



The Collider

Industria Agroalimentaria

Informe de Vigilancia Tecnológica



Índice

1 Prefacio	6
2 Consolidar un Hub Agroalimentario de referencia	8
Sistemas agroalimentarios innovadores	9
Bases para consolidar un <i>hub</i> agroalimentario de referencia	10
La importancia de la investigación y la transferencia	12
Creación y adquisición de empresas emergentes	13
Incidencia en las pequeñas explotaciones y en el territorio	13
3 Tendencias e innovaciones en agricultura y ganadería	14
El reto de la gestión circular del agua	15
Agriculturas emergentes	17
Bioteología y proteína alternativa	17
Agricultura de precisión	19
Agricultura inteligente	19
Smart Farms	21
Los proveedores de tecnología, inductores de innovaciones	22
4 Tendencias e innovaciones en la industria alimentaria	24
Soluciones de seguridad en la agroindustria	25
Digitalización y seguridad	26
Automatización de la industria alimentaria	27
Las inversiones en tecnología de los fabricantes	28
Tecnologías de próxima generación	28
Adquisición de tecnologías de otras industrias	30
Envases inteligentes	31
5 Las personas consumidoras, fuente de innovaciones	32
Nuevas tendencias de consumo	33
El auge de los alimentos funcionales	34
Avances en nutrición personalizada	35
El «Freedom Food» es tendencia	36
Producción sostenible	37
Gastronomía innovadora	39
6 Agradecimientos	40

Este informe de vigilancia tecnológica sobre la Industria Agroalimentaria ha sido realizado por The Collider, el programa de innovación de Mobile World Capital Barcelona, en colaboración con el Grupo Vall Companys, Zyrcular Foods, la supervisión del IRTA, y las aportaciones de treinta expertos.

The Collider conecta el talento científico y empresarial para crear nuevas empresas de base tecnológica que contribuyen a aportar soluciones a los desafíos de la industria y de la sociedad.

El equipo de The Collider articula colaboraciones con prestigiosos centros de investigación y universidades, consolida y aplica mecanismos de valorización y transferencia, y ofrece soporte a la creación y el crecimiento de nuevas empresas. Su valor diferencial es el acompañamiento en el mercado de soluciones tecnológicas altamente disruptivas basadas en la inteligencia artificial, el internet de las cosas, el *blockchain*, la realidad virtual y, en general, la conectividad inteligente.

Una iniciativa de



Grupo Vall Companys es un grupo agroalimentario de carácter familiar fundado en 1956, líder en España. Apoyado por sistemas de información de última generación que aportan conectividad y automatización a las diversas instalaciones y plantas, su modelo operacional se caracteriza por la integración de las fases del proceso productivo, para alcanzar objetivos de eficiencia, seguridad, calidad, bienestar, salud y sostenibilidad. **Zyrcular Foods** es una empresa independiente al grupo, pero impulsada por los mismos accionistas.

Con la colaboración de



El **IRTA** es un instituto de investigación de la Generalitat de Catalunya, adscrito al Departamento de Acción Climática, Alimentación y Agenda Rural. Forma parte del sistema de centros de investigación CERCA de Catalunya.

Con la supervisión de





1

Prefacio

AgrofoodTech, en busca del equilibrio global

En 2050 conviviremos 10.000 millones de personas en el mismo planeta donde ahora vivimos menos de 8.000 millones. Impacta. Estamos hablando de un aumento de un 25% de la población mundial que previsiblemente no vendrá acompañado de un aumento proporcional de recursos. Esto supone un reto importante para la humanidad. ¿Cómo se puede garantizar el acceso a la alimentación de este volumen de población? ¿Es posible hacerlo de forma sostenible medioambientalmente? ¿Cómo encontraremos este equilibrio?

La gran carrera mundial está en la búsqueda de la eficiencia de todos nuestros procesos. Debemos trabajar para construir un sistema de producción, transformación y distribución de alimentos que utilice menos recursos y genere menos residuos. Evidentemente, también debemos repensar la forma de consumir para reducir al mínimo los desperdicios alimentarios. Ambas líneas de trabajo van unidas, pero en este informe hemos querido hacer una reflexión especial sobre el primer bloque. ¿Cómo producir, transformar y distribuir de forma más eficiente? Cuando se nos plantea un reto ligado a la eficiencia, la respuesta siempre nos la dará la tecnología. Es ella nuestra gran aliada en un momento clave de la humanidad para reenfocar y aumentar el grado de sostenibilidad medioambiental, económica y social de nuestro sistema.

El Agrofood engloba el sector de la alimentación considerado en el sentido amplio. Un sector que en Cataluña genera alrededor de 38.205 millones de euros de facturación, situándose como líder del sector industrial aportando un 16.28% del PIB catalán. Su digitalización es clave para sostener este liderazgo y competitividad y, a su vez, contribuir en la búsqueda de la eficiencia global al servicio del derecho a la alimentación de todos los habitantes del planeta. Los cimientos los estamos poniendo porque España ya se posiciona como una de las principales potencias globales en el ecosistema de emprendeduría en FoodTech después de un 2021 donde este sector ha triplicado la inversión recibida logrando los 695 millones de euros, un 220% más que el año anterior.

Para seguir esta tendencia es necesaria una apuesta firme del máximo de agentes implicados en una misma dirección, posicionando a Cataluña y España como *hub* agroalimentaria de referencia del sur de Europa. Un *hub* que contribuya activamente en la transformación global de un sector aún muy tradicional en un sector eficiente en maximizar producción y reducir explotación de recursos y generación de residuos. Líneas como la búsqueda de la proteína alternativa a la carne, o el uso de tecnologías de alto impacto (IA, Big Data, sensores, blockchain, etc.), están en una hoja de ruta ya en marcha.

Desde la Mobile World Capital Barcelona, a través del programa The Collider, acercamos el entorno académico y el corporativo, y conectamos talento para generar sinergias que contribuyan a generar soluciones que humanicen la tecnología para construir una sociedad mejor. En esta línea, el informe dibuja tendencias globales sobre las cuales se está trabajando, tendencias que permitirán contar con un sector más competitivo y eficiente capaz de contribuir al equilibrio global entre generación y consumo de recursos. El equilibrio es posible, la tecnología es nuestra aliada.

Carlos Grau

CEO de Mobile World Capital Barcelona



2

**Consolidar un Hub
Agroalimentario de referencia**

Los sistemas alimentarios conectan de manera explícita la vida y la salud de las plantas, los animales, las personas y el planeta. Dado que las innovaciones son, por definición, generadoras de valor añadido, los expertos coinciden en señalar que las vinculadas a las **cadena de valor agroalimentarias** progresivamente responden a la necesidad de alcanzar sistemas más sostenibles, justos y resilientes.

El sector primario destaca por ser un motor tractor de la economía tanto en España

como en Cataluña y, al mismo tiempo, tiene un nivel de circularidad de recursos y externalidad muy elevado. En este contexto, la aplicación de **tecnologías** de los ámbitos de la biotecnología, la digitalización de la agricultura y la ganadería, la inteligencia artificial y su funcionalidad predictiva, la robotización o, entre otros, los nuevos materiales, puede ser clave para favorecer que la agroalimentación progrese todavía más en los parámetros citados: más sostenibilidad, más equilibrio, más justo.

Sistemas agroalimentarios innovadores

En algunos territorios como los **Países Bajos** se están produciendo avances muy interesantes en este sentido. No cabe duda que su agricultura y horticultura son de las más avanzadas y productivas del mundo, quizás porque el país sabe a qué retos se enfrenta. Y también porque ha instrumentado el «Golden Triangle», formado por el gobierno, universidades e industrias privadas y que trabaja para testar modelos de explotación innovadores que integran nuevas tecnologías. Pongamos por ejemplo los «high-tech urban hubs» que se están implementando en la ciudad de Ámsterdam.

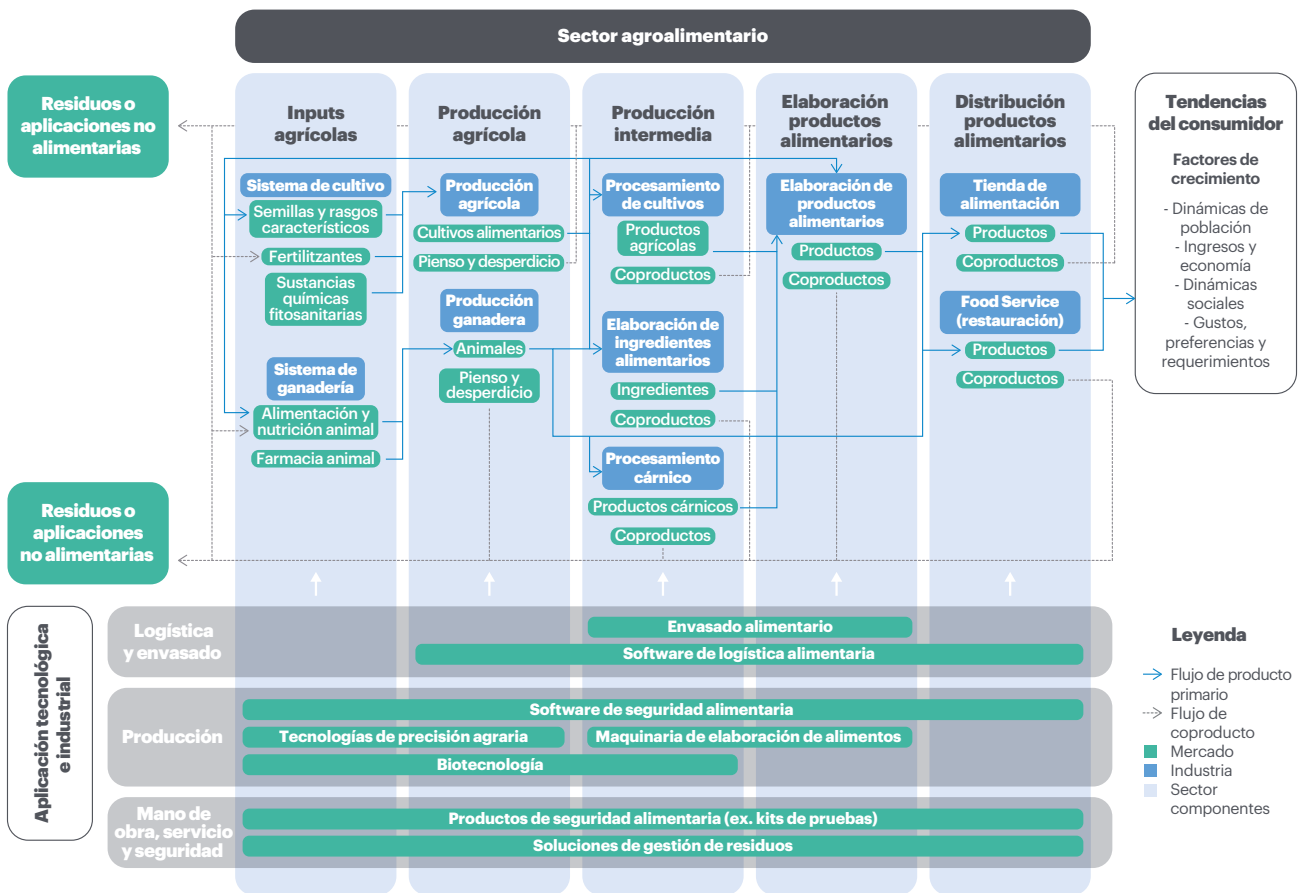
Dinamarca es otro ejemplo paradigmático de región donde, desde hace años, agricultores y ganaderos, empresas, distribuidores, universidades y administraciones públicas trabajan juntos para que su sector de alimentación orgánica se convierta en un referente mundial. Han logrado el compromiso de los diferentes agentes de la cadena de valor para defender la calidad, el bienestar animal y la sostenibilidad como prioridades. Se apunta que las claves de su modelo son, sobre todo, la investigación y la innovación, la tecnificación de las instalaciones, la calidad de la fuerza de trabajo y una legislación pionera. De todos modos, se trata de un modelo de éxito que ha logrado sensibilizar al país hasta el punto de que el consumo de alimentos orgánicos por parte de los ciudadanos es del 80%, además de liderar las exportaciones mundiales.

