



Digitalización y cambio tecnológico en las mipymes agrícolas y agroindustriales en América Latina

Octavio Sotomayor
Eduardo Ramírez
Hugo Martínez
Coordinadores



NACIONES UNIDAS

CEPAL



Financiado por la Unión Europea



Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura



eLAC 2022

Digitalización y cambio tecnológico en las mipymes agrícolas y agroindustriales en América Latina

Octavio Sotomayor
Eduardo Ramírez
Hugo Martínez
Coordinadores



Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura



Esta publicación ha sido preparada bajo la coordinación de Octavio Sotomayor, funcionario de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Eduardo Ramírez, funcionario de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), y Hugo Martínez, Consultor de la División de Desarrollo Productivo y Empresarial de la CEPAL. El documento se elaboró en el marco del proyecto “Mejores políticas para las micro, pequeñas y medianas empresas en América Latina” (Euromipyme), ejecutado por la CEPAL y financiado por la Unión Europea, así como del proyecto “Creación de nuevas oportunidades económicas para territorios rurales en América Latina y el Caribe”, de la FAO.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de las organizaciones.

Publicación de las Naciones Unidas
LC/TS.2021/65
Distribución: L
Copyright © Naciones Unidas y FAO, 2021
Todos los derechos reservados
Impreso en Naciones Unidas, Santiago
S.21-00283

Esta publicación debe citarse como: O. Sotomayor, E. Ramírez y H. Martínez (coords.), “Digitalización y cambio tecnológico en las mipymes agrícolas y agroindustriales en América Latina”, *Documentos de Proyectos* (LC/TS.2021/65), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)/Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2021.

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), División de Documentos y Publicaciones, publicaciones.cepal@un.org. Los Estados Miembros de las Naciones Unidas y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Solo se les solicita que mencionen la fuente e informen a la CEPAL de tal reproducción.

| | |
|---|-----------|
| Introducción..... | 7 |
| I. Agendas digitales sectoriales en América Latina y el Caribe: estimulando la productividad y la competitividad del sector agrícola y alimentario | 9 |
| A. El rol de las tecnologías digitales avanzadas para la transformación productiva | 9 |
| B. Avances y retos institucionales para la transformación digital del sector agrícola | 12 |
| C. Integración regional y digitalización para la recuperación económica | 15 |
| Bibliografía | 16 |
| II. La agricultura digital en América Latina y la necesidad de agendas sectoriales por país..... | 17 |
| Introducción | 17 |
| A. Tecnologías digitales, agricultura y desarrollo rural | 18 |
| B. Tecnologías digitales y agricultura primaria | 24 |
| C. Tecnologías digitales y sistema de innovación | 26 |
| D. Necesidad de agendas digitales sectoriales | 27 |
| Bibliografía | 30 |
| III. Argentina | 31 |
| Introducción | 31 |
| A. Infraestructura y condiciones básicas para la agricultura digital | 33 |
| B. Bienes públicos, sistemas de información | 38 |
| C. Bienes reservados, redes de trabajo asociativo | 39 |
| D. Bienes privados, procesamiento de información predial y automatización | 41 |
| E. Políticas, estrategias e institucionalidad | 46 |
| Bibliografía | 47 |
| IV. Brasil..... | 49 |
| Introducción | 49 |
| A. Heterogeneidad estructural e innovación en la agricultura brasileña: contexto de la agricultura 4.0 | 50 |
| B. Importancia de los pequeños productores rurales en Brasil, disponibilidad de infraestructura y acceso a servicios y soporte tecnológico | 53 |
| C. Los <i>drivers</i> de la agricultura 4.0 en Brasil | 55 |
| D. Infraestructura y conectividad rural: una restricción estructural | 60 |
| E. El nuevo ecosistema de innovación de la agricultura digital en Brasil y la emergencia de las <i>Agtechs</i> | 62 |
| F. El ecosistema de innovación de embrapa: abriendo caminos para la agricultura digital en Brasil | 65 |
| G. Los diferentes retratos de la agricultura 4.0 en Brasil | 67 |
| H. Las plataformas digitales y sus funcionalidades para los pequeños agricultores | 71 |
| I. Políticas, estrategias e iniciativas para la agricultura 4.0 en Brasil: desafíos y oportunidades | 76 |
| Bibliografía | 86 |
| V. Chile | 89 |
| Introducción | 89 |
| A. Infraestructura y condiciones básicas para la agricultura digital | 93 |
| B. Bienes públicos, sistemas de información | 98 |
| C. Bienes reservados, redes de trabajo asociativo | 101 |
| D. Bienes privados, procesamiento de información predial y automatización | 104 |
| E. Políticas, estrategias e institucionalidad | 107 |
| Bibliografía | 110 |

