estudiadas. De esta forma se caracterizará como:

- **Líder:** empresas a las que se le ha asignado al menos un “4” (1 (bajo) a 4 (alto)) en al menos una de las tecnologías, o al menos tres “3” en tres tecnologías distintas.
- **Intermedia:** Si tiene 1 o 2 tecnologías caracterizadas con un “3”.
- **Menos avanzada:** Si no dispone de ningún “3” asignado a ninguna tecnología 4.0

De esta forma, los GAPs tecnológicos por segmentos quedaría de la siguiente manera:

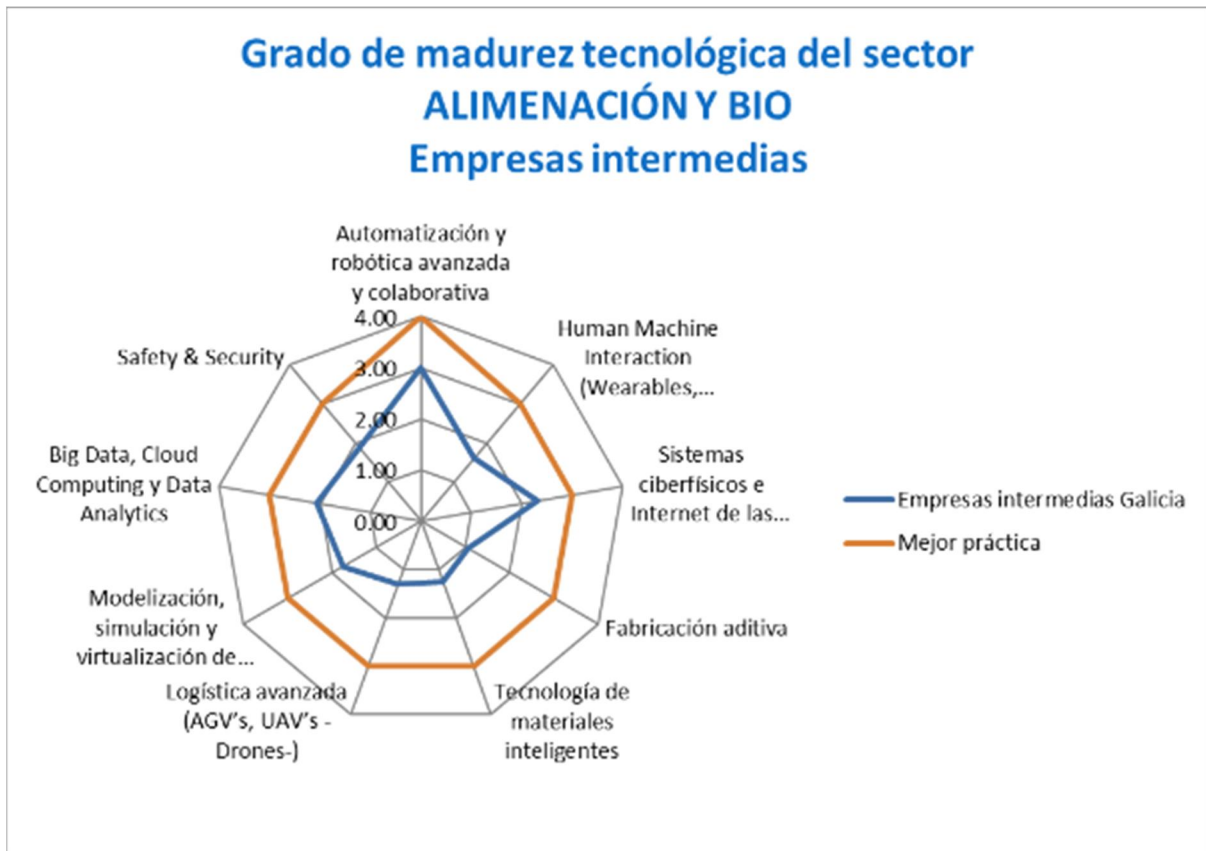
### 3.3.2 GAP tecnológico de las empresas líderes



**ILUSTRACIÓN 87: GRADO DE MADUREZ TECNOLÓGICA DE EMPRESAS LÍDERES DEL SECTOR ALIMENTACIÓN Y BIO.**

En cuanto a las empresas líderes el GAP es mayor en las tecnologías de fabricación aditiva, tecnología de materiales inteligentes y logística avanzada (AGV's y UAV's), siendo el GAP bastante menor en el resto de las tecnologías habilitadoras 4.0. Esto se explica en parte por el tipo de producción de las empresas líderes, con grandes series de fabricación lo que facilita la automatización avanzada y tecnologías afines. Por otro lado, la seguridad tanto de los trabajadores (dado las condiciones de trabajo difíciles en algunos casos) como de los datos por exigencias normativas, hacen que tanto tecnologías de Safety & Security como de Análisis de Datos sean relevantes en este segmento de empresas líderes del sector.

