



Organización de las Naciones
Unidas para la Alimentación
y la Agricultura

**OBJETIVOS
DE DESARROLLO
SOSTENIBLE**

2030/ Alimentación, agricultura y desarrollo rural en América Latina y el Caribe

Documento N.º 37

Innovaciones digitales, pobreza rural y agricultura



2030/ Alimentación, agricultura y desarrollo rural en América Latina y el Caribe

Documento N.º 37

Innovaciones digitales, pobreza rural y agricultura

Eduardo Ramírez V.

Cita requerida:

Ramírez, E. 2022. *Innovaciones digitales, pobreza rural y agricultura*. 2030 - Alimentación, agricultura y desarrollo rural en América Latina y el Caribe, No. 37. Santiago de Chile. FAO. <https://doi.org/10.4060/cb1169es>

En el marco de la Agenda de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, esta serie tiene el propósito de promover un amplio diálogo e intercambio de ideas sobre el desarrollo sostenible e incluyente de la alimentación, la agricultura y las sociedades rurales.

Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, ni sobre sus autoridades, ni respecto de la demarcación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la FAO los apruebe o recomiende de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan.

Las opiniones expresadas en este producto informativo son las de su(s) autor(es), y no reflejan necesariamente los puntos de vista o políticas de la FAO.

ISBN 978-92-5-136540-3

© FAO, 2022



Algunos derechos reservados. Esta obra se distribuye bajo licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Organizaciones intergubernamentales (CC BY-NC-SA 3.0 IGO; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/deed.es>).

De acuerdo con las condiciones de la licencia, se permite copiar, redistribuir y adaptar la obra para fines no comerciales, siempre que se cite correctamente, como se indica a continuación. En ningún uso que se haga de esta obra debe darse a entender que la FAO refrenda una organización, productos o servicios específicos. No está permitido utilizar el logotipo de la FAO. En caso de adaptación, debe concederse a la obra resultante la misma licencia o una licencia equivalente de Creative Commons. Si la obra se traduce, debe añadirse el siguiente descargo de responsabilidad junto a la referencia requerida: “La presente traducción no es obra de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). La FAO no se hace responsable del contenido ni de la exactitud de la traducción. La edición original en español será el texto autorizado”.

Todo litigio que surja en el marco de la licencia y no pueda resolverse de forma amistosa se resolverá a través de mediación y arbitraje según lo dispuesto en el artículo 8 de la licencia, a no ser que se disponga lo contrario en el presente documento. Las reglas de mediación vigentes serán el reglamento de mediación de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual <http://www.wipo.int/amc/en/mediation/rules> y todo arbitraje se llevará a cabo de manera conforme al reglamento de arbitraje de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil Internacional (CNUDMI).

Materiales de terceros. Si se desea reutilizar material contenido en esta obra que sea propiedad de terceros, por ejemplo, cuadros, gráficos o imágenes, corresponde al usuario determinar si se necesita autorización para tal reutilización y obtener la autorización del titular del derecho de autor. El riesgo de que se deriven reclamaciones de la infracción de los derechos de uso de un elemento que sea propiedad de terceros recae exclusivamente sobre el usuario.

Ventas, derechos y licencias. Los productos informativos de la FAO están disponibles en la página web de la Organización (<http://www.fao.org/publications/es>) y pueden adquirirse dirigiéndose a publications-sales@fao.org. Las solicitudes de uso comercial deben enviarse a través de la siguiente página web: www.fao.org/contact-us/licence-request. Las consultas sobre derechos y licencias deben remitirse a: copyright@fao.org.

Fotografía de la portada y contraportada: ©FAO/MINAG/Heinz Plenge

Índice

1. Introducción	4
2. Las tecnologías de la información y comunicación y sus efectos agregados en la economía	6
2.1 Ámbitos en que la economía digital afecta el sistema alimentario y el sector rural	11
2.2. Pilares de la agricultura y el desarrollo rural 4.0	17
2.3 La pobreza rural y las TIC	18
3. Rol de las políticas públicas	20
4. Conclusiones	23
Referencias	24
Anexo	26

1. Introducción

La digitalización es la transformación de datos y procesos de manera analógica, es decir se pueden representar por una señal electromagnética con el mismo espectro de datos, a un formato legible por máquinas (OECD, 2019).

La digitalización se ve acrecentada por las tecnologías de la información y comunicación (TIC), las que incluyen la Internet, tecnologías y dispositivos móviles, así como también los sistemas para analizar datos utilizados para mejorar la generación, recolección, intercambio, agregación, combinación, análisis, acceso, búsqueda y presentación de contenidos digitales, incluidos el desarrollo de servicios digitales y aplicaciones (apps) (OECD, 2014 a).

Las innovaciones en TIC han crecido a una alta velocidad, abarcando diferentes campos. La capacidad de generar nuevos datos, analizarlos y ponerlos al servicio de los usuarios ha transformado a las innovaciones en TIC en un mercado altamente dinámico. La agricultura y, más en general, el sistema alimentario también ha visto como dichas tecnologías se incorporan en sus diferentes procesos de producción y decisión. La transformación digital se ve potenciada por la gran cantidad de datos disponibles (*Big Data*), en las diferentes esferas de la producción y distribución de alimentos. Dicha transformación digital está impulsando cambios importantes en las estructuras de la producción y a lo largo de la cadena de distribución de alimentos y, en los mercados de productos y de insumos en formas que aún no se logran dimensionar; por ejemplo, masificando vínculos directos productor – consumidor. Tan extenso cambio sugiere efectos amplios y profundos como los que sucedieron con la introducción del tractor y los pesticidas en la agricultura en los años 1950 (Wolfert, *et al.*, 2017). Estos cambios generan incertidumbre en los actores del sistema alimentario debido a la emergencia de nuevos actores y nuevas formas de vinculación de la oferta y la demanda de alimentos, insumos, factores de producción y mano de obra.

Además, se espera que la Internet de las cosas (IoT) sea un poderoso impulsor que transformará la agricultura y la alimentación en redes inteligentes de objetos conectados que son sensibles al contexto y pueden identificarse, detectarse y controlarse de forma remota. Se propone que esto cambie los procesos agroalimentarios de manera sin precedente, dando como resultado nuevos mecanismos de control y nuevos modelos de negocio. Como tal, se plantea que el IoT será una verdadera modificación del juego en la agricultura y la cadena alimentaria general, que mejorará drásticamente la productividad y la sostenibilidad. Por ejemplo, IoT ayudará a los agricultores a transitar hacia una agricultura basada en datos, respaldada por herramientas de toma de decisiones con información operativa oportuna y precisa. Como resultado, los productores agrícolas pueden pasar del enfoque tradicional orientado a la oferta, basado en minimizar costos, a un enfoque basado en información, en el que la demanda y la oferta se combinan continuamente. En última instancia, las explotaciones agrícolas y las cadenas de suministro de alimentos pueden convertirse en sistemas auto adaptativos, en los que los objetos inteligentes y autónomos, incluidos los equipos agrícolas, pueden operar, decidir e incluso aprender sin la intervención in situ o remota de los humanos (Verdouw *et al.*, 2016).

Los efectos de las TIC en la agricultura y en la pequeña agricultura en particular llevan a Trivelli y Berdegué (2019), a identificar a los cambios en la tecnología como uno de los tres motores fundamentales de transformación del sector rural y del sistema alimentario. En el marco de estos cambios en la tecnología los autores identifican a las innovaciones digitales como uno de los elementos particulares de dicha transformación. Esta centralidad de las innovaciones digitales se sustenta en los efectos que ellas generan tanto en ganancia de eficiencia como los potenciales efectos en equidad.

Las TIC están sufriendo constantes mejoras producto de la velocidad de aprendizaje que generan. Este atributo hace que las TIC casi por definición son tecnologías producidas por innovaciones de frontera. Sus creadores capturan rápidamente el valor de mercado generado por dichas innovaciones. Esta capacidad retroalimenta al sistema imprimiendo una notable velocidad de cambio y de generación de nuevas innovaciones. Los llamados ecosistemas digitales encuentran su mayor sustrato de desarrollo en zonas urbanas, donde el uso de innovaciones digitales alcanza rápidamente niveles elevados, lo que dinamiza el ecosistema. Este fenómeno genera brechas de acceso a dichas innovaciones en los territorios rurales menos poblados. Los sistemas alimentarios y en particular los segmentos de productores de alimentos son parte de este conjunto más rural, lo que hace más lenta la masificación de la revolución digital en el sector.

Este rápido crecimiento de las TIC genera un ambiente donde nuevas formas para compartir y acceder a la información son más rápidas y a menor costo. La digitalización proporciona una nueva capacidad que permite la convergencia de tecnologías de red tradicionales (por ejemplo, telefonía, uso de televisión y radiofonía) y las emergentes (por ejemplo, uso de aparatos telefónicos inteligentes, comunicación máquina a máquina: M2M (máquina a máquina), Internet de las cosas: IoT, computación en la nube, *Big Data* y análisis de datos, etc.). Estas redes, cuando se combinan con la disponibilidad de datos, las aplicaciones requeridas y el entorno propicio adecuado, logran desatar un gran cambio basado en innovación que puede ser capitalizado para el desarrollo de un sector agrícola responsable con el medio ambiente y la equidad territorial (FAO e ITU, 2016).

