



RETOS Y OPORTUNIDADES DE LA DIGITALIZACIÓN EN EL MEDIO RURAL

Rosa Gallardo-Cobos y Pedro Sánchez-Zamora
ETSIAM-Universidad de Córdoba

Resumen

En este capítulo se analizan las implicaciones que la digitalización tiene para el medio rural, tanto desde el punto de vista sectorial (agricultura) como territorial. En primer lugar, se reflexiona sobre las oportunidades que brinda la «Smart Farming» para responder a los grandes desafíos de la agricultura (producción alimentaria viable, desafíos medioambientales y climáticos, reducción de la base de activos físicos y humanos...), estudiando sus principales implicaciones para el ecosistema agroalimentario. En segundo lugar, y desde un punto de vista territorial, se analizan las oportunidades que ofrece la digitalización para romper con el círculo vicioso de declive en que se encuentran muchas zonas rurales (despoblación, insuficiencia y declive de servicios rurales, escasez de actividad empresarial...), estudiando los principales elementos de las «Smart Villages». Finalmente, se exponen las condiciones necesarias para acometer estos procesos de digitalización, así como los obstáculos y riesgos que pueden identificarse y los principales instrumentos de la agenda digital europea y nacional para tratar de corregirlos y promover incentivos que hagan posible el ecosistema digital.

Abstract

This chapter examines the implications of digitisation for rural areas, both from economic (agriculture) and territorial standpoints. The analysis begins with a reflection on the opportunities offered by «Smart Farming» for meeting the current major challenges faced by agriculture (viable food production, environmental and climate challenges, reduction of the base of physical and human assets...), studying the main implications for the agrofood ecosystem. Second, from the territorial standpoint, the chapter analyses the opportunities offered by digitisation for breaking out of the vicious cycle of decline in which many rural zones are caught (depopulation, insufficiency and decline of rural services, paucity of entrepreneurial activity...), studying the main elements of «Smart Villages». Lastly, there is a discussion of the necessary conditions for undertaking those digitisation processes, as well as the obstacles and risks that can be identified and the principal instruments of the European and Spanish digital agenda for working to correct them and foster incentives that make digital ecosystems possible.

1. Introducción

Son ya muchos los autores que indican que nos encontramos en la denominada «cuarta revolución industrial», que englobaría el conjunto de tecnologías que están transformando nuestra forma de trabajar y de relacionarnos y, al fin y al cabo, nuestra propia forma de vivir (Schwab, 2017). Entre estas tecnologías destacan algunas como el «internet de las cosas» (IoT), la robótica y la inteligencia artificial (IA), los vehículos autónomos y conectados (VAC) o la impresión 3D. Y aunque cada una de ellas posee un gran potencial por sí misma, cuando estas se combinan e integran pueden aportar cambios muy significativos. Es este efecto acumulativo una de las principales características que diferencia a la «cuarta» revolución industrial de sus predecesoras (Corfe, 2018; Cowie *et al.*, 2020).

El desarrollo de las citadas tecnologías puede darse gracias a la integración de los sistemas físicos, tecnológicos y biológicos, así como a la tecnología de las comunicaciones y al uso

de la digitalización (Autio, 2017). Se trata de una revolución tecnológica que se sustenta en el «dato», un elemento este mucho más etéreo que aquellos otros en los que se basaban las anteriores revoluciones. Efectivamente, el «dato» se ha convertido en un insumo que resulta esencial para poder explicar la realidad económica y social de hoy y sus transformaciones. De su tratamiento, procesamiento y análisis científico es de donde se extrae información y conocimiento útil y original, gracias a los avances en *big data* y en lo que ya se denomina Ciencia de los Datos (Ontiveros y López-Sabater, 2017). Y esto, en el contexto de la *Era de la Información* y de la *Economía del Conocimiento*, resulta fundamental para habilitar innovaciones tendentes a generar valor y riqueza y a contribuir al desarrollo de las sociedades.

En este sentido, varios estudios muestran una correlación directa entre inversión en digitalización, aumento del PIB y creación de nuevos empleos (WEF, 2018). No obstante, estos análisis deben ser considerados con cautela, pues, como señalan Aghion *et al.* (2019), al tratarse de un fenómeno que se encuentra en una fase inicial, no se dispone todavía de estudios con datos empíricos lo suficientemente contrastados como para poder medir el impacto de la transformación digital en el crecimiento económico y el empleo. En cualquier caso, la digitalización no debe tomarse solo como una estrategia para ganar competitividad, sino como un proceso de adaptación que resulta ya imprescindible para el funcionamiento de nuestra sociedad.

En este sentido, diversos informes de organismos internacionales (FAO, Banco Mundial, OCDE, Foro Económico Mundial, Banco Interamericano de Desarrollo...) consideran que la transformación digital es parte de la solución de los retos que afrontan los territorios rurales, ya que puede contribuir de forma significativa a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU (Rolandi *et al.*, 2021). Sin embargo, las lecciones aprendidas de anteriores tecnológicas sugieren ir con precaución, ya que toda innovación no es un proceso intrínsecamente bueno, sino cargado de valores e impulsado por diferentes cosmovisiones del mundo (Rijswijk *et al.*, 2021). En consecuencia, hay que ser consciente de que toda nueva revolución tecnológica puede impulsar diversas direcciones de desarrollo, cada una con sus ganadores y perdedores.

En cualquier caso, parece evidente que los retos del medio rural, tanto territoriales como sectoriales, deben afrontarse desde la transformación digital, siendo este precisamente el objetivo fundamental del artículo que exponemos en estas páginas y que desarrollaremos del siguiente modo. En primer lugar, se identificarán las oportunidades que brinda la digitalización para responder a los grandes desafíos que actualmente afrontan la agricultura y los territorios rurales españoles, separando ambos análisis en dos apartados. En segundo lugar, se exponen las condiciones básicas que consideramos necesarias para acometer los procesos de digitalización en el medio rural, así como los posibles obstáculos que pueden identificarse y las principales estrategias (públicas, privadas, individuales o colectivas) para tratar de corregirlos. Finalmente, en el último apartado se establece una serie de consideraciones a modo de conclusión.