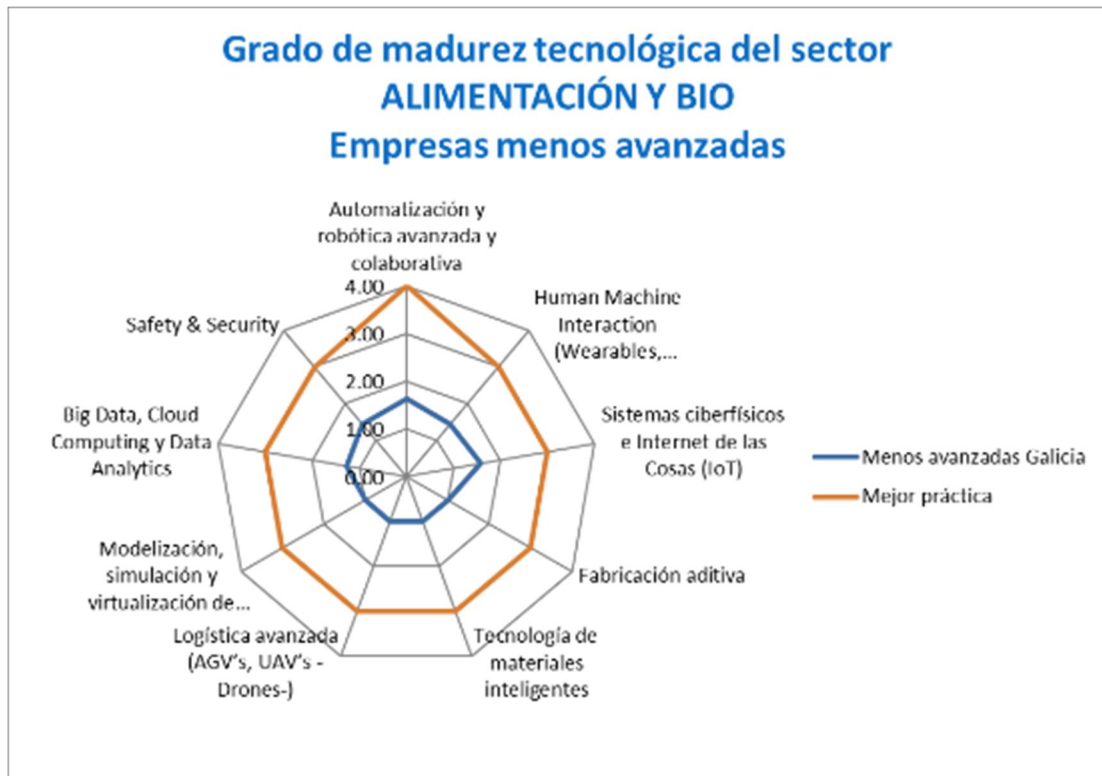
### 3.3.3 GAP tecnológico de las empresas intermedias



**ILUSTRACIÓN 88: GRADO DE MADUREZ TECNOLÓGICA DE EMPRESAS INTERMEDIAS DEL SECTOR ALIMENTACIÓN Y BIO.**

En cuanto a las empresas intermedias, ocurre de forma similar a las empresas líderes, con un GAP ligeramente mayor en todas las tecnologías, pero con características comunes con las empresas tecnológicamente más punteras.

### 3.3.4 GAP tecnológico de las empresas menos avanzadas



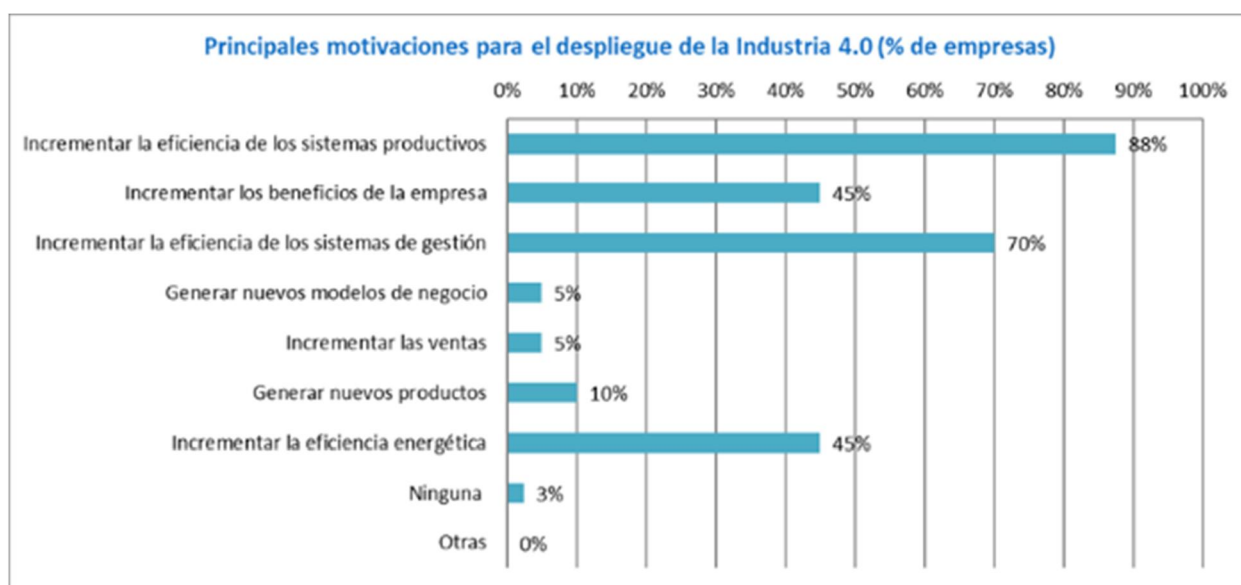
**ILUSTRACIÓN 89: GRADO DE MADUREZ TECNOLÓGICA DE EMPRESAS MENOS AVANZADAS DEL SECTOR ALIMENTACIÓN Y BIO.**

En cuanto a las empresas menos avanzadas, se observa que el GAP es mucho mayor que en casos anteriores. Como se ha venido comentando en el informe, las empresas más pequeñas, que se corresponden en la mayoría de los casos con este segmento de empresas menos avanzadas en este sector, son las que tienen una mayor dificultad a la hora de implantar soluciones 4.0, tanto por problemas de estructura de personal tecnológicamente formado, como por problemas de financiación para acometer las inversiones 4.0.

## 4. OPORTUNIDADES DE MEJORA

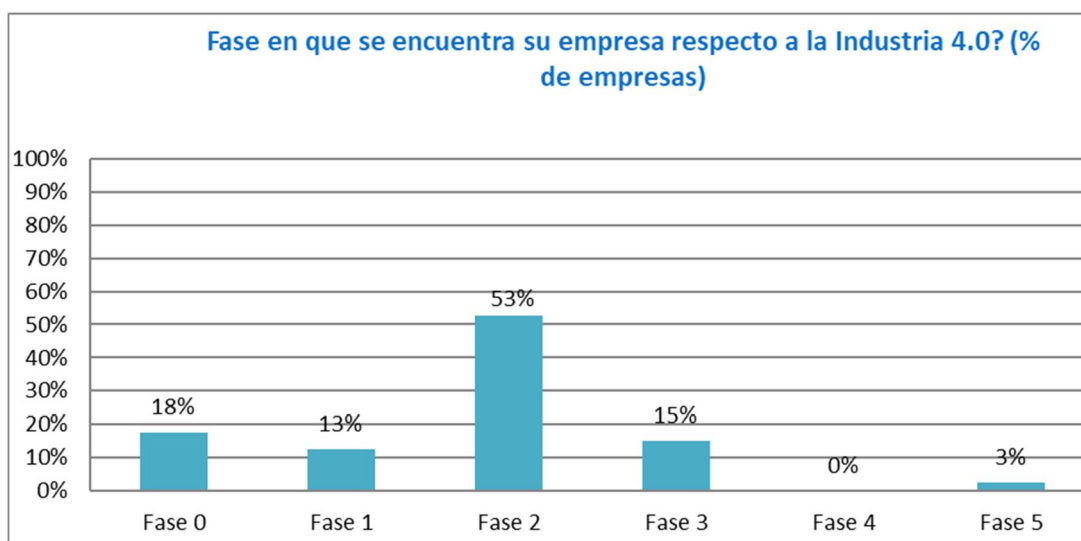
En este apartado se analizarán las oportunidades de mejora detectadas relacionadas con la industria 4.0 en relación a los problemas identificados por las 40 empresas encuestadas.