La revolución digital transforma los datos en un nuevo recurso, creado y producido por la actividad humana (y crecientemente de máquinas). A diferencia de los recursos naturales, el volumen de datos se incrementa con su uso. Además de no generar rivalidad en su consumo y de ser rápido de copiar y de disponer en diferentes lugares (OECD, 2019), esta característica de la revolución digital genera altas expectativas sobre sus efectos positivos en el desarrollo y el bienestar de los países. Sin embargo, dada la necesidad de ciertas condiciones mínimas de infraestructura de comunicaciones y de capacidades en las personas para su utilización, el alcance y grado de inclusión que este cambio logre en los territorios rurales y en las actividades que los hogares rurales despliegan, tanto en su labor agropecuaria como en el trabajo no agropecuario será muy limitado generando una fuerte exclusión de amplios territorios (World Bank, 2016). Entonces el efecto de las innovaciones digitales en el crecimiento de los ingresos y del bienestar de los hogares rurales, dependerá crucialmente de un conjunto de condiciones necesarias para que la revolución digital sea aprovechada por todos los territorios rurales.

Este documento discute el posible efecto de las TIC en la pobreza rural y la agricultura, identificando oportunidades y barreras para que los pequeños productores y los territorios rurales puedan participar de los beneficios de estas innovaciones de frontera. Se plantea la necesidad de políticas públicas para evitar la exclusión de hogares rurales, agricultores y trabajadores, a los beneficios que las TIC generan en el sistema alimentario. Se plantea que ampliar la disposición y uso de TIC en el sector rural es consistente con un enfoque de políticas públicas con aproximación territorial que busque apoyar la transformación productiva que permita aliviar pobreza y ampliar el bienestar de los hogares rurales.

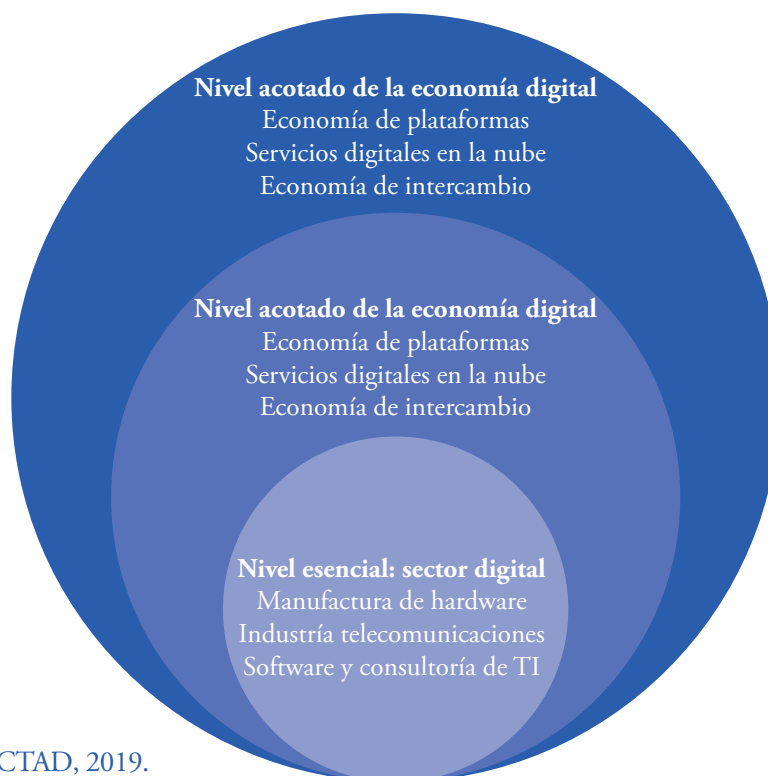
El documento está organizado en cinco capítulos. A la introducción le siguen un capítulo que muestra las diferentes dimensiones de las TIC y sus efectos agregados en el sector rural y los sistemas alimentarios. El tercer capítulo identifica ámbitos para las políticas públicas. El cuarto presenta conclusiones principales y en el capítulo final se muestra la bibliografía revisada.

2. Las tecnologías de la información y comunicación y sus efectos agregados en la economía

UNCTAD (2019) propone una división de las TIC en tres niveles: el nivel esencial, la dimensión acotada y la dimensión ampliada. Estos tres niveles o dimensiones son concatenados, de tal suerte que el tercer nivel o dimensión ampliada se sustenta en los dos niveles anteriores (figura 1).

Esta división es útil para identificar los elementos que se deben ir acumulando para lograr que las innovaciones digitales de frontera alcancen a las zonas rurales. En el primer nivel, denominado sector esencial que implica los elementos físicos mínimos necesarios para soportar las TIC, contempla la infraestructura de comunicaciones y la industria de las telecomunicaciones. En este ámbito, aunque existen avances, hay un 50% de población de América Latina que no tiene acceso a servicios de Internet o este es muy débil. Esta brecha en el medio rural se incrementa, donde solo el 20% de la población rural tiene acceso a la red (CEPAL, 2016). Es evidente que, si no existen las bases para el desarrollo de las TIC, las siguientes dimensiones se encuentran imposibilitadas de ser desplegadas, lo que afecta muy fuertemente la capacidad del sector rural para sumarse a las innovaciones que ocurren alrededor de las TIC. Una alternativa de adaptación a esta limitante estructural es el uso de dispositivos móviles de manera off-line, que se sincronizan al momento que se consigue señal. Este tipo de adaptaciones puede contribuir a identificar políticas de costos acotados, pero de alto impacto, por ejemplo, la iluminación de señal en zonas de tránsito común (escuelas, hospitales, etc.).

Figura 1. Niveles de la economía digital



Fuente. Adaptado de UNCTAD, 2019.

Si las condiciones esenciales alcanzan un umbral mínimo, surgen los elementos de la economía digital (en su esfera acotada y ampliada). En su esfera acotada implica que se encuentran disponibles plataformas, acceso a la nube de datos y software y el intercambio de datos entre usuarios (empresas y personas). En su esfera ampliada implica el uso de la IoT, el comercio electrónico y las aplicaciones de IoT e inteligencia artificial (IA) en los procesos de producción. En estos niveles de la economía digital se amplifican las brechas entre zonas urbanas y rurales. Por ejemplo, las brechas de telefonía celular entre dichas zonas pueden ir desde un 21,6% en México hasta un 58,9% en Bolivia (Nakasone *et al.*, 2014).

Las brechas no solo se observan al interior de los países entre zonas urbanas y rurales. También se observan importantes diferencias entre países y regiones. Por ejemplo, el ICT Development Index (IDI), comparado entre países desarrollados y el promedio de países de América Latina (Cuadro 1), muestra importantes diferencias, tanto en el índice global, que para los países desarrollados es de 7,52 puntos - de un máximo de 10,0 - frente a los 5,21 que alcanzan los países de América Latina. Esta brecha entre los dos grupos se repite en los diferentes componentes que se utilizan para calcular el índice y, en los tres subcomponentes de este: acceso, uso y conocimiento.

Cuadro 1. Índice de desarrollo de las TIC (ICT Development Index)

	Países desarrollados	América Latina
IDI total 2017	7,52	5,21
IDI total 2016	7,4	5,13
IDI Acceso	7,83	5,64
Suscripciones telefonía fija por 100 habitantes	38,07	24,4
Suscripciones telefonía celular por cada 100 habitantes	127,27	114,2
Ancho de banda de Internet por usuario (Bit/s)	140 000	91 000
Porcentaje de hogares con computador	81,53	64,9
Porcentaje de hogares con acceso a Internet	82,85	63,3
IDI Uso	6,91	4,21
Porcentaje de individuos que usan Internet	79,55	64
Suscripciones de banda ancha fija por cada 100 habitantes	30,31	19,1
Suscripciones activas de telefonía móvil por cada 100 habitantes	94,39	82,7
IDI Capacidades	8,12	6,34
Años de escolaridad	11,67	8,9
Tasa bruta de matrícula secundaria	109,79	90,2
Tasa bruta de matrícula nivel terciario	68,18	42,71

Fuente. ITU. Captura Metadata; 10 de diciembre de 2019.

Estas tecnologías digitales se transforman en potentes impulsores del rendimiento de la empresa y el crecimiento económico. La investigación de McKinsey Global Institute (MGI) ha encontrado que la digitalización podría impulsar el PIB de México entre 82 mil millones de dólares y 144 mil millones de dólares al año para 2025 y el PIB de Brasil en 125 mil millones de dólares a 205 mil millones de dólares. La misma estimación determina que para los Estados Unidos, el impacto del PIB podría estar entre 1,6 y 2,2 billones de dólares. Este incremento del PIB de los países se sustenta en tres elementos relacionados con la economía digital: Primero, las plataformas de talento en línea pueden hacer que el mercado laboral sea más eficien-

te y transparente; su capacidad para acelerar la búsqueda de trabajo podría reducir la tasa de desempleo de equilibrio, mientras que mejores coincidencias laborales podrían tener un efecto positivo en la productividad. Los nuevos mercados digitales para servicios también están creando oportunidades de trabajo flexibles que podrían impulsar la participación de la fuerza laboral. Investigaciones anteriores de MGI han estimado que estos efectos podrían agregar 2,7 billones de dólares, o el 2,0 por ciento del PIB global, con un aumento del empleo de hasta 72 millones de empleos de jornada completa para 2025. Segundo, el IoT puede mejorar la utilización de los activos fijos y agregar entre 250 mil millones de dólares y 400 mil millones de dólares al PIB anual de los Estados Unidos para 2025 por este incremento en la eficiencia de uso de los activos fijos. Tercero, las compañías que están invirtiendo en el análisis de big data y las tecnologías de IoT podrían producir de 900 mil millones de dólares a 1,3 trillones de dólares en el impacto anual del PIB global por el aumento de la productividad (Cadena, *et al.*, 2017).