2. Desafíos del sector agroalimentario y oportunidades de la digitalización

Como es conocido, la crisis sanitaria y económica provocada por la COVID-19 ha puesto de manifiesto con más fuerza que nunca la importancia estratégica del sector agroalimentario, al que no siempre se le han reconocido en su justa medida las funciones que realiza para contribuir al bienestar de la sociedad.

Pero también se han evidenciado las dificultades por las que atraviesa, y los desafíos a los que debe enfrentarse en la actualidad y en un futuro próximo, como es garantizar el abastecimiento alimentario de una población en crecimiento, y hacerlo con la dificultad añadida de unos recursos naturales cada vez más escasos y con la necesidad imperiosa de proteger al planeta. Y todo ello debiendo generar beneficios a los distintos actores que componen el sector agroalimentario y que desean recibir un precio justo por su trabajo y por el valor que añaden a la cadena alimentaria. Es un sector que afronta, además, el importante desafío de la renovación generacional, dado el alto nivel de envejecimiento que presentan los titulares de las explotaciones agrarias.

Abordar estos retos exige la búsqueda simultánea de productividad, rentabilidad y sostenibilidad, algo que solo puede lograrse mediante la innovación, tanto social como tecnológica. Y es ahí donde emergen con fuerza las oportunidades que ofrece la digitalización para el sector agroalimentario.

Pero no se trata solo de digitalizar. La transformación digital del sector agrario implica disponer de datos que, convertidos en información, permitan tomar mejores decisiones para optimizar el funcionamiento de la cadena alimentaria. Esto supone hacer un uso más eficiente de todos los recursos (semillas, agua, energía, fertilizantes o fitosanitarios), a la vez que mejorar el rendimiento, la producción, la calidad de los productos y la seguridad alimentaria, a través de una trazabilidad integral.

Todo ello permite mejorar los beneficios de las empresas, y también reducir las emisiones de GEI (gases de efecto invernadero), el impacto sobre los recursos naturales, el desperdicio de alimentos, la sobreproducción, los tiempos o las pérdidas, permitiendo un control logístico de los productos agroalimentarios hasta el consumidor. En el caso de la ganadería, la transformación digital puede ayudar a mejorar, en sentido amplio, la gestión de las explotaciones y a responder a las crecientes exigencias de bienestar animal mediante un control estricto de las condiciones y el comportamiento del ganado. A la industria agroalimentaria, la transformación digital le permite la automatización, robotización y gestión de todas las operaciones en planta. Y en lo que se refiere a los beneficios para los consumidores finales, las tecnologías digitales pueden ayudar a reducir el uso de antibióticos en las explotaciones ganaderas, a dar una mayor transparencia y trazabilidad a los procesos de producción, a acelerar la logística en frescos, a facilitar la compra *on-line* o a detectar de forma más rápida los posibles riesgos para la salud (Massot, 2019). En general, tal y como señala este autor, estos procesos pueden

favorecer la resiliencia del sector en su conjunto a partir de la detección precoz de los riesgos productivos, así como reforzar la provisión de bienes públicos y satisfacer mejor las expectativas de los consumidores.

Por su parte, Parra-López *et al.* (2021) citan las cuestiones medioambientales como una de las oportunidades más reseñables para impulsar la transformación digital. También destacan la existencia de un creciente interés por desarrollar una estrategia de *interoperabilidad*, lo que supone una oportunidad para superar la escasa integración tecnológica de la cadena de valor.

La misión es recopilar datos de buena calidad con nuevas tecnologías, almacenarlos y analizarlos para generar soluciones que ayuden a la toma de las decisiones en la cadena agroalimentaria para aplicarlas haciendo uso también de las nuevas tecnologías disponibles (Peña *et al.*, 2021). Para ello, España cuenta con un importante ecosistema empresarial, que aporta tecnología a la cadena de valor agroalimentaria, desde la producción hasta el consumo, compuesto de 400 pymes y *startups*, según el reciente informe sobre «El estado del *foodtech* en España 2020» realizado por *Eatable Adventures*. Las empresas *foodtech* están acompañadas por universidades, administraciones públicas, agentes facilitadores y aceleradoras e incubadoras, que aúnan esfuerzos para transformar realmente la cadena de valor agroalimentaria. Solo en 2020 se han creado 52 nuevas *startups foodtech*. La mayoría de estas se encuentran aún en una fase de desarrollo muy temprana, con unas posibilidades de crecimiento y penetración en el sector muy importantes.

Actualmente, las empresas *foodtech* abarcan toda la cadena de valor agroalimentaria, destacando el área de la distribución y el consumo, con un 44 %, seguida de la transformación, con un 39 %, y, más alejada, la producción primaria (*agrotech*), con un 17 %. En todas las áreas predominan los servicios relacionados con el desarrollo de software y la analítica de datos, ya sea para automatizar con precisión los cultivos, monitorizar el ganado, prescribir sobre el uso óptimo de insumos o predecir las cosechas y producciones; ya sea para mejorar los sistemas productivos y de gestión en la industria; o ya sea para desarrollar nuevos canales de venta y plataformas de gestión en el área de distribución y consumo. No es de extrañar, por tanto, que las tecnologías (*deep tech*) más utilizadas por pymes y *startups foodtech* sean, según ese mismo estudio, la inteligencia artificial (24,73 %), la *machine learning* (23,66 %) o el *blockchain* (5,38 %).

Respecto al uso de sensores (próximos y remotos) conectados y el desarrollo de robots o maquinaria inteligente, éstos se sitúan principalmente en las áreas de producción agroganadera e industria de transformación, con un uso importante de IoT (17,20 %) y robótica (16,13 %). Existe, finalmente, una elevada apuesta por el desarrollo de nuevos cultivos, productos, envases e ingredientes, donde las tecnologías *biotech* son utilizadas por un 24,7 % de las *startups foodtech* españolas (Peña *et al.*, 2021).

