



DOCENTES DE ADMINISTRACIÓN FINANCIERA

42 Jornadas Nacionales de Administración Financiera
Septiembre 22 y 23, 2022

Tecnologías digitales para la eficiencia de costos

Trazabilidad agropecuaria

Daniel Miliá

Liliana Benítez

Gustavo Tapia

*Universidad de Buenos Aires – Universidad
de Belgrano*

SUMARIO

1. Introducción
2. Tecnologías avanzadas y transformación productiva
3. Agricultura en Argentina
4. Infraestructura y condiciones básicas para la transformación digital
5. Bienes públicos y sistemas de información
6. Bienes privados y procesamiento de información
7. Conclusiones

Para comentarios:
daniel@economicas.uba.ar
gustavo.tapia1@gmail.com

1. Introducción

Los primeros economistas que definieron y dividieron a la producción en tres sectores, primario, secundario y terciario, para su estudio fueron Allan G. B. Fisher (1939), Colin Clark (1940) y Jean Fourastié (1949). No obstante, el sector primario es una de las actividades económicas más antiguas realizadas por el hombre, obtiene los productos directamente de la naturaleza, cuyo destino es el consumo o la industria, con el fin de satisfacer necesidades básicas para la vida. Integran el sector la agricultura, ganadería, apicultura, acuicultura, pesca, silvicultura y la explotación forestal. En este sentido, el sector agropecuario forma parte del sector primario de la producción de un país, es la conjunción de la agricultura y la ganadería. La primera, abarca todas las actividades relacionadas con el cultivo de la tierra y el tratamiento del suelo a los fines de obtener tanto productos alimenticios del entorno natural y no alimentarios como son los insumos para la industria textil o las energías renovables. La segunda, también conocida como pecuario, son las actividades vinculadas con la cría de animales vivos para la alimentación o la producción de insumos destinados a la producción textil.

La Organización Internacional para la Estandarización ISO 9000 define trazabilidad como “la capacidad de rastrear la historia, la aplicación o la ubicación de lo que está bajo consideración” ISO (2005). Aplicado al sector agropecuario permite conocer las etapas de producción, transformación y distribución con la registración de datos de cada una de las mismas. En el presente trabajo, se examinará el rol de las tecnologías digitales en la agricultura argentina, partiendo de la infraestructura digital inicial con la que contamos, la relación implícita de costo-beneficio en función de la interacción entre los bienes públicos y privados, para luego esbozar los avances en la elaboración de una agenda digital para el sector.

2. Tecnologías avanzadas y transformación productiva

El progreso tecnológico y, específicamente el digital, está revolucionando industrias, mercados y sociedades. Actualmente, las tecnologías digitales se han convertido en instrumentos esenciales para diseñar, producir y comercializar bienes y servicios de diversas cadenas y sectores de la economía. La evidencia sugiere que la adopción de estas tecnologías en una industria está asociada a aumentos en el valor agregado y ganancias de productividad a nivel de empresa (Gal *et al*, 2019; Mosiashvili & Pareliussen, 2020), que conlleva a impactos potenciales en los niveles de salario e ingreso de las personas.

Asimismo, gran parte de la desigualdad salarial se puede explicar por diferencias en el desempeño de las empresas (inclusive de un mismo sector) y su productividad, permitiéndoles tener una capacidad de pago mayor que las organizaciones peor posicionadas. A su vez, la brecha de productividad entre las empresas rezagadas y líderes se podría reducir mejorando las condiciones de adopción tecnológica, invirtiendo en activos intangibles y en el desarrollo de habilidades complementarias a las nuevas tecnologías (Faggio & Nickell, 2007; Criscuolo, 2020; Balboni, 2011).

