

MARZO 2023

Observatorio de tendencias:

La cosecha de datos

AgroBankTech

Digital INNOvation



AgroBank

INNSOMNIA
Innovators that dream



La cosecha de datos

INTRODUCCIÓN

Retos y perspectivas del sistema agroalimentario Pág. 03

01

Seguridad alimentaria por encima de todo Pág. 07

02

Uso de la información sin precedentes: regando con datos Pág. 13

03

El futuro ya está aquí: ChatGPT y cuántica Pág. 18

04

Agricultura regenerativa para impulsar la sostenibilidad Pág. 24

05

Tractores en el campo: de la motorización a la robotización Pág. 28

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Pág. 34

INTRODUCCIÓN

Retos y perspectivas del sistema agroalimentario



El sector agroalimentario puede definirse como todos los elementos y actores que participan, directa o indirectamente, en alguna de las etapas que comprenden desde la producción de alimentos hasta su consumo. No hay una única definición, puesto que los sistemas agroalimentarios son altamente complejos y específicos, y se producen habitualmente interacciones diversas que en muchas ocasiones son difíciles de ver. Cuentan con una enorme cantidad de players que tiene, a su vez su propia peculiaridad.

El sistema agroalimentario es, por último, uno de los que más ha evolucionado a lo largo de los siglos. **Como la propia Natura-**

leza de la que vive y a la que protege a lo largo del tiempo ha debido demostrar ser sobre todo resiliente.

Aunque haya muchas diferencias, el objetivo principal de todos los sistemas agroalimentarios es garantizar la disponibilidad de alimentos para toda la población, y para ello han de enfrentarse a retos de largo recorrido, como atajar el hambre en determinadas regiones, producir alimentos seguros o proporcionar dietas equilibradas para todos.

En los últimos años a estos retos se les han unido el crecimiento de la población, el cambio climático y la escasez de recursos

como el agua. Adaptar los sistemas agroalimentarios para superar estos retos constituye ya de por sí un gran desafío. Por ello, desde hace ya algunas décadas, las instituciones y organismos internacionales, aconsejados por la comunidad científica, muestran el camino que deben seguir los sistemas agroalimentarios para ser más sostenibles.



En su publicación [“The future of food and agriculture – Alternative pathways to 2050”](#), la FAO señala que los sistemas agroalimentarios afrontan una serie de retos que llevarán décadas en solucionarse, agrupándolos en tres grandes cuestiones:

- El crecimiento de la población y los ingresos sigue impulsando la demanda de alimentos y modificando las preferencias alimentarias de la población.
- La pobreza, la desigualdad y el desempleo persistentes limitan el acceso a los alimentos y obstaculizan el logro de los objetivos de seguridad alimentaria y nutrición.
- El crecimiento de la producción agrícola se ve limitado por una mayor escasez y una menor calidad de los recursos hídricos y de la tierra, así como por una inversión insuficiente en la agricultura sostenible

Para garantizar el acceso a alimentos suficientes y nutritivos, empleos decentes, oportunidades de ingresos y servicios ambientales es necesario –asegura el informe– que seamos más inteligentes a la hora de identificar los factores desencadenantes necesarios para acelerar los procesos transformadores.

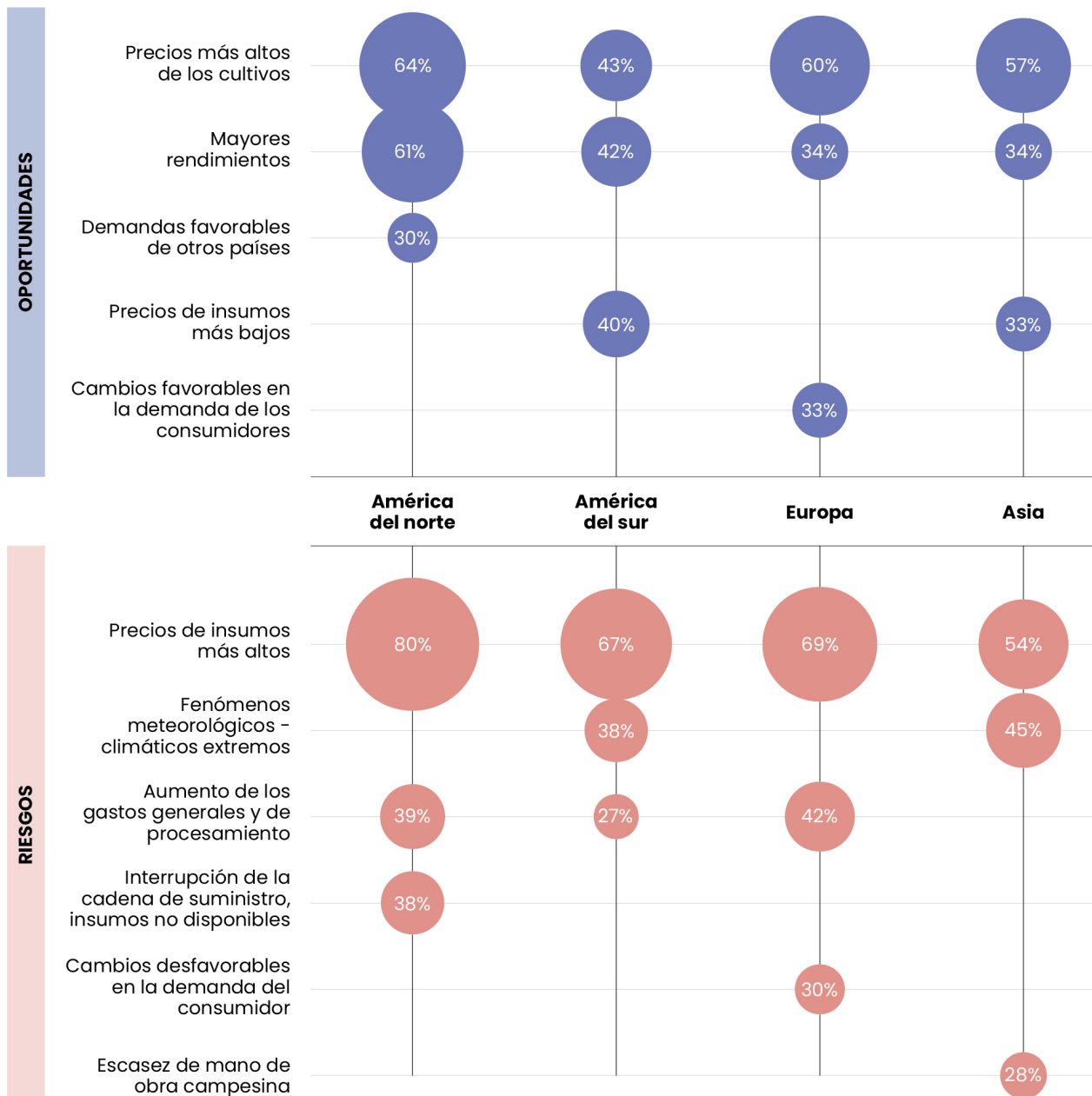
Con el objetivo de aumentar las posibilidades de crear un futuro más sostenible y resiliente para los sistemas agroalimentarios, el informe propone cuatro “desencadenantes de transformación” clave: mejor gobernanza, consumidores críticos e informados, mejor distribución de ingresos y riqueza y tecnologías y enfoques innovadores.

Los consumidores deberán ser actores más responsables, ya que “tienen el poder de desencadenar procesos transformadores al cambiar la demanda hacia productos más responsables y nutritivos desde el punto de vista ambiental y social”.

Esta necesaria transformación del sistema se verá favorecida por el desarrollo de **tecnologías y enfoques innovadores**, para los cuales los autores del informe proponen

Los tres principales riesgos y oportunidades de ganancias en los próximos dos años

Respuestas a la pregunta: ¿Cuáles cree que son las 3 principales oportunidades y riesgos para sus ganancias en los próximos 2 años? Porcentaje de encuestados (n=5,474).



Fuente: McKinsey Global Farmer Insights 2022

La FAO ha asumido el compromiso de ayudar a gobiernos y asociados a reducir estas brechas digitales multidisciplinares a fin de lograr que todas las personas se beneficien de la nueva sociedad digital.

dar prioridad a la investigación y el desarrollo científicos, pero sobre todo a la **trasferencia de conocimiento** para que la I+D, la inversión y el emprendimiento sean accesibles a los grupos más vulnerables.

A pesar de las perturbaciones económicas, los altos precios de los cultivos están dando a los agricultores de todo el mundo motivos para un optimismo cauteloso, según una encuesta realizada a 5.500 agricultores de nueve países, realizada por [McKinsey & Company](#).

Tan sólo en los 3 años que llevamos de década las cadenas de suministro han temido por un futuro incierto relacionado fundamentalmente con el Covid-19 y, sobre todo, por los conflictos geopolíticos. El sector, sin embargo, ha asumido de frente estos nuevos cambios que han afectado al sistema innovando en nuevas áreas y adoptando nuevas estrategias.

Según este estudio de McKinsey:

- Los agricultores están dispuestos a innovar, a pesar de la incertidumbre macro.
- El uso de múltiples canales para las ventas está ganando fuerza y los agricultores han aumentado su compromiso digital.
- Creciente tracción de la financiación y los pagos digitales adoptando nuevos productos y servicios financieros como los pagos digitales.
- La innovación y la adopción de tecnologías agrícolas varían ampliamente según la región.
- La adopción de prácticas de sostenibili-



dad requiere un enfoque más holístico por parte de los agricultores y proveedores.

En el sector agrícola y alimentario, la difusión de las tecnologías móviles, los servicios de teledetección y la informática distribuida ya están mejorando el acceso de los pequeños campesinos a la información, los insumos y los mercados, aumentando la producción y la productividad, racionalizando las cadenas de suministro y reduciendo los costes operativos.

01

Seguridad alimentaria por encima de todo

Como venimos comentando, **la industria agroalimentaria afronta un contexto de constante transformación**. La influencia cada vez mayor de los avances tecnológicos, la búsqueda de nuevos ingredientes en aras de la sostenibilidad y la salud o los nuevos enfoques regulatorios sobre alimentación por parte de las administraciones son algunos de los retos que las empresas del sector tienen ante sí.

La UE tiene uno de los sistemas agroalimentarios más seguros del mundo, pero aun así cada año se producen 23 millones de casos de tox infecciones alimentarias y 5000 muertes. Tal vez por eso la confian-

za de los ciudadanos en el sistema es uno de los puntos débiles, especialmente en la cadena de suministro.