Hay, por tanto, espacio y casos de uso muy interesantes en el sector agroalimentario para muchas de las tecnologías digitales más pujantes. Entre ellas cabe destacar la analítica *big data*, la inteligencia artificial, el IoT, la realidad aumentada/virtual, el *Cloud/Edge computing*, los

sensores inteligentes, la robótica o las tecnologías de ciberseguridad. Sin embargo, el sector agroalimentario presenta peculiaridades, tales como su funcionamiento por campañas, operaciones tensas y con muchas transacciones, inversiones de largo plazo, cadenas largas con muchos intervinientes, control sanitario y de seguridad alimentaria, productos perecederos y de carácter biológico, distribución territorial o sistemas abiertos..., que hacen necesario contar con soluciones especializadas, habiendo diferencias notables entre los distintos segmentos del sector. Tal y como señala Molina-Zamora (2021), «no es un sector para generalistas o tecnólogos digitales horizontales, y sí para especialistas en agroalimentación y tecnología digital», lo que representa un desafío importante para la formación de los nuevos profesionales que el sector está demandando.

Asimismo, el actual contexto institucional puede señalarse también como una oportunidad para avanzar en los citados procesos de transformación del sector agroalimentario. A la «Estrategia para el Mercado Único Digital» aprobada en 2015 se unen las iniciativas Europa Digital, Conectar Europa, los Programas Copérnico y Galileo o el Programa Horizonte Europa que impulsará también la digitalización del sector agroalimentario en el ámbito de la I+D+i. Además, la nueva Política Agraria Común (PAC) del periodo 2023-2027 presenta como objetivo transversal el fomento y puesta en común del conocimiento, la innovación y la digitalización, lo que implica que los planes estratégicos nacionales deberán incluir una estrategia específica de desarrollo de las tecnologías digitales. Cabe citar igualmente la aprobación en 2019 de la «Estrategia de digitalización de los sectores agroalimentario y forestal» impulsada por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), en la que se definen las líneas y medidas necesarias para impulsar la transformación digital, así como los instrumentos previstos para su implementación.

3. Oportunidades de la digitalización para el medio rural

Uno de los principales rasgos que caracterizan al medio rural español es su gran heterogeneidad, que se debe principalmente a la diversidad geográfica (relieve, clima, vegetación...), demográfica, económica, social e histórica de sus territorios (Saraceno, 2013; Sánchez-Zamora y Gallardo-Cobos, 2019). No obstante, a pesar de esta falta de homogeneidad, tanto desde el punto de vista de la conformación, como de los factores de desarrollo y las correspondientes trayectorias, lo cierto es que son varios los problemas y desafíos que, de forma generalizada, comparten gran parte de los territorios rurales españoles y europeos (Miranda-García *et al.*, 2019).

Por una parte, son muchos los autores que no dudan ya en calificar el declive demográfico y la despoblación rural como uno de los retos más importantes a los que debe hacer frente el medio rural de muchos países occidentales (Johnson y Lichter, 2019). Por otra parte, y asociado al problema de la despoblación de gran parte de los territorios rurales, se encuentra el problema del envejecimiento de la población.

Esta doble situación (despoblamiento y envejecimiento de la población) contribuye a que muchos territorios rurales se encuentren encerrados en un círculo vicioso de declive, como consecuencia de dos tendencias que se refuerzan mutuamente: i) la escasa actividad empresarial y, en consecuencia, las pocas oportunidades de empleo, y ii) el insuficiente nivel de población, que dificulta y encarece la prestación de servicios públicos e infraestructuras (Pinilla y Sáez, 2017; ENRD, 2018). A esto habría que unir la situación periférica de algunas zonas rurales y su escasa conectividad, que dificultan su participación en determinadas actividades sociales y económicas.

Sin embargo, también son cada vez más las voces autorizadas que ven en la digitalización la gran oportunidad para abordar de forma eficaz los diferentes problemas a los que se enfrenta gran parte de las áreas rurales. Entre el conjunto de oportunidades al que se hace mención, se suelen destacar las siguientes (Moodie *et al.*, 2017): i) la superación del aislamiento geográfico de algunos territorios rurales, gracias a que las nuevas tecnologías pueden contribuir a la creación de vínculos más fuertes con los centros urbanos y los mercados internacionales; ii) la posibilidad de diversificar los negocios, gracias a que el uso de servicios en línea permite diversificar y desarrollar nuevos servicios y productos innovadores; iii) la mejora de la competitividad, gracias a que la conectividad permite romper las barreras físicas favoreciendo la expansión de las empresas locales a nuevos mercados nacionales e internacionales, y iv) la reducción de la migración y la fuga de cerebros, gracias a que el acceso a la banda ancha de alta calidad puede atraer a los jóvenes para desarrollar en el medio rural nuevos negocios intensivos en conocimiento.

Sin embargo, a pesar de que las oportunidades de la digitalización para los territorios rurales parecen ser muchas y están bien identificadas, lo cierto es que, en la actualidad, la mayor parte de las tecnologías digitales se han desarrollado para abordar los retos específicos que plantea el crecimiento de las ciudades y, en particular, la cuestión de la densidad y la eficiencia de los recursos. En muchos casos, los problemas a los que se enfrentan las zonas rurales son opuestos a los de las ciudades, por lo que las tecnologías digitales diseñadas con un sesgo urbano no resultan adecuadas para apoyar el desarrollo de las comunidades rurales. Además, la literatura refleja que, en el ámbito rural, los avances digitales de más alta tecnología se dan, sobre todo, en relación con la agricultura, y en menor medida en la dimensión más amplia del desarrollo rural (por ejemplo, a nivel de la comunidad local o de las pequeñas economías rurales). Desde esta perspectiva, el discurso sobre la digitalización del medio rural suele estar centrado todavía en la alfabetización digital, la conectividad de banda ancha y otros aspectos técnicos de la brecha digital (Cowie *et al.*, 2020).