### 4.1 PRINCIPALES CONCLUSIONES DE LA ESTRATEGIA DE IMPLANTACIÓN DE TECNOLOGÍAS 4.0 EN LAS EMPRESAS DEL SECTOR. MATRIZ DAFO DEL SECTOR



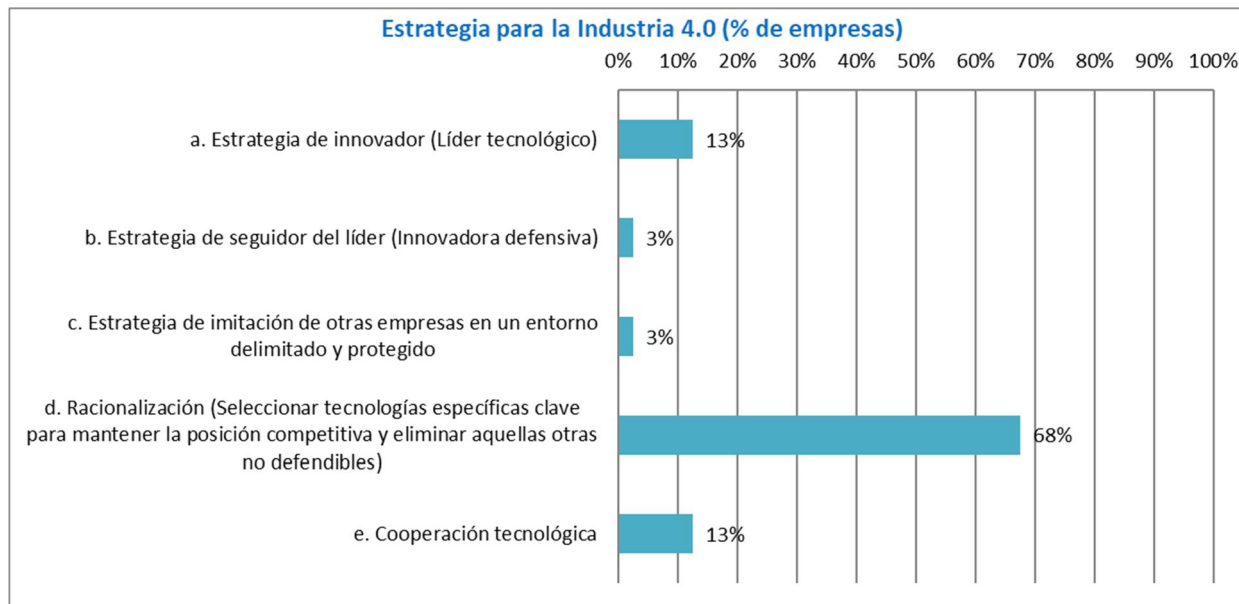
**ILUSTRACIÓN 90: PRINCIPALES MOTIVACIONES PARA EL DESPLIEGUE DE LA INDUSTRIA 4.0 (% DE EMPRESAS)**

Las 3 principales motivaciones empresariales (en esta pregunta las empresas podían identificar hasta un máximo de 3 motivaciones) son el incrementar la eficiencia de los sistemas productivos (en un 88% de los casos se ha nombrado), la eficiencia de los sistemas de gestión (un 70%), y aumentar la eficiencia energética (un 45% de los casos). Incrementar los beneficios de la empresa también es identificado en un 45% de los casos, porque en la mayoría de las ocasiones es identificado como una consecuencia de las anteriores motivaciones, no directamente una motivación.



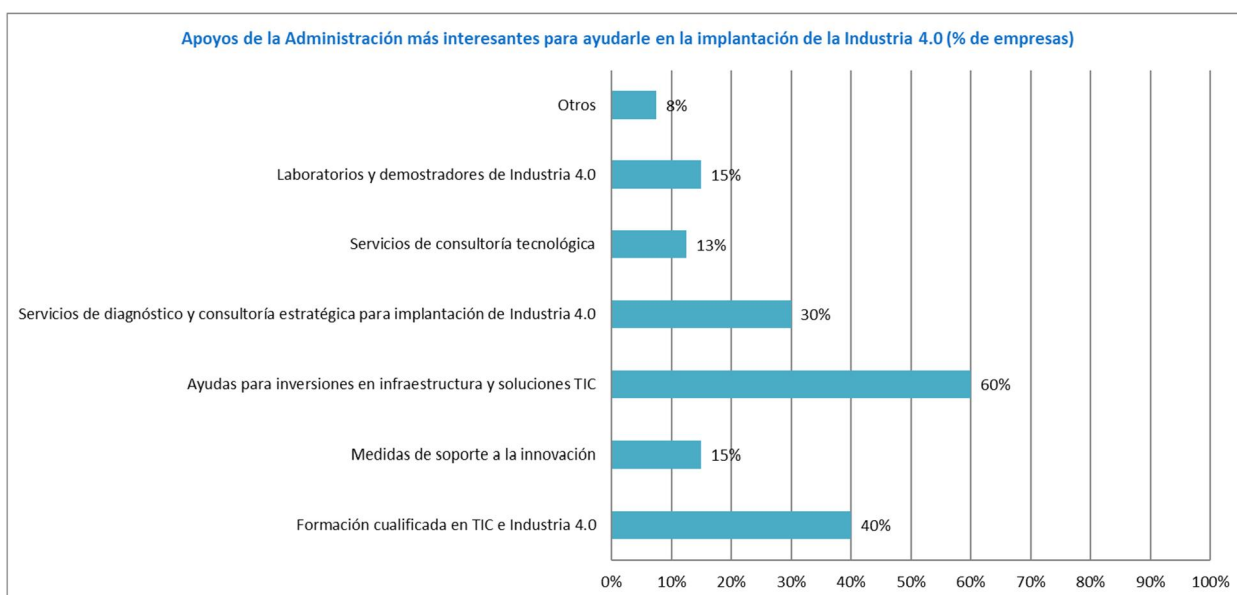
**ILUSTRACIÓN 91: FASE EN QUE SE ENCUENTRA SU EMPRESA RESPECTO A LA INDUSTRIA 4.0? (% DE EMPRESAS)**

