

---

# EL PROCESO DE INTEGRACIÓN DIGITAL DE LA CADENA AGROALIMENTARIA: ¿CÓMO ENLAZAMOS EL CAMPO Y LA INDUSTRIA?

---

JUNIO 2020

**a**  
**ENGINEERS**  
**agrònoms**  
DE CATALUNYA  
Podem canviar el món



# El proceso de integración digital de la cadena agroalimentaria: ¿cómo enlazamos el campo y la industria?

## Índice

- **Introducción**
- **Digitalización del sector agroalimentario: visión de la industria agroalimentaria**
- **Digitalización del sector agroalimentario: visión de campo**
- **Cuestiones a abordar**

### Redacción:



#### **Victor Falguera Pascual.**

Ingeniero agrónomo por la Universidad de Lleida, doctor en Ciencia y Tecnología Agraria y Alimentaria por la Universidad de Lleida, y doctor en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas (especialidad en Ingeniería Química) por la Universidad de Barcelona. Actualmente es Research Manager de Akis International, Co-CEO de Estratos y Profesor asociado en el Departamento de Tecnología de alimentos de la Universidad de Lleida. Delegado del COEAC en Lleida.



#### **Fran Garcia Ruiz.**

Ingeniero agrónomo por la Universidad de Lleida y doctor por la Universidad de Copenhague (Dinamarca) especializado en técnicas de teledetección mediante UAV para usos en agricultura de precisión. Actualmente es Director de AgroMapping SL. y CEO de estratos. Presidente de la Comisión Agricultura 4.0 del COEAC.



#### **Agustí Jardí Margalef.**

Ingeniero agrónomo por la Universidad de Lleida. Socio fundador de Apogea Virtual Building Solutions, donde trabaja como consultor en BIM y presidente de la Comisión BIM del COEAC.

### Coordinación:

**Col·legi Oficial d'Enginyers  
Agrònoms de Catalunya**

El proceso de integración digital de la cadena agroalimentaria:  
¿cómo enlazamos el campo y la industria?

---

## Introducción

La idea de tener procesos agroalimentarios con un componente más elevado de digitalización está recibiendo un gran interés para todas las partes involucradas en el sector agroalimentario. Esta tendencia sigue la dinámica de otras industrias que han iniciado su transformación digital para conseguir unas fábricas más eficientes, robustas y colaborativas, que puedan reaccionar de forma rápida a cambios en el entorno sin comprometer su competitividad. Esta tendencia debe llevar las industrias a una nueva generación, comúnmente llamada Industria 4.0.

El listado de tecnologías potencialmente empleadas para avanzar en este camino es amplio y diverso. Entre otros, cabe destacar:

- *IoT*. Agrupación e interconexión de dispositivos diversos a través de una red, mediante la cual se pueden reconocer unos a otros y pueden interactuar.
- Robótica. Utilización de maquinaria capaz de ejecutar operaciones automatizadas (normalmente repetitivas, complejas y / o peligrosas), a partir de unas instrucciones o normas programadas.
- Fabricación aditiva. Proceso de fabricación de objetos (en 3 dimensiones) a partir de la agregación de capas de material de manera controlada.
- Inteligencia artificial. Desarrollo de algoritmos que permiten a una máquina interpretar la información y tomar decisiones. Los procedimientos de *machine learning* consisten en la capacidad de las máquinas de añadir nueva información y re-calibrar los modelos de decisión de manera continua.
- Visión artificial. Campo de la inteligencia artificial dedicado al desarrollo de sistemas que reconocen y procesan el contenido de una imagen para extraer información.
- *Cloud computing*. Utilización de recursos y servicios informáticos (cálculo, procesado, almacenamiento, etc.) a demanda a través de la red. Se fundamenta en la existencia de infraestructuras informáticas dinámicas y menudo distribuidas, así como en la virtualización de los recursos.

El proceso de integración digital de la cadena agroalimentaria:  
¿cómo enlazamos el campo y la industria?