A pesar de todo, y aunque el desarrollo rural no esté ocupando un lugar central en el discurso de la «cuarta» revolución industrial, sí que empiezan a existir iniciativas centradas en el potencial transformador de la digitalización en el medio rural, tal y como muestran los estudios sobre regiones inteligentes, territorios inteligentes y aldeas digitales (Matern *et al.*, 2020). En este contexto, el concepto de «*smart villages*» ha cobrado recientemente un fuerte impulso. En la UE, el Parlamento Europeo puso en marcha en 2017 la iniciativa *Smart Villages*,

y la Comisión Europea, junto con el Parlamento Europeo, publicó el documento «*EU Action for Smart Villages*». Además, el tema de las «*smart villages*» se incluyó como un subtema dentro del trabajo de la Red Europea de Desarrollo Rural (ENRD) sobre «Áreas rurales inteligentes y competitivas».

En el plan de la Comisión Europea sobre «*smart villages*» se incluye la siguiente definición pragmática sobre los denominados «pueblos inteligentes»: «Los pueblos inteligentes son zonas y comunidades rurales que aprovechan sus puntos fuertes y sus activos, así como las nuevas oportunidades, para la creación de valor añadido, y donde se refuerzan las redes tradicionales y nuevas por medio de las tecnologías de comunicación digital, de las innovaciones y la mejora de la utilización del conocimiento en beneficio de los habitantes» (ENRD, 2018).

Esta definición y los siguientes debates que sobre esta materia se han mantenido en el seno del grupo temático de la ENRD han aclarado una serie de cuestiones fundamentales sobre el significado del concepto *smart villages* en general, y del término «inteligente» en particular. En este sentido, se puede decir que, en el ámbito de los denominados «pueblos inteligentes», el adjetivo «inteligente» hace referencia a los siguientes aspectos:

- las tecnologías digitales deben usarse cuando sean apropiadas y necesarias;
- la digitalización no es un fin en sí mismo, sino el medio que va a permitir dar una mejor respuesta a los problemas concretos a los que se enfrenta cada territorio (las tecnologías digitales son, por tanto, solo una de las herramientas disponibles);
- es necesario que los actores locales tomen la iniciativa para solucionar los problemas a los que se enfrenta su territorio;
- es preciso construir nuevas alianzas y formas de cooperación entre los distintos actores del territorio, entre los municipios, entre el sector privado y las instituciones públicas;
- es necesario pensar más allá del territorio, buscando la participación en iniciativas conjuntas colaborando con otros territorios rurales (relaciones rural-rural) y fomentando las relaciones con entornos urbanos (relaciones rural-urbano);
- se debe pensar por sí mismo, ya que no existe un modelo de solución estándar para todos los territorios, sino que se trata de una cuestión local, territorial y de aprovechamiento de los recursos específicos, propios y endógenos.

En este contexto, la iniciativa de la UE otorga un papel muy relevante a la innovación, tanto a la tecnológica como a la social, como elemento catalizador necesario para dar respuesta a los problemas que han de afrontar los territorios y contribuir así al desarrollo de las áreas rurales. Concretamente, se profundiza en la necesidad de una actuación conjunta de ambos tipos de innovación para que, incidiendo principalmente en la revitalización de los servicios rurales, se pueda romper con el círculo vicioso de declive al que se hacía mención en el inicio de este apartado.

En este sentido, cuando se habla de «innovación social» se hace referencia a la capacidad que tienen las comunidades rurales para tomar la iniciativa y, en base al ingenio local, responder directamente, en combinación con la tecnología disponible, a las necesidades de prestación de servicios en diferentes ámbitos (servicios sanitarios, servicios educativos, servicios de transporte, servicios de ocio...). Para poder articular esta innovación social, y que las comunidades locales actúen, son necesarias algunas condiciones favorables de partida, tales como el liderazgo y la existencia de vínculos y confianza suficientes entre las personas del lugar para apoyar la acción colectiva (capital social). Asimismo, y aunque no existe un modelo único para la innovación social en la prestación de servicios en el medio rural, hay ya indicios de que se necesita la combinación adecuada de intervenciones del sector público, de iniciativas del sector privado, de acciones de las instituciones de investigación y de la participación e impulso de las organizaciones y asociaciones de la sociedad civil (ENRD, 2018).

A través de la innovación social se deben encontrar nuevas formas de prestación de servicios en los territorios rurales, que permitan hacer frente a las limitaciones derivadas de la baja densidad de población y de la falta de masa crítica que caracteriza a muchos de esos territorios. Entre las nuevas formas de prestación de servicios destacan algunas como las siguientes (OCDE, 2010): i) la prestación de servicios integrados (co-ubicación de varios servicios en un espacio, colaboración entre los proveedores de servicios, cooperación entre equipos de profesionales para ofrecer más servicios integrados, coproducción entre organizaciones públicas, privadas, comunitarias, y especialmente soluciones basadas en la comunidad); ii) la prestación de servicios alternativos y más flexibles (los servicios móviles que llevan el servicio al ciudadano; los modelos de sistema radial, en que los servicios se prestan regularmente desde un lugar central; los servicios nuevos y mejor adaptados a las necesidades locales), y iii) la búsqueda de soluciones digitales.

En el contexto de la búsqueda de soluciones digitales es donde cobra especial importancia el otro tipo de innovación, la tecnológica. En este sentido, Cowie *et al.* (2020) analizan el potencial que algunas tecnologías digitales, principalmente diseñadas para ámbitos urbanos, pueden presentar para los territorios rurales. Concretamente, se centra en el VAC, el IoT y las redes inteligentes.