Efectivamente, a nivel europeo las estrategias de especialización inteligente regional persiguen este objetivo, pero aun así la articulación efectiva de este tipo de consensos es un reto complejo que requiere no solo responsabilidades individuales, sino, por encima de todo, enfoques sistémicos y **compromisos colectivos**.

Bases para consolidar un *hub* agroalimentario de referencia

Estos ejemplos europeos muestran que, en nuestro entorno, para consolidar un *hub* agroalimentario de referencia europea es necesario consensuar modelos y trabajar juntos para hacerlos realidad. **Natàlia Mas**, directora general de Industria de la Generalitat de Cataluña y consejera delegada de ACCIÓ, subraya la idea de que «resulta imprescindible tejer redes de interconexión entre los diferentes agentes de la cadena de valor de la propia industria agroalimentaria y del amplio ecosistema de apoyo, tanto del ámbito local como a nivel internacional». De hecho, Cataluña y la región continental del sur de Europa es productora y elaboradora de alimentos de referencia. Sin embargo, vemos cómo otras regiones europeas como Holanda y Dinamarca se han estructurado como *hub* y se han presentado internacionalmente como tales.

Cadena de valor del sector agroalimentario



Fuente: Frost & Sullivan (2016). *Digital Transformation in the Global Food & Agriculture Market* – p. 29

Afortunadamente, en nuestro país ya contamos con **precedentes relevantes**. **Matilde Villarroya**, secretaria de Asuntos Económicos y Fondos Europeos del Departamento de Economía y Hacienda de la Generalitat de Catalunya, explica que «la Agenda compartida para la transformación económica de las Tierras de Lleida, Pirineo y Arán ha permitido consensuar un modelo de desarrollo y trabaja para implicar a los diferentes actores del territorio con el fin de hacerlo efectivo».

Cataluña ha sido capaz de articular un plan estratégico que recoge aportaciones de múltiples actores vinculados a las cadenas de valor agroalimentarias para conseguir un sistema alimenticio sostenible, seguro, resiliente, saludable y de acceso universal. Efectivamente, el Plan Estratégico de la Alimentación de Cataluña (**PEAC**) 2021-2026 representa un importante avance en esta necesaria articulación de la acción colectiva. Sin duda es el fruto de muchos años de contribución de la Generalitat de Cataluña, mediante ACCIÓ y Prodeca, ayudando a las empresas agroalimentarias a crecer en los **mercados internacionales**, así como de trabajo para potenciar **clústers** especializados como el Foodservice Clúster, Catalonia Gourmet, FEMAC, INNOVAC e INNOVI, entre otros.

En este contexto de fomento del ecosistema, también son importantes las **ferias** relacionadas con el sector, con Alimentaria al frente, complementada con Alimentaria Foodtech, Hostelco, Hispack, Gastronomic Forum Barcelona, BioCultura, Seafood Expo Global, Free From Food Expo y Olive Oil Fair, así como otras ferias territoriales, como la de Sant Miquel en Lleida, o la de Sant Josep en Mollerussa.

En nuestro país, los principales agentes impulsores de la innovación en este sector son las empresas, las administraciones públicas, las agrupaciones, los eventos sectoriales y los representantes de las personas **consumidoras** y de la sociedad. Pero para consolidar un *hub* de referencia en Europa, además de los citados, se requiere la implicación de **centros de investigación** y tecnológicos, **empresas emergentes e inversores**.

Jaume Sió, jefe del gabinete técnico de la Secretaría General del Departamento de Acción Climática, Alimentación y Agenda Rural de la Generalitat de Catalunya, afirma que «en **Cataluña ya contamos con un *hub* agroalimentario de referencia** en el ámbito europeo. Solo hay que consolidarlo y visualizarlo en base a los retos de la sociedad y de las empresas y con un foco de trabajo y de investigación claros». En esta línea, varios expertos apuntan que es necesario crear una marca de *hub* potente, un nombre, visión e idea compartida para posicionarnos y ser reconocidos internacionalmente siguiendo casos de éxito como el del paradigmático Silicon Valley.

Apunta **Oscar Sala**, director de The Collider, que «la digitalización del sector reforzará la competitividad internacional de nuestra industria agroalimentaria. Tenemos un ecosistema maduro de innovación, referente en Europa, y una excelente producción científica. Si combinamos ambos factores, disponemos de las condiciones para convertirnos en el próximo Food Valley europeo».

Por otro lado, y según **Santi Aliaga**, CEO de Zyrcular Foods, «Cataluña debe seguir las nuevas tendencias e innovaciones en la alimentación y, por lo tanto, transitar de ser un clúster de la proteína tradicional a ser un clúster global de proteína. Es necesario impulsar un proyecto que vaya del cultivo a la mesa, integrando la cadena de valor desde el estudio de semillas locales, el cultivo, la transformación y el concentrado de proteína, la elaboración de los productos y la innovación. Podemos ser un polo de referencia gastronómico también en productos de proteína alternativa, pero para competir a nivel mundial, es necesario generar valor en las diferentes etapas productivas y no solo en la etapa de consumo final».

La importancia de la investigación y la transferencia

La **investigación aplicada y el emprendimiento** son claves para alinear las prioridades del sistema alimentario con las personas y los límites del planeta, para intensificar la producción de alimentos saludables y asequibles de forma sostenible, para regenerar el suelo y fomentar sistemas productivos respetuosos y reducir el desperdicio de alimentos.

Según **Gabriel Torres**, director de innovación de Pascual, «los ejes que guían la innovación del sector son la sostenibilidad del planeta, entendida como la reducción de la huella de carbono en toda la cadena de valor; la circularidad o máximo reaprovechamiento y residuo cero; la nutrición avanzada y personalizada para reducir la incidencia de una mala dieta sobre enfermedades; el "Clean Label" y kilómetro cero, alimentos no procesados y de carácter local, y el AgriTech para incorporar digitalización y automatización. Todos estos *drivers* los promueven directamente los consumidores y sus necesidades».

Cuando la innovación es tecnológica, es particularmente relevante la inclusión en los *hubs* de los centros de investigación y tecnológicos. **Mireia Garcia**, cofundadora y directora de Ecosistema en Forward Fooding, apunta que «la innovación del **agrofood tech** a nivel global se estructura en varias verticales: la ingeniería de nuevos alimentos; el incremento de la sostenibilidad del suelo; la innovación en terrenos agrícolas; la reducción del desperdicio de comida; la promoción de un sistema alimentario circular; la construcción de una cadena de valor más eficiente, trazable y transparente, y la nutrición personalizada. El objetivo de todas ellas es encontrar alternativas que sean social, económica y medioambientalmente más sostenibles, y que en su conjunto sean capaces de crear un sistema alimenticio más resistente que el actual».

En este sector, la innovación tecnológica tradicionalmente ha sido impulsada desde los fabricantes de tecnología y maquinaria. Pero para impulsar una innovación más tangencial y potente en el país, es necesario incluir de forma más decidida los centros de investigación aplicada a nuestro ecosistema. Afortunadamente, en Cataluña contamos con **grupos y centros de investigación e innovación excelentes**, entre los que destacan el IRTA, Agrotecnio, el CRAG, el CREAM, el CTEC, la Fundación Alicia, la Bulli Foundation, Eurecat y Leitat. Su capacidad de codesarrollo de soluciones tecnológicas innovadoras es esencial para generar talento, capacidades y negocio en las grandes, medianas y pequeñas empresas. Si Cataluña ha sido líder mundial en la promoción de la dieta mediterránea y referente a nivel gastronómico, ahora existe la oportunidad de poder liderar en cada uno de los eslabones anteriores de la cadena de valor: desde el cultivo, la crianza ganadera, la producción y la elaboración, el estudio y la innovación, la economía circular y el reaprovechamiento de los recursos del sector primario.

Creación y adquisición de empresas emergentes

La **creación de empresas de base tecnológica** por parte de universidades y centros con vocación de llegar al mercado es necesaria, pero quizás ya no es suficiente. Para consolidar un *hub* agroalimentario de referencia, hoy es imprescindible captar y entender la importancia que progresivamente están tomando los paradigmas de innovación abierta.

Josemaria Siota, director ejecutivo del Centro de Emprendimiento e Innovación de IESE Business School, explica que, según un reciente estudio del IESE, «las corporaciones innovan, cada vez más, a través de las empresas emergentes. Aprovechan las capacidades de los llamados "corporate venturing enablers", agentes externos que conectan empresas establecidas con empresas emergentes y que pueden ser un catalizador rentable para acelerar la innovación. Por ejemplo, Nestlé ha anunciado recientemente la colaboración con Future Meat Technologies, una empresa emergente de carne cultivada, para explorar el potencial de los componentes de carne cultivada e incorporarlos a los futuros productos de Nestlé. Otro ejemplo es el de las empresas Migros, Bühler y Givaudan, que han lanzado una colaboración para la carne cultivada en The Valley en Kempththal, Zúrich. Estas empresas ofrecen a las empresas emergentes un laboratorio de desarrollo de productos, así como capacidades de cultivo celular y biofermentación para ayudarlas a desarrollar un producto y salir al mercado».

Entre estos actores progresivamente relevantes de los *hubs*, encontramos los «**venture builders**» como The Collider, las aceleradoras privadas y corporativas, los «venture clients» y las empresas de capital riesgo, entre otros. **Santi Aliaga** añade que «sería deseable la existencia de fondos interempresariales de transferencia tecnológica para patrocinar proyectos de innovación y amortizar resultados». Este tipo de colaboración de los emprendedores con agentes y empresas refuerza la propuesta de valor de todas las partes.