América Latina y el Caribe enfrentan el desafío de impulsar la generación de más y mejores empleos y de acelerar la productividad. Los datos existentes muestran que a partir de la década de 1980 hubo una creciente discrepancia entre la productividad de la región y la de economías más avanzadas. Por ejemplo, entre 1980 y 2018 la productividad relativa de América Latina con Estados Unidos de Norteamérica se redujo de 79% a un 18% (CEPAL, 2021). La baja productividad de la región se explica por una estructura productiva poco diversificada, concentrada en sectores escasamente demandantes de conocimiento y por un bajo contenido tecnológico en los sectores productivos, lo que lleva a un alto nivel de heterogeneidad estructural. La mayoría de las empresas en la región son de menor tamaño, se encuentran en sectores de baja productividad y concentran una parte importante del empleo, observándose también altos niveles de informalidad. Estas diferencias, además de otras brechas en materia de infraestructura, acceso a capital y recursos humanos capacitados, debilitan la competitividad sistémica de los países y la capacidad de inserción en cadenas globales y regionales de valor.

La dinámica de crecimiento de la región es disímil a la de regiones más avanzadas, debido a que se explica principalmente por la expansión de la fuerza laboral o de los recursos productivos y no por la productividad asociada al cambio estructural y a la intensificación en el uso de nuevas tecnologías. Es por este motivo que el cambio tecnológico es esencial para hacer frente al estancamiento de la productividad, mejorarla eficiencia productiva y la competitividad de las empresas. Por otra parte, también el cambio técnico puede ser un instrumento útil para mejorar el equilibrio ambiental, tanto a nivel agregado como a nivel micro, donde la incorporación de tecnología puede optimizar la eficiencia ambiental, disminuyendo el consumo de bienes materiales y su impacto en el entorno natural.

Tradicionalmente el cambio estructural se entiende como la transición entre sectores (cambio estructural sectorial), aunque también involucra la transformación de los sectores de baja productividad. Estos cambios se producen mediante la reasignación de recursos entre la producción y los servicios profesionales dentro de los sectores (cambio estructural funcional). Además, las empresas que acumulan capital intangible en esta transformación pueden generar una ventaja competitiva que aumenta su capacidad tecnológica (Dian *et al.*, 2020), toda vez que la disrupción digital empieza a desdibujar los límites sectoriales o las clasificaciones industriales clásicas, en parte debido al alto grado de contenido tecnológico que algunos sectores pueden adquirir debido a las nuevas tecnologías digitales y el rol que las empresas tecnológicas tienen en la economía.

La revolución industrial en curso está combinando un conjunto de tecnologías digitales avanzadas (como el caso del software avanzado, realidad aumentada, sensores, analítica de grandes datos, robotización y manufactura aditiva) que permiten una mayor flexibilidad de los procesos industriales, aceleran la innovación, automatizan la producción y mejoran la eficiencia en la toma de decisiones.

En un comienzo estos avances se relacionaron principalmente con conceptos como la industria 4.0 o la manufactura avanzada, pero también se aplican a otros sectores como la salud (ej. tecnología emocional, tecnología para el cuidado, aplicaciones de monitoreo y telemedicina), la energía (ej. sensores para optimizar los procesos de compra y venta de energía) y el sector agrícola (ej. riego de precisión, analítica de grandes datos para información climática).

Particularmente, en el sector agrícola existen una gama de nuevas tecnologías que prometen impactar significativamente los modelos de producción, gracias a las nuevas tendencias en la recopilación, almacenamiento, gestión, transferencia y análisis de grandes volúmenes de datos. Un ejemplo,

son los avances en el uso de la teledetección por satélite que producen datos con parámetros biofísicos relacionados con el desarrollo de los cultivos que permiten calcular mejor sus necesidades hídricas y de riego mejorando así su productividad. Otro caso es el uso de la inteligencia artificial, que mediante el análisis predictivo permite encontrar patrones en los cambios ambientales y de esta forma reducir su impacto en los cultivos y mejorar su rendimiento. Por otra parte, la incorporación de sensores a la maquinaria agrícola, como tractores, pulverizadoras y cosechadoras; permite monitorear su rendimiento y automatizar su uso reduciendo los costos operativos y el consumo de energía.

El proceso de digitalización puede afectar de forma diferente a los sectores, por ejemplo, los servicios financieros y el sector de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) suelen ser actividades con un mayor nivel de digitalización, mientras que sectores como el agrícola suelen estar más rezagados. Sin embargo, la digitalización facilita también la integración entre sectores y el salto tecnológico de los menos avanzados. Por otro lado, cabe mencionar que en el caso de América Latina y el Caribe además de las diferencias sectoriales, existen brechas importantes en la adopción de tecnologías digitales a nivel de empresas, especialmente en relación con la incorporación de éstas en el proceso productivo. Asimismo, las brechas según el tamaño de las empresas es también otra característica relevante, por ejemplo, en algunos países de la región, la brecha entre las pequeñas y las grandes empresas que poseen su propio sitio web puede ser superior al 30% (OECD, 2021).

