



Andrés Montero Aparicio
Universidad Carlos III de Madrid

Innovación y digitalización en el sector agrario

■ En este artículo, su autor analiza los cambios estructurales que experimenta el sector agrario y el papel desempeñado en todo ello por las tecnologías digitales, en tanto motor del cambio y herramienta para adaptarse al mismo. Reflexiona también sobre el riesgo de la brecha digital, y aboga por la importancia de la formación para evitarlo. Finaliza planteando la oportunidad del Plan de Recuperación y Resiliencia de la UE para avanzar en los grandes retos de nuestra agricultura: digitalización, relevo generacional y cambio climático.

Palabras clave:

Agricultura | Sector agroalimentario | Tecnología | Formación | Desarrollo rural | España.

Los sistemas alimentarios se encuentran en el centro de la vida y la salud, y deben estar en equilibrio para preservar los recursos y su evolución a lo largo de los siglos. Por eso han estado íntimamente ligados a la innovación. Estos procesos se han acelerado gracias a los avances de la ciencia y la tecnología, que han posibilitado su adopción por parte del sector agroalimentario de una forma más o menos rápida y gracias también a los mecanismos que han facilitado la adecuada transferencia a sus actores principales, es decir, a los agricultores y los distintos agentes de la cadena alimentaria.

De hecho, si las empresas y el sector agroalimentario español quieren crecer y progresar deben ser competitivas y, de forma paralela, responder al papel que se espera de ellas como instrumentos para mejorar la calidad de vida. Y esto solo pueden conseguirlo mediante la incorporación de tecnología y con unos sistemas de gestión modernos (Ballester, 1991).

Actualmente se hace preciso abordar un cambio de paradigma: restaurar una renta agraria digna, equiparable a otros sectores; reequilibrar las relaciones campo-ciudad, y hacer efectivo el derecho a la alimentación de toda la población a través de alimentos sanos y saludables. Y esto se debe producir en el contexto de las dos transformaciones

que están ocurriendo en la economía y la sociedad: la climática y la digital.

Solo un enfoque sistémico puede contribuir a aumentar significativamente la resiliencia de las cadenas de valor para impulsar la mitigación del cambio climático y para hacer un uso sostenible y regenerativo de los recursos naturales, así como proteger la biodiversidad. Para ello, el fortalecimiento de los procesos de transferencia del conocimiento e innovación en el sector agroalimentario se convierte en un elemento crítico para permitir al sector abordar los retos futuros (Pallí *et al.*, 2020).

Cambios en el sistema de conocimiento e innovación

En relación a esto, en el año 2009, en el segundo ejercicio de prospectiva del Comité Permanente de Investigación Agraria de la Comisión Europea (*Standing Committee on Agricultural Research*, SCAR), se señaló que “la mayor velocidad de los desafíos inducidos por el clima hace que sea cada vez más urgente que los sistemas de conocimiento agrícola en Europa sean adecuados para su propósito”.

En este informe también se indicó que los sistemas de conocimiento e innovación

agrarios (AKIS en inglés) existentes en Europa, habían sufrido un continuo proceso de infrafinanciación durante años. Y se cuestionaba si estaban adecuadamente dotados y preparados para afrontar eficazmente los retos del cambio climático, que demandan no solo soluciones inmediatas, sino también en el medio y largo plazo. El informe también destacó la necesidad de mejorar los citados sistemas AKIS en la UE para proporcionar respuestas integradas, que combinen las preocupaciones ecológicas y sociales con los aspectos económicos.

Esto permitió desarrollar diversas iniciativas promovidas desde el Grupo de Trabajo Estratégico sobre Sistemas de Conocimiento e Innovación de la UE (SCAR SWG AKIS) que han apoyado la evolución de la Política Agraria Común (PAC). Estas iniciativas han hecho que haya más interés por las políticas de investigación e innovación en el área agroalimentaria, fortaleciéndose de ese modo los sistemas de conocimiento e innovación, así como los procesos de transferencia, para una mejor adaptación del sector a los retos climáticos y medioambientales. Además, ha permitido avanzar en la digitalización de la agricultura, mejorando la competitividad de las explotaciones.

En España, la llamada “segunda revolución verde” vino de la mano de las variedades vegetales híbridas, la mecanización, el regadío y la utilización de insumos: fertilizantes y fitosanitarios, y todo ello con la encomiable labor del entonces Servicio de Extensión Agraria.