Incidencia en las pequeñas explotaciones y en el territorio

Por último, los expertos coinciden en apuntar que para consolidar un *hub* agroalimentario en España, pero reconocido internacionalmente, no solo hay que prestar atención a las necesidades de las grandes empresas, sino también a las de las medianas y **pequeñas explotaciones** agrarias y ganaderas. Y resulta particularmente imprescindible abordar su necesidad de **acceso a la tecnología**.

Para que el país se sume a la transformación verde y digital, es fundamental que la innovación incida en los pequeños agricultores y ganaderos. Cualquier iniciativa de innovación en este sector que pretenda contribuir a mejorar la brecha estructural actualmente existente debe tener en cuenta nuestro modelo, de tipo familiar. En el actual escenario de transformación digital de la economía y de la sociedad, la **conectividad** es uno de los pilares fundamentales de las capacidades de absorción de tecnologías y soluciones innovadoras.

Adicionalmente, es evidente que estas innovaciones agroalimentarias en gran medida deben contribuir a favorecer el **desarrollo de los territorios rurales**. Por una parte, mejorando la productividad, la eficiencia y la sostenibilidad de la producción primaria. Por otra parte, favoreciendo la implantación de un tejido industrial y de servicios, desarrollador y suministrador de estas innovaciones para los usuarios finales. Y, en definitiva, contribuyendo a incrementar las rentas, haciendo más atractivo el sector y territorios rurales a las mujeres y a las nuevas generaciones.



3

Tendencias e innovaciones en agricultura y ganadería

Según las predicciones del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas, la **población mundial** crecerá hasta alcanzar los 8600 millones en 2030, y los **10 000 millones en 2050**. Para garantizar un **futuro sostenible**, este incremento gradual de la población se relaciona, entre otros, con la resolución de cuatro grandes retos:¹ 1) **alimentar** a la población, 2) reducir el **desperdicio** optimizando el riesgo de interrupción de las cadenas de suministro, 3) proteger el **medio ambiente** y 4) garantizar la **solvencia de los negocios** agrarios y ganaderos.

La creciente demanda debería satisfacerse manteniendo la disponibilidad de recursos naturales, y, por tanto, es necesario que las diferentes partes interesadas y los responsables políticos fomenten y adopten **innovaciones tecnológicas y sociales** en estos ámbitos.

Para alcanzar la sostenibilidad en la producción de alimentos será necesario implementar técnicas de producción y canales de comercialización que generen **nuevas oportunidades** en las explotaciones agrícolas y ganaderas, tanto en las economías desarrolladas como en las que están en vías de desarrollo.

El reto de la gestión circular del agua

Según la Agencia Europea de Medio Ambiente, un tercio de los países del continente presentan una baja disponibilidad de agua (por debajo de 5000 m³/año). Efectivamente, la escasez y la calidad del agua, las sequías, los efectos del cambio climático y la contaminación ambiental por aguas residuales y emisiones a la atmósfera son problemas de primer orden. No en vano, el 13.er informe del Foro Económico Mundial sobre los escenarios de riesgos globales de 2018 sitúa la crisis del agua como uno de los grandes riesgos que deberemos afrontar, incluso por delante de una posible crisis alimentaria.

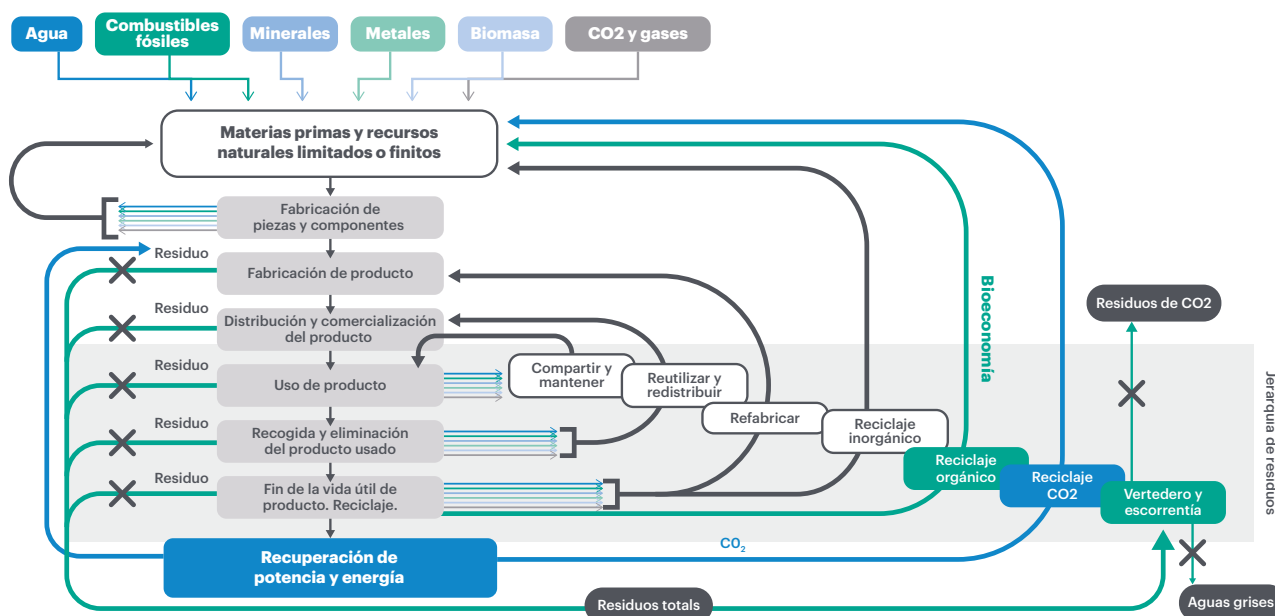
Ignacio Gavilán, director de Sostenibilidad en The Consumer Goods Forum, identifica **cuatro grandes retos** en la gestión del agua. «La primera, se considere el agua como un bien público inagotable, ya que continúa lloviendo y se llenan los embalses. La segunda, los pesticidas, herbicidas y productos químicos que se utilizan en la agricultura a veces llegan de forma incontrolada al agua, creando hipoxia y reducción del oxígeno. La tercera, el tratamiento reducido de aguas residuales que no permita la circularidad del agua. Y finalmente la cuarta: un porcentaje significativo de aguas subterráneas se explotan de forma abusiva y están contaminadas».

En este contexto, la tendencia es explorar soluciones innovadoras que favorezcan la transición hacia un modelo de gestión más circular del agua. La recuperación y el uso de las aguas residuales tratadas para su uso agrícola e industrial se convierte en una tendencia, porque ofrece una valiosa alternativa al uso de agua dulce. Asimismo, el tratamiento de aguas provenientes de la agricultura y la ganadería contribuye a mitigar el estrés hídrico, la degradación de sistemas naturales y los costes de saneamiento.

¹ Frost and Sullivan (2020) *Technology Innovation award - Controlled Environment Agriculture Industry*.

Así lo constata **Sergio Ponsá**, director de BETA Technological Center de la UVic-UCC: «La gestión del agua es uno de los retos centrales a resolver en los próximos años. Como principal sector consumidor de agua, el agroalimentario debe jugar un papel decisivo en la promoción de acciones a toda la cadena productiva para mejorar no solo la cantidad de agua, sino especialmente la calidad de los cuerpos de agua. El sector todavía tiene mucho margen para implementar tecnologías y soluciones para reducir el consumo de agua sin afectar a la producción. Pero también hay que implementar medidas para recuperar el agua para usos de producción alimentaria como la irrigación y la limpieza, entre muchos otros, y aquí hay que decir que, en algunos casos, el reto es más normativo que tecnológico».

Economía Circular de la industria agroalimentaria



Fuente: Frost and Sullivan (2019) - *Outlook of the Global Agriculture and Nutrition Industry - Adapting to Digitalization, Adopting New Business Models, and Searching for Palatable Meat Alternatives will Define the Agriculture and Nutrition Industry.* - p. 56

El hecho es que la economía circular adquiere cada vez más relevancia en las agendas políticas. Prueba de ello es el Plan de Acción de la Unión Europea para la Economía Circular de 2015, trasladado a varios estados, y que ha originado la Estrategia Española de Economía Circular (EEEC), que propone impulsar una gestión sostenible del agua, fomentando su aprovechamiento y reutilización.

Agriculturas emergentes

Pongamos como ejemplo el **cultivo de interior**, que es una tendencia actual asociada a la promoción de interesantes innovaciones. Los invernaderos avanzados y las granjas verticales basadas en la aeroponía y la hidroponía tienen desafíos de I+D+i importantes, relacionados, sobre todo, con la automatización, la mecánica y la energía.

Particularmente, la iluminación y los sistemas de ventilación inciden fuertemente en el consumo de energía y agua, impactando directamente en el rendimiento de estas explotaciones, que requieren inversiones económicas muy importantes. Pero esta **agricultura emergente basada en entornos controlados** solo se adapta a una limitada variedad de cultivos de horticultura, a pesar del riesgo y costes de control de plagas y enfermedades de los monocultivos. Estas características, relacionadas con retornos de la inversión a largo plazo, dificultan la tasa de adopción de técnicas agrícolas verticales avanzadas en explotaciones de pequeña y mediana escala orientadas a consumidores locales.

Las iniciativas sofisticadas como esta ponen de manifiesto que, al menos en ciertos países, el sector agrario ha experimentado transformaciones muy importantes. Especialmente desde el siglo XIX, cuando se expandió la **mecanización**. Pero particularmente desde 1980, cuando un segmento del sector, persiguiendo una producción maximizada de alimentos, ha adoptado progresivamente tecnologías digitales. La digitalización es, y probablemente seguirá siendo, un vector de innovación importante para el sector. Pero en los últimos veinte años la incidencia de la **biotecnología** ha revolucionado el sector.

Biotecnología y proteína alternativa

La **biotecnología** es una tendencia clara en el sector agroalimentario, así como un área de innovación clave del sector agroalimentario y de los productos que llegan al consumidor final. Lo constata **Enrique Cabello**, líder comercial regional de cadena de suministros de granos y aceites de Cargill para el Mediterráneo y África: «La biotecnología generará grandes beneficios por su impacto en seguridad alimentaria, en la protección de recursos naturales, en bienestar animal y en el aumento de rentabilidad de las explotaciones agrícolas y ganaderas. En paralelo, provocará un impacto directo en la mejora de la transparencia de la cadena de suministro agrícola y de los alimentos que lleguen al consumidor final, ampliando el portafolio de productos seguros, saludables y respetuosos con el medio ambiente. Sus beneficios no se limitarán a la nutrición, sino que se extenderán, por ejemplo, a la medicina».