---

- Big Data. Análisis de grandes cantidades de datos de naturaleza diversa mediante técnicas complejas, habitualmente aprovechando capacidades informáticas.
- *Blockchain*. Sistema de certificación basado en la distribución de la información en bloques enlazados unos con otros, y la información de los que no se puede modificar ni alterar.
- Integración de sistemas. Interconexión de diferentes dispositivos y herramientas que pueden estar programadas en lenguajes diferentes pero que tienen la capacidad de reconocerse, comunicarse, transmitirse información y órdenes.

La aplicación combinada de estas herramientas tecnológicas, junto con la mejora en las redes de comunicación y en las infraestructuras genéricas, abre la puerta a un incremento de la coordinación de la cadena agroalimentaria que permita anticipar la gestión, mejorar la eficiencia de los procesos y la calidad de los productos y aumentar las garantías de trazabilidad. Sin embargo, en el mundo agroalimentario, los procesos de digitalización siguen abordándose de manera muy diferente en el campo y en la industria, debido a las notables diferencias en la naturaleza de las actividades, en el grado de tecnificación e incluso en el grado de aceptación de los cambios, entre otros factores. Para avanzar en el proceso de integración digital de la cadena agroalimentaria, por tanto, hay que conocer primero estas dos miradas.

## Digitalización del sector agroalimentario: Visión de la industria agroalimentaria

Las administraciones públicas y algunos promotores privados, ya sean del sector residencial, comercial, industrial, logístico y de oficinas están requiriendo desde hace un tiempo a los agentes y proveedores de su cadena de valor que en el momento de gestionar el ciclo de vida de sus activos en sus diferentes etapas (planificación, proyección, construcción y mantenimiento) se desarrollen sus tareas de forma digital e integral, utilizando nuevas herramientas y formas de trabajar y, sobre todo, empleando modelos virtuales o prototipos.

En el ámbito de realización de proyectos y en la fase de construcción, esta metodología de trabajo asociada a los modelos digitales ha ido prosperando de forma considerable en los últimos años, tanto es así que en el ámbito público su utilización es de obligatorio

El proceso de integración digital de la cadena agroalimentaria:  
¿cómo enlazamos el campo y la industria?

---

cumplimiento. A esta metodología digital también se le llama BIM - derivado de las siglas inglesas de (*Building Information Modelling*) - Modelado de la información de la construcción.

De forma paralela su aplicación en la fase de operación y mantenimiento ha ido ganando adeptos en el sector industrial. Fabricantes del sector de la automoción, farmacéutico y en algún caso de la propia industria agroalimentaria han comenzado a generar y operar los llamados "*Digital Twins*" - Gemelos Digitales, de sus activos productivos para gestionar la información a la hora de llevar a cabo sus operaciones de mantenimiento.

Disponer de una réplica virtual de nuestro activo productivo donde tenemos ubicados todos nuestros elementos, junto con todos los datos necesarios implica muchas ventajas a la hora de hacer las gestiones de mantenimiento habituales, los ahorros generados según algunas fuentes se pueden establecer entre un 10 y 20%, y una mayor gestión del riesgo de evitar paros de producción por una deficiencia del mantenimiento preventivo. De esta manera tener una base de datos fidedigna y asociada a nuestros activos permite una mejor gestión general: inventario mucho más cuidadoso los elementos a reponer / mantener, programación de todas las acciones preventivas asociada a un requerimiento de operarios (gestión de los RRHH) , previsión de coste, gestión más adecuada de las acciones de mantenimiento correctivo, ...

La implementación adecuada de estas nuevas tecnologías y la integración de todas las bases de datos en el conjunto de aplicaciones del contexto de gestión industrial (SCADA, software de mantenimiento, gestión de almacén, ...) permite que los operarios, mediante *tablets* o *smartphones* puedan tener una mejor experiencia de trabajo de forma que su acceso al sistema sea mucho más dinámico, eficiente y preciso.