| | | |
|---|--|----|
| VI. Colombia | 111 | |
| Introducción | 111 | |
| A. Adopción de tecnologías digitales maduras en el sector agropecuario colombiano | 112 | |
| B. Adopción de tecnologías digitales avanzadas en el sector agropecuario colombiano | 114 | |
| C. Gestión de tecnologías digitales avanzadas en el sector agropecuario colombiano | 116 | |
| D. Barreras a la transformación digital | 117 | |
| E. Plan de acción para el desarrollo de la digitalización | 118 | |
| Bibliografía | 121 | |
| VII. Agricultura digital en El Salvador, Guatemala, Honduras y México | 123 | |
| Introducción | 123 | |
| A. Tecnologías digitales en las cadenas de valor agroproductivas | 124 | |
| B. Pilares del entorno digital para el fomento productivo | 126 | |
| C. Iniciativas públicas y privadas para el fomento de tecnologías digitales en el sector agroproductivo | 128 | |
| D. Políticas, estrategias e institucionalidad | 130 | |
| E. Las TIC en el sector primario del Triángulo Norte y México | 130 | |
| F. Comentarios finales | 160 | |
| Bibliografía | 162 | |
| VIII. Uruguay | 165 | |
| Introducción | 165 | |
| A. Infraestructura y condiciones básicas para la agricultura digital | 168 | |
| B. Bienes públicos, sistemas de información | 173 | |
| C. Bienes reservados, redes de trabajo asociativo | 174 | |
| D. Bienes privados, procesamiento de información predial y automatización | 176 | |
| E. Políticas, estrategias e institucionalidad | 180 | |
| Bibliografía | 183 | |
| IX. Conclusiones | 185 | |
| A. Elementos generales | 185 | |
| B. Infraestructura digital: acceso y alfabetización | 186 | |
| C. Plataformas de información y comunidades virtuales | 188 | |
| D. Cobertura de la Agricultura 4.0 a nivel predial | 189 | |
| E. La importancia de los datos | 191 | |
| F. Sistemas de innovación en tecnologías digitales en los países de la región | 192 | |
| G. Agendas de agricultura digital en los países | 194 | |
| Bibliografía | 196 | |
| Cuadros | | |
| Cuadro I.1 | Instituciones con responsabilidades en la política digital | 13 |
| Cuadro II.1 | Subíndice de acceso a conectividad 2017 | 21 |
| Cuadro II.2 | Índice de Conectividad Significativa Rural (ICSr) | 22 |
| Cuadro II.3 | Precio canasta de voz y datos móviles de bajo consumo, 2019 | 23 |
| Cuadro III.1 | Porcentaje por provincia de explotaciones agropecuarias (EAP) con Internet y computadora | 35 |
| Cuadro III.2 | Precio canasta de banda ancha móvil prepago, de 500MB al mes, 2017, países de menor valor PNB p.c. en la región | 36 |
| Cuadro III.3 | Distribución de las capacidades digitales específicas en la población, 2017 | 37 |
| Cuadro IV.1 | Indicadores que pueden acelerar o retardar las innovaciones en Brasil, 2006 y 2017 | 52 |
| Cuadro IV.2 | Comparación de las características de los pequeños y medianos establecimientos agropecuarios en relación al total de establecimientos agropecuarios por grandes regiones en 2017 | 54 |
| Cuadro IV.3 | Disponibilidad de infraestructura, acceso a soporte tecnológico a la producción, servicios básicos de establecimientos agropecuarios de hasta 50 hectáreas y más de 50 hectáreas en Brasil, por grandes regiones en 2017 | 55 |