Uno de los campos con avances más sorprendentes es el del **cultivo de carne in vitro** en base a células musculares, que podría llegar a permitir comercializar carne sin necesidad de criar ni sacrificar animales. De hecho, la **biología sintética** permite diseñar sistemas biológicos con funcionalidades *ad hoc*. Ya se ha logrado diseñar un cromosoma sintético que puede sustituir al de una bacteria, y hay quien afirma que solo es cuestión de tiempo que usemos bacterias como **biofábricas** no solo de moléculas terapéuticas, sino también con fines alimenticios.

Jacint Arnau, investigador sénior en el IRTA, destaca el impacto de la biotecnología en la sostenibilidad, así como el potencial de la **proteína alternativa**: «La biotecnología puede facilitar la producción de proteínas destinadas a la alimentación animal o humana que sean más sostenibles. El crecimiento de la agricultura celular como fuente de proteínas puede asociarse a un desarrollo de energías renovables de bajo coste que facilite la transformación microbiológica de un gran número de coproductos. Las posibilidades de producción de proteínas a partir de micelios, microalgas, levaduras y bacterias abren un amplio abanico de posibilidades inexploradas a partir de procesos de fermentación que pueden ser clave para conseguir proteínas sostenibles que reduzcan las necesidades de agua y suelo, así como la generación de gases de efecto invernadero. Además, la biotecnología puede contribuir a la obtención de variedades vegetales más eficientes, climáticamente más resistentes y sostenibles para la alimentación animal y, finalmente, a aprovechar más eficientemente los residuos de producción».

Por otra parte, las **técnicas de modificación genética** se utilizan para insertar, eliminar o modificar el ADN con el propósito de silenciar, activar o modificar la composición genética de un organismo. Esta rama de la biotecnología permite editar semillas de alto rendimiento que propician cosechas de rasgos específicos, a costes aparentemente inferiores. **Teresa Capell**, Catedrática en Biotecnología en la Universidad de Lleida (UdL), destaca el potencial: «Las técnicas de edición del genoma facilitarán la producción de plantas protegidas contra plagas, pudiéndose combinar con la introducción de características agronómicas y nutricionales que mejoren la planta. El agricultor producirá más con menos costes, y podrá producir en lugares donde el agua y la calidad del suelo sean limitados. Un ejemplo de producto obtenido con la edición del genoma es el trigo sin gluten, apto para el consumo de celíacos».

Es de esperar que, en los próximos años, estudios a largo plazo que correlacionen resultados biológicos con modelos agrarios y de desarrollo socioeconómico contribuyan a clarificar los beneficios aportados por los organismos modificados genéticamente.

Roberto Alvarez Abril, director de Customer Engagement & Marketing Excellence MED de Bayer, también recalca el potencial de la biotecnología referido a las semillas, para obtener «plantas que necesitan menos agua, tolerantes a la salinidad y al calor, más productivas, resistentes a plagas y enfermedades, y con características nutricionales deseadas. Imaginemos, por ejemplo, un trigo sin gluten, o un maíz con mayor contenido en vitaminas. Si además consideramos las nuevas técnicas genéticas (NGT) de mejora vegetal, o nuevas técnicas genómicas como el CRISPR, obtenemos un amplio abanico de posibilidades. En biomedicina, aportan soluciones en enfermedades comunes o raras y, en plantas, pueden incorporar características deseadas tanto por los productores como por los consumidores».

La biotecnología es, por lo tanto, un factor determinante para aumentar el rendimiento del sector agroalimentario, así como para reducir su impacto sobre el medio. **Andreu Martín**, CEO y presidente de Elian Barcelona y director general y vicepresidente ejecutivo de Benson Hill Internacional, apunta: «La biotecnología ya tiene un impacto determinante para aumentar el rendimiento y la cantidad de alimentos que hay que producir para alcanzar el objetivo de alimentar a más de diez mil millones de habitantes en el mundo en 2050.

Pero no solo se trata de conseguir más cantidad, sino también una mejor calidad de lo que producimos. Las regiones consideradas ricas, entre ellas Cataluña y España, tienen la responsabilidad de trabajar en biotecnología para conseguir una alimentación más responsable: de buena calidad y sostenible. Ya estamos en el camino, porque contamos con empresas que trabajan en biotecnología no transgénica para proveer la cadena de alimentación de productos más sostenibles que ahorran procesos productivos y, por tanto, el desperdicio de recursos naturales como el agua y el suelo, así como emisiones y el consumo energético».

Agricultura de precisión

El concepto *agricultura inteligente (smart agriculture)* apela a la agricultura de precisión y a la agricultura digital, ambas orientadas a **optimizar la eficiencia de explotaciones**.

Según la International Society of Precision Agriculture (ISPA, 2019),² la agricultura de precisión es una estrategia que recoge, procesa y analiza **datos temporales, espaciales e individuales** y los combina con otras informaciones para apoyar las decisiones de gestión de acuerdo con la variabilidad estimada. El objetivo de esta agricultura de precisión es mejorar la eficiencia en el uso de recursos, la productividad, la calidad, la rentabilidad y la sostenibilidad de la producción agrícola.

La agricultura de precisión permite la **recopilación de datos** en tiempo real sobre el clima, la calidad del suelo y del aire, la madurez de los cultivos y el equipamiento. Este tipo de agricultura se basa principalmente en el **GPS**. Pero hoy en día, aprovechando los avances en las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), granjas de todo el mundo evolucionan de la «simple» agricultura de precisión hacia la agricultura inteligente.

Agricultura inteligente

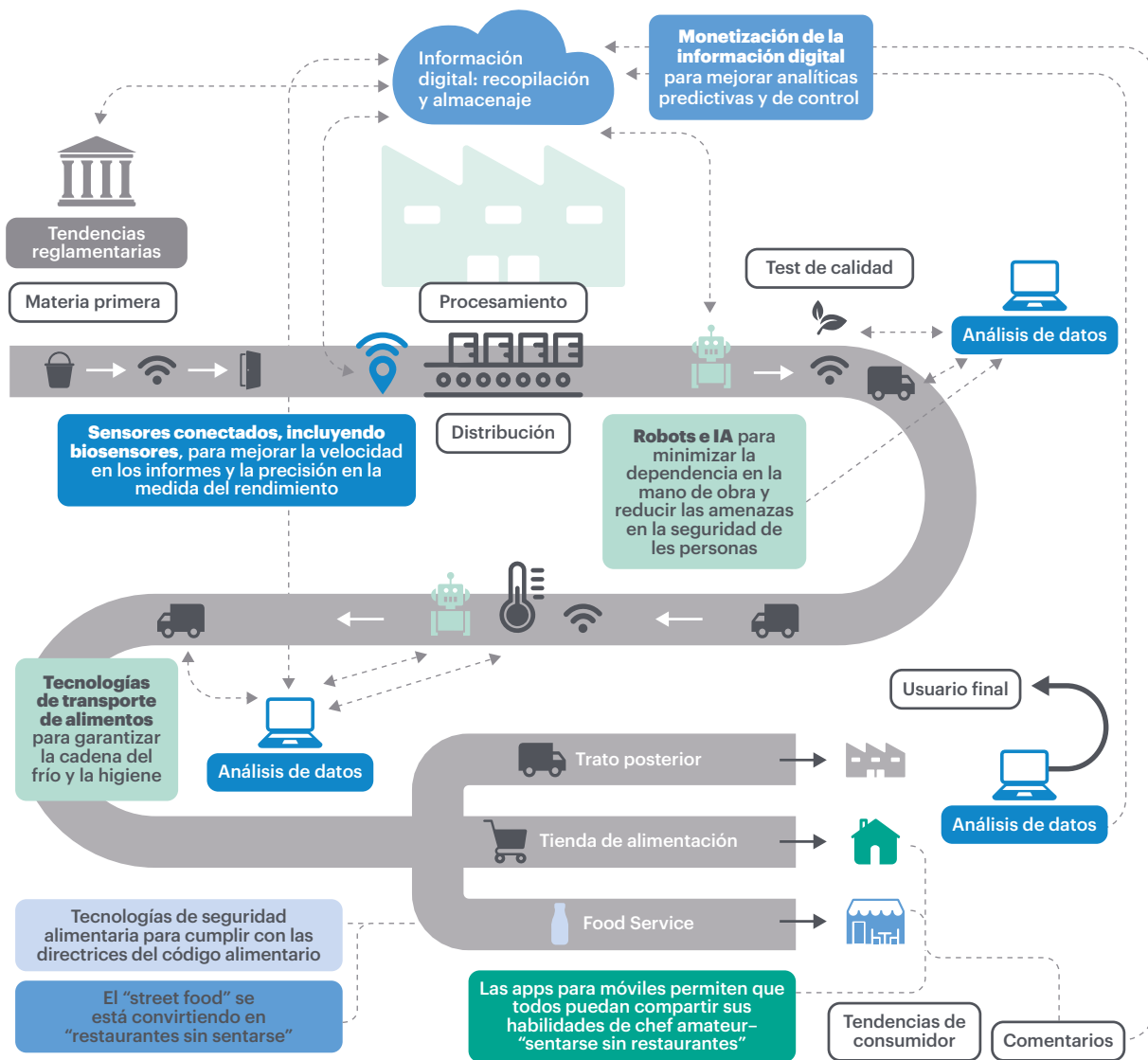
A diferencia de las de precisión, la agricultura y la ganadería inteligentes presuponen una **comunicación masiva de datos en tiempo real** entre diferentes tecnologías digitales (automatización, inteligencia artificial y robótica), para aportar estadísticas operativas.³ La agricultura y la ganadería inteligentes abren camino a una ruta eficiente para el seguimiento, análisis y optimización de varios activos agrícolas y ganaderos y procesos de producción.

En este paradigma, los agricultores y ganaderos **monitorizan sistemáticamente** los parámetros clave que afectan directamente al **rendimiento** de los cultivos, la crianza de los animales (temperatura, humedad, nitratos, crecimiento, enfermedades, bienestar animal, etc.) y el estado de las fincas mediante **sensores y otras tecnologías**.

² International Society of Precision Agriculture: www.ispag.org/about/definition

³ Frost and Sullivan (2020) *Novel Innovations Facilitating Digital Transformation of Agricultural Sector _ Utilization of Innovative Digital Technologies to Enhance Farm Productivity and Profitability*.

Agricultura y ganadería inteligente



Fuente: Frost and Sullivan (2019) - Outlook of the Global Agriculture and Nutrition Industry - Adapting to Digitalization, Adopting New Business Models, and Searching for Palatable Meat Alternatives will Define the Agriculture and Nutrition Industry. - p. 39

Lo reafirma **David Giné**, CEO de Semillas Batlle: «La agricultura inteligente supone una ventaja clave: la mejora de la eficiencia de recursos. Esto es así porque permite aplicarlos de la mejor forma posible para maximizar los resultados. Es fundamental para conseguir variedades más productivas y el máximo rendimiento de las explotaciones, siempre de forma sostenible. Pero hay que tener en cuenta que la necesidad de inversión que requieren las explotaciones agrícolas para ser más inteligentes choca con el tipo de agricultura española, minifundista y sin grandes explotaciones en manos de grandes empresas, sino con presencia de pequeños agricultores y ganaderos que económicamente les cuesta realizar grandes inversiones. Hay que mejorar los precios de muchos productos agrícolas y ayudar a las pequeñas explotaciones a impulsar inversiones amortizables».