Respecto al nivel de avance dentro del marco de la industria 4.0, más de la mitad (53%) de las empresas han empezado a realizar alguna acción (fase 2), un 13% son conscientes de la importancia, pero no han iniciado acciones y el 18% simplemente no han realizado ninguna acción. Dentro de la fase 3 (han definido un roadmap) se encuentra el 15% y sólo el 3% (1 empresa) está implantando el roadmap según el plan de negocio (fase 5).



**ILUSTRACIÓN 92: ESTRATEGIA PARA LA INDUSTRIA 4.0 (% DE EMPRESAS)**

La mayor parte de las empresas (un 68% de las encuestadas) considera que la mejor estrategia consiste en la racionalización, seleccionando las tecnologías específicas clave para sus empresas.



**ILUSTRACIÓN 93: APOYOS DE LA ADMINISTRACIÓN MÁS INTERESANTES PARA AYUDARLE EN LA IMPLANTACIÓN DE LA INDUSTRIA 4.0 (% DE EMPRESAS)**

Los principales apoyos que necesitan las empresas de la administración son las relativas a la inversión en infraestructuras y soluciones TIC (60%), formación cualificada (TIC e Industria 4.0)(40%) y en tercer lugar servicios de diagnóstico y consultoría estratégica (30%).

Matriz DAFO del sector Alimentación y Bio

<b>DEBILIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Existe una gran brecha tecnológica en función del tamaño de las empresas, cuanto más grandes, mayor implantación de tecnologías 4.0. Para las empresas pequeñas la brecha tecnológica es muy importante.</li> <li>2. Predominio de la mano de obra en ciertos procesos industriales que todavía no han podido ser automatizados dada su gran complejidad.</li> <li>3. Bajo desarrollo digital de los proveedores de la industria, principalmente del sector primario.</li> <li>4. Baja cultura de colaboración tecnológica inter-empresarial en la industria alimentación y bio.</li> <li>5. Bajo nivel de formación en tecnologías 4.0 en las estructuras empresariales del sector.</li> <li>6. Baja tasa de personal técnico cualificado con capacidades 4.0 en las plantillas de las empresas del sector.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. En los subsectores donde la materia prima está en terceros países emergentes (atún o cefalópodos, por ejemplo), sus carencias tecnológicas dificultan la competitividad y productividad de las empresas gallegas al depender de estos mercados y sus infraestructuras TIC.</li> <li>2. El incremento de producción en países emergentes, unido a los tratados de comercio internacionales, puede mermar los beneficios de las empresas y disminuir su capacidad inversora en industria 4.0, al no tener que cumplir estos terceros países las estrictas normativas de calidad y seguridad alimentaria, laboral y medioambiental gallegas y europeas.</li> <li>3. La fuerte concentración en la Distribución disminuye la capacidad de negociación de la industria y merma sus márgenes de beneficios e inversiones en industria 4.0.</li> <li>4. Efectos del cambio climático puede repercutir negativamente en la producción primaria en Galicia (vino, leche, mejillón, ...) y dificultar el control de la materia prima industrial.</li> </ol>
<b>FORTALEZAS</b>	<b>OPORTUNIDADES</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Existencia de empresas tractoras líderes a nivel nacional y europeo en sus sectores (principalmente pesca y lácteos) con un buen nivel de implantación de tecnologías 4.0.</li> <li>2. Existencia de un tejido empresarial auxiliar industrial con experiencia en la implantación de tecnologías 4.0.</li> <li>3. Normativa estricta en el cumplimiento de altos estándares de seguridad alimentaria. Este alto grado de control de la calidad se apoya en técnicas de digitalización basadas en tecnologías 4.0.</li> <li>4. Existencia de clústeres en Galicia en los sectores alimentación (CLUSAGA) y Bio (BIOGA) donde se da difusión a temas 4.0.</li> <li>5. Existencia de un Centro Tecnológico específico en relación a la Alimentación y la Biotecnología, ANFACO-CECOPECA, con amplia experiencia en proyectos de I+D</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reducción potencial de costes gracias a la digitalización y automatización avanzada, maximizando los beneficios.</li> <li>2. Aprovechamiento de nuevos canales de venta y comercialización relacionados con la digitalización 4.0.</li> <li>3. Las crecientes exigencias e información de los consumidores, junto a sus requerimientos de personalización, cercanía, bajo nivel de procesado y sostenibilidad de los productos, son una oportunidad para ofrecer bienes con un alto valor añadido, incrementando los márgenes de beneficio, a través de tecnologías 4.0.</li> <li>4. Se están potenciando estrategias políticas relacionadas con I+D e industria 4.0, tanto a nivel gallego, como nacional, como europeo.</li> <li>5. La industria 4.0 permite agilidad a la hora de adaptar producción y productos a las</li> </ol>



relacionados con Industria 4.0.

cambiantes exigencias de los clientes.

4.1.1 Visión del Clúster Alimentario De Galicia (Clusaga). Visiónestratégicade la implantaciónde la industria 4.0 en el Sector Alimentación gallego.