| | | |
|---------------|---|-----|
| Cuadro IV.4 | Características de la conectividad en Brasil por grandes regiones en 2019..... | 61 |
| Cuadro IV.5 | Categorías en cada segmento de la cadena agropecuaria y número de <i>startups</i> | 63 |
| Cuadro IV.6 | Aplicaciones agropecuarias desarrolladas por EMBRAPA..... | 67 |
| Cuadro IV.7 | Síntesis de las investigaciones identificadas y realizadas en el contexto de la agricultura digital..... | 68 |
| Cuadro IV.8 | Tecnologías de la agricultura digital usadas por los productores brasileños según tamaño del predio, 2020..... | 69 |
| Cuadro IV.9 | Dificultades de acceso a las tecnologías propias de la agricultura digital por los productores brasileños según tamaño del predio, 2020..... | 71 |
| Cuadro IV.10 | Aplicaciones desarrolladas y utilizadas en el sector agropecuario..... | 72 |
| Cuadro IV.11 | Iniciativas creadas para fomentar el comercio virtual entre pequeños productores y el consumidor final por medio de plataformas digitales | 75 |
| Cuadro IV.12 | Ejes, instituciones involucradas e iniciativas identificadas para el desarrollo de la agricultura 4.0 en Brasil | 78 |
| Cuadro IV.13 | Recomendaciones para la elaboración de políticas públicas para la agricultura 4.0 en Brasil..... | 85 |
| Cuadro V.1 | Número de explotaciones agropecuarias, superficie y valor bruto de la producción, por estrato de nivel de ventas..... | 91 |
| Cuadro V.2 | Evolución del uso del suelo silvoagropecuario entre los censos agropecuarios de 1976 y 2007 | 92 |
| Cuadro V.3 | Respuesta a la pregunta: ¿Por cuál o cuáles razones se mantiene el servicio de Internet en su hogar (ya sea fijo o móvil)? (n=3.071)..... | 95 |
| Cuadro V.4 | Tipos de conexión a Internet en hogares urbanos y rurales de Chile..... | 95 |
| Cuadro V.5 | Precio canasta de banda ancha móvil prepago, de 500 MB al mes, 2017, países de menor valor PNB p.c. en la región | 96 |
| Cuadro V.6 | Distribución de las capacidades digitales específicas en la población, 2017 | 97 |
| Cuadro V.7 | Usos de Internet en hogares rurales y urbanos en Chile, principales razones que declara el jefe de hogar para tener Internet en el hogar..... | 98 |
| Cuadro VI.1 | Colombia: índice de adopción de tecnologías digitales maduras por sector industrial (0-100), 2017 | 113 |
| Cuadro VI.2 | Índice de adopción de tecnologías digitales avanzadas..... | 115 |
| Cuadro VI.3 | Colombia: índice de adopción de tecnologías digitales avanzadas por sector industrial (0-10), 2017 | 115 |
| Cuadro VI.4 | Componentes del índice de gestión de tecnologías digitales avanzadas | 116 |
| Cuadro VI.5 | Colombia sector agropecuario: barreras a la transformación digital..... | 118 |
| Cuadro VII.1 | Equipamiento de TIC en los hogares según sector productivo donde se emplean sus miembros, 2019 | 132 |
| Cuadro VII.2 | Plataformas informáticas para el sector agroproductivo en El Salvador, 2020 | 134 |
| Cuadro VII.3 | Tipología de los agricultores | 137 |
| Cuadro VII.4 | Equipamiento de TIC en hogares agropecuarios y no agropecuarios, 2018..... | 138 |
| Cuadro VII.5 | Usuarios de TIC según condición de alfabetización, 2018 | 140 |
| Cuadro VII.6 | Plataformas informáticas para el sector agroproductivo en Guatemala, 2020..... | 140 |
| Cuadro VII.7 | Equipamiento TIC en hogares rurales y urbanos, 2017 | 146 |
| Cuadro VII.8 | Servicio con el que se conecta a Internet según sector productivo, 2020 | 147 |
| Cuadro VII.9 | Plataformas informáticas para el sector agroproductivo en Honduras, 2020 | 148 |
| Cuadro VII.10 | Estratificación de las Unidades Económicas Rurales (UER) en México | 152 |
| Cuadro VII.11 | Cuadro informativo de la plataforma AgroApp..... | 155 |
| Cuadro VII.12 | Plataformas informáticas para el sector agroproductivo identificadas en México..... | 156 |
| Cuadro VII.13 | Cuadro informativo sobre el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera en México | 156 |
| Cuadro VIII.1 | Cobertura de Internet por tecnología (3G, 4G) en el territorio del Uruguay, a diciembre de 2018..... | 171 |

| | | |
|---------------|--|-----|
| Cuadro VIII.2 | Distribución de las capacidades digitales específicas en la población, 2017 | 172 |
| Cuadro VIII.3 | Empresas ofertantes de TIC de procesamiento de información predial y automatización, para agricultores familiares y medios en Uruguay..... | 180 |
| Cuadro IX.1 | Resumen de la situación en los países en las categorías de servicios y políticas digitales agropecuarias | 187 |