En el sector agrario, diferentes **tipos de sensores**, incluidos los ópticos, electroquímicos y mecánicos, facilitan realizar predicciones meteorológicas precisas, así como detectar el estrés y las enfermedades con varias semanas de antelación, reduciendo alrededor de un 25% la pérdida de cultivos.

Smart Farms

La ganadería también se beneficia progresivamente de la sensórica y la conectividad. Lo constata **Eudald Casas**, gerente de INNOVACC, asociación catalana de innovación del sector cárnico porcino: «La implantación de sensores para obtener datos en tiempo real es, hoy en día, la solución tecnológica con más fuerza en las explotaciones del sector porcino. Desde el clúster, impulsamos proyectos innovadores de implantación de sensores en las granjas que permiten controlar, entre otros, los gases contaminantes y el CO₂. Así se promueve la mejora ambiental y de calidad, se controla el rendimiento y la calidad final de la carne, se minimizan los riesgos de enfermedades o de muerte, se promueve la selección genética... La implantación de sensores para obtener datos en tiempo real permite tratar estos datos y mejorar los procesos, los productos, la genética, los entornos, el ambiente y la logística. Permite, en definitiva, impulsar mejoras en todo el proceso».

Joan Jovellar, director de crianza porcina del Grupo Vall Companys, explica por experiencia propia avances que ya son una realidad en el terreno de la implementación de las TIC y de las tecnologías IOT y macrodatos: «La digitalización y aparición de las tecnologías de la información nos ayuda a gestionar mejor las granjas desde un punto de vista técnico y también económico, mejorando eficiencia y eficacia. Por ejemplo, en verano, con temperaturas externas elevadas; la **granja 5.0** permite controlar los parámetros ambientales internos a través de refrigeradores solares (*coolings*). Se obtiene un ahorro de agua del 30% y una reducción del 20% de las deyecciones, un 16% más de crecimiento del animal y mejora en un 3% el índice de conversión, lo cual supone 6kg menos de pienso por cerdo y, por tanto, menos coste y menos consumo de recursos naturales».

Los proveedores de tecnología, inductores de innovaciones

Los expertos⁴ también destacan las siguientes tecnologías con impacto en el sector:

- Las tecnologías **sensor fusion** hacen referencia a la disposición de múltiples sensores distribuidos y combinados con maquinaria de procesamiento de datos de conectividad inalámbrica. Esta solución actúa como fuente de detección, diagnóstico y pronóstico de variaciones del suelo y de la evolución de los cultivos.
- Los **drones** de agricultura y ganadería ofrecen la captura de imágenes multispectrales, con capacidades avanzadas y de usabilidad accesible. Permiten inspecciones aéreas de la delimitación, la salud y el rendimiento de las explotaciones y favorecen la toma de decisión de los agricultores.
- La **tecnología hiperespectral** permite extracciones de imágenes en base al análisis de longitudes de onda. Los dispositivos HSI son capaces de analizar todos los píxeles del paisaje y proporcionar análisis de los detalles espaciales y espectrales gracias a la fusión de todos los datos disponibles. Estos dispositivos aportan conocimientos relacionados con la salud de los cultivos y del suelo de manera previa a la inspección visual.
- El **equipamiento autónomo** se refiere a máquinas ligeras, pequeñas, autónomas y eficientes energéticamente, que trabajan juntas para desherbar, fertilizar y controlar las plagas y las enfermedades mientras recopilan datos valiosos que posteriormente se pueden utilizar para corregir y mejorar el proceso.
- Otras tendencias son los **robots** agrícolas y, en ganadería, el uso creciente de la **biometría** del ganado.
- El almacenamiento y procesamiento de los datos de la granja en las **plataformas cloud y blockchain** mejoran la capacidad de decisión de los agricultores. En los próximos años se prevé un incremento de la automatización en las producciones agrarias con capacidad de asumir los elevados costes que comporta: costes de instalación y mantenimiento, costes de adquisición de especialistas, costes de gestión de los riesgos de ciberseguridad.

Se puede considerar que los inductores de innovaciones, a la vez que grandes beneficiarios de estas operaciones, serán los **proveedores** de equipos y **maquinaria**, los vendedores de **productos** especializados y, finalmente, las **empresas tecnológicas** que proveen conectividad, telefonía inteligente, sensores, soluciones máquina a máquina (M2M), sistemas analíticos de macrodatos, geomapeo y otras aplicaciones. El despliegue exitoso de estas tecnologías requiere **esfuerzos de colaboración** entre los diferentes grupos de interés de las redes de cadenas de valor del sector.

⁴Frost and Sullivan (2016) *Analysis of the Smart Agriculture Technology Market - Technology Integration in the Agriculture Ecosystem will Increase Production Yields and Drive the Technology Market*





4

**Tendencias e innovaciones
en la industria alimentaria**

La globalización no solo ha incrementado las actividades de importación y exportación, sino que también ha creado amenazas de seguridad para la cadena de suministro de alimentos. La adquisición de materias primas y de ingredientes alimentarios de varios proveedores se ha convertido en norma, y las grandes distancias geográficas

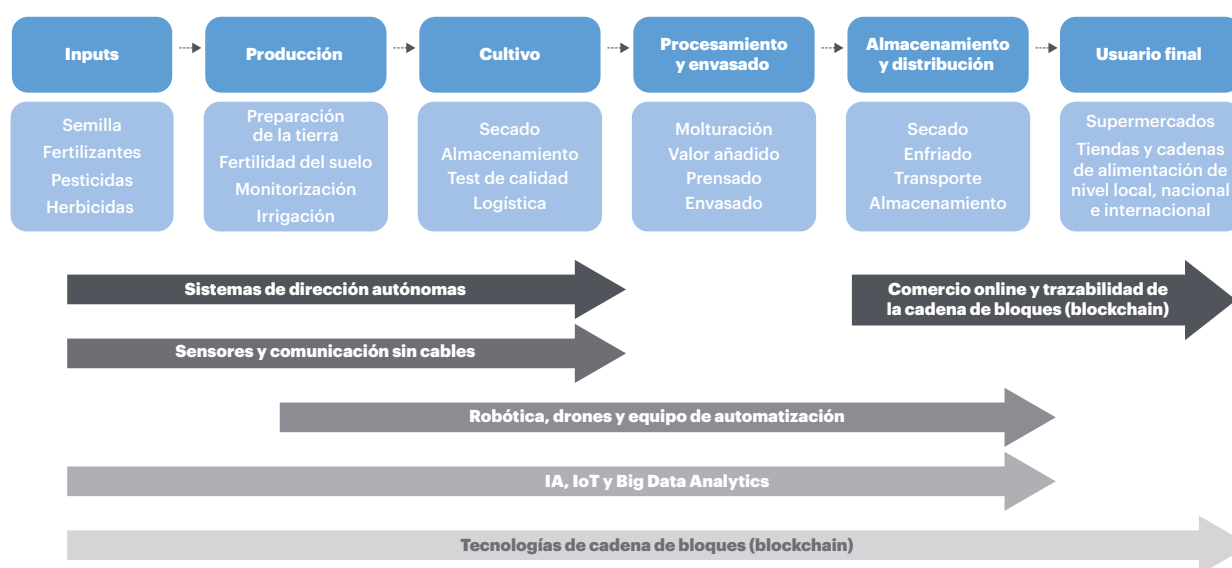
recorridas por algunos productos alimentarios aumentan los riesgos de almacenamiento y de transporte. En un mundo con grandes diferencias regulatorias entre países, la demanda creciente de comida exótica y nueva también está impulsando las cuestiones de **seguridad alimentaria**.

Soluciones de seguridad en la agroindustria

En la **agroindustria**, las soluciones de seguridad se relacionan con la necesidad de gestionar el entorno socioeconómico global cambiante, así como su impacto en la demanda de producción agrícola segura a nivel mundial. Pero esta también es una cuestión de eficiencia de recursos en la producción agraria y alimentaria empujada por la necesidad creciente de mejorar la **sostenibilidad**, la **eficiencia** y la **rentabilidad**.

El informe de Frost y Sullivan (2017) *Opportunity in Global Food Safety Diagnostics Market* indica, citando como fuente a la FDA, que alrededor del 15% de los alimentos consumidos en Estados Unidos son importados, y que esto ha provocado el aumento del nivel de contaminaciones por microtoxinas y residuos de plaguicidas en la cadena de suministro de alimentos. Además de la adulteración, también se pueden producir otras incidencias debidas al inadecuado seguimiento de la contaminación microbiana, a la incapacidad de rastrear productos e ingredientes debido a la compleja cadena de suministro, y de errores relacionados con el etiquetado.

Digitalización de la industria agroalimentaria: Panorama global



Fuente: Frost and Sullivan (2019) - *Novel Innovations Facilitating Digital Transformation of Agricultural Sector* - p. 17

Los paradigmas de **seguridad alimentaria**, en definitiva, se imponen de manera acompasada en relación con varios factores: la sensibilidad al fraude alimentario, los requisitos normativos, la progresiva cultura de calidad y gestión de riesgos en la industria, la formación del personal de la cadena de valor, las prácticas de evaluación externa de impactos y riesgos, la optimización de las **cadena de suministro**, la responsabilidad social, y, por último, la inversión en nuevas tecnologías.

En esta línea, el presidente del Puerto de Barcelona, **Damià Calvet**, destaca el papel clave de la tecnología, «una herramienta básica para mantener y desarrollar los **tráficos de importación-exportación**, ya que hace posible el control sanitario y de calidad y la distribución eficiente del producto. La digitalización y la transmisión electrónica de la documentación bajo protocolos que la hacen 100% fiable facilita las inspecciones documentales y la preparación de cualquier medida que haya que tomar en el momento de la importación».

Desde el uso de productos químicos en las granjas, el procesamiento de alimentos, el almacenamiento y el punto de venta minorista, en toda la cadena de suministro de alimentos la tendencia es clara: la **seguridad y la trazabilidad de los alimentos** son cruciales y, en consecuencia, se expanden en la industria agroalimentaria.

Digitalización y seguridad

El smart food se refiere a alimentos que, a través de la aplicación de tecnologías, preservan la seguridad alimentaria, mejoran su aporte nutricional y efecto saludable, y se adecuan mejor a las necesidades y preferencias de los consumidores.