Al mismo tiempo, según el [Eurobarómetro de Seguridad Alimentaria 2022](#), el coste de los alimentos tiene ahora un mayor peso en las preocupaciones de los europeos que hace unos pocos años (la tendencia inflacionista de los insumos contribuye a ello), convirtiéndose en el principal factor que influye en la compra de los alimentos, seguido de su sabor. Cerca de la mitad considera que la seguridad alimentaria también es importante y un 41 % de los ciudadanos europeos dan por sentado que los alimentos que compran son seguros.



En el ámbito de la seguridad alimentaria en la UE, se requieren de más actividades que tengan como finalidad:

- Mejorar la comunicación y confianza de los consumidores con el sistema.
- Mejorar la seguridad de los sistemas agroalimentarios a través de nuevas tecnologías y metodologías de análisis de riesgos.
- Desarrollo de sistemas mejorados de la autenticidad y la trazabilidad de los productos a lo largo de la cadena.

Los plaguicidas son todavía un importante foco de interés. La sostenibilidad y la salud de los consumidores son los dos factores que motivan ese seguimiento. La EFSA también publicó este pasado año un primer [informe sobre los efectos acumulativos de los plaguicidas aplicados en los procesos productivos de alimentos](#), en



el que señalaba que este tema es muy importante en materia de Seguridad Alimentaria. Los primeros resultados de las investigaciones de la máxima autoridad europea, que han analizado potenciales daños crónicos en el sistema tiroideo y agudos en el sistema nervioso, respectivamente, invitan a continuar estudiando. *“La conclusión es que el riesgo de los consumidores derivado de la exposición alimentaria acumulativa está, con distintos grados de certeza, por debajo del umbral que activa la adopción de medidas reglamentarias para todos los grupos de población estudiados. Pero este es un camino que la EFSA ha abierto y que va a continuar, sin ninguna duda, por lo que deberemos estar atentos a futuros nuevos resultados y los cambios que puedan producir”.*

La tecnología segura

No hay que alarmarse, por tanto, pero si es imprescindible poner todas las medidas para solucionar este problema. En este sentido el Centro Tecnológico [AINIA](#) ha diagnosticado cuales son las tecnologías imprescindibles para garantizar la seguridad alimentaria en la cadena de valor:

- **Visión espectral e imagen química** para la detección de materias extrañas y para el control de alimentos. La imagen química permite obtener un mapa de composición en tiempo real del producto que se está procesando. Una tecnología revolucionaria que permite ir más allá de las limitaciones que tienen los sistemas de inspección convencionales.
- **Luz UV Pulsada** para la esterilización de envases de alimentación. Esta tecnología se utiliza principalmente en la esterilización de envases, puesto que

con ella se reduce e incluso se elimina el empleo de desinfectantes químicos, como el peróxido de hidrógeno, utilizado en el procesamiento aséptico de envases, el cual puede dejar residuos indeseables en el envase que se transfieran al alimento.

- **Termografía** como sistema de control de procesos y de inspección del sellado de envases. También para los envases de alimentación, la termografía tiene su aplicación en la inspección del cierre/control de sellado en los envases plásticos, además del control de productos y de procesos de alimentación, como por ejemplo el control de la temperatura y de la detección de materias extrañas en alimentos.
- **PCR a tiempo Real:** Técnicas o métodos de identificación de microorganismos (MALDI TOF). Para garantizar la seguridad alimentaria, es necesario determinar la presencia de microorganismos patógenos y/o alterantes antes de que el producto llegue al mercado ya que su exposición puede causar serios problemas para la salud. El Malditof es un método que identifica microorganismos patógenos y/o alterantes en alimentos y microorganismos beneficiosos, como son los

probióticos, en alimentos en apenas 5 minutos.

- **Técnicas de espectroscopía** de emisión óptica para analizar la presencia de metales pesados en alimentos. Estas técnicas analíticas presentan una gran versatilidad, exactitud y reproducibilidad permitiendo trabajar con muy pequeños volúmenes de muestra, rebajando considerablemente los límites de detección. En este artículo te contamos cómo analizamos la presencia de metales pesados en alimentos.
- **Microencapsulación** para mejorar la conservación y estabilidad de los alimentos. La microencapsulación de ingredientes con efectos positivos permite aportar una protección extra frente a factores externos, como el oxígeno atmosférico, la temperatura y/o la humedad ambiental, el pH del alimento, radicales libres, sustancias incompatibles por contacto, garantizando su llegada al punto de absorción, con una degradación mínima.
- **Dióxido de carbono a alta presión** combinado con ultrasonidos para evitar la contaminación microbológica en la conservación de alimentos. Se trata de buscar alternativas para garantizar la calidad microbológica en hierbas y especias, y por lo tanto la seguridad alimentaria manteniendo las propiedades organolépticas del producto final. Una de estas alternativas es el dióxido de carbono a alta presión combinado con ultrasonidos para solventar una de las necesidades más demandadas por la gran mayoría de las empresas del sector especiero europeo como es el mantenimiento de las propiedades organolépticas inherentes del producto.

La termografía es una técnica basada en el uso de cámaras (termográficas) capaces de medir la radiación emitida por un objeto en la banda infrarroja del espectro electromagnético, la cual es función de la temperatura superficial del mismo.

La Blockchain: trazabilidad segura

Cada vez es más palpable que **el usuario es quien está demandando más transparencia en los productos que consume**. Y eso significa no solo saber qué ingredientes lleva, sino cómo se ha producido o cultivado, dónde, con qué métodos... **Busca la trazabilidad del producto**. Y esta demanda es la que está impulsando el interés tanto de marcas como de retailers y de proveedores de tecnología por la blockchain.

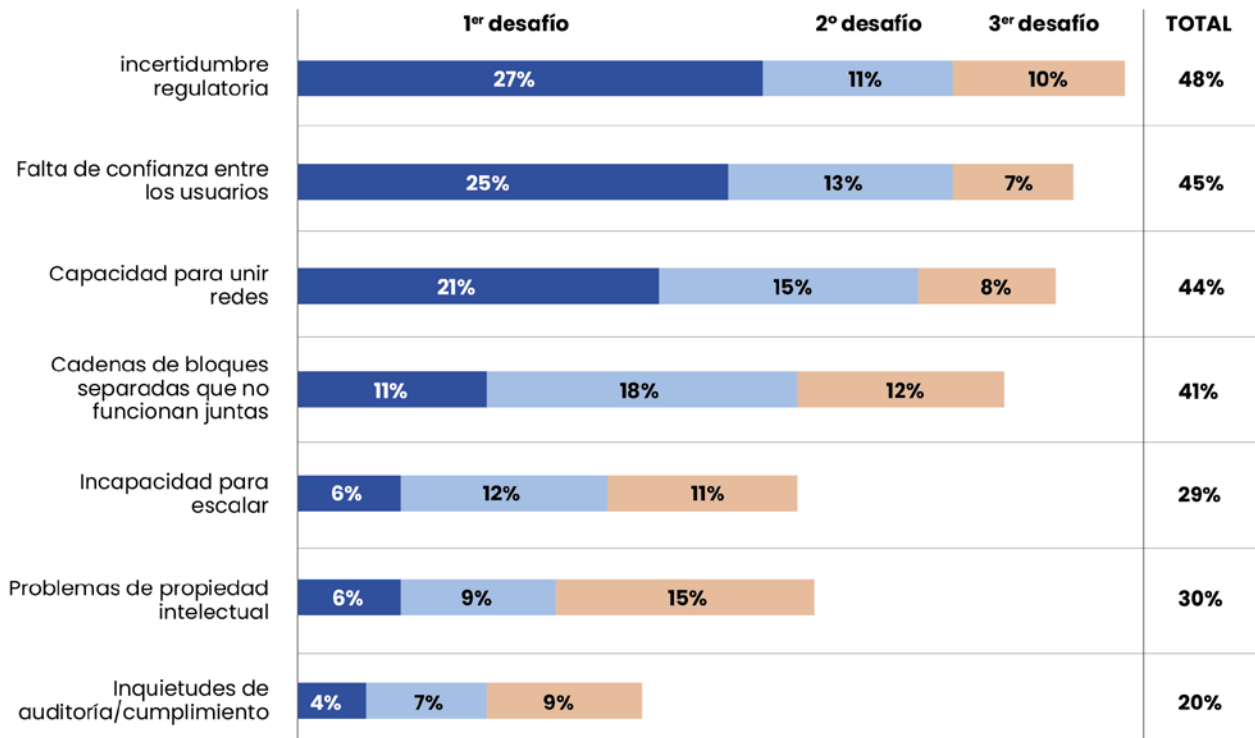
En el caso de la industria alimentaria, el blockchain proporciona un token o registro en el momento en el que un producto o un artículo se produce, emitido por una

entidad de confianza, y a partir de ahí, sirve para autenticar el punto de origen y todo el periplo de ese artículo según va cambiando de manos. Al ser una plataforma distribuida, en blockchain no cabe la opción de fraude, ya que no es posible modificar o adulterar los datos. La transparencia deja de ser una opción para convertirse en un requisito.