Los cambios que están sucediendo en la economía son producto de las tecnologías digitales. Si bien pueden acontecer de distinta manera, tienen como característica central la agregación de valor a partir de la digitalización en los procesos que se desarrollan, tanto al interior de los sectores como entre ellos. Como parte de esta transformación tecnológica la economía tradicional se está transformando en una digitalizada, donde las empresas incorporan tecnologías digitales en todos sus procesos de soporte y de negocio, dando lugar a nuevos productos y modelos de negocio (ej. comercio electrónico). Dentro de estos cambios también se puede distinguir el grupo de empresas que forman parte central de la economía digital, que por un lado producen los insumos necesarios para esta transformación y, por otro, son producto directo de tecnologías digitales e Internet como las empresas de base tecnológica (*startups*) y las plataformas digitales.

3. Agricultura en Argentina

Normalmente, la clasificación territorial de nivel macro divide el país en las Regiones Noroeste Argentino, Noroeste Argentino, Región Pampeana, Cuyo y Patagonia. En el año 2002, cuando el total de las explotaciones agropecuarias alcanzaba a 330 mil, se registraban 218.868 pequeños productores en todo el país, lo que significa los dos tercios del total de explotaciones agropecuarias, cubriendo 23,5 millones de hectáreas, que representa el 13,5% del área del total de explotaciones agropecuarias.

En un análisis regional, estas explotaciones son predominantes en las regiones del norte del país y en la Mesopotamia, y su importancia es algo menor en la región Pampeana, Patagonia y Cuyo (FAO, 2011). En cuanto a rubros productivos, la Región Pampeana es la principal zona ganadera del país, tanto en producción de carne como en lácteos. En la zona el principal cultivo agrícola es la soja, seguida muy de lejos por trigo y maíz. Esta zona presenta un proceso de agriculturización, de la mano de la demanda mundial de granos y oleaginosas, y han permitido

el surgimiento de los llamados “pooles de siembra”, los cuales organizan la producción agropecuaria a partir de su poder financiero, el control de las distintas etapas del circuito o cadena de valor y el conocimiento y participación en los mercados mundiales (Ferraris, 2015).

En el Noreste Argentino en la actualidad subsisten rubros tradicionales de la zona, como arroz, tabaco, algodón y yerba mate; frente al aumento de los cultivos propios de la Región Pampeana, como soja y maíz. Por otra parte, esta Región es la más importante en plantaciones forestales, como pino y eucaliptus. Con respecto a la actividad ganadera en términos cuantitativos, se verifica un aumento significativo del stock vacuno produciéndose principalmente en la zona este de la región, en el área húmeda, tradicionalmente ganadera desde su incorporación productiva (Ferraris, 2015). En la Patagonia domina la ganadería extensiva, principalmente ovina, y en parte también caprina y bovina. En el valle del Río Negro se desarrolla producción frutícola, de manzanos y perales, principalmente destinados a la industria de jugos. En la Región Noroeste Argentina los rubros productivos se asocian a las distintas zonas. En la Puna la actividad dominante es la ganadería extensiva, de ovinos caprinos y llamas principalmente; en los valles es importante la producción de caña de azúcar y tabaco, además de la presencia de viñedos y cítricos; en las sierras sub andinas se destaca la producción de llamas de doble propósito (carne y fibra); y en la planicie pedemontana del Chaco seco la ganadería bovina, la extracción forestal y producción agrícola de autoconsumo.

Al igual que en el caso de la Región Noreste, en cada una de estas zonas ha aumentado también significativamente la penetración de la agricultura pampeana, principalmente en cultivo de la soja (Ferraris, 2015). En la Región de Cuyo los viñedos son el rubro principal, complementado con el cultivo de los olivos y de otros frutales de clima templado, asociado también a una producción hortícola importante.