Cristina Rodríguez, directora de Calidad en Europastry, destaca el vínculo entre seguridad, trazabilidad e innovación: «Tanto la trazabilidad como la seguridad alimentaria, además de garantizar los derechos del consumidor, aportan beneficios a nivel de innovación para la industria agroalimentaria. Se establecen sistemas de trazabilidad que obligan a tener un conocimiento profundo de los procesos que se desarrollan en una empresa. Esta información es muy valiosa para avanzar en la mejora de los productos, impulsar los atributos de los productos, conocer y gestionar mejor el stock de productos y, finalmente, estandarizar u homogeneizar procesos».

En esta línea, en los últimos años se ha producido un aumento de la demanda de tecnologías rentables para realizar un seguimiento y compartir información sobre producciones y productos alimentarios. La eficiencia del control proactivo de alimentos caducados o maltratados, de su trazabilidad y de alertas, y acciones correctivas en toda la cadena de valor se ha relacionado, entre otras, con las siguientes **tecnologías**:

- códigos de barras y RFID
- los sensores y chips
- sistemas de microarray
- técnicas de caracterización (rayos X, ultravioleta, infrarrojos)
- kits de diagnóstico avanzados (anticuerpos de dominio único, bacteriófagos, PCR)

- la robótica y automatización en soportes relacionados con kits de diagnóstico
- las soluciones de *software*
- las aplicaciones de dispositivos móviles y teléfonos inteligentes para el seguimiento en tiempo real
- la computación en la nube y las soluciones basadas en la nube
- el *software* como servicio (SaaS, por sus siglas en inglés)

Automatización de la industria alimentaria

Se considera⁵ que la **automatización** continuará siendo el principal motor de la **industria agroalimentaria** de gran escala, a priori intensiva en mano de obra, que intenta obtener más rendimiento con contención de costes.

Según **Ricardo Márquez**, director de Alimentaria FoodTech y Alimentaria México, «el desarrollo de la industria 4.0 pone de relieve la necesidad de evolucionar el modelo de producción de alimentos y bebidas. Desde mejorar la eficiencia de recursos y la utilización de residuos, hasta alcanzar un modelo más sostenible y seguro de distribución, con todo lo que esto implica: embalaje, trazabilidad, optimización de la cadena de frío, etc.».

Algunas tendencias, en este ámbito, son las siguientes:

- Los principales fabricantes de equipos de procesamiento y envasado invierten cada vez más en automatización para reducir la manipulación manual y el impacto del error humano sobre la **seguridad** alimentaria, así como los costes laborales.
- La automatización también se orienta a resolver **incidencias de producción** mediante alertas tempranas y orientaciones sobre las decisiones más oportunas para resolverlas.
- La adopción de soluciones tecnológicas sofisticadas de **control de calidad** rápido y continuo es el motor del crecimiento del internet de las cosas (**IoT, por sus siglas en inglés**) para el mercado de fabricación y trazabilidad.
- La mejora de la **flexibilidad productiva** también es una ventaja clave de la industria 4.0, que en un extremo permite la personalización de pedidos.
- Las funciones de análisis de macrodatos, finalmente, permiten tomar decisiones más rápidas y precisas, impulsando la **distribución y comercialización** de productos agroalimentarios.

En esta línea, es de esperar que los equipos semiautomáticos y automáticos experimenten una demanda progresivamente mayor en esta industria.

⁵Frost and Sullivan (2020) *Technology Innovation award - Controlled Environment Agriculture Industry*.

Las inversiones en tecnología de los fabricantes

En el mercado de fabricantes de alimentos y bebidas, las inversiones en equipamientos y tecnología de automatización de los procesos resultan una clave competitiva.

Josep Lagares, presidente ejecutivo de Metalquimia, explica que las **industrias inteligentes** son ya una realidad. «El Big Data y la inteligencia artificial serán clave para mejorar procesos y visualizar la línea y el flujo de producto, para el control de la trazabilidad, la gestión de fórmulas y recetas, la gestión de incidencias y, finalmente, para el sistema de mantenimiento. La robótica, especialmente en plantas de proceso cárnico, también se consolidará, ya que la propuesta de valor de los robots es la de reducir costes y acelerar las líneas de producción, incrementando la productividad y reduciendo costes laborales. Ya hace tiempo que los robots, los robots colaborativos y la visión artificial se han hecho un sitio en la industria del procesado de la carne, porque han contribuido a mejorar los costes. Además, los robots son altamente higiénicos; suponen una reducción del contacto humano con los alimentos, uno de los principales motivos de contaminación de la industria».

En este campo, se prevé que ganarán gran protagonismo la robótica, la inteligencia artificial y el *software* de control de gestión, desde el **procesamiento** de alimentos hasta su **embalaje**. Se espera que un volumen importante de procesadores de alimentos digitalice sus plantas durante los próximos años, porque en esta industria de gran volumen y pequeños márgenes, la irrupción de las nuevas tecnologías puede aportar incrementos de eficiencia directamente relacionados con la competitividad. Más allá del ahorro de dinero y tiempo, el internet de las cosas (IoT) pondrá énfasis en la seguridad del personal y de los datos.

Tecnologías de próxima generación

El informe de Frost y Sullivan (2018) *Technologies Enabling Food Safety* considera que las **tecnologías emergentes** y con probable impacto en los próximos cinco años son las siguientes:

- La **biología sintética** es una tecnología emergente que permite alimentos más seguros y saludables como resultado de la potente combinación de disciplinas como la biología, el diseño, la ingeniería y la tecnología de la información. Las técnicas de biología sintética serán ideales para diseñar cultivos y alimentos resistentes a enfermedades.
- La **inteligencia artificial** (IA) está revolucionando la industria alimentaria no solo en cuestiones de riesgo y seguridad, sino también en el suministro de materias primas, la clasificación de productos y el almacenamiento, entre otros. La implementación lograda de la IA exige una preparación tecnológica considerable, no solo dentro de la organización sino también entre los agentes asociados. Además, la aplicación práctica de la tecnología, combinada con el coste, el rendimiento y la aceptación del usuario, continúan planteando retos en la adopción más amplia.

- La implementación de **blockchain** reforzará considerablemente la infraestructura de seguridad alimentaria por su impacto en la reducción del problema de la contaminación de los alimentos en la raíz. Con *blockchain*, los incidentes de fraude serán más fáciles de investigar a causa de la disponibilidad de una base de datos relacionada con la cadena de suministro y producción de productos alimentarios. Las soluciones de *blockchain* todavía están en sus inicios, y la falta de casos de uso comprobados actúa como un reto para los despliegues a nivel mundial.
- Los **dispositivos** de seguridad alimentaria de punto de atención (**PoC, por sus siglas en inglés**) pueden garantizar una intervención oportuna en caso de contaminación durante las operaciones para reducir los residuos en la cadena minorista. Sin embargo, con la conciencia creciente de la salud de la población en general, los consumidores pueden utilizar este dispositivo para comprobar, por ejemplo, la seguridad de los alimentos del restaurante, de los envases o de los mercados. Aunque el dispositivo PoC ya está presente en el mercado, en el futuro se esperan dispositivos de mano basados en chips de laboratorio y dispositivos conectados a la IoT.
- La electrónica impresa tiene un papel vital en el desarrollo de componentes conectados flexibles, como etiquetas inteligentes utilizadas para aplicaciones IoT. Los avances en **electrónica impresa** mejorarán la seguridad del consumo de alimentos y bebidas para los consumidores a través de la integración de diferentes tipos de sensores e indicadores.
- La **termosonicación** es un nuevo proceso de tratamiento de los alimentos que implica la aplicación simultánea de ondas ultrasónicas y de calor moderado para la inactivación de enzimas y microbios. La termosonicación es más eficiente energéticamente que el tratamiento térmico convencional, y más segura y fiable que la aplicación por ultrasonidos. Ha ganado importancia en los últimos años por su naturaleza rápida, precisa, no invasiva y no destructiva.

Respecto a la **IA**, **Susana Pastor**, directora de IT Barcelona Hub de Nestlé, destaca su gran potencial en la industria de la alimentación y bebidas. «La IA puede transformar virtualmente todos los procesos. McKinsey & Co estima que la IA podría aportar un valor de en torno al 14% de las ventas de la industria a nivel global, que son unos 1,4 billones de dólares. El principal valor transformador de la IA se encuentra en las operaciones (70%), específicamente en la fabricación y cadena de suministro con aplicaciones de optimización de procesos y mantenimiento predictivo. Le sigue el marketing y ventas (25%), con la optimización del marketing mix y predicción de demanda y ventas, y el desarrollo de nuevos productos (5%), con mejores modelos de creación de productos basados en los datos de los consumidores».

Adquisición de tecnologías de otras industrias

Se espera que algunas de las tecnologías emergentes de otras industrias también influirán decisivamente en el futuro del sector global de alimentación y bebidas: los biosensores, la genómica, la tecnología enzimática, los macrodatos, la impresión 3D y el embalaje.

- Los avances rápidos en las tecnologías de **biosensores** y su convergencia con las plataformas de macrodatos mejorarán la seguridad alimentaria mundial, a la vez que proporcionarán nuevas plataformas para hacer pruebas precisas sobre los alimentos. También es probable que afecten a la industria del embalaje de alimentos
- A diferencia de otras tecnologías que tendrán un impacto visible a corto plazo, la **genómica** tiene más probabilidades de tener un impacto significativo en los mercados mundiales a largo plazo, incidiendo en el incremento substancial de la producción mundial de alimentos con rasgos genéticos modificados.
- Es probable que los avances en **tecnología enzimática** sean impulsados por el uso cada vez mayor de plataformas de ingeniería genética para mejorar el procesamiento, la extracción, el rendimiento y la calidad de una amplia gama de productos alimentarios y de bebidas.
- Las plataformas de **macrodatos** tendrán un impacto amplio en varias plataformas tecnológicas para el uso de herramientas de secuenciación emergentes que mejorarán la seguridad alimentaria mundial en un futuro próximo.
- Es probable que las tecnologías de **impresión 3D** faciliten la impresión limpia y eficaz tanto de alimentos cocinados en casa como de productos gourmet. La convergencia tecnológica entre macrodatos y plataformas robóticas también contribuirá a incrementar el desarrollo de las innovaciones en impresión 3D.

Laura Gil, directora de Transformación Digital en Damm, complementa esta visión y destaca tres nuevas tendencias: “Digital Twins, la impresión 3D y la red 5G marcarán la diferencia en la industria 4.0 y serán clave para garantizar fábricas inteligentes, ágiles y adaptables a los cambios constantes de los entornos industriales. Digital Twins permite recrear situaciones futuras en las circunstancias y el contexto actuales y tomar decisiones basadas en previsiones reales. La impresión 3D facilita la posibilidad de elaborar prototipos de producto final y piezas de recambio y de maquinaria, evitando parones e incrementando la productividad. Adicionalmente, la red 5G, como facilitadora de otras tecnologías como el Big Data o la IA, impulsará el trabajo industrial en remoto, lo que permitirá diversificar geográficamente la producción, alcanzar puntas de producción y demanda, y evitar desplazamientos para hacer reparaciones, entre otros. Actualmente, gracias a la realidad mixta y aumentada, ya se hacen reparaciones y validaciones en remoto, así como formaciones prácticas más adaptadas al entorno real del empleo».