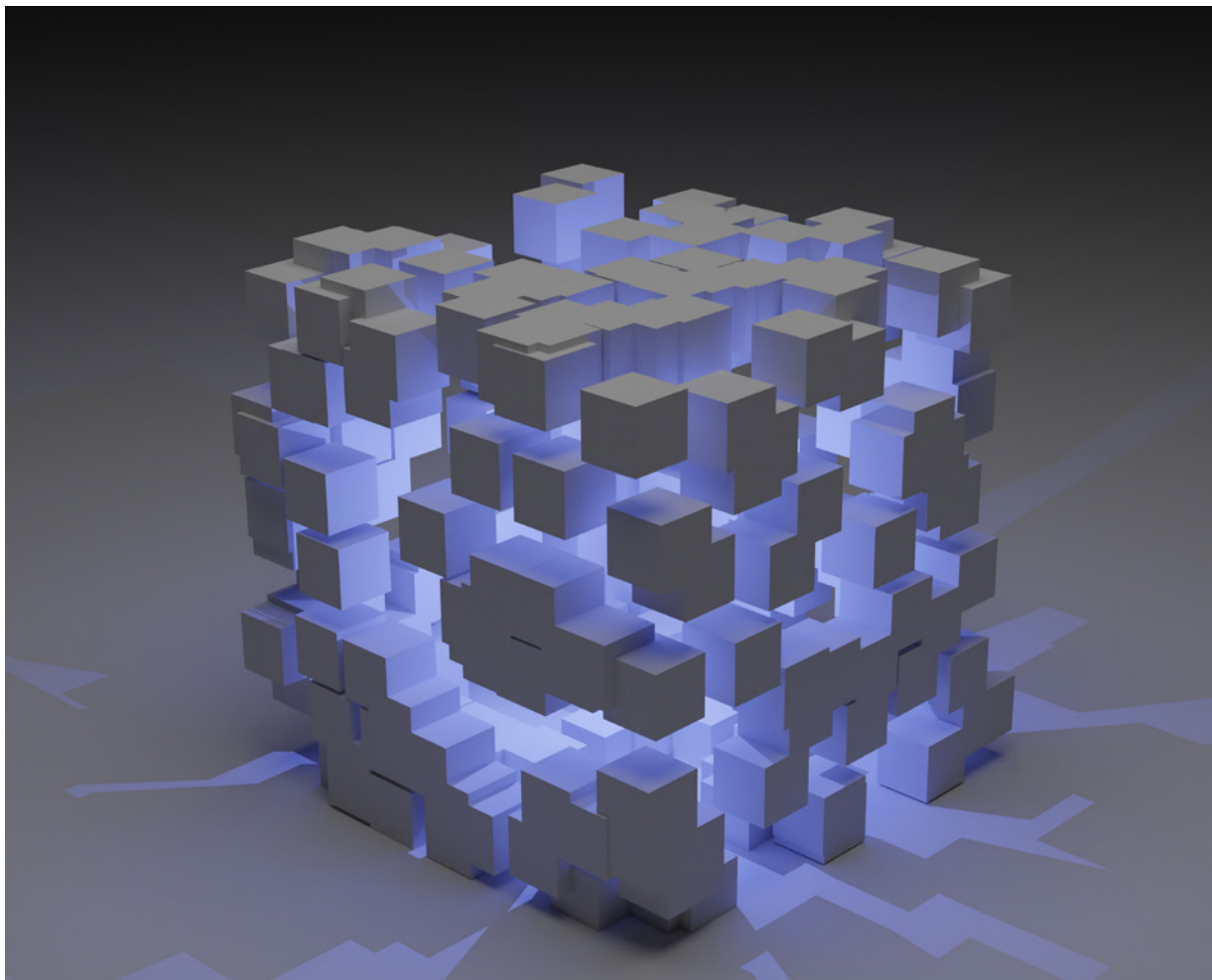
La trazabilidad de la blockchain, además de otorgar a los consumidores una mayor confianza en los artículos que compran, representa también una oportunidad para recompensar a los productores que emplean buenas prácticas agrícolas a la hora de cultivar. Así se explica en el informe ["Blockchain para la Agricultura,](#)

Barreras para la implementación del Blockchain

Los tres principales desafíos de los encuestados



Fuente: PwC blockchain survey



[Oportunidades y Desafíos](#)” elaborado por la FAO.

El informe recuerda que muchos de los problemas del sector alimentario, como la contaminación cruzada, el fraude alimentario, la transmisión de enfermedades y el alto costo de retirar los productos defectuosos se acentúan por la falta de información sobre los pasos que da el alimento antes de llegar a nuestras manos. **La trazabilidad se encarga de rastrear los alimentos en todas las etapas de produc-**

ción, procesamiento y distribución por las que pasa. La calidad de la información que se extrae es pues fundamental para garantizar la seguridad alimentaria.

La Blockchain se presenta como una gran oportunidad para el sector de la cadena de suministro en la industria alimentaria. Tiene claras ventajas en términos de **transparencia, confianza, eficiencia y seguridad**, ya que todo esto mejora la reputación de los miembros de la cadena alimentaria, desde los productores, trans-

La mayor barrera para la adopción de la blockchain es la incertidumbre regulatoria y la falta de interoperabilidad entre las diferentes cadenas de bloques.

formadores y distribuidores, hasta los minoristas, y en última instancia los consumidores son los beneficiarios finales. Es indiscutible que la tecnología Blockchain, adecuadamente gestionada, ayudará a reducir el fraude y las enfermedades transmitidas por los alimentos a través de la trazabilidad de los mismos y proporcionará información más transparente que llegará a los consumidores a través del etiquetado de los alimentos contenidos por ejemplo en soluciones NFC o QR.



Sin embargo, la complejidad, el mecanismo de verificación, el costo, la confidencialidad y la protección de datos son algunos de los problemas que deben superarse a fin de llevar a cabo una óptima implementación de esta tecnología en el sector alimentario.

La cadena alimentaria tiene un claro carácter transnacional. Se necesitan normas internacionales que fijen tanto la documentación como el idioma. Además, la aplicación de esta tecnología sigue siendo compleja e inaccesible para muchos elementos de la cadena de suministro. En muchas ocasiones el inicio de la cadena se encuentra en lugares remotos o en países subdesarrollados, en los que la implementación y el acceso a esta tecnología resulta un reto en sí mismo.

“Los consumidores quieren transparencia porque pueden soportar la verdad”.

Leslie Sarasin, CEO de FMI.

02

Uso de la información sin precedentes: regando con datos

En la agricultura, los datos están demostrando ser una base esencial para construir negocios más eficientes, productivos y rentables. También está revelando oportunidades que muchos nunca creyeron posibles, como proporcionar insumos selectivos en campos enteros planta por planta o incluso diseñar estrategias para que las granjas extraigan activamente carbono de la atmósfera.

Los datos, cientos de datos que siempre han estado ahí pero que ahora es cuando obtienen su auténtica importancia, esa que les confiere valor y de la que el agricultor puede beneficiarse.

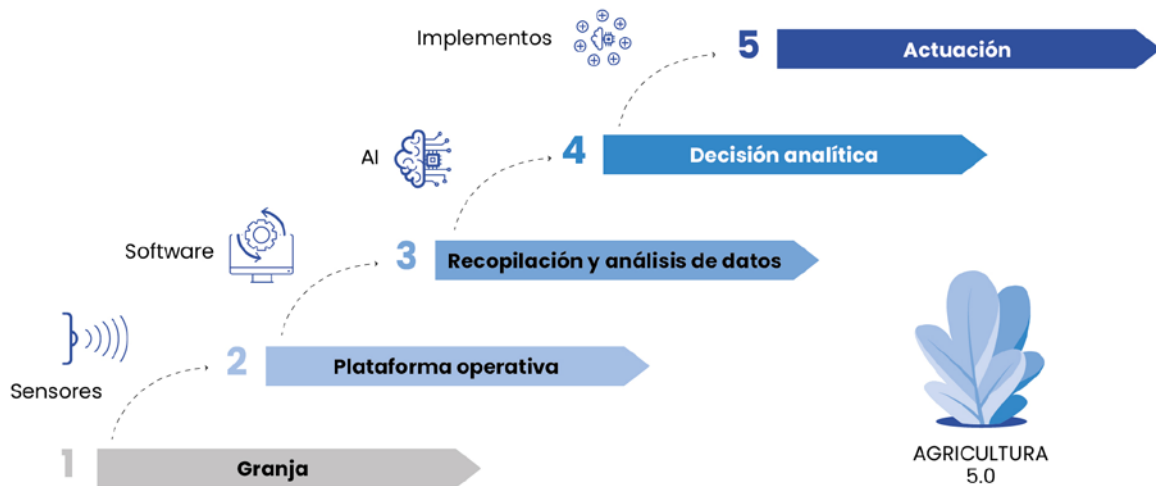
Al desarrollar algoritmos personalizados únicos para cada granja, la inteligencia artificial ayuda a los agricultores - mediante el análisis de datos históricos y en tiempo real de campo, clima y medio ambiente - a generar recomendaciones personalizadas que maximizan la eficiencia a lo largo del ciclo de crecimiento. El impacto de estos conocimientos puede ser extraordinario, ya sea que signifique reducir drásticamente la cantidad y frecuencia de los insumos necesarios en el campo o identificar áreas problemáticas clave dentro del campo que necesitan atención



adicional para una cosecha más abundante.

Es lo que dice el informe de Bayer [“Using Unprecedented Insights in Unexpected Ways on the Farm”](#) que indica que gracias a la inteligencia artificial, a esa recolección de datos, puede llegarse incluso a que “la tecnología de pulverización automatizada puede identificar y tratar plantas de forma individualizada. Con una precisión sin precedentes, este sistema de pulverización selectiva garantiza que los agricultores solo usen los recursos cuando y donde se necesiten. Eso ayuda a conservar el agua, los nutrientes y otras aplicaciones, sin mencionar la reducción de los costos asociados”.

Prácticas agrícolas inteligentes transformadoras



Fuente: PwC Redefining agriculture through artificial intelligence: Predicting the unpredictable