El modelo de transferencia del conocimiento en el sector agroalimentario, desarrollado en España desde finales de los años 1960 hasta fechas recientes, ha estado basado en un modelo lineal. Esto, junto a otros factores, como el reconocimiento de la carrera científica dándole una excesiva orientación hacia la excelencia sin tener en cuenta la relevancia de la investigación para el propio sector agrario, así como la práctica desaparición de los sistemas de extensión agraria, provocó que, de forma paulatina, se fuese alejando la oferta científica de la demanda de conocimiento. Y ello ha tenido como consecuencia un debilitamiento de la confianza entre los distintos actores que forman parte del sistema de transferencia del conocimiento y de la innovación (Montero Aparicio, 2014).



Cada vez más, los agricultores y los ganaderos, y también el personal asalariado que trabaja en las explotaciones agrarias, demandan nuevos conocimientos y servicios, más allá de los técnico-productivos.

Además, cada vez es más deseable incorporar el sistema de conocimiento a otros actores de la cadena alimentaria, como la distribución y los consumidores, para abordar de forma conjunta los procesos de innovación que permitan producir aquello que la sociedad demanda

Sin embargo, en la última década, a raíz de la incorporación de determinadas medidas orientadas a la mejora de los procesos de innovación en el sector agroalimentario, se han ido produciendo determinados cambios en el sistema desarrollándose un modelo más participativo. De hecho, la puesta en marcha de la AEI-Agri, a través del enfoque “Multiactor” en proyectos del programa Horizonte 2020 y de los grupos operativos financiados a través del fondo FEADER, han permitido una mejora de la interacción entre los distintos actores y un fortalecimiento de los flujos de conocimiento, poniendo en el centro las necesidades del sector agroalimentario. Estos grupos operativos se han convertido en un mecanismo muy relevante para la mejora de la transferencia del conocimiento y la innovación en el sector agroalimentario en España.

En relación con el tema del asesoramiento agrario, existe en España gran diversidad de proveedores de estos servicios. Además

de los tradicionales (servicios de extensión, organismos públicos...), están también los servicios técnicos de las organizaciones agrarias (sindicatos, cooperativas...), así como consultores independientes, ONG y sectores de alta tecnología. La dispersión y pluralidad de los servicios de asesoramiento no deben implicar debilidad si realmente se encuentran próximos a las necesidades y demandas de los agricultores.

En todo caso, deben identificarse los mecanismos para asegurar la imparcialidad y la calidad de los servicios prestados y de igual forma promover una mayor coordinación a nivel estatal tanto de los agentes participantes en el asesoramiento como de las Administraciones competentes, porque las necesidades del sector y de los subsectores no entienden de fronteras administrativas.

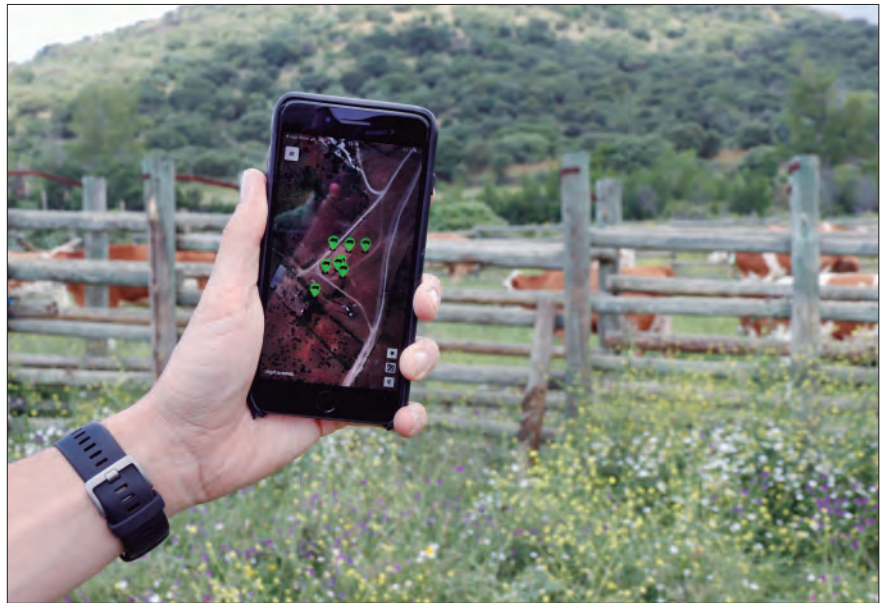
Estos servicios se desarrollan siguiendo en algunos casos los patrones clásicos, con más linealidad y, en otros, siguiendo nuevos modelos más orientados a la demanda. De cual-