Envases inteligentes

También se considera que, en los próximos años, los **envases seguros, conectados y sostenibles** aumentarán en prevalencia y uso entre los fabricantes, impulsados en gran medida por las preferencias de las personas consumidoras.

Existe un mayor enfoque hacia soluciones de **embalaje** sostenibles y seguras que mejoren la vida útil de los productos. Las demandas de los consumidores impulsan rápidos avances en las tecnologías de envasado con las siguientes **tendencias emergentes**:

- envases respetuosos con el medioambiente
- tecnologías de envases inteligentes
- envases nanotecnológicos
- uso de materiales híbridos
- uso de materiales biológicos, como los bioplásticos
- sistemas de empaquetado activos
- embalajes comestibles

Ciertamente, la evolución de las **demandas de las personas consumidoras** impulsa avances rápidos en la aplicación de tecnologías de envasado de alimentos y, específicamente, de tendencias emergentes en el uso de materiales de embalaje respetuosos con el medio ambiente y que no propician el desperdicio: uso de materiales híbridos; retorno del papel, vidrio y metal para minimizar el consumo de plásticos; nanoenvases, etc. Cada vez más conscientes del impacto humano sobre el medio ambiente, los y las consumidoras continuarán concentrándose en la reciclabilidad de los materiales y las empresas promoverán innovaciones en materias ecológicas alternativas al plástico que apoyen esta tendencia.



5

**Las personas consumidoras,
fuente de innovaciones**

Si bien las inversiones constantes de esta industria en innovaciones tecnológicas son un factor diferenciador que determina el crecimiento de este mercado, el aumento de la conciencia de los consumidores sobre la seguridad, la calidad y la sostenibilidad está impulsando a los productores, transformadores y distribuidores de alimentos y bebidas a ofrecer alternativas más efectivas y nuevas soluciones.

Jaime Martin, CEO y socio fundador de Lantern Innovation, resume las actuales **preferencias y demandas de las personas consumidoras**, que «ya no buscan solo salud, sino un concepto más amplio de bienestar (*wellness*) que entrelaza su salud física, mental y espiritual. Además, cada vez somos más conscientes del impacto de nuestros actos de compra en el planeta, en la sociedad y en el prójimo, y muchos están reevaluando cómo favorecer un sistema alimentario mejor, más sostenible y justo».

Crece la formación de la población sobre el tipo de alimentos y bebidas ingeridos, su incidencia en **enfermedades** de transmisión alimentaria, otros síndromes y patologías, y en definitiva sobre su impacto en la **salud y el bienestar**. Poco a poco se integra el paradigma «de la granja a la mesa» y, en consecuencia, las exigencias de garantías de seguridad alimentaria en los diferentes segmentos de la cadena de valor de la industria alimentaria: la producción, el procesamiento, el embalaje, la distribución, el almacenamiento y la preparación en los hogares.

A pesar de este nuevo contexto, el **precio** de los productos y los **hábitos** de la sociedad todavía limitan esta tendencia. **Joan Riera**, director de Alimentación en Kantar Worldpanel, lo explica con datos: «El consumidor pide productos buenos, saludables, sostenibles, locales y seguros. Pero no siempre está dispuesto a pagar un precio más elevado, ni tampoco a cambiar algunas costumbres para consumirlos. Por ejemplo: más del 70% del jamón dulce que compramos lo elegimos envasado, en vez de ir con la fiambra al supermercado para reducir residuos. Y el 75% de los hogares consumen kiwi anualmente, producto que mayoritariamente proviene de otros continentes, siendo una opción menos sostenible que consumir fruta de temporada y local. Es importante diferenciar entre lo que decimos que queremos hacer, y lo que realmente hacemos. Queremos ser sanos y sostenibles, pero de momento los datos muestran que no lo somos tanto como quisiéramos».

Nuevas tendencias de consumo

La evolución de las demandas de las personas consumidoras impulsa avances en tecnologías de envasado de alimentos y explica **nuevas tendencias**:⁶

- **Proteínas alternativas:** La educación y la conciencia también apuntan a la necesidad de alternativas a la carne, fuerza la oferta de sustitutos y, en general, la innovación de productos basados en proteínas alternativas: vegetales, celulares, micoproteínas, e insectos, entre otros. Diferentes informes de entidades financieras apuntan a que, a finales del año 2020, el sector de proteína vegetal representaba un volumen de negocio de hasta 4000 millones de euros en la UE, y previsiones de crecimiento de hasta los 7500 millones en 2022.

⁶Frost and Sullivan (2019) *Outlook of the Global Agriculture and Nutrition Industry. Adapting to Digitalization, Adopting New Business Models, and Searching for Palatable Meat Alternatives will Define the Agriculture and Nutrition Industry.*

- **Diversidad:** La rapidez en el aprendizaje de los consumidores facilitada por los contenidos digitales divulgados por apps, redes sociales y plataformas multimedia impulsa la demanda más amplia de opciones alimentarias.
- **Funcionalidad y salud:** Son tendencia los alimentos con pocos ingredientes, bajos en sal y azúcar, sin gluten y poco nivel de procesamiento. La exigencia de salud de los consumidores también fomenta la demanda de bebidas vegetales y de alimentos funcionales.
- **Etiquetaje:** Los puntos anteriores se ajustan a la demanda de un etiquetado claro y transparente, confiable y fácil de leer y entender.
- **Comercio electrónico:** El rol de las empresas intermediarias y minoristas evoluciona por la posibilidad de contactar directamente a los productores y productoras.
- **Personalización de los pedidos:** El comercio electrónico facilita la personalización de los pedidos, así como de la entrega de alimentos y otros servicios de valor añadido.

El auge de los alimentos funcionales

Desde hace años existen evidencias científicas sobre la relación entre la alimentación y la salud, particularmente en enfermedades cardiovasculares, algunos tipos de cáncer y otras enfermedades degenerativas. En las sociedades industrializadas, donde una gran parte de la población tiene cubiertas las necesidades nutricionales mínimas, se piden cada vez más alimentos funcionales con los atributos sensoriales de los tradicionales, pero que proporcionen **beneficios para la salud o la reducción del riesgo** de padecer enfermedades.

La **gama de productos funcionales** comercializados ha aumentado de forma espectacular. Las posibilidades de elaboración de alimentos funcionales son múltiples y, pueden basarse, entre otros, en:

- la incorporación de ingredientes, en general de origen natural, con actividad biológica a un alimento convencional
- la eliminación de constituyentes no deseados
- la modificación de determinados constituyentes
- el aumento de la concentración de un componente naturalmente presente con efectos beneficiosos para la salud

En el mercado hay, entre otros, alimentos con alto contenido en:

- ácidos grasos o esteroides
- péptidos bioactivos
- antioxidantes
- proteínas
- carbohidratos prebióticos
- productos enriquecidos con minerales o vitaminas
- fermentados mediante la utilización de bacterias prebióticas

El **Reglamento europeo sobre declaraciones nutricionales y propiedades saludables de los alimentos** constituye un avance importante en la regulación de la publicidad y etiquetado de estos alimentos. Establece las reglas que la industria alimentaria debe seguir para indicar que un alimento contiene determinadas propiedades saludables. Es una normativa de obligada aplicación en cada Estado miembro en el que desempeña un papel destacado la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA). A nivel estatal, la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) tiene un rol clave en la evaluación de las bases científicas sobre las que se sustentan las alegaciones, así como en el establecimiento de los «perfiles nutricionales».

Avances en nutrición personalizada

Además de seguir investigando los mecanismos moleculares de los efectos de la nutrición en la salud, en el futuro se continuarán estudiando acciones específicas de interés para la salud de componentes e ingredientes de los alimentos, así como otros efectos positivos para la salud del consumo de alimentos funcionales. En esta materia es imprescindible avanzar en el estudio de la interacción entre factores genéticos y nutrición.

La genómica nutricional, la nutrigenómica y la nutrigenética tienen como objetivo final diseñar una **dieta personalizada para evitar o retrasar la aparición de enfermedades**, estudiando la respuesta de los individuos a determinadas dietas en función de variaciones específicas en el genoma.

Las motivaciones de los consumidores que impulsan la demanda de dietas personalizadas incluyen la salud y el bienestar, la gestión del peso, los deportes y la condición física. La **asociación estratégica con el sector sanitario** y la interacción entre varias innovaciones tecnológicas apoyarán el crecimiento de la libertad y los mercados de nutrición personalizados.

Ignasi Papell, responsable de negocio de Alimentación en Eurecat, apunta que «la nutrición personalizada no llegará en un futuro próximo. Ya estamos trabajando en nutrición de precisión, con la que afinamos las recomendaciones dietéticas para grupos poblacionales específicos según diferentes variables. Pero hay que sumar los esfuerzos de la industria y de la distribución para ser capaces de ofrecer los productos a medida, y ayudar a las personas consumidoras a escoger los más adecuados según su estilo de vida deseado. Finalmente, también se deben reducir los costes de los análisis, basados en las ciencias ómicas, para que sea progresivamente asequible conocer nuestra configuración genética, nuestro metabolismo y nuestra microbiota, para comer de forma óptima, y vivir más y mejor».

El «Freedom Food» es tendencia

Las tendencias alimentarias impulsadas por el consumidor refuerzan la búsqueda de alimentos y bebidas más saludables, orgánicos y personalizados, que impulsan la convergencia de tecnologías de otras gamas. En este contexto se habla de «**freedom food**» para referirse a productos no solo seguros, sino también **verdes, saludables y éticos**.

La generación de los *millenials* pide comida sin atributos indeseables. Los valores de la nutrición sana y otros factores como las reacciones alérgicas y las diferencias religiosas y culturales aumentan la demanda de alimentos que, siendo más caros, están cada vez más dispuestos a pagar. La demanda de alimentos libres de características indeseables para la salud de las personas y sistemas naturales se multiplica en sus **diversas manifestaciones**:

- aliments orgànics, lliures de productes de síntesi, contaminants i al·lèrgògens
- aliments d'origen sostenible i de producció ètica
- aliments funcionals i nutracèutics, d'alta qualitat i especialment nutritius
- aliments *kosher* i halal
- aliments amb certificat de benestar animal

Impulsada por esta generación, crece la preferencia por el *Freedom Food* a nivel mundial. Según Frost y Sullivan (2018) *Freedom Foods and Personalised Nutrition: Market Overview; Challenges and Opportunities*, el **mercado global** de estos alimentos en 2017 fue de más de **4,6 billones** de dólares. Aunque tiene varios **retos**, sobre todo en cuanto al sabor, la textura y la vida útil, pero se espera que las investigaciones sigan superándolos, reforzando así la demanda y, por tanto, el crecimiento de este mercado.