El actual desarrollo y abaratamiento de las nuevas herramientas permite que el levantamiento digital de las fábricas se pueda realizar de una forma rápida y precisa. Mediante la utilización de las tecnologías de captación masiva de información como el Laser Scanner y su posterior procesado permiten el levantamiento de este modelo virtual, que posteriormente se nutre con los datos de todos los equipos y sistemas de producción. Por otra parte, el modelo virtual se interconecta con los softwares propios de mantenimiento y de gestión de la propia industria.

El proceso de integración digital de la cadena agroalimentaria:  
¿cómo enlazamos el campo y la industria?

---

En algunos casos las geometrías que proporcionan estos gemelos virtuales se están interconectando con sensores, de forma que a partir de las lecturas y la geometría se pueden establecer los niveles de volumen acumulado en silos o de otras formas de almacenamiento. Incluso en hospitales donde también se están implementando estas nuevas tecnologías, el *IoT (Internet of Things)* permite interconectar toda la sensórica a esta réplica digital y una monitorización de datos posterior para optimizar los sistemas de climatización y ventilación.

En el conjunto de la industria agroalimentaria y de transformación de los productos que vienen del campo o de las granjas apenas el camino a recorrer empieza ahora. La aplicación de todas las nuevas tecnologías que actualmente se emplean en otros sectores productivos, siempre se centra en gestionar información, gestionar datos. Gestionar datos es diferente a gestionar un conjunto de archivos informáticos, que no están conectados, y muchas veces lo que tenemos son auténticos bunkers de información entre programas de gestión dentro de una misma fábrica.

El Big Data, la Inteligencia Artificial, el 5G, el *Internet of Things* o el *BlockChain* convierten en los ámbitos actuales de desarrollo de la digitalización. Para poder aprovechar todas las ventajas de estas nuevas tecnologías es necesario construir las bases de datos de los activos productivos. Si no tenemos datos no los podemos tratar, y por tanto se desaprovecha el potencial.

En la medida en que estos entornos productivos de la industria agroalimentaria se empiecen a digitalizar, se abrirá la puerta a aprovechar el recorrido tecnológico del que actualmente se dispone. El uso de la inteligencia artificial, junto con el Big Data, permitirá que las máquinas ayuden a los humanos a tomar las mejores decisiones productivas. Si además le añadimos todo el potencial en temas de monitorización a tiempo real por una red de sensores conectada con un ancho de banda y velocidad de conexión hasta ahora nunca vista (5G), y con enfoques de gestión y mantenimiento ayudados también por la inteligencia artificial, pueden establecer el medio perfecto para transformar los alimentos en un contexto óptimo de seguridad alimentaria, sostenibilidad y aprovechamiento óptimo de los recursos. Además, el *BlockChain* (cadena de bloques),

### **Visión de la industria agroalimentaria: conclusiones**

Pero la cuestión no consiste sólo en el ámbito de la industria de la transformación y en el que pasa dentro de las fábricas. Hay que mirar más allá, hay que mirar la agroindustria



El proceso de integración digital de la cadena agroalimentaria:  
¿cómo enlazamos el campo y la industria?

---

como un todo: desde el campo hasta el consumidor. En la medida que el campo también se empieza a digitalizar, donde las nuevas tecnologías permiten ayudar cada vez más a la toma de decisiones, a establecer y afinar cada vez más la cantidad y la calidad del producto primario, se podrán tener muchos más datos. Estos datos de campo, se podrían alinear con los datos de fábrica, con los datos de logística, de forma que conjuntamente todos los pasos de la cadena de producción y valor estén integrados y digitalizados, y todas las decisiones se puedan basar en el "todo", sin obviar ningún escalón de la industria y soportadas por las nuevas tecnologías.