quier modo, todos están en evolución constante y, en algunos servicios de apoyo basados en un modelo lineal, se han ido introduciendo elementos que tienden a un mayor empoderamiento de los agricultores en el proceso de transferencia e innovación. De igual forma, en los otros, más orientados a la demanda, sigue existiendo cierta linealidad en el asesoramiento, cosa que, por otro lado, siempre ocurrirá porque el asesoramiento suele depender de la confianza entre asesor y agricultor (Montero Aparicio, 2021).

Cada vez más, los agricultores y los ganaderos, y también el personal asalariado que trabaja en las explotaciones agrarias, demandan nuevos conocimientos y servicios, más allá de los técnico-productivos. Además, cada vez es más deseable incorporar el sistema de conocimiento a otros actores de la cadena alimentaria, como la distribución y los consumidores, para abordar de forma conjunta los procesos de innovación que permitan producir aquello que la sociedad demanda. Por ello, es preciso atender las necesidades de los agricultores y ganaderos en relación con la comercialización, la estrategia de negocio y los planes de inversiones. De ahí que los perfiles de los asesores agrarios, y también los roles que puedan desempeñar dentro del modelo interactivo de innovación, son cada vez más diversos y, en cierto modo, nuevos respecto a lo que ha venido siendo el perfil clásico y tradicional del asesoramiento. En definitiva, todos los actores de los sistemas de conocimiento e innovación agraria (AKIS) van a ver modificados sus respectivos roles en los nuevos modelos interactivos.

El reto de la digitalización

En este sentido, el proceso de digitalización del sector agroalimentario va a influir en el cambio de roles y en el desarrollo de nuevos modelos de negocio vinculados al asesoramiento agrario. El uso masivo de datos, su gestión y análisis, junto a la utilización de tecnologías, como la inteligencia artificial, van a permitir proveer de herramientas de apoyo a la decisión a los agricultores y ganaderos, de forma que les permita pasar a un proceso de toma de decisiones avanzado y adaptado a las necesidades específicas de cada explotación.



El objetivo de las políticas públicas debe ser mejorar la accesibilidad de todos los agricultores a las nuevas tecnologías digitales. Para eso deben emprenderse acciones para abaratar los costes de esas tecnologías, además de impulsar políticas de datos abiertos. También debe promoverse la creación de redes demostrativas, la mejora de la colaboración entre los interesados y la participación de las organizaciones agrarias y cooperativas, así como impulsar nuevos modelos de adopción de las innovaciones tecnológicas. Solo así se podrá evitar que aumente la brecha estructural en el sector

El desarrollo tecnológico y la globalización son los principales motores del cambio estructural que experimenta hoy la agricultura. En ese contexto, la digitalización hay que verla en un doble sentido: como herramienta que posibilita la adopción de innovaciones y cambios tecnológicos, y como factor que impulsa a su vez el cambio estructural. Por eso, la digitalización es, en la actualidad, uno de los grandes retos de la agricultura (Montero Aparicio, A, 2019).

Históricamente, la adopción de nuevas tecnologías ha llevado consigo un aumento de la productividad. Además, en el caso de la agricultura, las grandes explotaciones y, en general, las que tienen una mayor orientación hacia modelos agrícolas más intensivos, son a menudo las primeras en adoptar tecnología, en parte debido a las economías de escala y a un mejor acceso al capital (Coble *et al.*, 2016), dando lugar a una brecha de

tipo estructural dentro del sector agrario.

La digitalización no debe implicar que esa brecha estructural se incremente, sino todo lo contrario. Por eso, deben buscarse fórmulas adecuadas para que la adopción de tecnologías y servicios digitales sea también posible en las pequeñas y medianas explotaciones familiares, y no solo en las grandes empresas agrarias.