Según Ramalingam *et al.* (2016), los efectos importantes de las TIC en la economía se sustentan en cuatro elementos que se retroalimentan y potencian: (a) Permite innovaciones en modelos de negocios, productos y procesos que proporcionan nuevos bienes y servicios para la base amplia de consumidores; (b) Proporciona los medios por los cuales se hace un uso más eficiente de los activos de los hogares y las empresas, (c) Cataliza incrementos de la demanda nacional e internacional, lo que crea nuevas industrias y mercados, impulsando crecimiento a nivel macro y micro económico y, (d) Cambia la demanda de capital y trabajo, impulsando la creación de trabajo de manera directa y la transformación de la fuerza de trabajo.

En la cuadro 2 se muestra un resumen de los posibles efectos de la economía digital en los diferentes actores que forman el sistema y según el grado de desarrollo de los niveles de la economía digital. Como se desprende del cuadro los posibles efectos son bastante amplios y van desde los impactos en el empleo hasta los cambios en productividad de las economías, pasando por potenciales cambios estructurales en la economía en general. Estas transformaciones además suceden en el sector privado y público y en el nivel nacional, pero también a nivel global.

El efecto que se atribuye al crecimiento de la economía digital con el empleo depende de condiciones de los trabajadores. Se asume que hay sectores de la población, con menos habilidades y conocimiento, que tienen riesgo de perder empleos por sustitución de mano de obra por máquinas que se vinculan a sistemas de IA. Pero paralelo a ello se reconoce un incremento de empleos producto de la digitalización de la economía, habitualmente de mejor retorno para los trabajadores.

Otro elemento que se muestra con claridad es la posible existencia de países y territorios dentro de los países, ganadores producto de esta digitalización y otro grupo de países y de territorios al interior de los países, con probabilidades ciertas de ser perdedores en esta transformación. Por ejemplo, Brasil es un líder en implementación de redes de IoT en Latinoamérica (GSMA, 2019).

La existencia de efectos heterogéneos respalda fuertemente la necesidad de políticas públicas que contribuyan a evitar esta suerte de diferenciación de ganadores y perdedores con esta revolución digital. Las políticas deben ser dirigidas por un lado a fortalecer las instituciones que permitan el tránsito a una economía digital, especial atención propone la CEPAL (2016), en acceso a banda ancha y el hardware y software adaptados para los diferentes tipos de empresas

de los países. En un sentido similar UNCTAD (2019), hace un fuerte llamado a los países a impulsar programas de conectividad para las áreas rurales, para evitar quedar rezagados de los cambios en productividad que genera la digitalización de la economía. Finalmente, el GSMA (2019) plantea la necesidad de políticas flexibles y simples que incentiven la conectividad en los países de la región.

A nivel de personas y hogares también se levanta la necesidad de políticas públicas. La CEPAL (2016), identifica que existe colinealidad entre ingresos y otras variables vinculadas a pobreza como son nivel educacional, edad y residencia rural con el bajo acceso a la Internet y a los otros elementos de la economía digital. Es por lo que se propone generar sistemas alternativos de acceso a la red, por ejemplo, con zonas de libre circulación como escuelas públicas, bibliotecas, etc., para tomar ventaja de la masificación de los teléfonos inteligentes que se pueden conectar off-line.

Cuadro 2. Posibles impactos en la creación y captura de valor de una economía digital en expansión en función de sus componentes y actores que forman el sistema

Nivel de la economía digital	Particulares (como usuarios / consumidores y trabajadores)	Microempresas y pymes	Empresas multinacionales / plataformas digitales	Sector público	Consecuencias para la economía en general
Nivel esencial	<ul style="list-style-type: none"> - Nuevos puestos de trabajo para la construcción e instalación de infraestructuras para las TIC. - Nuevos empleos en el sector de las telecomunicaciones y las TIC. - Nuevos empleos en los servicios digitales, especialmente para personas altamente cualificadas 	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor inclusión en circunstancias adecuadas o vínculos internos por efecto derrame. - Aumento de la competencia entre los proveedores de servicios en la nube. - Nuevas oportunidades en los ecosistemas digitales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Oportunidades de inversión para las empresas que puedan hacer frente a unos exigentes requisitos de capital, tecnología y competencias técnicas. - Mayor productividad gracias a los modelos de negocio basados en los datos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Atracción de inversiones. - Aumento de los ingresos fiscales por la actividad económica creada. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento de la productividad y el valor añadido. - Creación de empleo. - Inversión en tecnologías. - Actividades de I+D radicadas probablemente en países de renta alta. - Impactos comerciales desiguales.
Nivel acotado de la economía digital	<ul style="list-style-type: none"> - Nuevas formas de trabajo digital, incluso para los menos cualificados. - Nuevos puestos de trabajo en ocupaciones relacionadas con las TIC en todos los sectores. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor competencia por la presencia de empresas digitales extranjeras. - Facilitación del acceso al mercado gracias a las plataformas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor control de las cadenas de valor mediante modelos de negocio basados en plataformas. - Nuevas oportunidades en la economía colaborativa. - Aparición de empresas de plataformas con modelos basados en los datos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento de los ingresos fiscales por el aumento de la actividad económica. - Pérdida de ingresos aduaneros por la digitalización de productos. - Aumento de la eficiencia de los servicios por administración electrónica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento del crecimiento, la productividad y el valor añadido. - Creación/pérdida de empleo. - Mayores inversiones. - Agregación de empresas digitales en algunas localizaciones. - Impactos comerciales desiguales. - Concentración del mercado. - Crecimiento por mejora de la eficiencia.
Nivel ampliado de la economía digital	<ul style="list-style-type: none"> - Necesidad de nuevas aptitudes de trabajadores. - Mayor eficiencia de los servicios recibidos. Pérdida o transformación de puestos de trabajo. - Riesgo de empeoramiento de las condiciones de trabajo. - Mejora de la conectividad. - Más opciones, conveniencia, personalización de los productos para usuarios y consumidores. - Reducción de los precios al consumidor. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reducción de los costos de transacción. - Riesgo de que se inicie una "carrera a la baja" en los mercados frente a la capacidad para encontrar un nicho. - Pérdida de oportunidades a causa de la automatización. - Nuevas funciones en la prestación de servicios. - Nuevas oportunidades de negocio para las empresas digitalizadas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ganancias en eficiencia, productividad y calidad. - Oportunidades para la monetización de los datos. - Mayor ventaja competitiva de las plataformas digitales - Mayor poder de mercado y mayor control de la cadena de valor de los datos. - Liderazgo en la digitalización en diferentes sectores. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento de los ingresos debido a la automatización de las aduanas. - Aumentos derivados de una mayor actividad económica; pérdidas por empleo de prácticas de optimización fiscal por parte de las plataformas digitales y las empresas multinacionales. - Oportunidades basadas en los datos para alcanzar varios ODS. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mejoras en la productividad. Impactos de la innovación. - Posible desplazamiento de las empresas locales en sectores afectados por la disrupción digital. - Posible automatización de trabajos de baja y media cualificación. - Aumento de la desigualdad. - Impactos comerciales mixtos. - Impactos en el cambio estructural

Fuente: UNCTAD, 2019.

2.1 Ámbitos en que la economía digital afecta el sistema alimentario y el sector rural

Las innovaciones tecnológicas, el uso de IoT, IA y big data impulsa cambios en los sistemas agroalimentarios a través de dos mecanismos, uno de empuje y otro de arrastre. Arrastre, porque las nuevas tecnologías y datos permite al sistema en general un mejor logro de sus objetivos. Empuje, porque las nuevas tecnologías permiten al sistema alcanzar objetivos más altos o nuevos. (Wolfert *et al.*, 2017).

En las economías desarrolladas, las innovaciones como la inteligencia artificial, el IoT, el análisis de datos y las cadenas de bloques ya se encuentra produciendo cambios muy importantes en los sistemas alimentarios y de comercio (OMC, 2018). Los sensores remotos recopilan datos sobre la humedad del suelo, la temperatura, el crecimiento de los cultivos y los niveles de alimentación del ganado, lo que permite a los agricultores lograr mejores rendimientos y retornos económicos al optimizar el manejo de los cultivos y reducir el uso de fertilizantes, pesticidas y agua (FAO, 2018).