Gráficos

| | | |
|----------------|---|-----|
| Gráfico I.1 | América Latina y el Caribe: productividad por trabajador y madurez tecnológica, 2010-2018..... | 10 |
| Gráfico I.2 | América Latina y el Caribe (13 países): medidas de política según el tema presente en las agendas digitales | 14 |
| Gráfico III.1 | Ventas acumuladas de equipos de agricultura de precisión en la Argentina | 43 |
| Gráfico V.1 | Porcentaje de trabajadores por rama de empleo en comunas rurales por macro zona, elaborado con datos CASEN 2017 | 90 |
| Gráfico V.2 | Porcentaje de trabajadores por rama de empleo en comunas rurales | 91 |
| Gráfico V.3 | Iniciativas I+D+i en tecnologías digitales en el sector agroalimentario en Chile, entre 1992 y 2018..... | 105 |
| Gráfico VI.1 | Colombia sector agropecuario: valor agregado del sector por subsector | 112 |
| Gráfico VII.1 | Índice de Desarrollo de las TIC en países seleccionados de las Américas, 2017 | 131 |
| Gráfico VII.2 | Porcentaje de usuarios de TIC según sector productivo, 2019 | 133 |
| Gráfico VII.3 | Usuarios de Internet según hogares agropecuarios y no agropecuarios por departamento, 2019 | 138 |
| Gráfico VII.4 | Porcentaje de usuarios de TIC según sector productivo, 2018 | 139 |
| Gráfico VII.5 | Usuarios de Internet según hogares agropecuarios y no agropecuarios por departamento, 2017 | 146 |
| Gráfico VII.6 | Tipo de tecnología empleada por las unidades de producción agropecuarias, 2019 | 153 |
| Gráfico VII.7 | Equipamiento de TIC en hogares rurales y urbanos, 2019 | 154 |
| Gráfico VII.8 | Usuarios que han realizado ventas o compras por Internet según área de los hogares, 2019 | 155 |
| Gráfico VIII.1 | Rubros principales de los productores agropecuarios en el Uruguay | 166 |
| Gráfico VIII.2 | Rubros principales de los pequeños productores agropecuarios en el Uruguay..... | 167 |
| Gráfico VIII.3 | Distribución del valor de las exportaciones agroindustriales del Uruguay, 2019 | 167 |

Diagramas

| | | |
|-----------------|---|-----|
| Diagrama I.1 | De la industrialización a la digitalización | 11 |
| Diagrama II.1 | Resumen de la participación de las tecnologías digitales en la agricultura | 18 |
| Diagrama III.1 | Causa efecto del uso de las TIC en comunidades virtuales agrícolas..... | 39 |
| Diagrama V.1 | Esquema general de uso de la conectividad en agricultura | 99 |
| Diagrama VII.1 | TIC y entorno digital productivo en la cadena de valor | 125 |
| Diagrama VIII.1 | Causa efecto del uso de las TIC en comunidades virtuales agrícolas..... | 175 |
| Diagrama IX.1 | Flujo de barreras/oportunidades para el uso de las herramientas digitales en el desarrollo agrícola y rural | 185 |

Imágenes

| | | |
|--------------|---|-----|
| Imagen III.1 | Agencia virtual INTA | 40 |
| Imagen III.2 | Plataforma AGROJUSTO | 41 |
| Imagen V.1 | Aplicación "Campo Clima" | 100 |
| Imagen V.2 | Aplicación "¿A cuánto?" | 100 |
| Imagen V.3 | Página de inicio "Yo Agricultor" | 102 |
| Imagen V.4 | Portada de la Plataforma "Yo Joven & Rural" | 103 |



INTRODUCCIÓN

La crisis sanitaria ha acelerado el proceso de digitalización de la sociedad: avances que se preveía demorarían años en concretarse, se han producido en pocos meses. Las tecnologías digitales han sido esenciales para el funcionamiento de la economía y la sociedad durante la emergencia, incidiendo en las áreas de la salud, la educación, el trabajo, la logística y el comercio. Un informe de CEPAL sobre el impacto del COVID 19 en la región indica que, entre el primer y segundo trimestre de 2020, el uso de soluciones de teletrabajo aumentó un 324%, el comercio electrónico un 157% y la educación en línea, más del 60% (CEPAL, 2020).