A nivel nacional, la denominada “agriculturización” que se da en la Región Pampeana, Noreste y Noroeste es en un proceso de transformación productiva casi sin precedentes a nivel internacional. Durante los últimos 25 años, la producción agraria argentina pasó de unos 40 millones de toneladas a principios de la década de 1990 a más de 120 millones en la actualidad. En este proceso la superficie sembrada se expandió desde algo más de 15 millones de hectáreas a los 34 millones en la actualidad. El rendimiento medio de los principales cultivos de cereales y oleaginosos pasó de poco más de 2,5 ton/ha. a principios de los 90, hasta las casi 4 ton / ha en la actualidad. Durante ese período, la superficie sembrada con soja aumentó de 30% a 60% del área sembrada con cereales y oleaginosas, mientras que su producción creció de 30% a 50% del tonelaje producido por los principales cultivos de granos en Argentina.

La velocidad con la que estas tecnologías se incorporaron a los procesos productivos en Argentina fue incluso mayor que la que se registró en la adopción de los maíces híbridos y los trigos con germoplasma mexicano en Estados Unidos (BID, 2018). Esta rápida adopción a las nuevas tecnologías por parte de los agricultores argentinos (grandes y medianos agricultores) hace esperar con seguridad una buena adopción de las nuevas innovaciones en el marco de las TIC, y esta experiencia alienta a las empresas a que desarrollen estas herramientas a nivel mundial al considerar a la Argentina como un buen lugar para ponerlas en práctica.

4. Infraestructura y condiciones básicas para la transformación digital

Recientes investigaciones plantean que un punto porcentual en crecimiento en penetración de la banda ancha fija se traduce en 0,08% de crecimiento en el PIB; y para el caso de la banda ancha móvil ese 1% de penetración se traduce en un alza de 0,15% del PIB, y debido a que en los países desarrollados están ya cerca de la saturación, la mejor oportunidad de generar crecimiento económico a través de la conectividad está en los países en desarrollo (ITU, 2018). Sin embargo, para que la agricultura y la ruralidad puedan ejercer su papel relevante en este esperado aumento del PIB en la Región se requiere enfrentar la brecha en el desarrollo de las tecnologías digitales entre los territorios urbanos y rurales. La Unión Internacional de las Telecomunicaciones (ITU) elabora un índice comparativo para los países que incorpora la infraestructura y las condiciones básicas para el desarrollo digital (ICT Development Index - IDI), aunque no discrimina entre territorios rurales y urbanos.

El IDI combina once indicadores en materia de acceso, utilización y competencias, y refleja aspectos clave del desarrollo de las TIC en una medida que permite hacer comparaciones entre países y a lo largo del tiempo. Dentro de la región, de acuerdo al informe sobre “Medición de la Sociedad de la Información” (UIT, 2017), Uruguay se sitúa en el lugar 42, Argentina en el lugar 51, y luego Chile (56), Costa Rica (60), Colombia (84) y Venezuela (86). Más atrás figuran: Panamá (94), Perú (96), Ecuador (97), República Dominicana (106), Bolivia (112), Paraguay (113), El Salvador (119), Nicaragua (130) y Haití (168)³. Si bien resulta útil la comparación entre los países de la región, que estos indicadores sean compuestos, y que tampoco discriminen entre los tipos de territorio, hace necesario considerar otras condiciones básicas y factores para orientar la mirada de eventuales estrategias o agendas de desarrollo de la agricultura digital.

Según datos del Censo Agropecuario de 2018, se censaron 250.881 explotaciones agropecuarias (EAP), con 480.191 parcelas. De ellas, solo 35% tienen acceso a Internet, y un 34% utiliza computadora. Estos datos preliminares muestran una baja cobertura de la TICs, lo que denota una debilitada gestión técnico administrativa de las explotaciones agropecuarias y constituye una dificultad para ampliar mercado interno de soluciones digitales desarrolladas en Argentina en pos de la mejora de la eficiencia productiva (Fundación CEDEF, 2019). Las condiciones básicas habilitantes para el desarrollo de estas tecnologías son el primer elemento que define la brecha digital entre los territorios. Estas son el acceso a energía eléctrica en primer lugar, la cobertura del servicio de Internet –incluido el costo de acceder a ésta para el usuario–, el acceso a equipos y el nivel de alfabetización digital de la población rural.