Por otro lado, las empresas de TIC, las multinacionales y los grandes fabricantes de maquinaria, así como los proveedores de insumos para pequeñas y medianas empresas, brindan servicios que incluyen la extensión a los agricultores y sus organizaciones a través de medios digitales. Aguas abajo, los supermercados y los compradores de productos agrícolas participan en la cadena de valor de los alimentos a través de las TIC. Las tecnologías también son utilizadas por las cooperativas de agricultores, organizaciones internacionales, la sociedad civil y los gobiernos para proporcionar información sobre muchos aspectos de la agricultura, incluida la regulación (FAO, 2018).

En el cuadro 3 se muestran elementos que se refieren a los factores de arrastre y de empuje que impactan al sector alimentario y rural. Se identifican un conjunto amplio de elementos o esferas en que las TIC, y su producto esencial conformado por los datos masivos (big data), generan lo que se llama agricultura inteligente. Dichas esferas, como se puede ver, van más allá de lo que ocurre a nivel de la explotación agrícola, abarcando el medio rural en su conjunto. Esto refuerza la idea de que las TIC no sólo hacen más eficiente el uso de recursos, impulsando más producción con el mínimo uso de insumos, sino que amplía la frontera de producción del sistema. La mejora técnica propiamente tal como son los cambios en la eficiencia técnica, en el conocimiento aplicado y en la capacidad de administración de las explotaciones producen impactos al interior del hogar y su explotación. Estos cambios resultan como se ha discutido, en mejoras de empuje y arrastre, es decir no sólo facilitan el desplazamiento de los hogares hacia la frontera de posibilidades, sino que la misma frontera se desplaza, ampliando el potencial de logro de los objetivos del hogar.

Adicional a los efectos al interior de los hogares, las TIC pueden mejorar el contexto en el cual se desempeñan los hogares rurales, tanto en tareas productivas como no productivas, entregando información disponible, orientación para la toma de decisión de inversión y consumo entre otras. La mejora en la capacidad de acceder a los mercados de productos de insumos, ya existentes, pero disminuyendo los costos de transacción y, nuevos mercados ampliando la base de acceso a mejores precios, más bajos de los insumos o más altos de los productos, genera un desplazamiento por empuje de la frontera de posibilidades de los hogares rurales que transforma a las TIC en un actor de vital importancia para transformar los territorios rurales.

Cuadro 3. Resumen de factores de empuje y arrastre que la agricultura inteligente favorece en el sistema alimentario

Factores de empuje (Push factors)	Factores de arrastre (Pull factors)
<p><u>Acceso a nuevas tecnologías para la producción:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - tecnologías para una agricultura inteligente (sistemas de navegación satelital, imágenes satelitales, sensores remotos, Drones) - acceso a plataformas que permiten la aplicación de IA en las decisiones de producción 	<p><u>Mejoras en la información para las decisiones de producción:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - mejora del conocimiento de la condición sanitaria y desarrollo de los cultivos o animales - climática para mejor manejo de los riesgos - mejora de selección de personal - identificación de oportunidades de mercado (que producto, que características en que momento del tiempo, donde)
<p><u>Acceso a información de tecnología:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - uso de aplicaciones celulares (apps) para asesora asesorías técnicas - asistencia remota vía computadores para asesorar decisiones - mejora el acceso a oferta de políticas públicas - mejora el diseño e implementación de las políticas públicas 	<p><u>Mejora de información para las decisiones de insumos, de acceso a financiamiento y servicios financieros:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - calidad de insumos - precio de insumos - tipo de insumos - cantidad de insumos a utilizar - Tipos y condiciones crediticias y de seguros
<p><u>Acceso a datos para decisiones de adopción de tecnología:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - datos automatizados y generados por el hombre - Interpretación de datos no estructurados - análisis avanzado de datos 	<p><u>Mejora de información para las decisiones de mercado:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - mercados (precio, nivel de demanda, tipos de condiciones de la demanda, oportunidad, etc) - de trazabilidad (productos, origen, condiciones de producción) - información de requerimientos legales (permisos, certificados, autorizaciones)

Fuente: Elaboración propia.

Recuadro 1 (Push factors): Experiencia de apoyo a pequeños agricultores de la Comunidad de San Bartolo en la localidad de San Miguel, El Salvador (proyecto FAO/Telefónica)

Con la organización de 16 agricultores de la comunidad de San Bartolo en la localidad de San Miguel, El Salvador, la FAO en un trabajo conjunto con Telefónica, implementa un proyecto piloto para optimizar los recursos hídricos como una medida para enfrentar el cambio climático, a través de la aplicación de las TIC, el IoT y la big data en el apoyo a la toma de decisiones de producción.

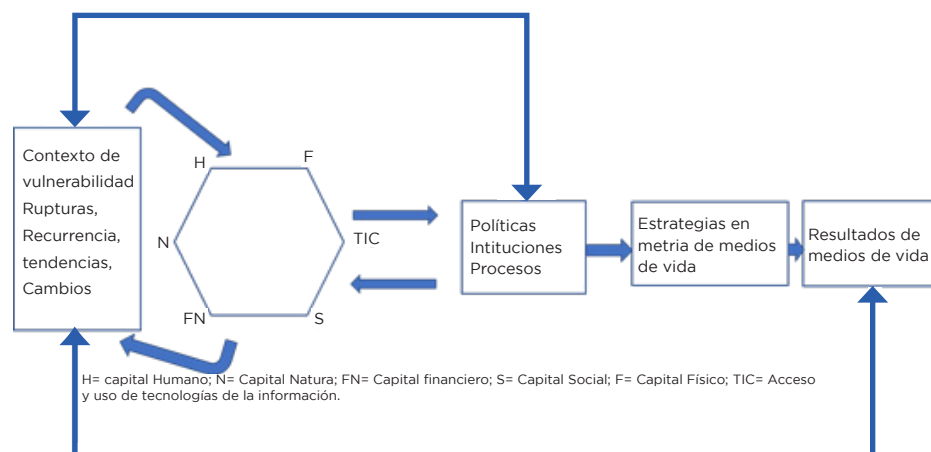
Los 16 productores de pimentón bajo invernadero manejan 20 hectáreas. Se instala una estación para medir datos climáticos y sensores de humedad en los huertos de los asociados. Tanto sensores como estación meteorológica envían información a través de internet a la nube. Los datos son analizados por un algoritmo que transforma datos de humedad de suelo y clima en información para optimizar sus recursos. Es una herramienta que realiza un análisis de cómo ha sido el comportamiento del riego y el consumo de agua en un campo en base a los datos de humedad del suelo de los sectores sensorizados.

Se genera un reporte simple que recomienda frecuencia y cantidad de agua a ser aplicada por cada uno de los agricultores. Los resultados de producción alimentan el modelo analítico mejorando la recomendación futura.

Fuente: Marcos Contreras. Optimizando Recursos Hídricos. Trabajo presentado en la Semana de la Innovación en América 2019 (FAO, ITU) - Comunidades rurales inteligentes. Uruguay.

Los efectos de estas mejoras que las TIC pueden generar en los hogares rurales son estratégicos. Se propone que el acceso a TIC en los hogares rurales puede cambiar la forma en que incluso conceptualizamos un hogar rural y sus posibilidades de desplegar sus estrategias de vida. Por ejemplo, si tomamos el marco de medios de vida de DFID (1999) (figura 2), el acceso a TIC modificaría el diamante de recursos claves, transformándose en un nuevo recurso central para el hogar rural. Las innovaciones digitales tienen tal nivel de implicancias para las estrategias de los hogares y sus resultados que, razonablemente pueden ser consideradas un nuevo recurso clave o estratégico, modificando el modelo de cinco partes a uno de seis componentes.

Figura 2. Modelo de medios de vida DFID con incorporación acceso y uso de TIC



Fuente: DFID 2001 (adaptado)

El modelo de medios de vida planteado por el Departamento de Desarrollo Internacional (DFID) ofrece una visión de los medios de vida de las poblaciones rurales que contribuye a entender a los grupos menos favorecidos, con el fin de mejorar los resultados de las iniciativas de reducción de pobreza. En su forma más simple, este marco visualiza a los pueblos como operando dentro de un contexto de vulnerabilidad. En este contexto, las poblaciones tienen acceso a ciertos activos o factores de reducción de pobreza. Éstos obtienen su significado y valor a través del entorno social, institucional y organizativo imperante. Este entorno también influye en las estrategias en materia de medios de vida (formas de combinar y utilizar los activos) al alcance de las poblaciones, que persiguen una mejora de sus medios de vida coherente con sus propios objetivos en este ámbito (DFID, 1999; 1).

Una implicancia de este modelo es que el no acceso a TIC genera condiciones de carencia que tienen implicancias en las estrategias de vida de los hogares. De esta manera el concepto de pobreza digital cobra un sentido real y concreto. La carencia puede ser definida como la ausencia o carencia de al menos uno de los tres atributos de las TIC: conectividad, comunicación o información (Barrantes, 2014).

Recuadro 2 (Push factors): Del productor a la mesa del consumidor en un solo click: Plataforma tecnológica de los pedidos PAI – Costa Rica

La PAI es una iniciativa del Consejo Nacional de la Producción del gobierno de Costa Rica. Esta iniciativa genera un sistema de pedidos de productos agrícolas centralizado para que los oferentes puedan participar directamente del mercado de compras públicas. Optimizando su tiempo, acelerando la cadena de pagos y maximizando las ventas en un circuito corto de alto valor.