La inteligencia desde la semilla

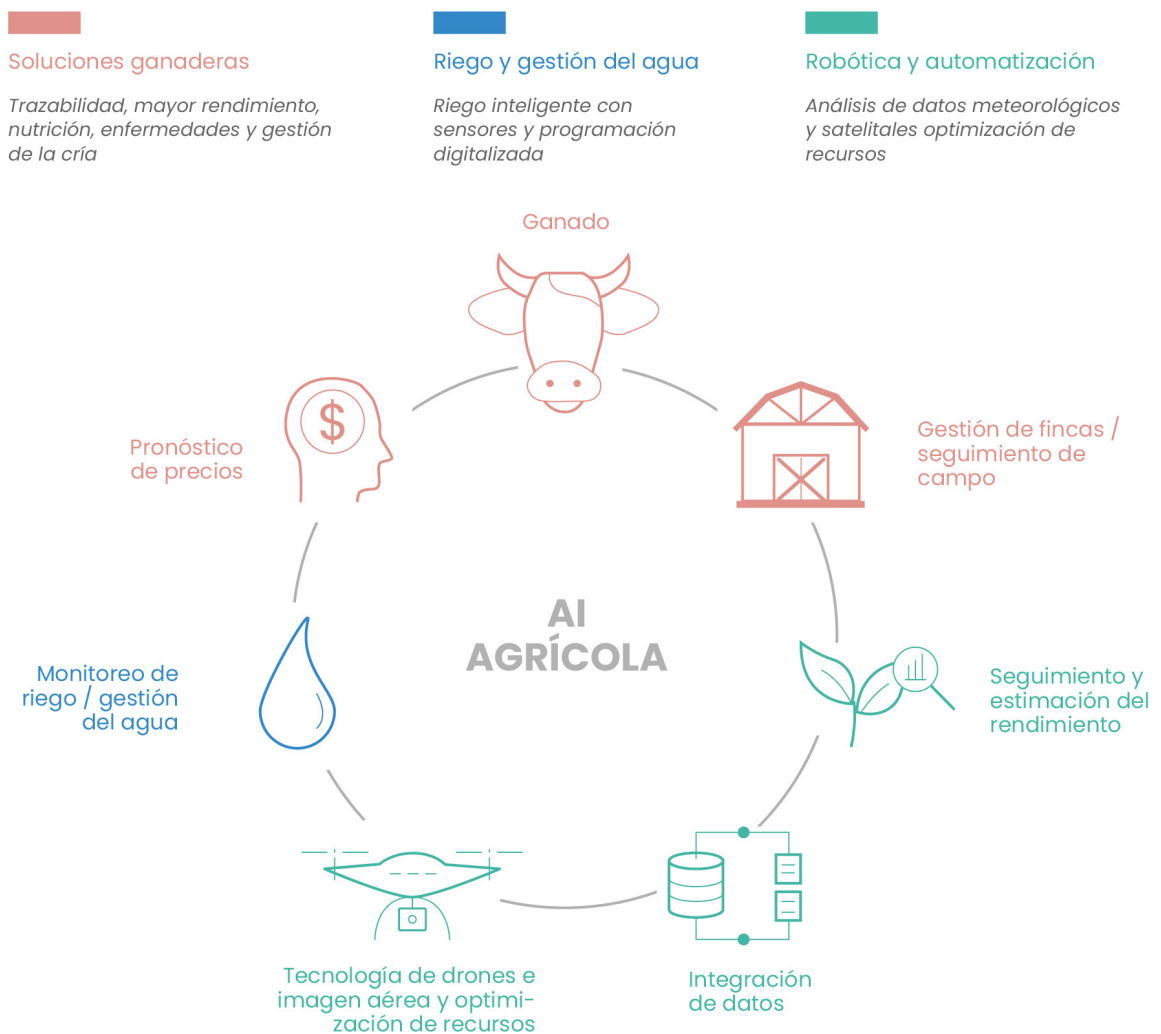
Cada semilla que se planta es una inversión. Es por eso que vale la pena considerar todos los factores que podrían influir en su retorno. Aquí es donde entran en juego las plataformas de gestión digital. Al monitorizar constantemente los niveles de humedad, la densidad de nutrientes y la temperatura del suelo en todos sus campos, estas herramientas generan recomendaciones personalizadas para optimizar el rendimiento de cada semilla.

A medida que crece la adopción de tecnología, la era digital en la agricultura sigue prosperando. Desde la medición de los niveles de nutrientes del suelo hasta la supervisión del riego y el uso de imágenes de drones para cartografiar y estimar la presencia de enfermedades, la inteligencia artificial se ha convertido ya en una presencia constante en las producciones agrícolas de todos los tamaños.



Se prevé que el gasto mundial en tecnología inteligente y sistemas conectados en el sector agrícola triplique sus ingresos de aquí a 2050. Esto incluye la IA y el aprendizaje automático. Se prevé que solo el gasto en IA aumente a una tasa de crecimiento anual compuesta del 25,5 % entre 2020 y 2026, alcanzando finalmente los 4.000 millones de dólares, y con ello crecerán las capacidades de estas tecnologías.

Integración de la IA en el ecosistema agrícola



Fuente: PwC Redefining agriculture through artificial intelligence: Predicting the unpredictable

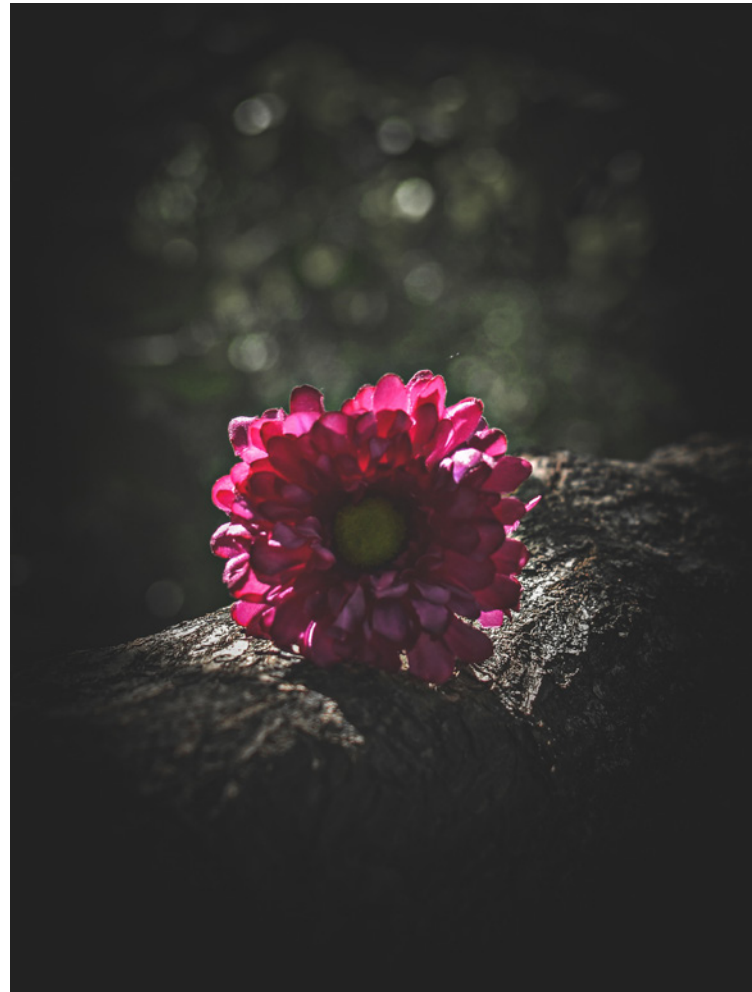
Para Gartner en la automatización acelerada de la IA las tecnologías fundamentales son:

- La inteligencia artificial causal: identifica y utiliza las relaciones de causa y efecto para ir más allá de los modelos predictivos basados en la correlación y avanzar hacia sistemas de IA que puedan prescribir acciones con mayor eficacia y actuar de forma más autónoma.
- Los modelos de base (foundation models) son modelos basados en arquitecturas transformadoras, como los modelos de lenguaje de gran tamaño, que incorporan un tipo de arquitectura de red neuronal profunda que computa una representación numérica del texto en el contexto de las palabras que lo rodean, haciendo hincapié en las secuencias de palabras.
- La IA de diseño generativo o diseño aumentado por la IA, es el uso de tecnologías de IA, machine learning (ML) y procesamiento del lenguaje natural (natural language processing, NLP) para generar y desarrollar automáticamente flujos de usuario, diseños de pantalla, contenido y código de capa de presentación para productos digitales.
- Las herramientas de generación de código de machine learning incluyen modelos de ML alojados en la nube



que se conectan a los entornos de desarrollo integrados (integrated development environment, IDE) de los desarrolladores profesionales, que son extensiones que ofrecen sugerencias de código basadas en descripciones en lenguaje natural o fragmentos de código parciales.

En estrecha relación, los datos sintéticos se utilizan a menudo para validar los modelos de IA. Basados en datos del mundo real, y creados por un modelo que utiliza los parámetros de conjuntos de datos del mundo real, pueden utilizarse para crear un “gemelo digital”. Este gemelo digital sintético emula la vida real, lo que puede ser especialmente útil en agricultura, donde variables como los tipos de suelo y las condiciones meteorológicas deben comprenderse para las aplicaciones del mundo real. Gartner predice que su uso superará al de los datos reales en los modelos de IA de aquí a 2030. Los datos sintéticos, que ya son tendencia en otros sectores, están en la lista de espera de la agricultura para 2023.



“Todos deberían beneficiarse de la inteligencia artificial, y no solo las personas de los países ricos. Esta es la prioridad de mi trabajo”.

Bill Gates, cofundador de Microsoft.

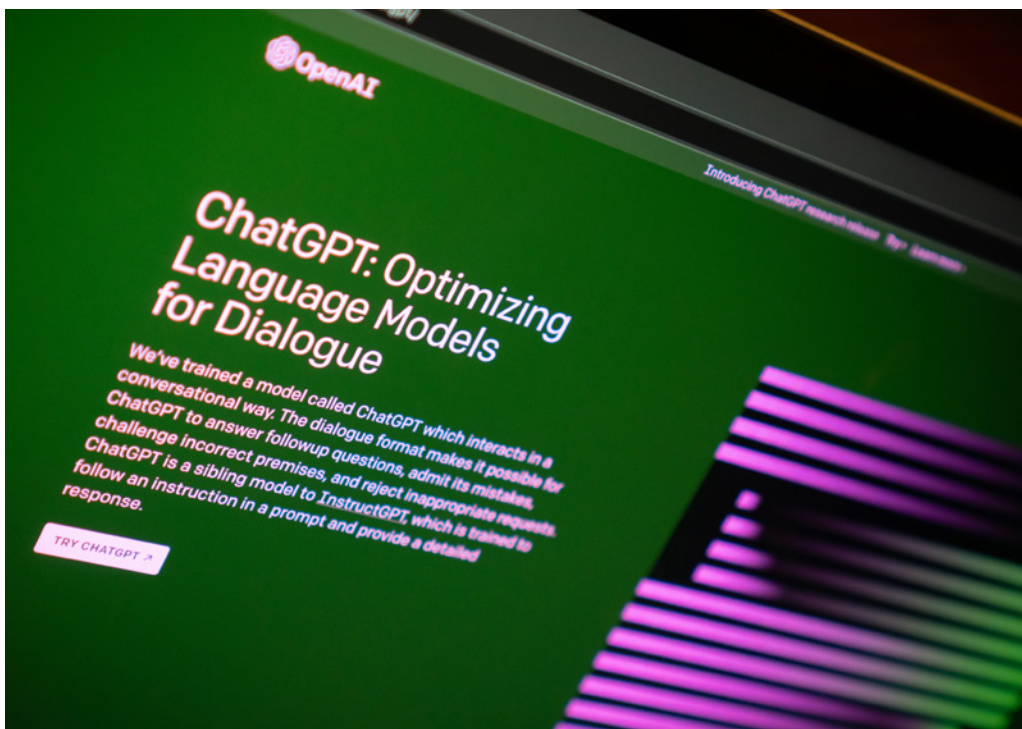
03

El futuro ya está aquí: ChatGPT y cuántica

Bill Gates lo tiene claro: [la nueva generación de la IA cambiará el mundo](#). El cofundador de Microsoft sostiene que el avance en esta tecnología es tan esencial como el nacimiento del microprocesador, la computadora personal, internet y el teléfono móvil.