Podemos decir que estamos frente a un verdadero cambio cultural pues esta tendencia incide en todos los ámbitos y en todos los sectores sociales, afectando el funcionamiento de la economía y de la sociedad global. Sin embargo, la adopción de soluciones tecnológicas está condicionada por factores estructurales: una heterogénea estructura productiva, un mercado laboral con una marcada informalidad y precariedad, una clase media vulnerable, un Estado de bienestar debilitado, una infraestructura digital deficiente y muchas restricciones socioeconómicas al acceso y la conectividad. Los países de la región han adoptado medidas para impulsar el uso de esas soluciones tecnológicas y cautelar la continuidad de los servicios de telecomunicaciones. Sin embargo, el alcance de esas acciones se ha visto limitado por las brechas en el acceso y uso de esas tecnologías y en las velocidades de conexión. Como es bien sabido, muchos de estos factores estructurales son particularmente restrictivos en el mundo de la agricultura y de la ruralidad.

A pesar de ello, se constatan muchas transformaciones simultáneas. Estas innovaciones incluyen a todos los eslabones que componen el sistema alimentario, pasando por el sector de agricultura primaria, la agroindustria y la distribución, hasta llegar a los consumidores y la gestión de sus desechos. La transformación ocurre en todos sus eslabones, de los productores de máquinas, equipos y bienes intermedios, a los distribuidores, comerciantes, industria procesadora, proveedores de servicios en general y consumidores. Esto significa que la transformación digital de la agricultura y del sistema alimentario está recibiendo presiones desde muchos lados simultáneamente, y ya no es el resultado de cambios específicos que se localizan en uno o dos segmentos, como ocurría normalmente en el pasado. Frente a esta presión, el sistema alimentario de cada país responde tomando en consideración el conjunto de restricciones y exigencias que enmarcan las acciones de los agentes, ya sea en el ámbito económico, social, ambiental e institucional.

Dichos cambios son heterogéneos e incompletos y se desarrollan con rapidez y en forma más o menos espontánea, donde el mercado juega un rol dinamizador muy fuerte. Estos procesos también son incentivados por programas públicos que promueven las tecnologías digitales en áreas temáticas específicas, tal como el mejoramiento ambiental, la gestión hídrica, la comercialización, la asesoría técnica o la capacitación. Sin embargo, en general los países no cuentan con un marco que permita optimizar los recursos e implementar una estrategia más integrada, disminuyendo costos de transacción y minimizando riesgos. A pesar de ello, este tipo de instrumentos empieza a emerger en algunos países. Dado que se constata este vacío, el estudio analiza las posibilidades de implementación de agendas digitales sectoriales que integren los aportes del sector público, las empresas privadas y la sociedad civil.

En cada país de la región existe un proceso en marcha, que tiene características particulares, pero también puntos en común que permiten pensar en nuevas sinergias y complementariedades. Esta es un área promisoría que probablemente marcará las prioridades de los próximos años: construir políticas y programas que escalen a nivel regional para aprovechar las fortalezas y los avances logrados en cada país. Para pensar ese proceso este trabajo identifica los cambios y los avances que están ocurriendo en nueve países de la región, haciendo un énfasis especial en lo que sucede a nivel de las políticas públicas y de los pequeños agricultores. Con ello buscamos proponer nuevas ideas para promover un proceso de digitalización que acelere la transición hacia un sistema alimentario más inclusivo, más eficiente y más sostenible.

Agendas digitales sectoriales en América Latina y el Caribe: estimulando la productividad y la competitividad del sector agrícola y alimentario

Alejandro Patiño y Sebastián Rovira

A. El rol de las tecnologías digitales avanzadas para la transformación productiva

El progreso tecnológico y específicamente el digital está revolucionando industrias, mercados y sociedades. Hoy en día 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 y otros, 2019; Mosiashvili y Pareliussen, 2020), lo que tiene impactos potenciales en los niveles de salario e ingreso de las personas. Gran parte de la desigualdad salarial se puede explicar por diferencias en el desempeño de las empresas (incluso de un mismo sector) y su productividad, lo que permite tener una capacidad de pago mayor que las empresas peor posicionadas. A su vez, la brecha de productividad entre las empresas rezagadas y líderes se podría reducir mejorando las condiciones de adopción tecnológica, inversiones en activos intangibles y el desarrollo de habilidades complementarias a las nuevas tecnologías (Faggio y otros, 2007; Chriscuolo, 2020; Balboni, y otros, 2011).