En el caso de los VAC, los autores encuentran una potencial utilidad de esta tecnología para ofrecer a todos los segmentos de la población el mismo nivel de movilidad, independientemente de las cuestiones relacionadas con la edad, la salud y la movilidad física. En el caso del IoT valoran la potencialidad que esta tecnología presenta para la prestación de servicios tales como la asistencia médica y sanitaria a distancia permitiendo a los pacientes gestionar su propia atención hasta cierto punto. Finalmente, apuntan que la tecnología de las redes inteligentes es la que más ha progresado en las zonas rurales, incluso más rápidamente que en las zonas urbanas. El desarrollo de estas redes sociotécnicas ofrece una gestión activa de los flujos de información y de energía con el fin de facilitar el desarrollo de prácticas de distribución, así como de generación, almacenamiento, consumo y demanda flexible.

A pesar de que los avances de las herramientas digitales en el medio rural se encuentran, de forma general, en un nivel de desarrollo inferior al de las zonas urbanas y al del sector agrario, lo cierto es que cada vez son más las experiencias que en este sentido se pueden observar a lo largo de los territorios rurales europeos. Estas experiencias se centran en innovaciones digitales en el ámbito de la oferta local de bienes y servicios, así como de la mejora de la comunicación y la transparencia, la movilidad y el transporte, la sanidad y asistencia social, la educación y formación, el empleo, los servicios de las administraciones públicas, la energía, la logística...

Finalmente, es importante señalar que, para poder avanzar hacia la transformación digital, los pueblos inteligentes deben construir y gestionar el *ecosistema digital* en el que deseen participar. Este ecosistema estará conformado por una serie de elementos articulados en estratos y cuya gestión implicará el dominio de los flujos y procesos que se establezcan en la red, tanto los de carácter digital, como social y humano. Los estratos que integran el ecosistema digital de los pueblos inteligentes son los siguientes (ENRD, 2018): i) los actores del territorio (sociedad civil y sus organizaciones, entidades públicas y privadas...); ii) los servicios digitales que requiere la ciudadanía para dar respuesta a los principales problemas a los que se enfrenta el territorio; iii) la plataforma técnica que permita combinar aspectos técnicos esenciales para el funcionamiento sostenible de los servicios digitales en el territorio rural; iv) la disponibilidad de infraestructuras digitales como condición necesaria, aunque no suficiente, para la innovación digital, y v) un ecosistema organizativo que actúe de forma transversal para gestionar y coordinar las actuaciones de digitalización de los servicios en el territorio. En este último ámbito toman especial relevancia los «*Living labs*» (laboratorios vivos) y los «*Rural digital hubs*» (centros digitales rurales), ya que suponen ecosistemas de innovación abierta, destinados a impulsar la innovación dentro de los territorios y los sectores.

4. Condicionantes, obstáculos y riesgos de la digitalización

4.1. Condicionantes

Entre las condiciones básicas y de partida que se requieren para afrontar el proceso de digitalización, se pueden destacar principalmente tres: i) la infraestructura digital; ii) las competencias digitales; y iii) los servicios digitales. Los servicios digitales ya han sido abordados previamente en el apartado anterior, por lo que centraremos el análisis en los otros dos condicionantes.

Efectivamente, uno de los debates más intensos en relación con el desarrollo rural y la tecnología es el que se refiere a la conectividad de banda ancha. La disponibilidad de banda ancha universal de alta velocidad es indudablemente fundamental para el desarrollo rural, y esta cuestión todavía no se ha resuelto adecuadamente en la mayor parte de los países.

Sin embargo, en la UE sí que se han venido dando importantes pasos en este sentido, donde la brecha digital se ha ido estrechando cada vez más. Aun así, los datos actuales de conectividad indican que, mientras que los hogares de las ciudades, así como de las poblaciones y suburbios, presentan tasas de acceso del 92 % y 89 %, respectivamente, el acceso a internet en las zonas rurales se sitúa en el 86 % (Eurostat, 2020). Esta brecha es más grande en países como España, donde la tasa de acceso a internet en las zonas rurales no llega actualmente al 75 %.

Asimismo, los conocimientos digitales y la alfabetización electrónica siguen siendo una importante limitación para la utilización de las nuevas tecnologías, y son particularmente deficientes en las zonas rurales, sobre todo en los países en desarrollo. En el caso español, los niveles de competencias digitales básicas siguen siendo ligeramente inferiores a la media de la UE. El 43 % de las personas entre 16 y 74 años carecen de competencias digitales básicas (frente a la media europea del 42 %) (DESI, 2020).

De acuerdo con Massot (2019), hay elementos que van a condicionar el proceso de avance de la transformación digital en el sector agroalimentario y en el medio rural, entre los que destacan los siguientes: escasez de jóvenes emprendedores (a causa del envejecimiento general del sector, la falta de atractivo del mundo rural y el despoblamiento en determinadas zonas); predominio de pequeñas explotaciones familiares con insuficiente formación de sus titulares; falta de cultura colaborativa y capacidad financiera para abordar proyectos digitales de envergadura (como trasluce la dispersión cooperativa y la falta de OP); número y calidad de plataformas y *startups* en el ámbito del desarrollo agrodigital; y falta de equidad en el apoyo público que, a la postre, se traducirá en una digitalización desigual.

4.2. Obstáculos

En el ámbito rural, uno de los principales obstáculos a los que se enfrentan sus territorios para la incorporación y adopción de herramientas digitales tiene que ver con el coste de la tecnología. La infraestructura y la creación de una red para soportar la conectividad son costosas, y requiere de un importante retorno de la inversión para quienes emprendan tal ejercicio. Y esto suele ser un hándicap para los entornos rurales en comparación con las ciudades.