#### VISIÓN DE LA INDUSTRIA 4.0 EN EL SECTOR ALIMENTACIÓN: NECESIDADES DE IMPLANTACIÓN EN EL SECTOR

- **La innovación tecnológica para optimizar los procesos de producción y envasado:** rastrear los alimentos de manera consistente y eficiente desde el punto de origen al punto de consumo a través de las TIC.
- **La implementación de sistemas de gestión avanzados que puede:** mejorar la gestión de los riesgos relacionados con la seguridad alimentaria, garantizar la autenticidad del producto y proporcionar información confiable a los clientes y al consumidor final, mejorar la gestión de la oferta y mejorar la calidad del producto.
- **Las soluciones de automatización de procesos:** proporcionan la oportunidad de aumentar las tasas de producción, mejorar el rendimiento y la sostenibilidad. En paralelo es necesario la aplicación de tecnologías para analizar la información sobre la demanda de consumo, la experiencia del cliente para adaptar los propios procesos y productos a esa demanda.

#### ESTADO DE IMPLANTACIÓN EN EL SECTOR ALIMENTACIÓN: OPORTUNIDADES Y BARRERAS DETECTADAS

En las PYMEs de la industria alimentaria se han identificado retos o desafíos industriales para el futuro tales como: **necesidad de automatizar muchas transacciones** que todavía se realizan de forma manual, así como la automatización de procesos dado que proporcionan la oportunidad de aumentar las tasas de producción, rendimiento y sostenibilidad; **gestión de la trazabilidad multidimensional** extremo a extremo ya que la seguridad y calidad del producto es clave; la **información debe ser el motor de la empresa; mejora de la planificación y previsión de la producción;** implementación de **sistemas de gestión avanzados;** mayor **acceso a las TIC e incorporación de sensores en los procesos productivos** para la mejora del rendimiento.

Por lo tanto, se debe desarrollar **una estrategia de industria 4.0 que asegure el posicionamiento competitivo** futuro, impulsando en gran medida la innovación tecnológica y remarcando para ello cuatro aspectos clave: fábricas inteligentes o flexibilización de la cadena, internet de los servicios (creando capacidades de producción virtuales), Big Data y automatización de los procesos. Estas tecnologías ofrecen protección de los activos de negocio, seguridad de la información confidencial, la digitalización de procesos, fórmulas maestras y métodos de producción que impiden la fuga de información clave hacia la competencia, aportando seguridad a la competitividad de las empresas.

#### PROPUESTA DE MEJORA PARA UNA IMPLANTACIÓN EFECTIVA DE LA INDUSTRIA 4.0 EN EL SECTOR ALIMENTACIÓN

Se trata de establecer un **sistema totalmente automatizado que mejore la gestión de producción,** planificación y distribución para que las empresas sean más rentables. Las empresas que desean adaptarse deben pasar por un proceso de cambio y mentalidad para comprometerse con este nuevo modelo de negocio. Encontrarán buenos resultados y podrán cumplir las expectativas de los consumidores brindándoles confianza y seguridad.

En resumen, Industria 4.0 es un cambio de paradigma de enorme valor para la industria alimentaria. Es el futuro de los próximos años, una realidad que indica la transición de entornos analógicos a digitales. Nace para responder a un entorno interconectado que está comprometido con la producción flexible y eficiente, la integración del consumidor hiperconectada a los procesos de innovación, las cadenas de valor colaborativas y una mejor adaptación al medio ambiente.

### 4.1.2 Visión Clúster Tecnológico Empresarial de las ciencias de La vida (Bioga). Visión estratégica de la implantación de la industria 4.0 en elSector Bio gallego.

#### VISIÓN DE LA INDUSTRIA 4.0 EN EL SECTOR BIO. NECESIDADES DE IMPLANTACIÓN EN EL SECTOR

**Galicia es característica por el talento investigador y la aplicación bio innovadora** empresarial en sectores productivos maduros que mejoran los procesos de sectores como el agroalimentario, el acuícola o el agroforestal, ofreciendo soluciones transversales en el diseño de la Industria 4.0, fundamental para el impulso que el Cluster desarrolla, como nexo de unión e interlocutor del tejido empresarial biotech, joven e incipiente, con una gran energía y capacidad para consolidarse en la economía gallega.

En el mundo de la biotecnología emergen día a día avances en el conocimiento científico, avances que provienen de una combinación de la tecnología aplicada al sector (computación avanzada, big data, machine learning...) junto con la innovación en el descubrimiento y desarrollo de nuevos productos o sistemas.

Sin embargo, hay que destacar que la Industria 4.0 abarca un campo muy amplio, y es necesario trabajar con las empresas y crear cultura en Industria 4.0 con el fin de priorizar las necesidades de implantación en el sector, pues debido a la tipología de empresa que forma el sector biotech en Galicia, no es fácil que las empresas incluyan en su planificación a corto plazo la implementación de herramientas TIC.

#### ESTADO DE IMPLANTACIÓN EN EL SECTOR BIO. OPORTUNIDADES Y BARRERAS DETECTADAS

La oportunidad clara en este ámbito destaca por que las empresas biotecnológicas son compañías en constante cambio que se adaptan al panorama actual mediante la innovación y la empleabilidad de las diferentes tecnologías.

En cambio, una de las principales barreras que encontramos en la implantación de la Industria 4.0 en el entorno Bio gallego es la **“no priorización” de las empresas para implementar herramientas y soluciones TICs** ya que se caracteriza en su mayoría por micropymes y pymes muy vinculadas al ámbito investigador y donde sus plantillas, que no superan en su mayoría los 10 empleados, pasan a un segundo plano su plan de acción en Industria 4.0 y consecuentemente no ejecutan gasto vinculado a la puesta en marcha de procesos productivos más eficientes como la aplicación de la eficiencia energética para obtener medidas de ahorro o el empleo de herramientas de monitorización.

Otra barrera detectada en el ámbito biotecnológico es el **rechazo a la utilización de las mismas por falta de cultura en Industria 4.0**, ya que las empresas tienen miedo al riesgo en el diseño y realización de mejoras en los campos tecnológicos de la empresa. Cabe destacar que, las empresas biotec gallegas, en sus primeros años de vida, aúnan todos sus esfuerzos en dedicar al máximo sus recursos en el desarrollo de su línea principal de actividad dejando en un segundo plano las mejoras tecnológicas transversales a la actividad principal. Además en muchos casos, estas empresas vinculadas a las Universidades y Centros

Tecnológicos, usan las instalaciones de las mismas, por lo que consideramos que estas entidades tienen un papel importante en el desarrollo y promoción de proyectos piloto y buenas prácticas.