La plataforma de pedidos tiene el objetivo de agilizar el proceso de recepción de pedidos realizados por clientes PAI (instituciones estatales) y acelerar la emisión de órdenes de entrega a suplidores.

La iniciativa surge en el año 2017 con un plan piloto que capacita a los productores y habilita los sistemas de comunicación e Internet para la operación del sistema.

Luego de dos años de aplicación, los oferentes alcanzan los 245 pequeños productores (el incremento entre 2017 y 2018 fue del 28%). De los 235 oferentes iniciales, el 80% continuó en la segunda temporada vinculado al sistema. El valor de las ventas en las dos primeras temporadas se incrementó en un 28%.

Fuente: Rogis Bermudes Cascante. Del productor a la mesa del consumo en un solo clic. Trabajo presentado en la Semana de la Innovación en América 2019 (FAO, ITU) - Comunidades rurales inteligentes. Uruguay.

Los atributos de esta transformación además sugieren que la dinámica de dicho cambio será amplificada en el corto tiempo. Esta idea propone que los hogares y territorios que se vean impedidos de sumarse a esta transformación de las TIC y del acceso a big data quedarán rezagados de los hogares y territorios que si puedan acceder a estas nuevas tecnologías. Este es un resultado no deseado. La heterogeneidad en el acceso y el impacto que dicho acceso implica en los hogares rurales (Nakasone *et al.*, 2014), obliga a impulsar políticas que generen bienes públicos para permitir el acceso a TIC para los sectores rurales.

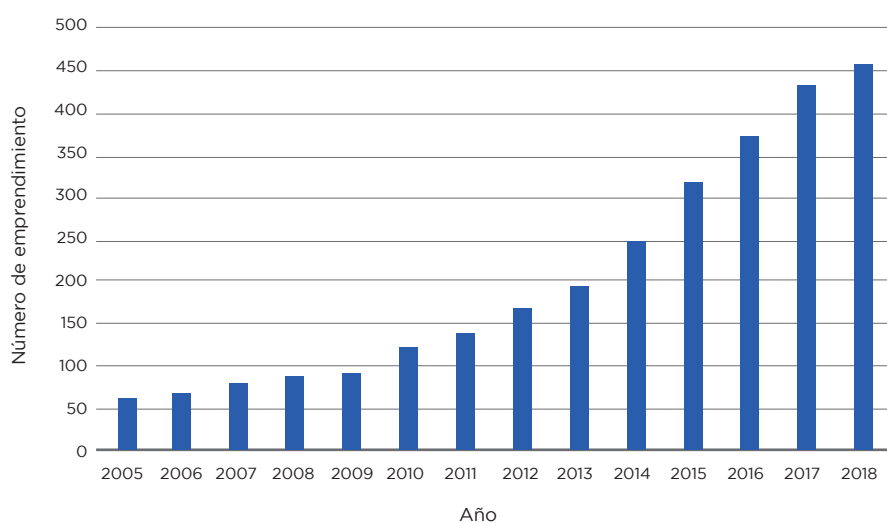
El acceso a TIC es una condición necesaria pero no suficiente, también se requiere realizar esfuerzos focalizados de fortalecimiento de capacidades y de alfabetización digital para amplios grupos de territorios rurales, de manera de aprovechar el potencial de las políticas de ampliación del acceso a las TIC en dichos territorios.

Adicional a los factores de empuje y arrastre que impactan fuertemente las estrategias y medios de vida de los hogares rurales, las TIC presentan unos atributos que hacen urgente la necesidad de implementar políticas públicas activas que apoyen la adopción de estas tecnologías en la agricultura de pequeña escala y en los sectores rurales de América Latina. Los principales atributos de las TIC son (FAO e ITU, 2016):

- Muy alta velocidad de cambio
- Altamente adaptables lo que permite mayor velocidad de difusión
- Innovación continua en tipo y acceso de datos, por ejemplo, aplicaciones apps
- Innovación continua en modelos de negocios
- Los datos son inmediatamente utilizados para aprender
- Efecto directo en el mundo (mercado) del trabajo
- Se crean nuevos mercados, por ejemplo, de servicios de información
- Requiere para su despliegue conectividad

Este conjunto de atributos de las TIC impulsa un nuevo ecosistema, donde interactúan los agricultores (en su diversa heterogeneidad) y los eslabones de la cadena del sistema agroalimentario (transporte, almacenaje y distribución hasta llegar al consumidor final). Esta interacción ahora es soportada por datos (big data) que muchas veces surgen de la misma digitalización de procesos (sensores, uso de plataformas, etc.), que es posible coordinar en sus diferentes niveles, momentos y necesidades. Esta gestión de datos y análisis se apoya en las compañías tradicionales como por ejemplo Monsanto y John Deere, que invierten importantes sumas de dinero en tecnologías para capturar y usar datos de temas tan diferentes como el clima, calidad del suelo y otras que permiten a los agricultores reducir costos de producción. Pero también aparecen nuevos jugadores en el sistema como son las aceleradoras, las incubadoras, las firmas de capital de riesgo. A estos se suman las start-ups que vienen a ser como el centro de la acción y la innovación que proponen soluciones en los diferentes puntos de la cadena sobre la base de uso de TIC (Wolfert, *et al.*, 2017).

Figura 3. Número de empresas de tecnologías dedicadas el sector agropecuario de producción de alimentos



Fuente: BID-LAB, 2019.

Muchas de las tecnologías digitales vienen de la mano de estos nuevos actores, que antes era impensado que fueran proveedores de tecnologías. Equipos de jóvenes profesionales radicados no siempre en grandes capitales, que ensamblando tecnologías hoy muy accesibles (ej. sensores, imágenes de satélite, desarrollos informáticos, etc.) se convierten en desarrolladores/proveedores de tecnologías. Estos nuevos actores muchas veces compiten fuertemente con las empresas tecnológicas más tradicionales y establecidas. Este fenómeno genera, en algunos países una desconcentración del desarrollo tecnológico que contribuye a la transformación productiva de territorios no metropolitanos (por ejemplo, el desarrollo de drones unidos a inteligencia artificial en Córdoba, Argentina; o la empresa tecnológica Olho do Dono en Victoria, Estado de Espirito Santo, Brasil).

El resultado de la acción de nuevos actores y el desarrollo de las TIC en el medio rural aportan valor en ocho niveles de las economías rurales (Almagri, 2018 y Trigo *et al.*, 2018)

- **Gestión de riesgos:** la masa de datos disponible analizado por modelos predictivos acompaña al agricultor con alta precisión en su gestión de riesgos climáticos y sanitarios, pero también económica y ambiental
- **Investigación y desarrollo:** la llegada de cada vez más sensores en las estaciones experimentales abre perspectivas de investigación amplias. Explotaciones agrícolas, cada vez más conectadas, también se convierten en lugares de experimentación colaborativo.
- **Mejorar la gestión de recursos gracias a los objetos conectados:** el surgimiento de la robótica junto con inteligencia artificial apoya al agricultor en la gestión de rebaños y cultivos; ayuda con las decisiones, una ganancia en precisión y una reducción en trabajo duro
- **Asesoramiento y formación:** el teléfono inteligente, asociado con las herramientas de apoyo a la decisión, contribuye a la independencia intelectual del operador. El asesoramiento y la formación no desaparecen, pero puede ser virtual, reubicado.
- **Vender los productos al consumidor de manera más eficiente:** la cadena alimentaria se vuelve transparente. Esta trazabilidad acerca al productor con el consumidor y facilita sus intercambios.
- **Aprendizaje colaborativo:** los datos recopilados a gran escala a bajo costo, acelera colaboraciones cuando es factible compartir datos, conocimiento, materiales.

- Reducción de costos, optimizando el uso de maquinaria y de diversos insumos —semillas, agroquímicos y alimentos—, mediante la puesta en práctica de mecanismos de aplicación de gestión variable y el monitoreo nutricional, sanitario y reproductivo (este último, en el caso del ganado) para actuar en el momento apropiado y de la forma adecuada.
- Reducir las pérdidas, valiéndose del monitoreo de las condiciones de almacenamiento de los productos.

Este importante desarrollo de empresas de tecnología para el sector agropecuario se encuentra fuertemente concentrado. Por ejemplo, en Brasil se encuentra el 51% de todos los emprendimientos relevados. Más atrás, el segundo país en importancia en Argentina, con 23% del total regional. Chile, Colombia, Uruguay, Perú y México le siguen en orden de importancia (BID-LAB, 2019).

Se identifican al menos cuatro factores que explican la alta concentración de este tipo de emprendimientos en pocos países: (i) mercado a gran escala, (ii) ecosistemas favorables a este tipo de emprendimientos (iii) masa crítica de profesionales y (iv) alta especialización productiva (BID-LAB, 2019)

2.2. Pilares de la agricultura y el desarrollo rural 4.0

La agricultura y el desarrollo rural en base a TIC se encuentra en la combinación de IoT, datos y conectividad. Este triángulo virtuoso permite, por ejemplo, el impulso de la agricultura inteligente o de precisión, pero también el desarrollo de ciudades inteligentes (Köksal y Tekinerdogan, 2018). Uno de los componentes que más debate y discusión ha generado en la literatura se refiere a los datos, en sus diferentes tipos, condiciones, estados y destinos, formas de captura y su privacidad, como se refleja en el cuadro 4.