Gates lo sabe, conoce su potencial y por eso Microsoft ha pasado a controlar el 49% de la empresa creadora de ChatGPT, OpenAI. Acaba de presentar la integración de esta herramienta de IA a su buscador Bing y a su navegador Edge, en un claro movimiento para tratar de competir en un mercado que hasta ahora ha dominado Google.

ChatGPT funciona utilizando el modelo de lenguaje GPT (Generative Pretrained Transformer) de OpenAI y es **capaz de aprender de las preferencias y patrones**



de comportamiento de los usuarios para personalizar su respuesta.

¿Puede el sector de la agroalimentación beneficiarse de esta nueva tecnología? La respuesta es rotunda: sí, como cualquier otro sector económico. Así se desprende en el estudio [“ChatGPT: Análisis](#)

ChatGPT es un generador de texto creado por la compañía OpenAI que se sirve de la IA para conversar con los usuarios, pero que también es capaz de responder a todo tipo de preguntas, resumir textos, imitar estilos literarios o componer música. Esta alta capacidad ha despertado una ola de fascinación y tan solo dos meses después de su lanzamiento suma 100 millones de usuarios únicos al mes, lo que la ha convertido en aplicación de consumo de más rápido crecimiento de la historia.

[bibliométrico y posibles usos en la agricultura y pecuaria](#)” de la Universidad Nacional de Trujillo.

Usando modelos de lenguaje, como ChatGPT, los agricultores pueden, por ejemplo, comprender rápidamente el funcionamiento de una nueva máquina u obtener información financiera específica para su sector, comprender la salud de su terreno o ser advertido ante la presencia de plagas.

Y con el rápido avance es esta tecnología esta ‘inteligencia artificial generativa’ puede simplificar y acelerar las tareas administrativas generando informes, ayudando en el registro del cuaderno de campo, organizando los e-mails, e incluso ofreciendo el asesoramiento de expertos para muchas tareas como puede ser el control de plagas.

ChatGPT puede ser entrenado para reconocer las condiciones específicas del suelo y del clima de una plantación en particular. De esta manera, **aprendiendo de grandes cantidades de datos, puede ofrecer recomendaciones personalizadas** sobre los cultivos más adecuados para esa parcela concreta, teniendo en cuenta factores como los niveles de nutrientes del suelo y los patrones climáticos locales.

El análisis de la salud de los cultivos es fundamental para garantizar cosechas sanas y productivas. Mediante el análisis de imágenes de cultivos, ChatGPT puede ayudar a los agricultores a identificar cualquier signo de deterioro, como decoloración o marchitamiento, que pueda indicar un problema de salud de la planta. Así los productores pueden actuar con rapidez y tomar las medidas oportunas



para evitar mayores daños o la pérdida de cosechas.

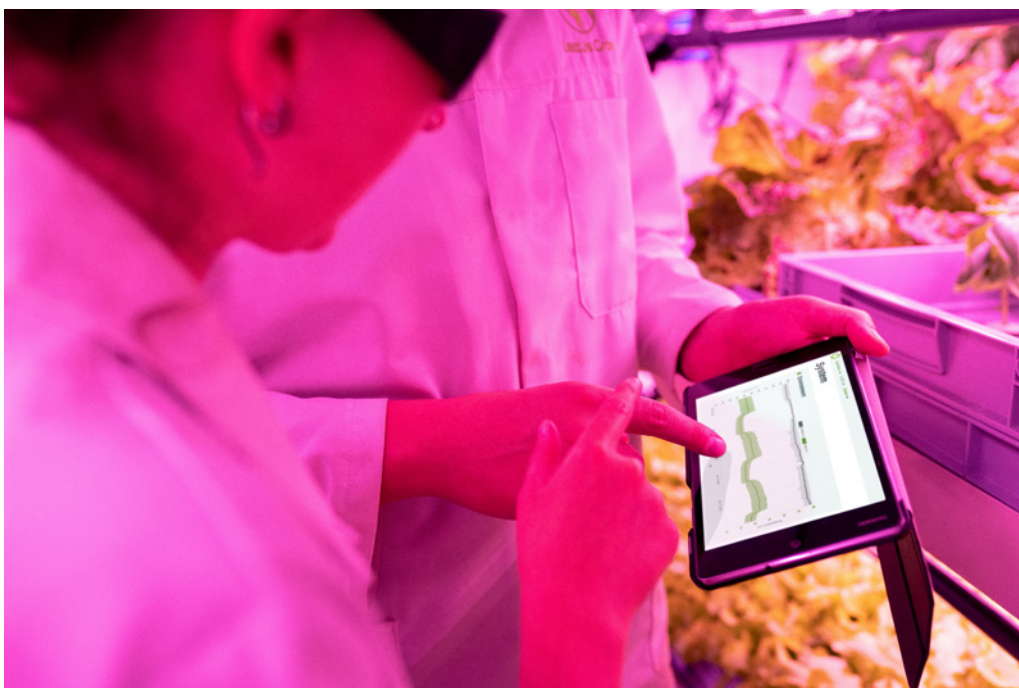
Además de las imágenes detalladas de cultivos, este nuevo sistema también puede analizar imágenes de campo para proporcionar una visión completa del paisaje agrícola. Al analizar las imágenes de los campos, ChatGPT puede ayudar a identificar posibles problemas, como la erosión del suelo, el anegamiento o las deficiencias de nutrientes. De esta manera, puede ayudar a los agricultores a tomar decisiones sobre la rotación de cultivos, el riego o la fertilización.

Pero, si bien es cierto que la IA y el aprendizaje automático han proporcionado al sector valiosos instrumentos para, por ejemplo, optimizar el rendimiento de los cultivos, lo cierto es que los nuevos modelos de lenguaje como ChatGPT también tienen sus limitaciones: **carecen de la capacidad de abstraer y comprender las relaciones de causa y efecto**, que los agricultores adquieren con la experiencia.

La irrupción de esta nueva tecnología, la 'inteligencia artificial generativa', está llamada a cambiar las reglas del juego también en la industria agrícola.

Así se recoge en el artículo ["Cómo se pueden usar OpenAI y Chat GPT4 en agricultura"](#) de Agtecher

La IA y el ChatGPT pueden ayudar en la toma de decisiones, pero no pueden reemplazar las habilidades de pensamiento crítico y la experiencia de los agricultores. Se trata, por tanto, de conseguir el equilibrio adecuado entre los beneficios de las tecnologías de IA y el valor insustituible de la comprensión y la interacción humanas. ¡Al menos por ahora!



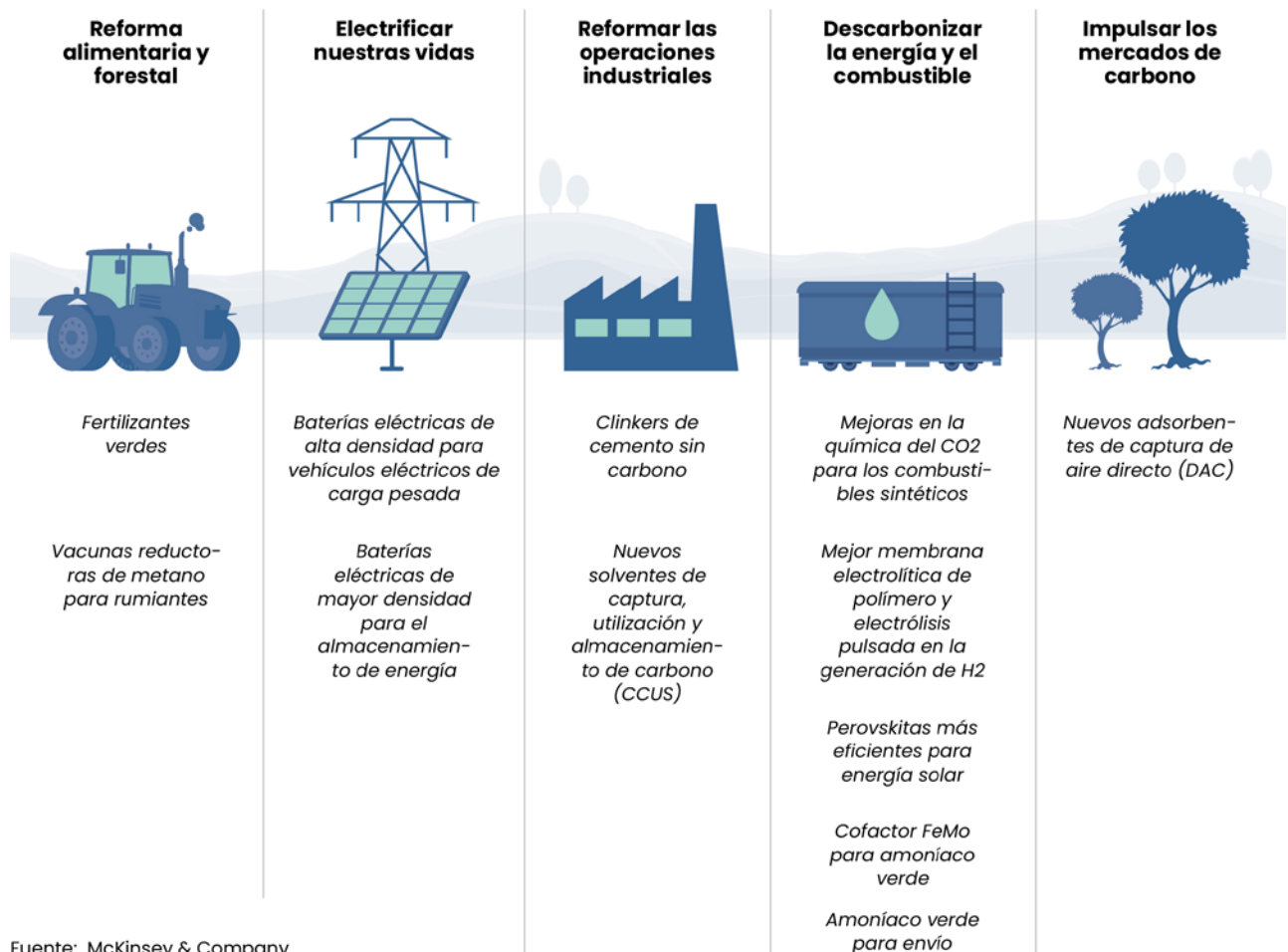
COMPUTACION CUÁNTICA

La tecnología emergente de la computación cuántica podría revolucionar la lucha contra el cambio climático, transformando la economía de la descarbonización y convirtiéndose en un factor importante para limitar el calentamiento global a la temperatura objetivo de 1,5 ° C. Son datos del informe [“La computación cuántica podría salvar el planeta”](#) elaborado por Mc Kinsey.