En ese contexto, el objetivo de las políticas públicas debe ser mejorar la accesibilidad de todos los agricultores a las nuevas tecnologías digitales. Para eso deben emprenderse acciones para abaratar los costes de esas tecnologías, además de impulsar políticas de datos abiertos. También debe promoverse la creación de redes demostrativas, la mejora de la colaboración entre los interesados y la participación de las organizaciones agrarias y cooperativas, así como impulsar nuevos modelos de adopción de

las innovaciones tecnológicas. Solo así se podrá evitar que aumente la brecha estructural en el sector.

Además, existe un impacto positivo de la digitalización en el aumento de la productividad, gracias, entre otros motivos, a la mejora de la transferencia del conocimiento (Elding y Morris, 2018). También se resalta la importancia que tiene la automatización en el logro de una mayor eficiencia en los procesos productivos. En este sentido, hay que destacar que la agricultura en España tiene un potencial técnico de automatización del 57% (ocupa el cuarto lugar por detrás de la hostelería, la industria manufacturera y el sector de transporte y logística), un potencial que se observa, sobre todo, en actividades vinculadas a las prácticas agrícolas y ganaderas y a la captura y manejo de datos (Beltrán *et al.*, 2017).

Pero para seguir avanzando en la automatización se debe impulsar la reconfiguración de los roles de los distintos actores que operan en el sector agroalimentario (Montero Aparicio, 2018). Sobre todo, debe prestarse una atención especial a los agricultores, los asalariados agrícolas y los servicios de asesoramiento, dada la importancia que siguen teniendo las personas en todo el proceso productivo, por mucho que algunas de sus actividades sean sustituidas por máquinas (Wolfert *et al.*, 2017).

Como en otros sectores económicos, se debe tener también en cuenta el impacto que sobre el empleo tendrá la digitalización del sector agroalimentario, dado que, como ya se ha comentado, las tareas más mecánicas podrán ser realizadas por máquinas, mientras que las personas cualificadas podrán dedicarse a otras tareas.

En todo caso, para que esto ocurra con éxito, debe existir un nivel formativo adecuado para que los agricultores, los asalariados agrícolas, los asesores agrarios, los trabajadores de las cooperativas y los miembros de sus órganos de gestión, puedan asimilar el valor que estas tecnologías digitales pueden aportar para promover unos sistemas agroalimentarios más sostenibles.

Digitalización rural y agraria

Sin embargo, la realidad es que este importante desafío tiene lugar en un sector agra-

rio muy envejecido, donde, según el último Censo Agrario (2009), el 60% de los titulares de las explotaciones tendría en 2019 más de 55 años. Además, como se recoge en la Estrategia Nacional frente al Reto Demográfico (Ministerio de Transición Ecológica y Reto Demográfico, 2020), la población del medio rural está envejecida y masculinizada, dado que en el 75% de los municipios españoles hay un claro desequilibrio entre hombres y mujeres, que se hace aún mayor cuanto más pequeño es el tamaño del municipio.

En este contexto, la digitalización del sector agroalimentario y del medio rural se puede convertir en una oportunidad para promover el relevo generacional en la actividad agraria y promover nuevas iniciativas empresariales. Dado que los jóvenes se sienten atraídos por las profesiones donde la tecnología tiene una componente fundamental (Beltrán *et al.*, 2017), la digitalización del sector agrario puede contribuir a romper con la falsa imagen que la sociedad tiene todavía del sector agroalimentario como un sector atrasado y poco innovador.

Será, además, una oportunidad para potenciar las capacidades de desarrollo de las mujeres en el medio rural. Las iniciativas desarrolladas con un claro anclaje en modelos de innovación social son, en efecto, las que van a permitir poner en valor los recursos y capacidades del medio rural, permitiendo que las mujeres se constituyan como verdaderos motores de desarrollo del medio rural. Ya existen ejemplos en nuestro país de este tipo de iniciativas, como las emprendidas por FADEMUR y su plataforma Ruraltivity, iniciativas que se van consolidando a través de una red cada vez más fortalecida de mujeres rurales emprendedoras.