En el caso del sector agroalimentario, la tecnología está ya disponible, pero existen obstáculos que dificultan el avance de la transformación digital. Gallardo-Cobos (2020) destaca tres tipos de obstáculos. En primer lugar, como acaba de señalarse, considera que la conectividad es un factor muy relevante en lo referente a la generalización del IoT y sus servicios asociados a la agricultura y a la industria agroalimentaria. Actividades normalmente localizadas en territorios con dificultades de cobertura, necesitarán utilizar distintas tecnologías de conectividad de forma complementaria. Existen iniciativas, sustentadas en la tecnología satelital y en el desarrollo de redes de conectividad a nivel local, pero se requiere una capacidad de comunicación que permita la digitalización y la puesta en valor de las nuevas tecnologías en la totalidad del territorio, incluidas las explotaciones agrarias y forestales.

En segundo lugar, señala que resulta imprescindible disponer de datos accesibles, fiables e interoperables, que permitan generar la información oportuna. Para ello considera necesario que se den cambios de actitudes para lograr agregar valor compartiendo datos. La transformación digital no consiste, por tanto, simplemente en incorporar tecnología, sino que supone una reinención y un cambio cultural que afecta a procesos, procedimientos, hábitos y comportamientos. Sin la implantación de una cultura de cooperación y colaboración en el uso compartido de datos no es posible la transformación digital del sector agroalimentario, tan fundamental en muchos territorios rurales.

En tercer lugar, señala que tampoco es posible que el sector pueda beneficiarse del valor que puede aportar la digitalización, sin la formación y capacitación adecuadas de todos los actores implicados directa o indirectamente en la cadena agroalimentaria. Cuestiones que hace unos años requerían de un esfuerzo importante en medios técnicos y humanos para llevarlas a cabo en un plazo medio, hoy son posibles prácticamente en tiempo real gracias al desarrollo tecnológico. En este escenario, la limitación no se centra tanto en la generación de la información, sino en la capacidad de conocimiento y análisis para tomar decisiones acertadas y adecuadas en el espacio y en el tiempo. Son imprescindibles nuevos profesionales que asuman la importancia de un profundo proceso de innovación en el ámbito agroalimentario y forestal, con competencias digitales suficientes para responder al reto de la transformación digital.

Siendo esta formación de profesionales necesaria, no es suficiente. Se requiere de un gran esfuerzo para mejorar la capacitación de los diferentes actores implicados en este proceso de transformación, y para reducir la brecha de adopción de tecnología existente en la población rural. Como se ha señalado anteriormente, España ha ido reduciendo en los últimos años la brecha tecnológica que le separaba de la UE, pero, en lo que se refiere al capital humano, cerca de la mitad de la población rural sigue careciendo de las competencias digitales básicas.

Para reducir la desigualdad en cuanto a la adopción de tecnología, es esencial mejorar sus competencias digitales, sus capacidades y su formación en materia de TIC. No lograr esta mejoría en formación limita la capacidad de aprovechar todo el potencial de la economía digital. Para que la digitalización sea un instrumento útil, los actores del sector agroforestal y agroalimentario y la población rural en general, deben desarrollar las capacidades necesarias como usuarios finales de la misma en sus distintas vertientes. No solo se trata de que la tecnología necesaria esté disponible, sino de adquirir la capacitación suficiente para incorporar la tecnología a las labores cotidianas en este sector.

4.3. Riesgos

Un cambio tecnológico disruptivo, y la digitalización lo es, ejerce un impacto en los territorios rurales, que, de no ser gestionado en la forma adecuada, puede llegar a generar una nueva brecha, esta vez entre ganadores y perdedores, e incluso marginar aún más a determinadas zonas rurales. De hecho, varios autores han argumentado que algunas tecnologías digitales, en

lugar de transformar la agricultura y las zonas rurales, pueden reforzar algunos de los sistemas actuales que son considerados insostenibles (Rijswijk *et al.*, 2021).

Esto significa que es de vital importancia comprender plenamente los efectos de la tecnología y cómo esta se integra en los sistemas sociales (Klerkx y Rose, 2020). En este sentido, resultan de interés los trabajos sobre «investigación e innovación responsables» (RRI). La RRI es una forma de hacer y pensar en la investigación e innovación, que reconoce que el diseño de las nuevas tecnologías crea desequilibrios de poder y que estos desequilibrios dan lugar a beneficios y desventajas desiguales dentro de los diferentes grupos económicos y sociales (Cowie *et al.*, 2020). En el contexto de este enfoque, se están realizando nuevos proyectos de investigación sobre digitalización en el medio rural como el proyecto DESIRA (<https://desira2020.eu/>) financiado por el programa H2020 de la Comisión Europea que trata de analizar los impactos económicos y sociales de la digitalización en el medio rural.

Por su parte, Massot (2019) identifica algunos de los riesgos derivados de aquellos procesos de transformación digital que se centren exclusivamente en la tecnología y no contemplen simultáneamente las dimensiones económicas, sociales y ambientales. Entre estos riesgos destaca los relacionados con el empleo en el sector agroalimentario y en determinadas zonas y con el endeudamiento de los agricultores y el impacto en la viabilidad futura de sus explotaciones. También destaca el riesgo de la concentración de la producción y el monocultivo, así como de la oferta agraria (priorizando por ejemplo la producción de energía o fibras sobre los alimentos) y de todo lo vinculado a las relaciones de poder en la cadena agroalimentaria, al suministro de bienes públicos y a la dependencia tecnológica respecto de las grandes firmas.

Algunos riesgos señalados por Parra-López *et al.* (2021) tienen que ver con la falta de pruebas fiables sobre la viabilidad económica de la inversión en tecnologías digitales, así como con la escasez de mano de obra y de jóvenes agricultores, además de con los efectos imprevistos de la transformación digital. Sin embargo, a pesar de la existencia de oportunidades y riesgos en los procesos de transformación digital del sector agroalimentario y del medio rural, la citada investigación señala que las oportunidades y los puntos fuertes son más destacados que las debilidades y las amenazas.