Cuadro 4. Estado del arte y temas críticos en diferentes tipos de datos

Tipo de datos	Estado del arte	Temas críticos
Captura de datos	- Sensores, datos de libre acceso, datos capturados por drones (Faulkner and Cebul, 2014). - Sensores biométricos, información sobre genotipos (Cole <i>et al.</i> , 2012). - Datos compartidos (Van't Spijker, 2014).	Disponibilidad, calidad formato de los datos (Tien, 2013)
Almacenamiento de datos	- Plataformas en la nube, sistemas de archivos distribuidos Hadoop (HDFS, acrónimo del inglés), sistemas de almacenajes híbridos, almacenaje de datos en la nube (Zong <i>et al.</i> , 2014)	Rapidez, seguridad de datos y seguridad de acceso a los datos, costos de acceso (Zong <i>et al.</i> , 2014)
Transferencia de datos	- Wireless, plataformas basadas en la nube (Karim <i>et al.</i> , 2014; Zhu <i>et al.</i> , 2012), Datos vinculados de acceso libre (Ritaban <i>et al.</i> , 2014)	Seguridad, acuerdos sobre responsabilidad y obligaciones (Haire, 2014)
Transformación de datos	- Algoritmos de machine learning, normalización de datos, visualización, anonimización de datos (Ishii, 2014; Van Rijmenam, 2015)	Heterogeneidad de los datos, automatización de la limpieza y preparación de los datos (Li <i>et al.</i> , 2014)
Análisis de datos	- Modelos de producción, Instrucciones para manejo de plantaciones, comparación de datos (benchmarking), decisiones ontológicas, computación cognitiva (Van Rijmenam, 2015)	Heterogeneidad semántica, análisis en tiempo real, escalabilidad (Li <i>et al.</i> , 2014; Semantic Community, 2015)
Datos de mercado	- Visualización de datos (Van't Spijker, 2014)	Propiedad, privacidad de los datos y nuevos modelos de negocios (Orts and Spigonardo, 2014)

Fuente: Wolfert *et al.*, 2017

Los datos son el centro del debate, no solo debido a que con las TIC se cuenta con datos que antes no estaban disponibles y que ahora es posible su uso inmediato, lo que genera aprendizaje continuo, sino que también a que es una fuente de conflicto donde los criterios de propiedad tienen límites difusos. Pero para que las TIC desarrollen todo su potencial se requiere compartir datos, entonces los protocolos son fundamentales para dicha capacidad de reunir información.

Una cuestión importante tiene que ver con la usabilidad y la capacidad de interpretar dicha información, para la toma de decisiones de producción y consumo de los hogares y consumidores de alimentos. Las estrategias de fortalecer capital humano para permitir esta interpretación de los datos es una necesidad creciente en la población rural. Experiencias como la de FAO-Telefónica son acciones que abren un abanico de posibilidades de aplicación de TIC con fines de desarrollo rural y sostenibilidad ambiental de la agricultura familiar en LAC (ver recuadro 1).

Adicional a los protocolos para compartir datos y, a la capacidad de las poblaciones rurales de acceder y usar los datos para tomar decisiones, hay una tercera dimensión que requiere ser masificada. Esta consiste en la generación de información para alimentar los modelos de aprendizaje. Digitalización de procesos y resultados de dichos procesos es importante para alimentar el sistema con las condiciones específicas para cada lugar.

2.3 La pobreza rural y las TIC

Los canales en que la pobreza rural se puede ver afectada por la irrupción de las TIC son variados. Como se ha documentado, los pobres rurales de los países de la región generan estrategias de vida en las que comparten empleo asalariado o autoempleo en la agricultura y en actividades no agrícolas desplegadas en territorios rurales (Reardon *et al.*, 2001).

En el tiempo el empleo rural no agrícola ha incrementado notablemente su participación en el empleo de los hogares rurales como lo muestra el cuadro 5.

Cuadro 5. Sector de empleo en zona rural por género

	2004			2017		
	Total	Urbano	Rural	Total	Urbano	Rural
Mujeres						
Primario						
- Agricultura	1,9	3,6	51,6	7,9	2,1	40,8
- Minería	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2
Secundario	13,9	14,7	10,7	12,2	12,2	11,3
Terciario	72,9	81,5	37,3	79,6	85,4	47,6
No especificados	0,1	0,2	0,0	0,2	0,2	0,1
Hombres						
Primario						
- Agricultura	23,7	9,1	69,7	18,1	6,9	62,1
- Minería	0,6	0,5	0,6	0,7	0,6	0,8
Secundario	26,1	30,3	12,7	26,4	29,1	16,0
Terciario	49,5	59,6	16,9	54,6	63,1	20,8
No especificados	0,3	0,3	0,1	0,2	0,3	0,2

Fuente: CEPAL, sobre la base de encuestas de hogares de los países. Banco de Datos de Encuestas de Hogares (BADEHOG).

La situación del empleo rural cambia de manera radical si se analiza sector y género del trabajador. La mayoría de los hombres con residencia rural se vincula a empleos en agricultura (62,1%). Las mujeres, en tanto, se vinculan a empleos rurales no agrícolas (57,9%, suma de empleos secundarios y terciarios). Estos datos sugieren que el crecimiento del ERNA en las zonas rurales se encuentra muy vinculado al ingreso de la mujer a nuevos ámbitos laborales. De este modo, el cambio estructural se sostiene en el ingreso de las mujeres al sector servicios, lo que explica su lenta transmisión en la productividad de la mano de obra agrícola. Como este sector es la principal fuente laboral de los hombres, su salida del sector es lenta y limita los aumentos de la productividad agrícola derivados de la salida de los trabajadores con retornos menos competitivos que los del sector no agrícola (Ramírez, 2019).

Los datos sugieren que la irrupción de las TIC presentará efectos diferenciados por tipo de actividad económica de los miembros activos de los hogares. Los efectos dependerán del tipo de empleos, rurales agrícolas o no agrícolas y, por el otro, la condición laboral, como cuenta propia o como asalariado.

Los efectos de crecimiento de las TIC y de la automatización de muchas de las labores alrededor del sector agrícola generarán sustitución de mano de obra por máquinas. Por ejemplo, el ya masificado uso de máquinas de cosechas de frutos secos o la cosecha automática de uva para vinificación o los procesos de selección de frutas en packing. Mckinsey (2017), muestra que la mitad del tiempo de trabajo en las economías de América Latina pueden ser automatizados y que, en agricultura dicha proporción puede llegar hasta el 57%.

Aunque el más aparente efecto de la automatización y el uso de TIC se encuentra en el desplazamiento de empleo asalariado por máquinas, también hay otros efectos que alcanzan el mercado del trabajo, como son una disminución de los salarios en las labores automatizadas y un incremento de la productividad y los salarios en las labores no automatizables y, un aumento en el capital de las empresas. El efecto final puede ser un incremento de la productividad del trabajo más elevado que el incremento de los salarios y una disminución del peso de estos en el ingreso nacional. Los ajustes de este proceso dependen de las restricciones que operan en el mercado del trabajo (Acemoglu y Restrepo, 2018). La transformación en el mercado del trabajo genera una brecha entre las capacidades de la oferta de trabajo y las habilidades y capacidades requeridas en el escenario con TIC. Los trabajadores con menores capacidades para asumir nuevos roles pierden empleo e ingresos, redundando en mayor desigualdad. Dada la mayor presencia de mujeres del sector rural en empleos del sector secundario y terciario es posible suponer que al menos un grupo de ellas tendrán posibilidades de mejores empleos si sus capacidades y habilidades se encuentran en línea con los cambios que llegan con las TIC al mundo rural.

Por el lado del empleo por cuenta propia en la agricultura, es decir los pequeños productores y la agricultura familiar pueden experimentar mejoras de productividad de sus explotaciones agropecuarias, ya sea por efectos de desplazamiento o por efectos de arrastre. Este efecto, solo posible si se eliminan las barreras de acceso que operan en el sistema, redundará en mejoras de productividad de la mano de obra familiar, capturando mejores ingresos por la actividad por cuenta propia, ampliando las posibilidades de combinación de estrategias de empleo del hogar (Jorisch *et al.*, 2018. P 44).

Además, la mayor información disponible para los hogares rurales vulnerables debido a las TIC, principalmente disponibilidad a teléfonos inteligentes y al Internet, permiten mayor acceso a los beneficios de la política social producto de la mayor disponibilidad de información

de condiciones, derechos y procesos necesarios de validar para obtener dichos beneficios, disminuyendo los costos de transacción de la información (Misuraca *et al.*, 2017). El efecto positivo de la información también se traslada al mercado del trabajo. Una mayor facilidad de buscar empleo por el lado de los trabajadores y, de ofrecer empleos por parte de las empresas, disminuye los costos de transacción del emparejamiento de la oferta y demanda de trabajo, disminuyendo los tiempos de búsqueda de trabajo (Morgan *et al.*, 2019).