En cualquier caso, los procesos de innovación social necesitan de un mayor apoyo, que puede venir de la mano de las nuevas tecnologías. A través de la mejora de la conectividad, se podrá incrementar la capacidad de las nuevas tecnologías para permitir la creación de redes virtuales de intercambio de información y poder acceder a los mercados de una forma eficiente, así como para mejorar la formación de los agricultores rompiendo así el aislamiento que en muchos casos ocurre y que limita la capacidad de desarrollo y de atracción de nuevas iniciativas. Además, y en paralelo con ello, las nuevas tec-

nologías deben permitir la prestación de servicios básicos en el medio rural, como la salud, la educación o el acceso al ocio y la cultura, tan importantes como son en el desarrollo de niños y jóvenes, asegurando una igualdad efectiva de todos los ciudadanos, independientemente de dónde vivan.

En este sentido, y dado que este no es solo un problema del medio rural, pero que se ve acrecentado entre las mujeres rurales, se deben desarrollar estrategias para combatir en general la falta de mujeres en profesiones vinculadas con la ciencia, la tecnología, las ingenierías y las matemáticas, y también en puestos decisivos, impidiendo que desde pequeños se determine su futuro en base a patrones que deberían estar ya superados.

Por ello, y para que haya una mayor participación de las mujeres en estudios y profesiones orientadas a las telecomunicaciones y las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), hay que actuar durante la educación primaria, secundaria y superior, así como en el área de la formación continua, dada la necesidad creciente de reducir la brecha digital para empoderar a las mujeres. Y esto exige prestar una especial atención a las mujeres en aquellas áreas rurales y urbanas marginadas, sujetas a restricciones tradicionales que refuerzan la discriminación (Resolución 70 UIT, 2014).

La importancia de la formación

En el triángulo ciencia-innovación-educación es la educación/formación el vértice que se encuentra algo más desconectado del conjunto del sistema, por lo que la formación va a tener una gran relevancia en los próximos años. No obstante, para que la formación profesional agraria, y también la continua, pueda contribuir a abordar los retos que tienen que afrontar los agricultores en los próximos años, se deberá mejorar la conexión entre los actores que participan en los distintos niveles del proceso de formación y el resto de agentes del sistema de conocimiento e innovación (AKIS), dado que este es un aspecto muy relevante para el sector agrario en España.

En la próxima década se deberán producir en nuestro país tres procesos, a saber: adaptación y lucha contra el cambio climá-

tico, la digitalización y el relevo generacional, que incidirán en la necesidad de una mayor formación de los titulares de las explotaciones agrarias y sus trabajadores, y la actualización de conocimientos (Montero Aparicio, 2021).

En este contexto hay que destacar el nivel formativo de los titulares de las explotaciones agrarias en España. El porcentaje de titulares de explotación que únicamente tienen experiencia práctica asciende hasta el 78%, y los que tienen formación básica son el 19,8%; solo un 1,9% de los agricultores españoles dispone de formación superior, aunque en los últimos años se puede apreciar una tendencia positiva en la mejora formativa de los titulares (Eurostat, 2020).

No obstante, el hecho de que predomine en los agricultores la formación de carácter práctico no tiene que ser una barrera a la innovación, dado que, en muchas ocasiones, la innovación es una cuestión cultural vinculada a determinados atributos personales (como los llamados *soft skills*: liderazgo, curiosidad, ambición, ganas de cambio, capacidades comunicativas, capacidad de asumir riesgos...). Si bien estos atributos no están exclusivamente vinculados a la formación tradicional, es un hecho que, de forma general, inciden de forma crucial en la capacidad para la adopción de la tecnología y la innovación. La falta de formación técnica se ha ido revirtiendo de forma lenta, pero sostenida en las últimas décadas, con el incremento del número de titulares con formación profesional de nivel superior. Debe seguir avanzando ese proceso de mayor pro-

fesionalización de los agricultores, y por eso es necesario poner en valor la formación profesional agraria y su relación con el resto de los actores del sistema de conocimiento e innovación (AKIS).

En la formación continua, también se deberían explorar mecanismos para permitir lo que se denomina la formación “entre iguales”. Esto se contempla ya en la Estrategia de Digitalización del Sector Agroalimentario y Forestal y del Medio Rural del MAPA para el caso de la formación de los agricultores en habilidades digitales impartida por otros agricultores. Dentro del fomento de los intercambios y acciones demostrativas, se podría incluir este tipo de acciones formativas entre iguales, que, sin duda, tendría un impacto significativo y una buena aceptación por parte del sector agrario.