5. Estrategias de digitalización

Nos encontramos en un momento en el que deben identificarse con claridad las barreras, pero también los factores detonantes, si queremos que el mundo rural adopte las tecnologías que le ayuden a superar los grandes retos que tiene por delante. Debe apostarse por el impulso del ecosistema de pymes y empresas *foodtech*, adaptando la tecnología y el uso de datos a las necesidades de cada sector, y todo ello sobre una base científica sólida y una rigurosa analítica de datos. El resto del ecosistema innovador de acompañamiento debe redoblar sus esfuerzos en beneficio de ambos.

Las universidades son responsables del impulso de la formación en tecnologías habilitadoras para la transformación digital. Para ello, es preciso actuar tanto en la formación reglada como en la no reglada, y mejorar la interacción entre la formación universitaria y la formación profesional, la investigación y el asesoramiento técnico, creando los ecosistemas que permitan el intercambio de conocimientos y experiencias para hacer efectiva la transformación digital.

Esta necesidad de formación y capacitación ha sido contemplada en la citada «Estrategia de digitalización de los sectores agroalimentario y forestal» impulsada por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), en la que se definen las líneas y las medidas necesarias para impulsar la transformación digital, así como los instrumentos previstos para su implementación. En su primer plan de acción se contempla la puesta en marcha de un Centro Nacional de Capacitación en Competencias Digitales para este sector. También las universidades, junto con los centros de investigación, deben dirigir su investigación hacia la transferencia y la creación de *startups foodtech*.

Por su parte, la Administración y las entidades públicas contribuirán simplificando el desempeño de todo el ecosistema, incrementando la inversión en I+D+i y creando las condiciones adecuadas para el desarrollo sostenido del sector. El propio sector es el que debe impulsar y facilitar la implantación de la tecnología. Y las plataformas de incubación y aceleración de *startups*, junto con el resto del ecosistema innovador, son responsables del diseño de programas específicos para el desarrollo, escalado (crecimiento) e internacionalización (expansión) de un negocio incipiente que tiene como cliente en España a un sector como el agroalimentario con un volumen de negocio que ronda los 300 mil millones de euros y que a nivel mundial llega a los 14,5 trillones de euros.

El *ecosistema foodtech* forma parte ya de la cadena de valor agroalimentaria. Debe, como el propio sector, apostar por una «cadena de valor de datos» que conecte la producción primaria con la industria, la distribución y el consumidor. Debe ser integradora, interoperable, robusta, entendible, manejable y rentable para los que tengan que utilizarla. Solo así los datos tendrán verdadero valor y se convertirán en un «insumo» más del sector agroalimentario español, un sector que, con toda seguridad, demostrará una vez más su capacidad de adaptación a los cambios (Peña *et al.*, 2021). Se trata, por tanto, de actuar en todos los eslabones de la cadena agroalimentaria (producción, transformación, distribución y comercialización) y de hacerlo de forma integrada. De esta manera la información nacerá en formato digital y viajará digitalmente, para poder capturar la mayor cantidad de datos digitales de los procesos, y entrenar algoritmos de inteligencia artificial que ayuden a tomar mejores decisiones, o que incluso lleguen a automatizarlas completamente en los casos más sencillos (Molina-Zamora, 2021).

Por su parte, Parra-López *et al.* (2021) señalan algunas estrategias políticas importantes para fomentar la transformación digital en el sector agroalimentario y en el medio rural como son: mejorar la eficiencia medioambiental a través de la transformación digital; promover el empleo juvenil en el sector; mejorar la coordinación entre los actores de la innovación; desarrollar una estrategia común de interoperabilidad, y fomentar la integración tecnológica en el sector. Estos autores destacan que, a pesar de la creciente importancia de la transformación

digital del sector agroalimentario en la agenda política, las políticas tradicionales no son suficientes para dar respuestas proactivas a los rápidos cambios tecnológicos, y que son necesarios nuevos enfoques para la planificación de políticas, especialmente a nivel regional.

6. Conclusiones

Dado el potencial que tienen las tecnologías para modificar la situación en la que se encuentran la agricultura y los territorios rurales, las estrategias para la transformación digital deberán tener en cuenta las condiciones socioeconómicas y las configuraciones sociales y tecnológicas que influyen y son influidas por los procesos de digitalización.

Para aplicar el concepto de «pueblos inteligentes» (*smart villages*) es necesario utilizar enfoques ascendentes, crear asociaciones eficaces entre los sectores público y privado y la propia comunidad local, desarrollar marcos políticos de apoyo y permitir el acceso a mecanismos de financiación. Para mantener un adecuado equilibrio entre las zonas urbanas y rurales, el proceso de transformación digital de ambas debe ser paralelo y simultáneo. De este modo, los procesos de migración de las zonas rurales hacia las urbanas podrían limitarse o incluso paralizarse.

Los procesos de digitalización abren, por tanto, nuevas oportunidades para la cadena de valor agroalimentaria y para el mundo rural. El potencial es evidente, pero existen limitaciones como las que hemos señalado en este capítulo, limitaciones a las que debe darse respuesta de forma coordinada para lograr la generalización de estos procesos.

Destacan cinco elementos que pueden considerarse clave para avanzar en la dirección señalada: i) la apuesta por una formación y capacitación en competencias digitales de los diferentes actores del sector agroalimentario y del medio rural; ii) la conectividad; iii) la interoperabilidad y compartición de datos; iv) la importancia del cambio cultural y de las actitudes, y v) las alianzas, siendo una de ellas, y fundamental, la colaboración entre la Administración, las empresas, los agricultores y ganaderos, el mundo académico y la sociedad civil.