### PROPUESTA DE MEJORA PARA UNA IMPLANTACIÓN EFECTIVA DE LA INDUSTRIA 4.0 EN EL SECTOR BIO

---

Es importante **comenzar formando a las empresas biotecnológicas gallegas** en esta materia, ya que a pesar de que las empresas más consolidadas en este ámbito sí aplican tecnologías de modernización, todavía falta involucración por parte del tejido empresarial biotech. Por tanto, se debe crear un **sistema específico de formación dirigido a los cuadros directivos y a los mandos intermedios** de manera que puedan comenzar procesos de mejora en sus empresas.

En el sector biotech gallego sí hay acciones muy afianzadas en cuanto al intercambio de buenas prácticas y formación cruzada, y que funciona muy bien en mostrar la puesta en marcha de soluciones colaborativas de manera que se adapten los procesos de una compañía a otra, aumentando el valor final ya que genera **networking** y la realización de **acciones conjuntas entre las empresas**.

Así mismo, desde las Administraciones, es fundamental el papel que están desarrollando como “ventanilla única” para proponer planes de acción y solventar problemáticas al respecto a la metodología de implantación de Industria 4.0, así como crear un canal de comunicación bidireccional con el fin de ajustar las necesidades de toda la cadena de valor.

Con las medidas propuestas anteriormente podríamos mejorar el escenario actual en este tema, pero no debemos olvidar que queda mucho que perfeccionar en la aplicación de la Industria 4.0 en el sector biotech, aunque podemos concluir que **el resultado es positivo y se está viendo un avance rápido**, que con el impulso adecuado se formalizará un panorama óptimo.

## 4.2 OPORTUNIDADES TECNOLÓGICAS DE MEJORA DETECTADAS

En cuanto a la **calidad**, las principales oportunidades alineadas con las necesidades de las empresas, irían enfocadas a la trazabilidad y control de la calidad de los productos asociados a la seguridad alimentaria, a la detección de objetos extraños, descartes o producto no válido de las líneas productivas, y por último a la detección temprana de defectos como etiquetas incorrectas, golpes en producto, etc. Las empresas consultadas entienden mayoritariamente que las tecnologías habilitadoras 4.0, tendrían un impacto directo en la calidad de sus productos.

Relacionado con la **producción**, las principales oportunidades serían relacionadas con las paradas no previstas de máquinas, que dado que la producción es mayoritariamente en serie en el sector, la parada de una sola máquina se convierte en la parada de una línea de producción completa, lo que conlleva cuantiosas pérdidas económicas cada vez que sucede. La monitorización de distintos parámetros de producción en tiempo real sería otra importante oportunidad de mejora para las empresas, monitorización muy en línea con las propuestas de calidad, ya que calidad y producción son percibidos como conceptos muy cercanos por las empresas de este sector. En menor medida existiría también una oportunidad en el desarrollo de herramientas 4.0 para una mejor planificación de la producción.

En cuanto a **personas**, las oportunidades de mejora irían enfocadas a mejorar la ergonomía y los puestos con unas condiciones de trabajo más duras, reduciendo tanto las lesiones como los accidentes laborales. Tal como se ha comentado a lo largo del informe, todavía existen ciertos procesos, sobre todo los más relacionados con la materia prima, que por falta de evolución tecnológica al ser un sector tradicional e incluso artesano en ocasiones, todavía no han podido ser automatizados. Estos puestos con una mayor carga de mano de obra, son a la vez los que más problemas ergonómicos generan al ser en la mayoría de las ocasiones trabajos repetitivos, y los que presentan una mayor oportunidad de mejora.

Las oportunidades de mejora relacionadas con **productos y servicios** van más enfocadas a la integración vertical de toda la cadena de valor del sector, donde mediante plataformas de intercambio de información con los distintos agentes, se pueda realizar una co-creación y personalización de la mano del cliente, se pueda dar a los clientes un tiempo de respuesta satisfactorio sobre productos defectuosos, se puedan reducir tiempos de entrega y se pueda disponer de información de primera mano sobre el grado de satisfacción de este. Por el lado de los proveedores, la integración de estos en los sistemas de gestión empresarial, aumentaría la seguridad alimentaria, la calidad y la trazabilidad de los productos, aunque dado el bajo índice de digitalización del sector primario, este sería un reto muy importante con una oportunidad de mejora asociada muy interesante.

### 4.3 PROPUESTAS DE ACCIONES A CORTO PLAZO

Las **oportunidades de mejora tecnológica** han sido detectadas a través del análisis de las principales problemáticas que manifiestan las empresas, en el sector alimentación y bio, muchos de estos problemas son relacionados con la **seguridad alimentaria** y la **personalización de productos**, junto con otros factores tales como el estudio del potencial de mejora de cada uno de los Elementos Generadores de Valor o el análisis de qué tecnologías emergentes podrían ser empleadas de forma concreta para solventar dichos problemas.

Agrupando **las necesidades** expresadas por las empresas encuestadas y las **posibles tecnologías emergentes** que podrían solucionar estos **problemas**, obtenemos 4 soluciones integradas principales, que serían **acciones con posibilidades de implantación a corto plazo y con un impacto directo** en la solución de estos problemas manifestados por las empresas:

1. **Automatización avanzada** unida a **visión artificial**. La **retirada de objetos extraños, descartes y producto no válido** es valorado por las empresas del sector alimentación y bio, como uno de sus principales problemas tanto en **calidad** como en **producción**, por lo que la aplicación de tecnologías de automatización avanzada y visión artificial tendrían un **impacto directo en la mejora de estos problemas**.
2. Implantación de **sensorización avanzada y materiales inteligentes**, tanto en los **productos** como en los **procesos industriales**, y sería una solución alineada con la **trazabilidad y la seguridad alimentaria**. Herramientas de **Big Data** y **Data Analytics**, con unos **costes contenidos** una vez que las empresas ya disponen de grandes volúmenes de datos recopilados, son una de las principales herramientas 4.0 a utilizar con una **interesante relación coste/beneficio**.
3. **Digitalización e integración de toda la cadena de valor** (desde los productores primarios a los clientes finales). Mediante la implantación de **plataformas de intercambio de información** en tiempo real, se aumentaría tanto la **trazabilidad** como la **seguridad alimentaria** de los productos.
4. **Fabricación aditiva** para una máxima personalización de producto, tanto en **forma y textura**, como en **ingredientes funcionales** adaptados al **perfil del consumidor**. Dentro de la tendencia de la personalización de productos, en el sector alimentación y bio existen dos vectores de actuación, por un lado en **forma**, permitiendo la fabricación aditiva la impresión 3D con materiales alimentarios, y en **textura**, adaptada al perfil del usuario (niños, personas mayores, etc.), y por otro lado en **ingredientes funcionales** adaptados a las **necesidades específicas e individualizadas** del cliente, tales como suplementos deportivos personalizados o suplementos alimenticios complementarios para personas de avanzada edad.

## 5. CONCLUSIONES

**El sector agroalimentario gallego supone más del 5% del PIB español**, alcanza más del 10% si se incluye el sector primario, y concentra el 7% del empleo. Por otro lado, existen más de 200 organizaciones en Galicia en el ámbito de la biotecnología, lo que la ha convertido en un polo de biotecnología a nivel nacional. Galicia es la tercera comunidad más bioempresadora de España, y ha estado en los primeros puestos desde 2012.

**Galicia es el líder nacional en exportaciones agroalimentarias**, es líder mundial en acuicultura (mejillón, rodaballo, besugo, ostra plana,...), Galicia cuenta con el 50% de los buques de pesca españoles y por encima del 80% de la producción de conservas de pescado y marisco española, además de disponer de DOP's y el sello de Galicia Calidade como referente de prestigio internacional. Por todo ello, Galicia es una potencia consolidada en el sector alimentación, y emergente en el sector biotecnológico.

Aun siendo un sector líder, **la implantación de tecnologías 4.0 es desigual**. Sobre todo, existe un importante GAP tecnológico en función del tamaño de las empresas, las empresas pequeñas del sector alimentación y bio, encuentran mayores barreras a la hora de integrar en sus procesos productivos tecnologías habilitadoras 4.0, tanto por motivos económicos como de filosofía empresarial al ser un sector tradicional.

**Las principales tecnologías 4.0 implantadas de forma general en el sector son las relacionadas con las producciones en serie de tiradas largas**, característica general del sector en Galicia. Es por ello que el grado de implantación de la automatización avanzada, con sus tecnologías afines, Sistemas de Interacción Hombre-Máquina (HMI) y Sistemas Ciberfísicos (CPS) son las de mayor grado de implantación en Galicia, sobre todo en los procesos finales de las plantas de producción (picking, packing and palletizing), una vez que la materia prima ya está preparada para continuar su procesado, ya que en las fases iniciales las tareas son todavía muy intensivas en mano de obra por la dificultad añadida de trabajar con materia prima procedente de organismos vivos, lo que dificulta la automatización de su procesado.

Otras tecnologías habilitadoras 4.0 que tienen un grado de implantación importante son **Safety & Security**, donde por un lado las condiciones de trabajo, en ocasiones repetitivas y en condiciones difíciles, son una preocupación para el sector, y por otro lado la recopilación y almacenamiento de datos es una necesidad por la exigencia normativa de seguridad alimentaria, calidad y trazabilidad. A su vez, estos grandes volúmenes de datos almacenados son una gran oportunidad de extraer información a través de tecnologías de Big Data, Cloud Computing y Data Analytics, que son identificadas por las empresas como tecnologías que pueden aportar una gran información a costes contenidos.

Como tecnologías con una menor implantación, pero con un gran potencial de aplicación en el sector, se encontrarían **la fabricación aditiva**(en forma/textura e ingredientes funcionales), **los materiales inteligentes**(para asegurar la calidad, trazabilidad y seguridad alimentaria) y **la simulación, modelización y virtualización de procesos** (a nivel de simulación de planta de producción).

Como conclusión final, **aun siendo el sector alimentación y bio uno de los más avanzados tecnológicamente en Galicia, queda mucho camino por recorrer hacia la plena Industria 4.0**, sobre todo en los procesos relacionados con la materia prima, poco avanzados hasta el momento, la digitalización de

las plantas de producción, y en la digitalización de toda la cadena de valor, tanto en el contacto con los clientes, como con los proveedores (poco digitalizados a día de hoy, sobre todo en el sector primario).

## 6. ANEXOS

### 6.1 DESCRIPCIÓN DEL CUESTIONARIO Y METODOLOGÍA DE EJECUCIÓN.

El cuestionario empleado es el original planteado inicialmente para todos los sectores, sin ningún tipo de adaptación al sector alimentación y bio ni modificación, ya que se adecúa razonablemente bien a las particularidades de este sector.

En cuanto a **las barreras a la hora de acometer las encuestas** en las empresas que han declinado hacerla y han sido sustituidas (en torno a 10 empresas), se podrían reseñar:

- **Falta de tiempo debido tanto a acumulación de tareas** (sobre todo en los meses de verano debido a vacaciones y picos de producción tanto en las plantas de alimentación como de bebidas).
- **Poco interés en la temática** al encontrarse muy lejos de ella, y desconocimiento de las tecnologías, sobre todo en las empresas de menor tamaño.

Se han realizado las visitas a las 40 empresas encuestadas, con un tiempo medio de realización de la encuesta de entre 1h y 2h, quedando en muchos casos información pendiente de tipo numérica (consumos de energía, tipología y cantidad de residuos generados o estructura de costes, como más salientables), que se enviaba posteriormente para su recopilación vía correo electrónico (en muchos casos las empresas declinaron responder con estos datos).

Otra de las trabas recurrentes es que **la persona encuestada no dispone de información** (o no existe esta información en la empresa) sobre previsiones de implementación de inversiones en tecnologías 4.0 ni estimaciones del retorno de la inversión esperados para este tipo de proyectos, por lo que, en muchos casos, no se ha podido recopilar este tipo de información.