5. Bienes públicos y sistemas de información

Una vez que se cuenta con acceso a la conectividad rural y que existen elementos básicos de alfabetización digital es posible implementar sistemas de información para entregar bienes públicos a la población directamente, o que resultan útiles para que las empresas y centros de investigación generen recomendaciones y también desarrollen aplicaciones técnicas que puedan

llegar a ser incluso bienes privados. Se trata de información extra predial que opera unidireccionalmente, de carácter agrológico, como meteorología, clima, suelos e hidrología; y también económica y comercial, como precios de insumos y productos. También se incluyen plataformas interactivas de acceso público, como páginas para trámites tributarios, y las de bancos e instituciones financieras. En cuanto a clima, el Servicio Meteorológico Nacional provee información de pronósticos, agro meteorología y sistemas de alerta, imágenes satelitales y de radares, y datos climáticos. La Web del Servicio Meteorológico entrega pronósticos a los agricultores para los cuatro días siguientes para las distintas zonas productivas del país. También provee de imágenes satelitales y de radar. Los mencionados pronósticos, así como las alertas tempranas son de utilidad directa para los agricultores. El resto de la información está más destinada a técnicos e investigadores. El Instituto de Tecnología Agropecuaria (INTA), también provee de información de pronósticos para los distintos puntos del territorio, de temperatura, precipitaciones, vientos, humedad e índice ITH12 para los próximos dos días.

La red de toma de datos de INTA es muy completa a lo largo del territorio. No se da la lógica de compartir información con el sector privado para engrosar la Big Data, excepto por acuerdos puntuales referidos a proyectos conjuntos entre el Estado y los productores. Sin embargo, según la opinión de INTA el volumen de datos disponibles por la institución es bastante completo para el desarrollo de las TIC en el agro. En la actualidad se trabaja en la integración y consolidación de la información existente, de manera de mejorar la entrega tanto para labores de investigación y desarrollo como para la toma de decisiones de los agricultores.

Según BID (2018), a lo largo de las últimas décadas, la importancia de los bienes públicos, como la disponibilidad de las bases de información digitalizadas sobre los suelos, la cobertura de información climática, la frecuencia y la calidad de las imágenes satelitales en los procesos de innovación agropecuaria se ha ido reduciendo. Esta tendencia viene de la mano del secular estancamiento de las inversiones de los gobiernos en investigación agropecuaria, frente a lo que ha sido la evolución de la inversión por parte del sector privado. Esta disminución de presupuesto público para la innovación habría afectado la disponibilidad y la calidad de la información básica, que se requiere para la efectividad y el valor económico de las Nuevas Tecnologías Agropecuarias. La justificación de las inversiones en el desarrollo de estas aplicaciones a nivel predial está en la horizontalidad de los beneficios que generan en los diversos sectores de aplicación. Además, la efectividad y el valor para los usuarios de muchas de las nuevas aplicaciones dependen de la calidad de esos datos.

6. Bienes privados y procesamiento de información

La información básica proveniente de los bienes públicos, más una asesoría especializada, pueden derivar generalmente en una recomendación técnico-económica para el agricultor, pero también la tecnología puede ir más allá y formar parte de la ejecución de las tareas. Para esto existen instrumentos como el Internet de las Cosas (IoT), la agricultura de precisión, la robótica y el uso de drones, con los que se puede capturar de manera permanente información específica de un predio, lo que permite una mejor planificación de la administración predial y también la ejecución de tareas de manera automatizada. Con el impulso de la cuarta revolución industrial, los tomadores de decisiones de los sectores públicos y privados se han enfrentado a incertidumbres en el futuro de la producción.

Esto, con la rápida emergencia del Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial y la robótica, que han esparcido nuevos modelos y técnicas de producción, modelos de negocios y cadenas de valor, que transformarán la producción global (Barrio, 2018). La OCDE, en el resumen de las nuevas tecnologías digitales dirigidas al sector agrícola y alimentario identifica las principales herramientas que la componen: Tecnología digital; Plataformas; Sensores; IoT; Robot; Drones; Big data; Cloud computing; Inteligencia artificial; Blockchain (OCDE, 2018). La aplicación de las tecnologías a nivel predial normalmente se resuelve entre actores privados.