A pesar de que la tecnología se encuentra en las primeras etapas de desarrollo, los expertos estiman la primera generación de computación cuántica tolerante a fallos llegará en la segunda mitad de esta década: **los avances se están acelerando, los inversores apuestan por ella y cada vez hay más empresas que se inclinan por su investigación y desarrollo.**

Visualizando la acción climática poscuántica

La computación cuántica podría generar cambios drásticos en toda la economía que tendrían un gran impacto en la reducción y eliminación de carbono.

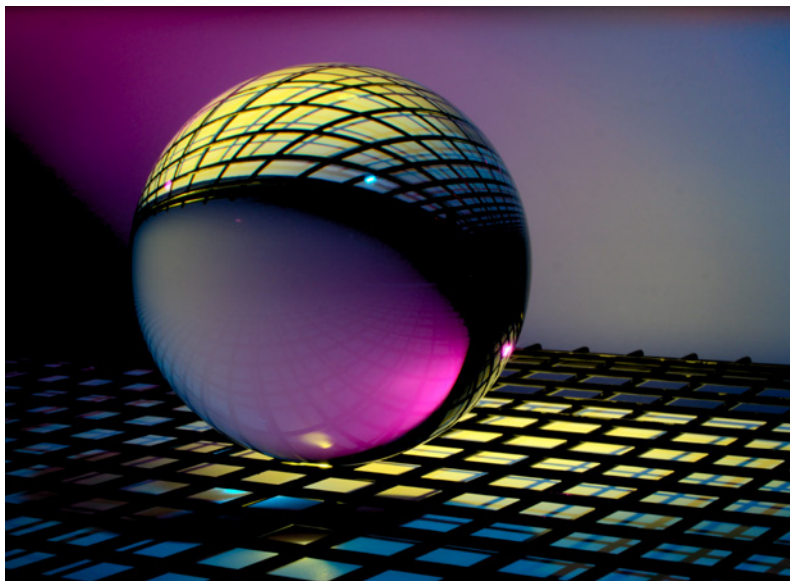


Fuente: McKinsey & Company

La carrera entre las grandes tecnológicas por conseguir LA COMPUTADORA CUÁNTICA (con mayúsculas) ya está en marcha. Y si hay dinero e interés, pronto veremos resultados.

Un estudio publicado en [AVS ciencia cuántica](#) señala que la computación cuántica podría generar cambios drásticos en toda la economía, *“que tendrían un gran impacto en la reducción y eliminación de carbono [...] Incluso, al ayudar a resolver problemas de sostenibilidad persistentes, como reducir el metano producido por la agricultura”* entre otras cosas.

La computación cuántica, que aplica las leyes de la física cuántica para resolver en mucho menos tiempo problemas mucho más complejos que los que un superordenador puede resolver, está llamada a ser el auténtico **revulsivo para una sociedad más sostenible**. Entre otras cosas



nos ayudará a promover la aparición de nuevas baterías para vehículos, desarrollar una tecnología solar renovable significativamente mejor, a encontrar una forma más rápida de reducir el costo del hidrógeno para convertirlo en una alternativa viable a los combustibles fósiles o para usar amoníaco verde como combustible y fertilizante. Así, para 2035, se podrían **eliminar de la atmósfera más de 7 gigatoneladas de CO2 al año**.



En España ya se está investigando aplicaciones directas de la computación cuántica para el sector agrario. [Agraria](#) es el nombre del proyecto en el que trabajan el CSIC, la compañía GMV y otras 24 firmas y entidades que están desarrollando una prueba piloto que usará la inteligencia artificial cuántica para predecir el rendimiento de los cultivos agrícolas procesando imágenes de satélites para

formar un predictor sobre el rendimiento de los cultivos basado en aprendizaje automático cuántico (o QML, Quantum Machine Learning, en inglés). Para llevar a cabo esta prueba de concepto, se usará un conjunto de datos de imágenes satelitales públicas pre-procesado, se desarrollará un predictor basado en aprendizaje automático cuántico, y se realizará la evaluación e interpretación de resultados. Asimismo, también se ampliará el modelo de predicción incorporando otros datos: clima, imagen multi-espectral, datos de riesgo, etc.



AgrarIA: el futuro del sector agroalimentario

AgrarIA es un proyecto liderado por el grupo empresarial GMV y financiado a través del Programa Misiones de I+D en Inteligencia Artificial de la Secretaría de Estado de Digitalización e Inteligencia Artificial (SEDIA) del Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, correspondiente a los fondos del Plan de Recuperación, Resiliencia y Transformación.

Se trata de un proyecto que busca investigar la aplicabilidad y viabilidad de la inteligencia artificial, junto con otras tecnologías relacionadas con la Industria 4.0, en soluciones reales para definir nuevos métodos de producción agraria que redunden en que en el futuro el sector agroalimentario español sea más tecnológico, innovador, sostenible y comprometido con la eficiencia energética y la disminución de la huella de carbono.

El consorcio está formado por 24 entidades entre grandes empresas, pymes y centros de investigación con el interés común de fortalecer la productividad del sector agroalimentario español a través de actividades de I+D. Las ingenieras y tecnológicas (IA Ingenieros, Agerpix, Codesian Software Tech, Celtiberian Solutions, Drone-tools, Emergya Grupo, GMV, HelixNorth, Hispatec, I-Solagua, LB-Bagging, Secmotix y TEPRO); las productoras y transformadoras (Familia Torres y Florette Ibérica); las biotecnológicas (Sylentis y Kimitec) y las distribuidoras (Casa Ametller del Grupo Ametller Origen, Kivnon Logística y Primafrio) que cuentan con el apoyo de dos organismos de investigación (CSIC y ITCL) y de dos universidades públicas (Universidad de Salamanca y el Departamento de Geografía Física y Análisis Geográfico Regional de la Universidad de Sevilla).

04

Agricultura regenerativa para impulsar la sostenibilidad

Los efectos del cambio climático se hacen cada vez más presentes. El desierto avanza en el sur de Europa. Lo hace en silencio, poco a poco. Aprovecha no solo la ausencia de lluvias y las temperaturas cada vez más altas que caracterizan al clima mediterráneo árido, intensificado por el cambio climático, sino también el deterioro del suelo y el aumento de la erosión provocados por prácticas agrícolas y ganaderas poco sostenibles.

Una forma de plantarle cara a este problema y de buscar opciones más sostenibles pasa por la recuperación del suelo, por regenerarlo para darle una nueva vida.

La **agricultura regenerativa** mira al pasado para aprovechar lo mejor de las 'viejas tradiciones y experiencias', no para volver a la Prehistoria. Esta nueva tendencia agrícola - una forma de entender el sector para algunos - **busca restaurar la calidad y fertilidad**

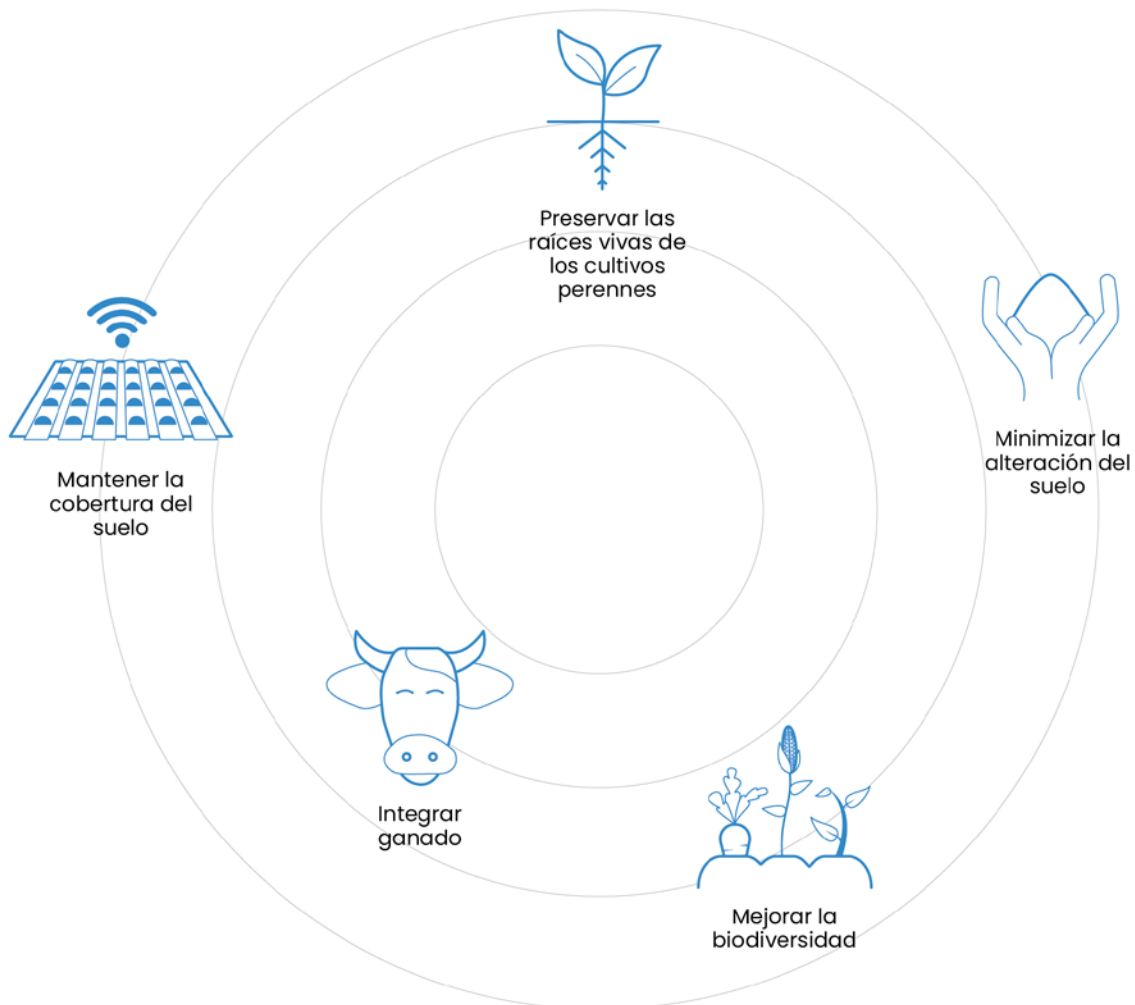
de los suelos degradados, restituir sus propiedades de una manera natural. La fórmula está en reducir la maquinaria pesada, utilizar abonos verdes, mantener cubiertas vegetales y diversificar los sistemas de cultivos.