## Digitalización del sector agroalimentario: Visión de campo

En general, la actividad agrícola se desarrolla en ambientes abiertos, con ciclos de producción largos (del orden de semanas o meses) y con un éxito de la rentabilidad estrechamente ligado a los factores ambientales y climáticos. Anticiparse es clave para mejorar la eficiencia de las acciones de manejo, para ser más eficientes económica y medioambientalmente y así poder maximizar las opciones de éxito productivo. En este sentido, en los últimos se ha producido una importante mejora en el conocimiento de los cultivos y el desarrollo de nuevas razas para la explotación ganadera adquiridas durante el último siglo, pero, además, la irrupción reciente de las tecnologías digitales ha propiciado un nuevo paradigma productivo que poco a poco hay que ir adoptando e introduciendo a la forma de gestionar las explotaciones.

Si cogemos el símil de la visión, ya comentada, de la digitalización en la industria agroalimentaria: es clave disponer de un mejor control del activo productivo de nuestra explotación y los factores que lo integran. La peculiaridad en este caso es que este activo se trata de un organismo vivo en fase de desarrollo y crecimiento, y que está sometido a un gran impacto de una serie de variables externas interrelacionadas. Si somos capaces de imaginar una explotación completamente conectada, nos encontraríamos en una situación donde cada acción que hacemos es fruto de un análisis previo y predicción futuros de cómo estas variables se pueden comportar. Podríamos por ejemplo determinar si hacer un tratamiento contra una plaga concreta es idóneo o no en función de cómo se ha comportado este cultivo y la plaga en diferentes situaciones a lo largo de los últimos años, de cómo evolucionarán los factores que favorecen la plaga, pero también simulando el impacto económico de este tratamiento y los beneficios que puede aportar de cara a la cosecha, llegando a la conclusión de que lo que generará más beneficio (considerando

El proceso de integración digital de la cadena agroalimentaria:  
¿cómo enlazamos el campo y la industria?

---

también el beneficio medioambiental) es hacer un tratamiento con la dosis "X" sólo en la zona de la parcela "Y" en el momento "Z". Como se puede apreciar, este pensamiento lógico no dista tanto de lo que ya hacen los agricultores basándose en su experiencia. La gran diferencia radica en el hecho de que, sin la ayuda de la tecnología y las herramientas digitales, la capacidad de los seres humanos es muy limitada a la hora de hacer simulaciones y análisis de grandes bases de datos.

Las tecnologías disponibles para el seguimiento y control del cultivo son diversas, aunque su grado de adopción e implantación es variable según zonas y cultivos. La completa digitalización de tractores y máquinas es una realidad, aunque es sobre todo extendida en equipamiento dedicado al cultivo extensivo de cereales y otros cultivos de siembra. Estos equipos disponen de sensores de posicionamiento, autoguiado y conexión con centros de control virtuales que permiten hacer un exhaustivo seguimiento de la posición, estado del tractor con telemetría (consumo, velocidad, rpm del motor, horas de trabajo, etc.) e interactuar con la controladora de la máquina. Cuando el tractor y la máquina de siembra, aplicación de fertilizantes o pulverizador quedan conectados,

Así se entra en una nueva tipología de tecnologías que se están consolidando en el sector agroindustrial, la teledetección. La caracterización de las unidades parcelarias y el seguimiento del cultivo de forma remota abre la puerta a un nuevo paradigma de asesoramiento técnico a los agricultores. Consiste en extraer información de las características fisiológicas del cultivo o de las características del suelo con diferentes sensores espectrales o electromagnéticos. Es, probablemente, la tecnología más extendida hoy en día, y la más directamente aplicable, aunque hay que advertir que requiere un cierto aprendizaje para encontrar las relaciones entre los mapas y las variables agronómicas que permiten después una gestión determinada en campo. Los mapas resultantes nos ayudan a determinar mejores acciones de manejo localizadas, mejorar las dosis a aplicar en cada caso,

Del mismo modo, los sistemas dedicados a la gestión del riego están ampliamente extendidos. Estas herramientas permiten asegurar que los cultivos reciben la dosis deseada de agua a cada momento, pero también llevar a cabo una gestión cómoda, optimizar el uso del recurso y aplicar los fertilizantes a través del agua (la fertirrigación en continuo mejora la asimilación de los nutrientes, reduce las pérdidas y permite adaptar la aportación a los diferentes momentos del ciclo). La aplicación del riego mediante cualquier sistema alternativo a la inundación ya es difícil de concebir sin un programador. Además,



El proceso de integración digital de la cadena agroalimentaria:  
¿cómo enlazamos el campo y la industria?