Sin embargo, la importancia que presenta en la competitividad del sistema, y las consecuencias ambientales y laborales que tiene su desarrollo, sugieren una mirada desde la política pública que vaya anticipando el desarrollo de las capacidades en recursos humanos en el medio rural, y que promueva un uso sustentable de los recursos naturales. La expansión de la innovación AgTech en la región es evidente a partir del crecimiento que se observa en los diferentes países. Sin embargo, según estudio de BID LAB, se puede observar una importante concentración en Brasil, país que representa el 51% de todos los emprendimientos relevados. Más atrás, el segundo país en importancia es Argentina, con un 23% del total regional. Chile, Colombia, Uruguay, Perú y México le siguen en orden de importancia.

El desarrollo de estas tecnologías de escala predial se da cuando existen ciertas condiciones: mercado local de gran escala, ecosistemas favorables a los emprendimientos de base tecnológica, masa crítica de profesionales dedicados principalmente a la agricultura extensiva, tendencia a mayor especialización, apuntando más a verticales (BID Lab, 2020). En el caso de Argentina, el avance y masificación de la agricultura de precisión, asociada al mencionado proceso de “agriculturización” que se ha presentado en las últimas décadas, ha derivado en una escala atractiva para las inversiones en aplicación de las TIC para el manejo de los cultivos. También se observa un desarrollo de la ganadería de precisión, aunque de manera un tanto más rezagada.

Este fenómeno se asocia a la producción extensiva de ganado de carne, a través del uso de dispositivos de IoT para seguimiento, y también a las explotaciones lecheras a través de la robotización de algunas labores. Al año 2017 en Argentina se habían comercializado ya 26.937 monitores de siembra, 20.307 banderilleros satelitales para pulverizadoras, y 14.050 monitores de rendimiento, todos implementos clave para la agricultura de precisión. Vale destacar que se verifica un gran crecimiento que ha tenido la venta de estos equipos de agricultura de precisión en la Argentina. Entre 2010 y 2017 el crecimiento anual de su venta fue de 12,1% para los monitores de siembra, 9,6% para los monitores de rendimiento y 7,4% para los banderilleros satelitales para pulverización. La creciente superficie de cultivos extensivos ha sido sin lugar a dudas un incentivo para la importación de estas tecnologías.

Ajustando la cantidad de unidades a la proporción que se estima en operación y considerando los parámetros de amortización y las tasas estimadas de no utilización de equipos disponibles –por parte de los operarios–, se estimó para el año 2017, el capital conformado por maquinarias y equipos en funcionamiento.

“Teniendo en cuenta datos de la Federación Argentina de Contratistas de Máquinas Agrícolas (FACMA), se pueden proyectar los números resultantes en las hectáreas potenciales para trabajar con las herramientas de agricultura de precisión efectivamente disponibles en el campo. Estos cálculos están estimados sobre una superficie de 34 millones de hectáreas cultivables de nuestro país. En el rubro cosecha, por ejemplo, se estima que para una adecuada amortización de la máquina debe trabajar alrededor de 3.000 hectáreas/año. Trasladando ese potencial a los 11.250 monitores de rendimiento

que hay en operación se obtiene un total de 33,7 millones de hectáreas. La cifra representa un 99,9% de la superficie total cultivada en el país en el ciclo 2012/13.” (Méndez y Vélez, 2018).

Con esta estimación teórica se muestra la gran cobertura que puede tener el equipamiento ya disponible, y desde esa mirada, se abre también la necesidad de la política pública de acompañar este explosivo crecimiento. Se procura que la tecnología llegue también a medianos y pequeños productores, como así también mipymes y startups nacionales. Cabe subrayar que este mayor uso de estos equipamientos implica más eficiencia en la fertilización, en el uso de semillas, y lo que es más importante en cuanto a externalidades ambientales, una aplicación menor y más localizada de los agroquímicos.