La agricultura orgánica regenerativa beneficia al suelo, revitalizando y manteniendo su fertilidad para el futuro. Las técnicas de agricultura regenerativa tienen como objetivo mitigar las consecuencias negativas de las actividades agrícolas.

“La agricultura regenerativa es un enfoque agrícola que se centra en restaurar la calidad del suelo mediante la adopción de prácticas de manejo sostenibles”, explica Joris de Vente, doctor en geografía e investigador del [CEBAS-SCISC](#). “El objetivo es revertir la degradación de la tierra, aumentar la biodiversidad, incrementar la producción, mejorar la prestación de los servicios ecosistémicos y aumentar la resiliencia de los agroecosiste-



Principios fundamentales de la Agricultura Regenerativa



Fuente: PwC Redefining agriculture through artificial intelligence: Predicting the unpredictable

mas contra el cambio climático, así como contribuir a su mitigación”.

Además de recuperar la fertilidad y la salud del suelo, la agricultura regenerativa presenta beneficios para la sociedad en su conjunto. **Un suelo más sano y que sufre menos alteraciones tiene mayor potencial de absorción y retención de gases de efecto invernadero.** Por otro lado, retiene más agua y reduce considerable-

mente la erosión de los terrenos semiáridos, que sufren especialmente durante los episodios puntuales de lluvias torrenciales.

La agricultura regenerativa carece de una definición oficial como tal, pero su enfoque se basa en cuatro principios claros:

- Minimizar la perturbación del suelo. Es decir, reducir o eliminar la labranza y,

sobre todo, minimizar el uso de maquinaria pesada que compacta el suelo.

- Mejorar la fertilidad del suelo, mediante el uso de abonos verdes y evitando el uso de agroquímicos.
- Reducir los eventos espacio temporales de suelo desnudo, manteniendo siempre la cubierta vegetal del terreno
- Diversificar los sistemas de cultivo con rotaciones y combinaciones de cultivos que se favorecen mutuamente, incluyendo la integración del ganado.

Por ejemplo, si entre las hileras de almendros se plantan hierbas aromáticas, se atraen más polinizadores, que a su vez ayudan a mejorar la producción de almendra. Y si en las calles de las plantaciones de cítricos se plantan habas, se mejora la producción y la calidad del suelo al tiempo que se reduce la escorrentía (el agua que discurre arrastrando nutrientes a su paso) y la necesidad de aportes externos y de agua.

Para los investigadores del CEBAS-CSIC, estas son las **ventajas de la agricultura regenerativa**:

- **Ayuda a restaurar los suelos, mejora su calidad física, química y biológica.** Esto se logra al reducir su compactación por el menor uso de maquinaria pesada, mejorar su estructura y aumentar la materia orgánica, los nutrientes y el agua disponible.



- **Mejora la retención de agua y reduce de la erosión.** Esto hace que los terrenos de cultivo sean más resilientes a las inclemencias meteorológicas.
- **Reduce la sensibilidad de las cosechas** y mejora su producción.
- **Refuerza la presencia de polinizadores y el aumento de la biodiversidad** en general, lo que contribuye también a la mejora paisajística.

- Mitiga el cambio climático gracias a la **fijación de carbono orgánico en los suelos.**
- **Elimina los residuos de la agricultura convencional** ya que evita el uso de plásticos, fertilizantes de síntesis química y pesticidas o herbicidas.

Los animales son elementos fundamentales en el agricultura regenerativa como lo son en el propio ciclo de la vida. La ganadería regenerativa o pastoreo regenerativo persigue la recuperación de los suelos mediante la cohabitación de las especies animales y vegetales, interactuando entre sí de forma simbiótica.

Los animales juegan un papel fundamental a la hora de reciclar nutrientes. Cuando estos pastorean, sus excrementos y orina quedan

por el suelo, permitiendo así que los nutrientes queden nuevamente disponibles para las plantas y biodiversidad del terreno. De esta forma podemos ver cómo se regenera el suelo de forma orgánica.

Además, mediante la introducción de enemigos biológicos de especies no deseadas a los cultivos, se previenen problemas de plagas y enfermedades y se evita el uso de pesticidas químicos.

Por último, mantener la fertilidad de los suelos es muy importante tanto para la producción de alimentos como para producir el forraje necesario para el ganado. Cuánto más fértil sea, los animales tendrán mayor cantidad de alimento.



05

Tractores en el campo: de la motorización a la robotización

La digitalización en el sector agroalimentario español avanza y las tecnologías aplicadas a la robotización y mecanización de tareas complejas en campo ya son una realidad cada vez más extendida.

La evolución agrícola ha llevado a desligar la intervención humana de las actividades del campo. En la actualidad, diversas empresas tecnológicas han desarrollado tractores que permiten desde mejorar la conducción de los equipos de potencia hasta la conducción autónoma por la explotación agropecuaria.

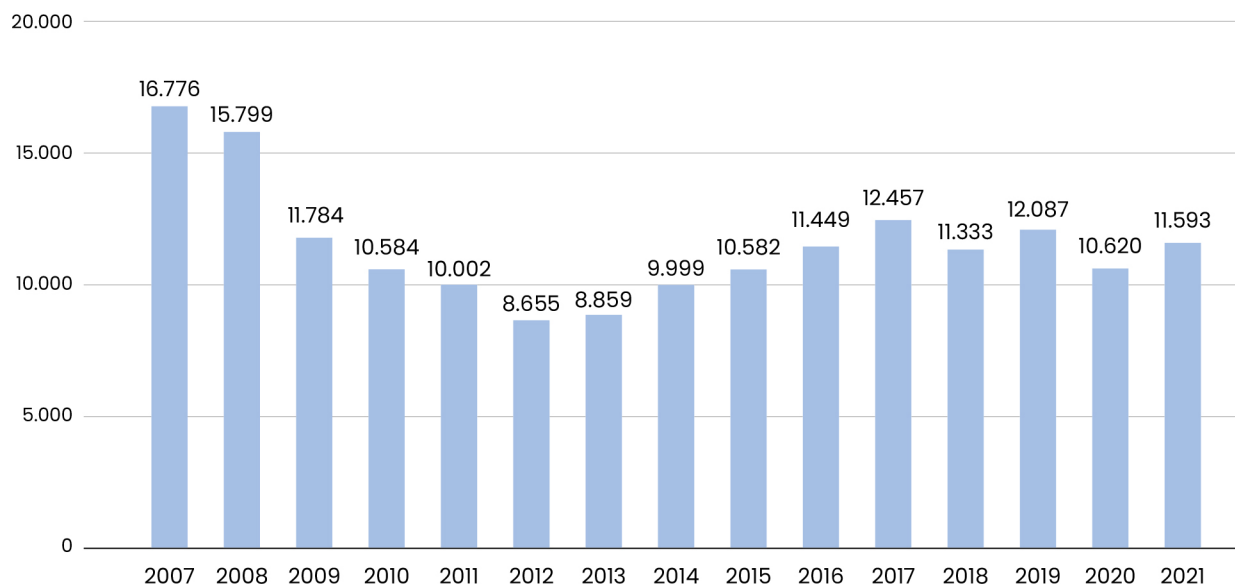
El ser humano ha perseguido mejorar la eficiencia de las tareas para aumentar

su productividad. Por ello, ha pretendido mecanizar y automatizar las tareas y, actualmente, el objetivo es robotizarlas para automatizarlas, tal y como recoge el [Diagnóstico y análisis de la situación de partida del Observatorio para la Digitalización del Sector Agroalimentario](#).

El acto de **mecanizar se define como la implantación de máquinas para realizar las operaciones** de campos diversos, **automatizar se define como la conversión de ciertos movimientos en movimientos automáticos o indeliberados**, mientras que **robotizar se refiere a automatizar acciones u operaciones mediante la utilización e instalación de robots**.



Número de tractores inscritos en España entre 2007 y 2021



Fuente: Statista

La implementación de robots al campo puede hacer más atractiva la agricultura para los jóvenes.

DE LA MOTORIZACIÓN A LA ROBOTIZACIÓN

Los primeros tractores tenían como objetivo sustituir la mecanización animal por maquinaria que aumentaban la capacidad de trabajo en la labranza de los cultivos.

Los tractores tradicionales se pueden emplear en numerosas actividades agrícolas como la rotulación del terreno, el trasplante, la aplicación de fertilizantes y fitosanitarios o la recolección de los productos alimentarios, entre otros.

Actualmente, se desea aplicar una nueva transformación en el sistema agroalimentario en materia de maquinaria, la cual consiste en robotizar el campo. **Se pretende**

desligar por completo la mano de obra que demanda la agricultura en tareas como, por ejemplo, la rotulación del terreno o la recolección de los productos agroalimentarios por unidades de potencia totalmente autónomas que operan con complejos sistemas de inteligencia artificial.

Las razones por las que se pueden demandan dicho cambio son varias, pero una de las principales es la pérdida de rentabilidad que han sufrido las explotaciones agropecuarias en los últimos años, a causa de la estabilidad de los precios en origen que han padecido algunos subsectores y el incremento generalizado de los costes de producción. La robotización puede permitir, en primer lugar, reducir la

dependencia de mano de obra y, en segundo lugar, lograr una jornada ininterrumpida de trabajo que puede expandir la productividad del campo.