Un segmento creciente de los consumidores y consumidoras del sector de alimentación y bebidas seguirá exigiendo productos saludables, respetuosos con el medio ambiente, de producción ética y altamente nutritivos. Estos productos de alto valor añadido **impulsarán la innovación** del futuro. Se prevé, por ejemplo, que los **conservantes naturales** serán muy demandados para reducir el deterioro de los alimentos y mantenerlos frescos el mayor tiempo posible sin afectar a su perfil natural. Pero, sobre todo, resultará clave optimizar las externalidades económicas y ambientales de producción de alimentos, fomentando **producciones** más **respetuosas** con el medio ambiente.

Producción sostenible

Las previsiones apuntan a que no solo se transformará la forma en la que los alimentos **sostenibles** se producen, se procesan y se consumen, sino también cómo se **mueven**, se almacenan y se **comercializan**.

En este terreno, las innovaciones relacionadas con el **desperdicio de alimentos** tienen un largo recorrido. **Marta Angerri**, directora de Financiación Europea y Asuntos Públicos, Sostenibilidad y RSC en Grup Ametller Origen, destaca que «el derroche alimentario es un problema medioambiental y social: se calcula que más de un tercio de la comida se desperdicia. Para combatir el derroche, es necesario actuar en toda la cadena de valor agroalimentaria. Por un lado, de forma preventiva, ajustando la producción, la oferta y la demanda. Por otro lado, estableciendo mecanismos correctivos, como la venta con descuento y las donaciones a ONG de productos cercanos a la fecha de caducidad. Estas acciones, se pueden complementar con proyectos como «Too Good To Go», la aplicación que permite a los establecimientos ofrecer productos a punto de caducar a un precio reducido de un tercio de su precio de venta al público».

Desperdicio de alimentos en la cadena de valor de la industria agroalimentaria



Fuente: Frost and Sullivan (2019) - *Outlook of the Global Agriculture and Nutrition Industry - Adapting to Digitalization, Adopting New Business Models, and Searching for Palatable Meat Alternatives will Define the Agriculture and Nutrition Industry*- p. 49

Sin duda, uno de los principales motivos de la escasez de alimentos es su pérdida en las diferentes etapas, incluida la logística. Este hecho tiene consecuencias económicas, ambientales y sociales por sus efectos sobre el uso de recursos limitados como la tierra, el agua y el combustible. La producción de **alimentos ecológicos** de calidad por parte de pequeños y pequeñas productoras, que los distribuyen a los mercados más cercanos para hacer frente a las necesidades locales, es de un valor económico, ecológico y social significativo, y además parece tener un buen futuro. En Cataluña, en 2018 la superficie dedicada a producción ecológica creció un 5% interanual, y el número de operadores ecológicos (comercializadores, importadores, productores y elaboradores) casi un 9%.⁷ Más del 60% del destino de las ventas de estos productos fue Cataluña y España.

Pero muchas empresas, tanto agrícolas como ganaderas, todavía tienen el **desafío de vender** mejor, ya sea porque no llegan al mercado adecuado, por carencias infraestructurales en la cadena alimentaria, o por la precariedad de sus propias estructuras. En este sentido, y según **Teresa Botargues**, asesora en Transformación Económica en la Diputación de Lleida, «la venta de proximidad de productos ecológicos y de calidad producidos por pequeños productores requiere de medidas para seguir creciendo y consolidándose. El apoyo y dimensionado de las redes de distribución de productos locales, el desarrollo de infraestructuras compartidas y el impulso de iniciativas de conexión entre la producción local y los consumidores y consumidoras son algunas de las medidas que prevé el Plan Estratégico de Alimentación de Cataluña 2021-2026 (PEAC) para alcanzar este objetivo».

Las tendencias apuntan a que, frente a las progresivas opciones de aprovisionamiento, el consumidor y consumidora de productos ecológicos comprará en línea, o bien elegirá los puntos de venta en base a diferentes factores, como la accesibilidad, la comodidad, la variedad, los servicios de valor añadido y el nivel de compromiso social y medioambiental.

⁷ Generalitat de Catalunya (2019) Informatiu especial sobre Producció i Consum local d'Aliments Ecològics - Setmana Bio per l'alimentació ecològica.

Gastronomía innovadora

En este contexto, la **gastronomía comprometida** de entidades, centros educativos, colectivos, empresas y restaurantes del movimiento «Slow Food» también contribuirá a poner en contacto a las personas consumidoras con los y las productoras ecológicas locales, convirtiéndose en ejemplos de innovación social destacables. El informe del Institute for the future de Bill y Melinda Gates (2018) *Good Food is good business. Opportunities driving the future of affordable nutrition*, pronostica que en 2030 las definiciones de seguridad alimentaria se remitirán no a la inmediatez, sino a largo plazo, y alienta a reconocer la riqueza del conocimiento en las tradiciones alimentarias de todo el mundo.

Begoña Rodríguez, directora de BCC Innovation, el centro tecnológico en gastronomía de Basque Culinary Center, refuerza esta visión: «En el ámbito gastronómico, detectamos claramente una vuelta a las raíces, a una mayor importancia del producto, con menos foco en las técnicas de elaboración. Se busca el “producto perfecto”, de gran calidad; el más adecuado para la elaboración de cada plato. Y, en esta mirada, adquieren un protagonismo especial el mundo vegetal y las legumbres, que son las estrellas indiscutibles de la cocina, y lo continuarán siendo los próximos años. En esta línea, el BCC Innovation ha desarrollado un proyecto de recuperación de variedades locales que se cultivaban en nuestro territorio hace años. El proyecto ha supuesto el uso y el cultivo de nuevas variedades de productos, como tomates o pimientos, y ha permitido a los restauradores ampliar la gama de productos a utilizar, y a los productores diversificar sus cultivos y mejorar la utilización de los terrenos. En términos generales, ha constituido un pequeño impulso al fomento de la biodiversidad en nuestro territorio».

Las grandes empresas alimentarias con capacidades avanzadas de I+D probablemente están bien posicionadas para ayudar a construir la base de pruebas científicas en torno a las dietas tradicionales y su oferta de micronutrientes. Estos métodos de **investigación científica** también se pueden aplicar para descubrir alimentos y técnicas completamente nuevas que puedan afectar a la salud y a la asequibilidad de los alimentos.



6

Agradecimientos

Colaboraciones y citas

Este informe incluye **citas literales de una treintena de personas expertas** que fueron expresamente interrogadas sobre sus respectivos ámbitos de especialidad, aportando declaraciones.

The Collider-MWC agradece explícitamente su colaboración.

- **Aliaga, Santi**. CEO de **Zyrcular Foods**.
- **Alvarez, Roberto**. Director de Customer Engagement & Marketing Excellence MED - **Bayer**.
- **Angerri, Marta**. Directora de Financiación Europea y Asuntos Públicos, Sostenibilidad y RSC en **Grup Ametller Origen**.
- **Arnau, Jacint**. Investigador sénior en el **IRTA**.
- **Botargues, Teresa**. Asesora en Transformación Económica en la **Diputación de Lleida**.
- **Cabello, Enrique**. Líder comercial regional de cadena de suministros de granos y aceites de **Cargill** para el Mediterráneo y África.
- **Calvet, Damià**. Presidente del **Puerto de Barcelona**.
- **Capell, Teresa**. Catedrática en Biotecnología en la **Universidad de Lleida**.
- **Casas, Eudald**. Gerente de **INNOVACC**, Asociación Catalana de Innovación del sector cárnico porcino.
- **Garcia, Mireia**. Cofundadora y directora de Ecosistema en **Forward Fooding**.
- **Gavilan, Ignacio**. Director de Sostenibilidad en **The Consumer Goods Forum**.
- **Gil, Laura**. Directora de Transformación Digital en **Damm**.
- **Giné, David**. CEO de **Semillas Batlle**.
- **Jovellar, Joan**. Director de crianza porcina del **Grupo Vall Companys**.
- **Lagares, Josep**. Presidente ejecutivo de **METALQUIMIA**.
- **Márquez, Ricardo**. Director de **Alimentaria FoodTech** y Alimentaria México.
- **Martín, Andreu**. CEO y presidente de **Elian** Barcelona, y director general y vicepresidente ejecutivo de **Benson Hill Internacional**.
- **Martín, Jaime**. CEO y socio fundador de **Lantern Innovation**.
- **Mas, Natàlia**. Directora general de Industria de la Generalitat de Cataluña y consejera delegada de **ACCIÓ**.
- **Papell, Ignasi**. Responsable de negocio Alimentación en **Eurecat**.
- **Pastor, Susana**. Directora del IT Barcelona Hub de **Nestlé**.
- **Ponsá, Sergio**. Director del BETA Technological Center de **UVIC-UCC**.
- **Riera, Joan**. Director de Alimentación en **Kantar Worldpanel**.
- **Rodríguez, Begoña**. Directora de BCC Innovation, centro tecnológico en gastronomía de **Basque Culinary Center**.
- **Rodríguez, Cristina**. Directora de Calidad de **Europastry**.

- **Sala, Oscar.** Director de **The Collider**.
- **Sió, Jaume.** Jefe del gabinete técnico de la Secretaría General del Departamento de Acción Climática, Alimentación y Agenda Rural de la **Generalitat de Catalunya**.
- **Siota, Josemaria.** Director ejecutivo del Centro de Emprendimiento e Innovación de **IESE Business School**.
- **Torres, Gabriel.** Director de Innovación de **Pascual**.
- **Villarroya, Matilde.** Secretaria de Asuntos Económicos y Fondos Europeos del Departamento de Economía y Hacienda de la **Generalitat de Catalunya**.

Autoría

El contenido del informe se fundamenta en la investigación realizada por **Roser Salvat Jofresa**⁸, quien también es responsable de su redacción.

⁸Roser Salvat Jofresa et al. (2019) Informe de Vigilància Tecnològica Smart Food y Roser Salvat Jofresa et al. (2020) Informe de Vigilància Tecnològica Smart Rural. Ed PRUAB.

Datos de contacto

Para tomar contacto con el equipo de The Collider, están habilitados los canales siguientes:

thecollider.tech

thecollider@mobileworldcapital.com

 @TheCollider_MWC

 The Collider



Permido para compartir

Esta publicación está protegida por la licencia internacional Creative Commons Attribution ShareAlike 4.0 International License (CC BY-SA 4.0) (CC BY-SA 4.0).

Publicado

Febrero de 2022

Aviso Legal

La información y opiniones expuestas en este informe no reflejan necesariamente la opinión oficial de The Collider – Fundación Mobile World Capital Barcelona. La Fundación no garantiza la exactitud de los datos incluidos en este informe. Ni la Fundación ni ninguna persona que actúe en su nombre será considerada responsable del uso que se pueda realizar en la información que contiene.



The Collider

Un programa de



**MOBILE
WORLD CAPITAL™
BARCELONA**