Reflexiones finales

El Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR) de España, financiado con fondos del instrumento *Next Generation*, nos va permitir abordar la transformación de los sistemas alimentarios, de forma que se promueva un reequilibrio a lo largo de la cadena, así como la mejora de la calidad de vida en el medio rural y el acceso a alimentos sanos y seguros.

Para ello, se han propuesto distintas líneas, recogidas a lo largo de diversos proyectos de inversión relacionados directamente con el desarrollo del sector agroalimentario, como puede ser la modernización de los re-

gadíos, la digitalización de las explotaciones agrarias y la promoción del emprendimiento digital vinculado a las necesidades del sector. También se incluye el desarrollo de espacios de datos sectoriales a fin de extraer todo el beneficio que ofrece la gestión y el uso masivo de datos para la mejora de la sostenibilidad ambiental, económica y social de las explotaciones agrarias, y fortalecer la capacidad de desarrollar otras tecnológicas habilitadoras como la inteligencia artificial. De igual forma, se destaca en ese plan la relevancia para el sector agroalimentario y el medio rural de las iniciativas vinculadas al emprendimiento y la economía social, con una especial atención al papel a desempeñar por las mujeres.

Finalmente, hay que poner de manifiesto la apuesta recogida en el citado PRTR por el desarrollo y el fortalecimiento de las capacidades, y de forma específica en el ámbito de la digitalización. Con ello se pretende reducir la brecha que supone la diferencia de capacitación de los usuarios, permitiéndoles así extraer todo el potencial de las nuevas tecnologías y de la innovación, así como fortalecer y dignificar la formación profesional agraria como elemento clave para promover un acceso al mercado de trabajo más inclusivo y justo.

Todo esto deberá permitir que el sector agrario siga siendo un sector innovador y resiliente, de forma que los sistemas alimentarios sigan estando en el centro de la vida y la salud, contribuyendo a una producción sostenible y segura de alimentos y a la preservación de los recursos naturales. ■

▼ Referencias bibliográficas

- BALLESTERO, E. (1991): *Economía de la empresa agraria y alimentaria*. Ed. Mundi-Prensa.
- BELTRÁN et al. (2017): *La reinención digital. Una oportunidad para España*. McKinsey-COTEC.
- COBLE et al. (2016): *Advancing U.S. Agricultural Competitiveness with Big Data and Agricultural Economic Market Information. Analysis and Research*. C-FARE.
- ELDING, C. y R. MORRIS (2018): “Digitalisation and its impact on the economy: insights from a survey of large companies”. *ECB Economic Bulletin*, Issue 7/2018.
- EUROPEAN COMMISSION (2009): “New challenges for agricultural research: Climate change, food security, rural development, agricultural knowledge systems”. *2nd SCAR Foresight Exercise*.
- EUROSTAT (2020): *Training of Farm managers (31/07/2020)*. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ef_mp_training/default/table?lang=en
- MONTERO APARICIO, A. (2014): *Study on investment in agricultural research. Review for Spain*. Impresa EU project.
- MONTERO APARICIO, A. (coord.) (2018): *Grupo Focal sobre digitalización y Big Data en los sectores agroalimentario y forestal y el medio rural. Ideas para una aproximación estratégica a la digitalización del sector*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- MONTERO APARICIO, A. (2019): “Digitalización en el sector agroalimentario. Convertimos las amenazas en oportunidades”. *Agricultura: Revista agropecuaria y ganadera*, ISSN 0002-1334, nº 1032, págs. 12-16.
- MONTERO APARICIO, A. (2021): *Informe Final Grupo Focal Asesoramiento en AKIS*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (2019): *Estrategia de digitalización del sector agroalimentario y forestal y del medio rural*, MAPA, Madrid.
- MINISTERIO DE TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y RETO DEMOGRÁFICO (2020): “Estrategia Nacional frente al Reto Demográfico”, MITERD, Madrid.
- PALLÍ, A.; A. MONTERO APARICIO, y BIELA Y TIERRA (2020): *Revalorización del medio rural. Alimentación saludable, sostenible y segura*, ENISA.
- UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES (UIT)-Agencia de las Naciones Unidas para las Telecomunicaciones (2014): *Incorporación de una perspectiva de género en la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y promoción de la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres a través de las tecnologías de la información y la comunicación*, UIT, Resolución 70.
- WOLFERT et al. (2017): “Big Data in Smart Farming—A review. Agricultural Systems”. *Agricultural systems* n.153.