---

herramientas como los sensores de humedad del suelo también están cada día más extendidos, aunque queda mucho camino por recorrer para aprender a determinar la mejor ubicación,

Últimamente se evidencia el incremento de proyectos e iniciativas relacionadas con la robótica aplicada a granjas y áreas de cultivo, ya sea para limpieza, transporte, cosecha, gestión de malas hierbas, o monitorización continua de las condiciones de planta y fruto desde puntos de vista asimilables a los que puede tener un ser humano pero con sensores de visión que no son comparables y que proporcionan nuevos espectros que revelan información escondida al ojo desnudo. La robótica será uno de los motores de cambio en la agricultura en los próximos años, pero su escalabilidad en Cataluña y en los países de la cuenca mediterránea, quedará condicionada por el precio, la adaptación a la estructura de propiedad (pequeñas parcelas y disgregadas), la operatividad, y sobre todo a la adaptación de estructuras periféricas (talleres, repuestos, servicios, etc.) a esta nueva tecnología.

### Visión del campo: conclusiones

Con todos estos datos que ya generan los diferentes sistemas tecnológicos que se están aplicando a la agricultura hoy en día, queda claro que se abre un nuevo mercado para empresas que puedan ordenar y analizar los datos generados, analizarlas y sobre todo entregar unas órdenes de recomendación o prescripción concretas para que la aplicación a campo sea directa. Hay que decir, sin embargo, que el primer paso de esta reconversión es planificar cómo orientar los procesos que se llevan a cabo en nuestra empresa agroindustrial en los datos. El mensaje no debe ser sólo "generamos datos" sino que es más importante que "estructuramos y pensamos qué datos generamos". Sólo así los resultados que podamos obtener en el futuro serán fiables y ajustados a la realidad de cada explotación.

Por otra parte, el sector agroindustrial se nutre de la producción que miles de agricultores y ganaderos generan con la gestión de sus explotaciones. Muy a menudo se tiende a diferenciar en gran medida los dos mundos, el campo y la industria, sin considerar que están estrechamente ligados, y que el éxito del primer condicionará la otra y viceversa. Por este motivo, hay que plantear vías para unir estas dos partes de las cadenas productivas que tan ligadas, y poder definir digitalmente una línea de producción continua que quede interrelacionada.

El proceso de integración digital de la cadena agroalimentaria:  
¿cómo enlazamos el campo y la industria?

---

## Cuestiones a abordar

Así pues, partiendo de este diagnóstico inicial, surgen varias preguntas que hay que abordar. Las dos primeras, que aparte de tener implicaciones técnicas, abren el debate sobre la utilidad y conveniencia de la interconexión de los procesos en el campo y la industria, son las siguientes:

1. ¿Podemos diseñar algo asimilable a un gemelo digital por nuestros procesos agronómicos en ambientes tan difícilmente moldeables como son los agrícolas?
2. ¿Puede, este gemelo digital, unir los dos componentes productivos (campo e industria) en una sola línea a través de la cual puedan interconectarse variables útiles para mejorar la calidad de los productos y la competitividad de las empresas?



**a**  
**ENGINYERS**  
**agrònoms**  
DE CATALUNYA  
Podem canviar el món

**SEDE CENTRAL**

Passeig de Gràcia 55, 6è 6a - 08007 Barcelona  
93 215 26 00 // 93 215 26 04  
agronoms@agronoms.cat

**DELEGACIÓN**

Rambla Ferran 2, 4t A - 25007 Lleida  
973 24 43 32  
agronomslleida@agronoms.cat