7. Conclusiones

En la actualidad, si bien el proceso de “agriculturización”, asociado a la estructura de cadena a través de los pools de siembra, ha generado la fuerte entrada de las tecnologías digitales desde fuera del sector agropecuario, la política sectorial agropecuaria está presente en el desarrollo de la agricultura digital en todos los territorios del país, trabajando en proyectos específicos conjuntos con las empresas internacionales, y mipymes y startups nacionales, asociadas a través de convenios de vinculación tecnológica con el INTA. Adicionalmente, la política sectorial acompaña el desarrollo de estas tecnologías promoviendo su llegada a los agricultores medianos y pequeños, que en general no han participado de este desarrollo tecnológico que requiere de escala y capital para ser desarrollado. Y también, como se mencionó anteriormente, el desarrollo de los bienes públicos necesarios para la aplicación de estas tecnologías digitales, información de suelos, clima, hidrología, es provista principalmente por instituciones públicas tradicionales.

En un reciente levantamiento de los proyectos de agricultura digital que están en proceso de desarrollo alcanzarían a 39, y se incluye desde apoyo a la asistencia técnica, desarrollo de plataformas y Apps, hasta desarrollo de hardware y software. En cuanto a unidades de startups que operan en el sector agropecuario en la Argentina, la Dirección de Innovación Tecnológica y BPA del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGyP) generó un catastro que incluye 125 empresas (Méndez, 2021).

Si bien no existe una articulación formal de nivel nacional entre los desarrolladores de estas nuevas tecnologías y la institucionalidad más tradicional, hay desarrollos locales en curso que son importantes en esta articulación, como polos donde se desarrollan experiencias público privadas, en zonas universitarias como Rosario y Córdoba, en el que se generan vínculos entre startups, empresas, académicos y el propio INTA a través de proyectos y eventos, bajo el rótulo de Agro 4.0.

En síntesis, el desarrollo de la agricultura digital a nivel predial se ha dado principalmente con la agricultura de precisión, asociada al desarrollo de la agricultura extensiva y los pools de siembra, y un tanto más atrás viene el desarrollo de la ganadería de precisión, asociada al seguimiento individual de los animales a través de sensores y el *Internet de las cosas*. También existen avances en la digitalización de los procesos en explotaciones lecheras, en el desarrollo de sistemas de riego digitalizados; y en menor medida habría avances en el resto de los rubros cultivados a nivel nacional. Las nuevas tecnologías han avanzado principalmente por la llegada de equipos

para el manejo de la agricultura de precisión, y también por la innovación llevada a cabo principalmente por el sector privado, con el complemento y acompañamiento del sector público, tanto a través de la provisión de los bienes públicos, como en la labor de validación en campo y a extender este desarrollo hacia agricultores de tamaño medio. Para ello es fundamental articular una agenda común institucional entre dichos actores.

REFERENCIAS

- Balboni, P. (2011). *Data protection and data security issues related to cloud computing in the EU*. En Pohlmann, N., Reimer, H. & Schneider, W. (Ed). *ISSE 2010 Securing Electronic Business Processes*, 163-172
- Banco Interamericano de Desarrollo (2018). *La revolución agrotech en Argentina. Financiamiento, oportunidades y desafíos*.
- Banco Interamericano de Desarrollo BID Lab (2020). *Mapa de innovación AgTech en América Latina y el Caribe*.
- Barrio, M. (2018). *Internet de las cosas, privacidad y seguridad*. En sitio web weforum.org
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) (2020). *Universalizar el acceso a las tecnologías digitales para enfrentar los efectos del COVID-19*. Informe Especial Nro 7 Covid-19, Santiago.
- Clark, C. (1940). *The conditions of economic progress*. Macmillan
- Criscuolo, C. (2020). *Using functional dependencies to discover data bias*. Tesis de maestría Politecnico di Milano
- Dian, F.J., Vahidnia, R. & Rahmati, A. (2020). *Wearables and the Internet of Things (IoT), Applications, opportunities, and challenges: A survey*. IEEE Access 8: 69200-69211
- Dirven, M. (2011). *El empleo rural no agrícola y la disminución de la pobreza rural. ¿Qué sabemos en América Latina en 2010?* Documento de trabajo Rimisp Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural
- Echeverría, R. G. (2020). *Innovation for sustainable, healthy and inclusive agrifood systems and rural societies in Latin America and the Caribbean. A 2021-2025 framework for action*. Santiago, FAO
- Faggio, G. & Nickell, S. (2007). *Patterns of work across the OECD*. The Economic Journal, 117 (June): F416-F440
- FEDEFRUTA (2018). *Las tareas pendientes de Chile en Agricultura de Precisión*. Extraído de Revista del Campo (2019). <https://fedefruta.cl/las-tareas-pendientes-de-chile-en-agriculturade-precision/>
- Ferraris, G. (2015). *Regiones productivas de la Argentina*. Documento de trabajo, Curso Introducción a las Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata
- Fisher, A.G.B. (1939). *Production, primary, secondary and tertiary*. The Economic Record, 15 (1): 24-38
- Fourastié, J. (1949). *Le Grand Espoir du XXe siècle: Progrès technique, progrès économique, progrès social*. Presses Universitaires de France (Traducción en español *La gran esperanza del siglo XX*, Miracle, 1956)
- Gal, P., Nicoletti, G., Renault, T., Sorbe, S. & Timiliotis, C. (2019). *Digitalisation and productivity: In search of the holy grail – Firm-level empirical evidence from EU countries*, OECD Economics Department Working Papers N° 1533