Referencias bibliográficas

- AGHION, P.; ANTONIN, C., Y BUNEL, S. (2019): «Artificial Intelligence, Growth and Employment: The Role of Policy»; en *Economics and Statistics*, 510-512; pp. 149-164.
- AUTIO, E. (2017): *Digitalisation, Ecosystems, Entrepreneurship and Policy*. Policy Brief 20/2017. Government's analysis, assessment and research activities. Disponible en: https://ti-tookaytoon.fi/documents/1927382/2116852/20_2017_Digitalisation,+ecosystems,+entrepreneurship+and+policy/6b383210-70de-491f-b0df-38de52699458 [consultado el 15/07/2021].
- CORFE, S. (2018): *4IR in the Workplace: Ensuring Employers and Employees Benefit*. London, Social Market Foundation.
- COWIE, P.; TOWNSEND, L., Y SALEMINK, K. (2020): «Smart rural futures: Will rural areas be left behind in the 4th industrial revolution?»; en *Journal of Rural Studies*, 79; pp. 169-176. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2020.08.042>
- DESI (2020): *Índice de la Economía y la Sociedad Digitales 2020*. España. Disponible en: [file:///C:/Users/Usuario_/Downloads/DESI2020-SPAIN-lang%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario_/Downloads/DESI2020-SPAIN-lang%20(1).pdf) [consultado el 20/07/2021].
- ENRD (2018): «Smart Villages: Revitalising rural services»; en *EU Rural Review*, 26. Luxembourg: European Network for Rural Development. Disponible en: https://enrd.ec.europa.eu/publications/eurural-review-26-smart-villages-revitalising-rural-services_en [consultado el 11/06/2021].
- EUROSTAT (2020): *Estadísticas sobre sociedad y economía digital - Hogares y particulares*. Disponible en: https://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php?title=Digital_economy_and_society_statistics-_households_and_individuals/es&oldid=510151#Acceso_a_internet [consultado el 19/07/2021].
- GALLARDO-COBOS, R. (2020): «La transformación digital del sector agroalimentario y forestal»; en *Agronegocios*, especial digitalización, junio.
- JOHNSON, K. M. Y LICHTER, D. (2019): «Rural Depopulation: Growth and Decline Processes over the Past Century»; en *Rural Sociology*, 84(1); pp. 3-27. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/ruso.12266>
- KLERKX, L. Y ROSE, D. (2020): «Dealing with the game-changing technologies of Agriculture 4.0: how do we manage diversity and responsibility in food system transition pathways?»; en *Global Food Security*, 24; pp. 100347. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.100347>
- MASSOT MARTÍ, A. (2019): «La agricultura 4.0 y la nueva PAC»; en *XXVI Informe Socioeconómico de la Agricultura Familiar*. Madrid, Fundación de Estudios Rurales; pp. 71-77.
- MATERN, A.; BINDER, J., Y NOACK, A. (2020): «Smart regions: insights from hybridization and peripheralization research»; en *European Planning Studies*, 10; pp. 2060-2077. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/09654313.2019.1703910>

- MIRANDA-GARCÍA, M.; GALLARDO-COBOS, R. Y SÁNCHEZ-ZAMORA, P. (2019): «La metodología Leader y la despoblación rural: el caso de la comarca de Sierra Grande-Tierra de Barros (Badajoz)»; en *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 19(2); pp. 9-28. Disponible en: <https://doi.org/10.7201/earn.2019.02.01>
- MOLINA-ZAMORA, J. L. (2021): «Digitalización agroalimentaria ‘Farm to Fork’: tiempo de decisiones»; en *Revista Tesla*, 29; pp. 11-13.
- MOODIE, J.; TERÄS, J., Y TUULIA, R. (2017): *Inclusive digitalization in the Baltic Sea Region: An instrument for growth and development in declining rural areas?* Nordregio Policy Brief 4. Disponible en: <http://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:1170139/FULLTEXT02.pdf> (consultada el 15 de junio de 2021).
- ONTIVEROS, E. Y LÓPEZ-SABATER, V. (2017): *Economía de los Datos. Riqueza 4.0*. Barcelona, Editorial Ariel.
- OECD (2010): *Strategies to Improve Rural Service Delivery*. París, OECD Rural Policy Reviews, OECD Publishing. Disponible en: <https://doi.org/10.1787/19909284>
- PEÑA-ACEVEDO, A.; MESAS-CARRASCOSA, F. J., Y GALLARDO-COBOS, R. (2021): «El valor de la cadena de datos en el sector agroalimentario»; en *Revista Agricultura*, 1051; pp. 56-60.
- PINILLA, V. Y SÁEZ, L. A. (2017): *La despoblación rural en España: génesis de un problema y políticas innovadoras*. Informes CEDDAR 2017-2. Zaragoza, Centro de Estudios sobre la Despoblación y Desarrollo de Áreas Rurales.
- RIJSWIJK, K.; KLERKX, L.; BACCO, M.; BARTOLINI, F.; BULTEN, E.; DEBRUYNE, L.; DESSEIN, J.; SCOTTI, I., Y BRUNORI, G. (2021): «Digital transformation of agriculture and rural areas: A socio-cyber-physical system framework to support responsabilisation»; en *Journal of Rural Studies*, 85; pp. 79-90. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2021.05.003>
- ROLANDI, S.; BRUNORI, G.; BACCO, M., Y SCOTTI, I. (2021): «The digitalization of Agriculture and Rural Areas: Towards a taxonomy of the Impacts»; en *Sustainability*, 13; p. 5172. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su13095172>
- SÁNCHEZ-ZAMORA, P. Y GALLARDO-COBOS, R. (2019): «Diversity, disparity and territorial resilience in the context of the economic crisis: An analysis of rural areas in southern Spain»; en *Sustainability*, 11; p. 1743. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su11061743>
- SARACENO, E. (2013): «Disparity and diversity: Their use in EU rural policies»; en *Sociologia Ruralis*, 53; pp. 331-348. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/soru.12017>
- SCHWAB, K., (2017): *The 4th Industrial Revolution*. Londres, Penguin Books.
- WORLD ECONOMIC FORUM (2018): *The Future of Jobs Report*. Cologne/Geneva (Switzerland), WEF. Disponible en: <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2018> [consultado el 29/06/2021].