La robótica y la inteligencia artificial van tomando la delantera en forma de tractores autónomos, vehículos sin necesidad de conductor. Este tipo de vehículos pueden actuar de forma totalmente autónoma, tomando sus propias decisiones para arar, sembrar e incluso sortear los obstáculos;

o bien a partir de indicaciones remotas. En este caso el agricultor maneja las operaciones a distancia a través de un dispositivo informático. Su llegada a los campos puede suponer, entre otras muchas cosas, un aumento de la productividad.

NIVELES DE CONDUCCIÓN

En la actualidad, los sistemas de conducción asistida o autónoma de la maquinaria agrícola se pueden dividir en tres niveles:

- El primero de ellos es el más básico y consiste en dotar al conductor de la



maquinaria agrícola de una asistencia de conducción a través del sistema de navegación por posicionamiento, sin que este pierda el control sobre el tractor.

- En el segundo nivel, el conductor pierde el control del sistema de dirección del vehículo, que es dirigido a través de un mecanismo electrohidráulico o mecánico mediante la señal que recibe desde el sistema de navegación por posicionamiento de la maquinaria que, además, puede coordinar la logística de cooperación de vehículos. Con ello, el operario puede centrarse en controlar los equipos que puedan ir

En España, se inscribieron 35.505 unidades de maquinaria en 2021, de las cuales 11.593 correspondían a tractores, por lo que continúa el crecimiento que experimentó el parque de tractores español desde 1961. A pesar de las cifras, la inscripción de las unidades de potencia ha disminuido en los últimos tres lustros, por lo que la tasa de ascenso anual también ha descendido.

conectados a las tomas de fuerza de la maquinaria, tales como pueden ser aperos para la preparación del terreno, trasplantadoras, equipos de aplicación de agroquímicos, sembradoras, etc.

Los equipos acoplados en los dos primeros niveles de conducción pueden ser robots inteligentes que realicen de forma automática las operaciones (por ejemplo, trasplante, aclareo de lechuga o escardado mecánico), quedando relegado el operario, en algunas ocasiones, como un mero espectador que supervisa una acción repetitiva.

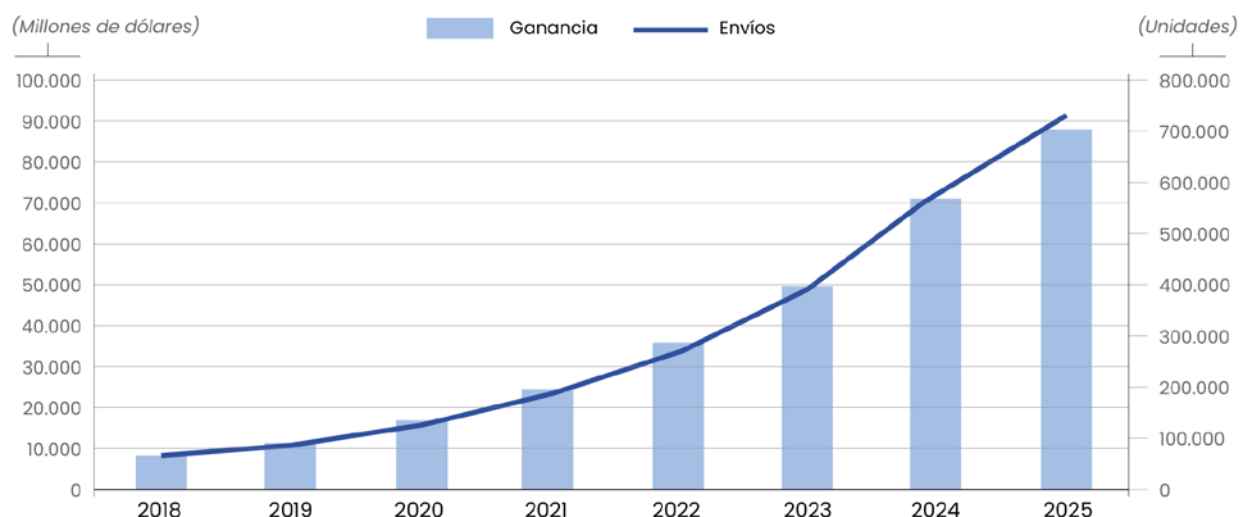
- Con el tercer nivel se consigue desligar por completo la acción y supervisión humana de la maquinaria y los equipos que puedan ir adheridos a esta (robots autopropulsados), lo cual supone una gran revolución para la

agricultura. A través de un vasto conjunto de sensores, el sistema de navegación por posicionamiento, procesadores y técnicas de inteligencia artificial se consigue dotar de una autonomía total al tractor, permitiéndole identificar aquellos obstáculos que se encuentren en su trayectoria, guiar a la maquinaria y controlar a los equipos adheridos a ella.

Algunos equipos autónomos han incorporado fuentes de energía renovables. Algo que se ha conseguido a través de la instalación de placas solares en los equipos, con lo que se consigue descender la emisión de gases de efecto invernadero y dotarle de autonomía.

El control de los robots puede realizarse a través de apps instaladas en dispositivos como smartphones o tablets, lo que facilita su programación.

Ingresos y envíos de robots agrícolas, mercados mundiales (2018-2025)



Fuente: Tractica

Su desarrollo, sin duda, permite expandir la sostenibilidad de los modelos agrícolas a través de aplicar una precisión milimétrica a las distintas operaciones de cultivo e insumos aplicados a los sistemas agrícolas.

APUESTA POR LA SOSTENIBILIDAD

Los fabricantes de tractores ya están investigando y proponiendo mejoras en la tecnología agrícola que logren propulsar los vehículos de un modo más eficiente y sostenible. La tendencia es que los fabricantes punteros doten a sus aperos de motores eléctricos, lo que hace necesario que el tractor se convierta en un generador de electricidad.

Como en el caso de los coches, probablemente se empiecen a fabricar tractores híbridos (gasóleo-eléctricos) y 100 % eléctricos, pero puede haber otras opciones:

- **Hidrógeno:** los vehículos de motor de hidrógeno se caracterizan por su gran aprovechamiento energético. Los ve-

hículos que usan hidrógeno son considerados de emisión cero. Sin embargo, para que sean del todo considerados como energía verde, es necesario obtener el hidrógeno del agua mediante electrolisis en lugar de hacerlo del gas natural.

- **Hidrógeno en combustión:** en este caso, se utiliza hidrógeno en un motor convencional, de manera que lo que se libera a la atmósfera es vapor. El inconveniente de este método es el almacenamiento de hidrógeno.
- **Pilas de combustible:** consiste en un sistema de combustión fría en la que intervienen una célula con un electro-





lito y electrodos dentro de membranas porosas. Se trata de una reacción controlada y no explosiva que libera electrones que crean la corriente eléctrica que mueve el motor. Es eficiente, recargable y tiene un mínimo impacto ambiental.

- **Metano:** existen algunos prototipos de tractores que funcionan con metano. La principal ventaja es que puede producirse en la propia granja, y en caso necesario puede utilizarse gasóleo convencional.
- **Tractor eléctrico:** varias marcas importantes ya han presentado sus prototipos, como el SESAM de John Deere y el e100 Vario de Fendt. Tractores 100% eléctricos que se cargan en la red doméstica.
- **Baterías:** se utilizarán con los tractores híbridos o eléctricos y permitirán almacenar la energía. Estas baterías deben ser lo más verdes posible, por

eso las marcas apuestan por el níquel-hidruro metálico o ion litio, aunque también podrían ser de grafeno.



Referencias Bibliográficas

“The future of food and agriculture – Alternative pathways to 2050”, FAO.

<https://www.fao.org/documents/card/en/c/cc0959en>

Global Agricultor Ideas 2022, McKinsey.

<https://globalfarmerinsights2022.mckinsey.com/>

Eurobarómetro de Seguridad Alimentaria 2022, EFSA.

https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/2022-09/EB97.2-food-safety-in-the-EU_report.pdf

Informe sobre los efectos acumulativos de los plaguicidas aplicados en los procesos productivos de alimentos, EFSA.

<https://www.efsa.europa.eu/es/news/pesticides-first-cumulative-risk-reports-published>

Las 7 tecnologías que garantizan la seguridad alimentaria, AINIA.

<https://www.ainia.es/ainia-news/las-7-tecnologias-que-garantizan-la-seguridad-alimentaria/>

“Blockchain para la Agricultura, Oportunidades y Desafíos”, FAO.

https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/str/D-STR-E_AGRICULT.03-2018-PDF-E.pdf

“Using Unprecedented Insights in Unexpected Ways on the Farm”, BAYER.

<https://www.bayer.com/en/agriculture/article/turning-data-inputs-into-agricultural-outputs>

Novedades del Hype Cycle de Gartner para las tecnologías emergentes de 2022.

<https://www.gartner.es/es/articulos/novedades-del-hype-cycle-de-gartner-para-las-tecnologias-emergentes-2022>

“ChatGPT: Análisis bibliométrico y posibles usos en la agricultura y pecuaria”, Universidad Nacional de Trujillo.

<https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop/article/view/5098>

“Cómo se pueden usar OpenAI y Chat GPT4 en agricultura”, Agtecher.

<https://agtecher.com/es/como-openai-y-chatgpt-pueden-usarse-en-la-agricultura/>

La computación cuántica podría salvar el planeta, Mc Kinsey.

<https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/quantum-computing-just-might-save-the-planet>

Descripción de la reacción y la energía vibracional del CO₂-NH₃ Interacción mediante algoritmos de computación cuántica, AVS Ciencia Cuántica.

<https://avs.scitation.org/doi/10.1116/5.0137750>

Proyecto Agraria

<https://www.gmv.com/es-es/comunicacion/noticias/proyecto-agraria-presentado-en-conexion-aihub-industria-un-encuentro-entre>

<https://www.csic.es/es/actualidad-del-csic/un-equipo-del-csic-utilizara-inteligencia-artificial-cuantica-para-predecir-el>

La ciencia de cultivar el suelo: ¿qué es la agricultura regenerativa?

<https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/la-ciencia-de-cultivar-el-suelo-que-es-la-agricultura-regenerativa/>

Diagnóstico y análisis de la situación de partida del Observatorio para la Digitalización del Sector Agroalimentario. MAPA.

https://www.mapa.gob.es/es/prensa/220701observatoriodigitalizacion_tcm30-623211.pdf

AgroBankTech

Digital INNOvation

MARZO 2023

Observatorio de tendencias:

La cosecha de datos



AgroBank

INNSOMNIA
Innovators that dream