- IICA, BID, Microsoft (2020). *Conectividad rural en América latina y El Caribe. Un puente al desarrollo sostenible en tiempos de pandemia.*
- ITU, FAO (2016). *E-Agriculture strategy guide. Piloted in Asia-Pacific countries.*
- ITU (2019). *Measuring digital development. ICT prices trends 2019.* ITU publications
- Méndez, A. y Vélez, J. (2018). *Evolución de la agricultura de precisión en Argentina durante 20 años.* Documento de trabajo INTA
- Mosiashvili, N. & Pareliussen, J. (2020). *Digital technology adoption, productivity gains in adopting firms and sectoral spill-overs: Firm-level evidence from Estonia.* OECD Economics Department Working Paper
- Namdar, M., Sotomayor, O., Rodrigues, M., Rodriguez, A. y Wander, P. (2020). *Tendencias estructurales en la agricultura de América Latina. Desafíos para las políticas públicas.* Recursos Naturales y Desarrollo, N° 201 (LC/TS.2020/156), Santiago, CEPAL
- OECD (2018). *How digital technologies are impacting the way we grow and distribute food.* Global Forum on Agriculture. 14-15 May 2018 OECD Conference Centre, Paris
- OECD (2021). *The Digital Transformation of SMEs.* OECD Studies on SMEs and Entrepreneurship
- Qualitas Agroconsultores (2018). *Servicios agrotecnológicos en Paysandú: necesidades y oportunidades de desarrollo.* Documento elaborado por Qualitas Agroconsultores para el Instituto Nacional de Empleo y Formación Profesional (INEFOP), Uruguay
- Ramírez, E. (2019). *Innovaciones Digitales, Pobreza Rural y Agricultura.* 2030. Alimentación, agricultura y desarrollo rural en América Latina y el Caribe, N° 36. Santiago, FAO
- Sotomayor, O., Rodríguez, A., Rodrigues, M. y Wander, P. (2021). *Digitalización del sistema alimentario de América Latina y el Caribe: estado del arte, tendencias y desafíos.* En CIDES, Ciudad del Saber y FAO. 2021. *Sistemas Alimentarios en América Latina y el Caribe: Desafíos en un escenario pospandemia.* Panamá, 199-222
- Trigo, E. y Elverdin, P. (2019). *Los sistemas de investigación y transferencia de tecnología agropecuaria de América Latina y el Caribe en el marco de los nuevos escenarios de ciencia y tecnología.* 2030. Alimentación, agricultura y desarrollo rural en América Latina y el Caribe, N° 19. Santiago, FAO
- Trivelli, C. y Berdegú, J. A. (2019). *Transformación rural. Pensando el futuro de América Latina y el Caribe.* 2030 - Alimentación, agricultura y desarrollo rural en América Latina y el Caribe, N° 1. Santiago, FAO