Dependiendo del perfil de la persona encuestada, siendo Gerencia, Producción, I+D y Mantenimiento los principales departamentos a los que pertenecen los encuestados, existe el riesgo de cierto sesgo en las respuestas al ser muy difícil que una sola persona acumule conocimiento sobre todas las áreas por las que se preguntan en la encuesta, no sólo tecnológicas, si no de conocimientos sobre tipologías de proyectos de I+D, inversiones, estrategia de la empresa, tecnologías de la información, etc. Conocimientos muy variables en función del perfil de la persona encuestada.

## NÚMERO Y ESTRUCTURA DE LOS CUESTIONARIOS EMPLEADOS

Como base para la ejecución del trabajo de campo (entrevistas con empresas) **se han definido dos cuestionarios: uno en general para todos los sectores y otro particular para el sector TIC.** De esta manera un cuestionario se ha orientado a los usuarios de tecnologías (todos los sectores salvo el TIC) y el otro se ha configurado desde la perspectiva de entrevistar a los proveedores de soluciones 4.0 (sector TIC). Se han contemplado las 9 tecnologías consideradas 4.0 y como cuestión transversal la gestión de la energía y los residuos.



En el caso de las entrevistas con asociaciones empresariales y clústeres y dado el diferente perfil de estas entrevistas el cuestionario simplemente ha servido como referencia o apoyo a la hora de estructurar la reunión, de carácter más abierto y cualitativo.

En cuanto a su **estructura**, se presenta a continuación, por ser el de más amplio alcance, la del cuestionario general (para todos los sectores salvo TIC). Por cada bloque del mismo, se perfila el tipo de cuestiones que se abordan en él:

- **Bloque I: Análisis general de la empresa:** se recogen los datos básicos de caracterización de cada empresa (localización, persona contacto, actividad, estructura organizativa,...). En la medida de lo posible, cada encuestador ha tratado de preinformar estos datos generales con anterioridad a la propia entrevista.
- **Bloque II: Conocimiento general de la entidad respecto al concepto 4.0:** se recogen cuestiones sobre la cercanía y nivel de familiaridad con el concepto 4.0 y las tecnologías asociadas así como sobre su perspectiva sobre el impacto 4.0 en el mercado. También la participación en plataformas relacionadas y la formación en 4.0
- **Bloque III: Análisis del estado actual de la empresa con respecto a la industria 4.0:** se recogen distintas cuestiones sobre la implantación actual de las tecnologías y cierta perspectiva por cada una de las mismas sobre los intereses y beneficios para la empresa
  - Adicionalmente, en un anexo denominado “III.I Madurez de los procesos de negocio” se ha preguntado por cada VALUE DRIVER / GENERADOR DE VALOR por los problemas, alternativas de mejora, posible empleo de tecnologías emergentes e inversiones previstas 4.0
- **Bloque IV: Estrategia de implantación de tecnologías en industria 4.0:** en este punto se consideran cuestiones para conocer las motivaciones, situación actual, barreras y estrategia prevista al respecto del 4.0
- **Tipo de cuestionario y tipo de entrevista:** cuestionario administrado presencialmente por el experto entrevistador de cada centro tecnológico. Se ha celebrado una reunión o entrevista, previamente concertada con la empresa y en caso necesario se ha recogido algún dato o aclaración a posteriori de la entrevista.

- **Número de encuestas previstas y finalmente realizadas:** se muestra en la siguiente tabla:

Sector	Centro	Nº encuestas a realizar	Nº encuestas realizadas	Grado de avance
Aeronáutico	Gradient	25	25	100%
Agroalimentación y Bio	Anfaco-Cecopesca	40	40	100%
Automoción	Ctag	40	40	100%
EE.RR.	ITG	25	25	100%
Madera - Forestal	Energylab	40	40	100%
Metalmecánico	Aimen	40	40	100%
Naval	Aimen	40	40	100%
Piedra Natural	ITG	25	25	100%
Textil	Energylab	40	40	100%
TIC	Gradient	40	46	115%
<b>TOTAL ACUMULADO</b>		<b>355</b>	<b>361</b>	<b>102%</b>

- **Representatividad de las encuestas realizadas:** se ha tratado de que **la muestra por sector fuese lo más representativa de la población objetivo del sector**. Los criterios concretos y condicionantes por sector a la hora de definir la población objetivo han sido explicados previamente en cada diagnóstico sectorial.

Al hablar de representatividad se ha tratado de obtener a nivel tamaño (pymes y grandes empresas, con especial foco en las pymes), a nivel territorial y en la medida de lo posible, teniendo en cuenta el sistema de valor existente.

No obstante, es importante advertir que en **casos puntuales de sectores, hay que tener en cuenta la elevada heterogeneidad de las empresas incluidas en términos de actividad.**

- **Proceso concertación de entrevistas:**

En general este proceso, una vez listadas y asignadas las empresas a un sector (o a varios en algunos casos) se ha desarrollado con los siguientes pasos:

Envío email o llamada invitación a participar >> proceso de confirmación de la cita >> entrevista (obtención de la información) >> (si necesario) contacto posterior para aclarar dudas o datos adicionales

## 6.2 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE EMPRESAS ALIMENTACIÓN Y BIO.

Documento de referencia: Referencias Sectoriales de Galicia - LOS 18 SISTEMAS PRODUCTIVOS DE GALICIA (Consortio Zona Franca de Vigo). En el apartado "Sector Agroalimentario", se clasifican los diferentes subsectores por CNAE.

Se descartan por no ser ámbitos industriales:

- Ámbito extractivo pesquero (marisqueo y pesca).
- Ámbito primario (agrario, ganadero, acuícola).
- Ámbito exclusivamente comercializador, intermediarios, ...
- Empresas basadas en laboratorio sin proceso industrial.

Se descartan los CNAEs de productos no destinados al consumo humano.

Se han incluido además los CNAEs 1021 Procesado de pescados, crustáceos y moluscos y 1022 Fabricación de conservas de pescado y CNAE 4638 Comercio al por mayor de pescados, mariscos y otros, que, aun siendo una actividad de comercialización, existen importantes empresas industriales en Galicia bajo este CNAE con relevantes plantas industriales.

Se descartan aquellas empresas con menos de 10 empleados.

Se eliminan aquellos subsectores que no representan al menos el 1% de facturación o volumen de empleados del sector.