Finalmente es importante destacar que los cambios en el mercado del trabajo impulsados por las TIC, aceleraran la transformación rural y sus diferencias con el sector urbano se pueden atenuar. La línea que separa al sector rural de los sectores urbanos se hace más difusa con el desarrollo de las tecnologías de información y comunicación. Los vínculos urbano-rurales se ven acrecentados con las nuevas tecnologías, incluso aparecen incentivos a la residencia rural de familias jóvenes que pueden desempeñar su trabajo de manera remota, generando una suerte de revitalización del medio rural impensada antes de las TIC.

3. Rol de las políticas públicas

El conjunto de elementos que requieren ser desarrollados para que las TIC se desplieguen con todo su potencial son: (a) energía, (b) sistemas de transferencia de datos, (c) algoritmos de procesamiento; (d) conectividad y (e) capital humano. Alrededor de este conjunto de factores se requiere identificar los bienes públicos necesarios de impulsar para asegurar que los sectores rurales y los pequeños productores en particular, no queden fuera de los enormes cambios que el desarrollo de las TIC ya está generando en los diversos ámbitos de la economía y de la sociedad en general.

Como se ha argumentado las TIC son una innovación que genera cambios importantes y positivos en la economía y en la sociedad en general. Estos cambios avanzan a una velocidad muy alta y tienen implícito el riesgo de generar hogares, sectores y territorios rezagados y, en consecuencia, en condiciones de alta vulnerabilidad económica y social. Este resultado no es aplicable a las responsabilidades individuales, sino que es la respuesta a condiciones estructurales que hacen que los territorios rurales y los hogares que en ellos se encuentran tengan menor capacidad autónoma de sumarse a los cambios que traen las TIC. Esto hace que desplegar políticas públicas para dotar a los territorios del acceso y uso de las TIC sea una cuestión central en el desarrollo rural de los próximos años.

El impulso de políticas para dotar de TIC en las zonas rurales tiene efectos no solo en las poblaciones que viven en los territorios rurales, sino que también, se puede transformar en una condición importante de atracción de personas que pueden estar interesadas en desplazarse a territorios más rurales sin perder su vinculación laboral, por ejemplo, con las empresas tecnológicas. Este efecto de revitalización y ampliación de las capacidades de los territorios puede ser no despreciable.

Se proponen cinco áreas de intervención de las políticas públicas para que las TIC puedan ser aprovechadas en impulsar las economías rurales y la transformación productiva de dichos territorios.

La primera tiene que ver con crear las condiciones mínimas necesarias para el impulso de las TIC, esto implica acceso a infraestructura de comunicaciones. La inversión pública en infraestructura de comunicaciones es menor a la óptima debido a los costos unitarios elevados que ello implica, producto de las bajas densidades poblacionales de los territorios rurales en comparación con los espacios más poblados, esta brecha alcanza el 60% entre las zonas rurales con las urbanas (CEPAL, 2016). Aquí hay al menos dos líneas de trabajo para las políticas públicas, una primera, consiste en modificar las normas de estimación de los beneficios sociales de las inversiones públicas, incorporando condiciones normativas de equidad territorial, para permitir que las evaluaciones de rentabilidad social no descarten proyectos que benefician a personas y hogares que habitan territorios dispersos, por ejemplo la financiación de proyectos que involucran un conjunto de cierre de brechas a nivel territorial para potenciar la transformación productiva en territorios rurales en Chile (Programa de Infraestructura Rural para el Desarrollo Territorial). Una segunda línea de trabajo tiene que ver con el desarrollo de innovaciones que faciliten el uso de infraestructura ya existente en los territorios rurales para permitir la transferencia de datos y el uso de TIC en el medio rural, por ejemplo, el uso de espectro no utilizado en las bandas de frecuencias VHF y UHF, los llamados espacios en blanco de TV (proyecto Lavazza de Microsoft, Colombia).

Una segunda área de intervención de las políticas públicas se refiere a las brechas económicas que las economías de escala generan naturalmente. Los rendimientos crecientes a escala (Krugman, 1991), juegan también en contra de la formación de masa crítica que permitan innovación y generación de valor alrededor de las TIC en el medio rural. Se produce una oferta subóptima de innovaciones en TIC para los territorios rurales. Una baja densidad de demanda por un lado y una alta especificidad de productos por otro, hacen poco atractivo el desarrollo de una industria de las TIC para territorios rurales con alta presencia de agricultura de pequeña escala; incluso para start-ups que suelen ser los motores de la innovación en el sistema, tienden a estar concentradas en zonas más urbanas y orientadas a otros sectores de la economía (por ejemplo, Trigo *et al.*, 2018 encuentran una baja densidad de este tipo de innovadores para el ámbito agrícola argentino). Lo anterior justifica políticas públicas que incentiven el desarrollo de TIC apropiadas para los sectores rurales y la agricultura de pequeña escala, de manera se suplan las brechas que el mercado genera naturalmente en desmedro de este tipo de territorios. Posiblemente aquí hay un nuevo rol que puede ser asumido por los sistemas nacionales de investigación agropecuaria que se encuentran dispersos en variados territorios en los países de la región. Este nuevo rol puede generar un empuje y razonable justificación a los alicaídos sistemas nacionales de investigación agrícola.

Una tercera área de intervención tiene que ver con la demanda agregada de TIC por parte de territorios rurales y de pequeños productores. De una manera similar a como operan los mecanismos que restringen la oferta, por el lado de la demanda también se generan requerimientos subóptimos. Por desconocimiento de los pequeños agricultores de las potencialidades de estas herramientas para mejorar la eficiencia de manejo de las explotaciones agrícolas, pero también por falta de penetración de estas herramientas en los consumidores de ciudades intermedias en los territorios rurales, las innovaciones en TIC suelen ser demandadas solo por intermediarios de escalas mayores en los territorios, quedando las necesidades de pequeños productores y de los mismos consumidores de alimentos de los territorios rurales, invisibiliza-

das por no alcanzar la densidad necesaria como para traer el interés de los potenciales oferentes de dichas innovaciones en el mercado. Por ejemplo, el desarrollo de innovaciones por start-up raramente se concentran en las necesidades de territorios rurales más pobres y/o menos densos poblacionalmente. Las políticas públicas pueden ajustar los ya numerosos programas de apoyo a las start-up incentivando el desarrollo de innovaciones para este tipo de sectores. Esto implica abandonar los dogmas de neutralidad que suelen mostrar las organizaciones encargadas de este tipo de instrumentos. Por ejemplo, pueden ser impulsadas por gobiernos locales o programas focalizados en territorios particulares, por ejemplo, el Programa Leader en España en el medio rural Aragonés o los Centros de Agricultura Inteligente de la Provincia de Shandong Zibo, China (Foro Global sobre Seguridad Alimentaria y Nutrición, 2016)

Una cuarta esfera de intervención tiene que ver con el mercado del trabajo. Se requiere, por un lado, reforzar la disponibilidad de datos para conocer los efectos que estos procesos de automatización en asociación con las TIC están generando en el mercado del trabajo, tanto a nivel urbano como en el rural y en los incentivos para la migración (Morgan *et al.*, 2019), y por el otro, reforzar esquemas de apoyo a las personas para mejorar sus capacidades, destrezas y conocimientos para un mercado de trabajo en constante cambio. Se necesitan políticas enfocadas en los niveles iniciales de educación como en la formación continua de las personas, para ir adaptando sus capacidades a los nuevos tipos de empleo que la nueva ruralidad en presencia de TIC demanda.

Finalmente, una quinta línea de trabajo tiene que ver con la visibilización de las brechas rurales en este ámbito. Para ello es necesario crear un índice para evaluar el desarrollo de la agricultura digital en contextos rurales de los países de la región, sus efectos diferenciados, por ejemplo, entre hombres y mujeres o, entre jóvenes rurales o entre los diferentes países. Este índice de acceso rural a innovaciones digitales sería un importante espacio de discusión de políticas públicas para la promoción de las innovaciones digitales en los sistemas agroalimentarios y el cierre de brechas de infraestructura y capacidades para su desarrollo.

¿Es posible democratizar las innovaciones tecnológicas?

La obtención de los beneficios de las tecnologías digitales en la agricultura requiere la participación y la cooperación de los agricultores, los investigadores, el sector privado, las organizaciones sin fines de lucro y el gobierno. Pero estos actores a menudo tienen intereses diferentes y enfrentan incentivos diferentes. Además, la digitalización podría cambiar la organización industrial dentro de la cadena de suministro agrícola, incluso creando espacio para nuevos actores (OECD, 2018). Los gobiernos ahora tienen la oportunidad de dar forma a las políticas públicas y las configuraciones reguladoras de manera que puedan facilitar las oportunidades que ofrecen las tecnologías digitales. Sin embargo, al evaluar si la política existente y los esquemas regulatorios son adecuados al propósito de incentivar el mayor nivel de acceso de las personas y hogares a las TIC, muchas preguntas de política aún necesitan respuestas, dentro de las principales son la de resolver si el acceso a Internet debe ser considerado como un bien público al que todos los habitantes, ya sea de las zonas urbanas o rurales tienen derecho de acceder.

La base institucional corresponde a los factores complementarios del ecosistema de la economía digital, como son la infraestructura, el capital humano, el ambiente económico y los sistemas nacionales de innovación. El desarrollo de complementariedades es un requisito para la masificación de los beneficios de las TIC. Por lo tanto, el Estado debe articular sectores

económicos y sociales para materializar los efectos de derrame y la generación de complementariedades en el conjunto de la economía. En este sentido, las inversiones en TIC tendrán un mayor impacto en la medida en que sean acompañadas por adecuadas dotaciones de factores complementarios, como el ambiente económico, la infraestructura, el capital humano y el sistema nacional de innovación (CEPAL, 2010).

Una estrategia posible de impulsar para facilitar la democratización de las TIC es la territorial. Tres factores justifican un enfoque de este tipo: El primero se relaciona con la necesidad de coordinar y poner en marcha acuerdos entre múltiples actores, el desafío de llevar las TIC a los territorios rurales no es abordable por un solo actor, por poderoso que sea, requiere de la coordinación activa que vincule la oferta con la demanda de las necesidades desde el territorio, desde abajo hacia arriba. El segundo dice relación con la participación de los más excluidos, los que en general tienen bajo poder de mercado para hacer visibles sus demandas en el juego de la oferta y la demanda, finalmente el tercero dice relación con la necesidad de potenciar los vínculos urbano-rurales, por ejemplo, articulación de consumidores con productores en circuitos cortos de comercialización, como una estrategia que genere masa crítica para facilitar el desarrollo de las TIC en territorios rurales. Un ejemplo de la aproximación territorial es el proyecto el futuro esta en el monte, el Gran Chaco, Argentina, donde se conectan 20 comunidades en red para organizar sus diferentes estrategias de negocios rurales.

4. Conclusiones

1. Las innovaciones digitales están generando cambios importantes en las economías rurales de la región. Dichos cambios generan fuerzas de diferenciación entre personas, hogares y territorios en el medio rural. Las políticas públicas activas en este ámbito son necesarias para evitar exclusión digital. Es primordial evitar a través de políticas públicas carencia digital en los tres niveles: personas, hogares y territorios.
2. Las tecnologías digitales impactan en las estrategias de vida de los hogares rurales. Sus efectos en productividad del trabajo se encuentran aún en desarrollo. Los impactos heterogéneos en el empleo y su productividad hacen necesario un seguimiento de los efectos en bienestar de los hogares rurales.
3. Para que las innovaciones digitales alcancen su potencial innovador y de desplazamiento de las fronteras de productividad ya sea por arrastre o por desplazamiento de los sistemas de la agricultura familiar y la pequeña agricultura, se requiere reforzar a los nuevos actores de un sistema basado en TIC. Las start-ups orientadas a generar soluciones innovadoras para la agricultura y el medio rural requieren ser incentivadas para ofrecer este tipo de innovaciones adaptadas a la realidad de los territorios rurales de la región.

Bibliografía

- Acemoglu, D. y Restrepo, P.** 2018. Artificial Intelligence, Automation and Work. In: *The Economics of Artificial Intelligence*. Edited by Ajay Agrawal, Joshua Gans, and Avi Goldfarb. University of Chicago Press. 2019. (disponible en: <https://www.nber.org/books/agra-1>)
- Alimagri.** 2018. *Magazine du ministère de l'agriculture et de l'alimentation*. Numéro 1567 – janvier-février-mars 2018.
- Barrantes, R.** 2014. *Análisis de la demanda por TICs*. Lima. Instituto de Estudios Peruanos. (disponible en: http://www.dirsi.net/files/02-Barrantes_esp_web_18set.pdf)
- BID -LAB.** 2019. *Mapa de la innovación agtech en América Latina y el Caribe*. <http://dx.doi.org/10.18235/0001788>
- Cadena, A., Remes, J., Grosman, N., de Oliveira, A. y Rica, C.** 2017. *Where will Latin America's growth come from*. Nueva York. McKinsey Global Institute.
- CEPAL, 2016.** *La nueva revolución digital: de la Internet del consumo a la Internet de la producción*. Santiago, Chile.
- DFID.** 1999. *Hojas orientativas sobre los medios de vida sostenibles*. Department for International Development. United Kingdom. 50 p.
- FAO e ITU.** 2016. *E-Agriculture. Strategy guide*. Bangkok. The Power of Information: The ICT Revolution in Agricultural Development. Annual Review of Resource Economics,
- FAO.** 2018. *DIGITAL INCLUSION: Tackling poverty and hunger through information and communication technologies (ICTs)*. Information note March 2018. (disponible en: <http://www.fao.org/3/ca1040en/CA1040EN.pdf>)
- Foro Global sobre Seguridad Alimentaria y Nutrición.** 2016. *El uso de la tecnología de la información en la agricultura de las economías del Foro de Cooperación Económica Asia- Pacífico (APEC) y más allá*. FAO. (disponible en: <http://www.fao.org/3/b-i6817s.pdf>)
- GSMA.** 2019. *Latin America's evolving digital landscape*. (disponible en: <https://www.gsma.com/latinamerica/wp-content/uploads/2019/09/Latin-Americas-evolving-digital-landscape.pdf>)
- Jorisch, Denis. Christina Mallin. Mauro Accurso. Antonio Garcia Zaballos y Enrique Iglesias Rodríguez.** 2018. *How ICT and Mobile Solutions Contribute to a Sustainable, Low-Carbon Future*. Inter-American Development Bank (IDB).
- Krugman. P.** 1991. *Increasing returns and economics geography*. Journal of political economy 99:483-99.
- Misuraca, G., Kucsera C., Pasi, G., Gagliardi, D. y Abadie, F.** 2017. *ICT-Enabled Social Innovation to support the Implementation of the Social Investment Package: Mapping and Analysis of ICT-enabled Social Innovation initiatives promoting social investment across the EU: IESI Knowledge Map 2016*. EUR 28444 EN, doi:10.2760/107465
- Morgan R.F., Autorb, D., Bessenc, J.E., Brynjolfsson, E., Cebriana, M., Demingf, D.J., Feldmanh, M., Groha, M., Lobo, J., Moroa, E., Wangk, D., Younk, H. y Rahwana, I.** 2019. *Toward understanding the impact of artificial intelligence on labor*.
- Nakasone, E. M. Torero, y B. Minten.** 2014. *The Power of Information*. Annu. Rev. Resour. Econ. 2014. 6:533–50
- OECD. 2014a.** *Recommendation of the Council on Digital Government Strategies*. (disponible en: www.oecd.org/gov/digital-government/Recommendation-digital-government-strategies.pdf)
- OECD TAD/CA/GF.** 2018. *How digital technologies are impacting the way we grow and distribute food*. Paris.
- Köksal, Ö. y Tekinerdogan, B.** 2018. *Architecture design approach for IoT based farm management information systems*.

Precision Agriculture (2019) 20:926–958 doi. org/10.1007/s11119-018-09624-8

OMC. 2018. *INFORME SOBRE EL COMERCIO MUNDIAL: El futuro del comercio mundial: cómo las tecnologías digitales están transformando el comercio mundial.* (disponible en: https://www.wto.org/spanish/res_s/publications_s/world_trade_report18_s.pdf)

Ramalingam, B., Hernández, K., Prieto Martín, P. y Faith, B. 2016. *Ten Frontier Technologies for international development.* Brighton, Inglaterra. Institute of Development Studies (IDS). (disponible en: <https://opendocs.ids.ac.uk/opendocs/handle/123456789/12637>)

Ramírez, E. 2019. *Empleo rural no agrícola en América Latina. 2030 - Alimentación, agricultura y desarrollo rural en América Latina y el Caribe*, No. 18. Santiago de Chile. FAO. 18 p

Reardon, T.; Berdegue, J. y Escobar G. 2001. *Rural nonfarm employment and incomes in Latin America: Overview and policy implications.* World Development, Vol. 29, N° 3, edición especial, Amsterdam. Elsevier Science.

Wolfert, S, L. Ge, Verdouw, C y Bogaardt M. 2017. *Big Data in Smart Farming – A review.* Agricultural Systems 153: 69-80.

World Bank. 2016. *Digital dividends. World development report 2016. World Bank Group.* (disponible en: <file:///C:/Users/Hp%20Touchsmart/Documents/Downloads/9781464806711.pdf>)

Anexo

Cuadro 1. Plataformas relacionadas a diferentes eslabones de la cadena del sistema alimentario en América Latina

Intercambio financiero	Agricultura de precisión y Big Data	Biotecnología	Manejo de explotaciones agropecuarias	Innovación de alimentos
Agroads.com Agrofy Agropoints Pago Rural La Rotonda Siembro Rural AgVali.com Graodirecto Sprouders	Auravant Eiwa Geoagris S4agtech Agronow Bovcontrol Falker Strider Agronóstico	Dertek Inpreha Neogram Bitgenia Biocontroler	Sima Albor Tambero.com JetBov Agronometrics Ecotecna Kersys	Siembraviva Notco Biomex

Fuente: NXP Labs.