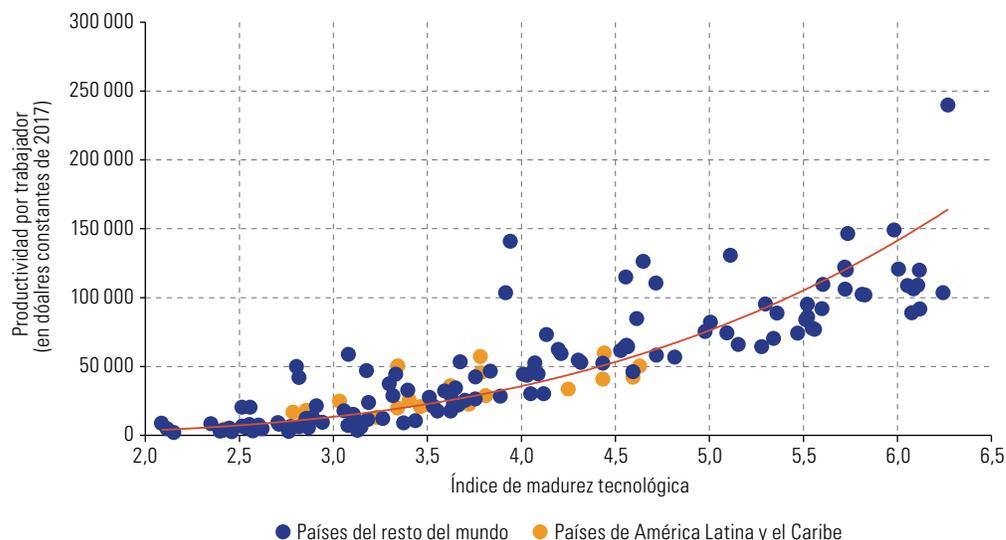
América Latina y el Caribe enfrentan el desafío de impulsar la generación de más y mejores empleos y de acelerar la productividad. Los datos existentes muestran que a partir de los años ochenta hubo una creciente divergencia entre la productividad de la región y la de economías más avanzadas. Por ejemplo, entre 1980 y 2018 la productividad relativa de América Latina con Estados Unidos de Norteamérica se redujo de 79% a un 18% (CEPAL, 2021)¹. La baja productividad de la región se explica por una estructura productiva poco diversificada, concentrada en sectores poco demandantes de conocimiento y por un escaso 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 empresas de menor tamaño, se encuentran en sectores de baja productividad y concentran una parte importante del empleo, observándose también alto 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 (CEPAL, 2020; CEPAL 2021).

La dinámica de crecimiento de la región es distinta 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, mejorar la eficiencia productiva y la competitividad de las empresas (véase el gráfico I.1). 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 mejorar la eficiencia ambiental, reduciendo el consumo de bienes materiales y el impacto en el entorno natural (CEPAL, 2021).

¹ El crecimiento de la productividad se mide como el crecimiento del PIB por persona empleada. En 1980 este valor en América Latina representaba el 79% del valor para Estados Unidos de Norteamérica, mientras que en 2018 presentaba el 18%. Los datos provienen de The Conference Board, Total Economy Database.

Gráfico I.1

América Latina y el Caribe: productividad por trabajador y madurez tecnológica, 2010-2018
(En miles de dólares constantes de 2017 y en índice de madurez tecnológica)



Fuente: CEPAL (2021), Tecnologías digitales para un nuevo futuro.

Nota: El índice de madurez o preparación tecnológica mide la agilidad con la que una economía adopta las tecnologías existentes para mejorar la productividad de sus industrias, con énfasis en su capacidad para aprovechar las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) en las actividades diarias y los procesos de producción para una mayor eficiencia y competitividad.

Tradicionalmente el cambio estructural se entiende como la transición entre sectores (cambio estructural sectorial) pero el cambio estructural involucra también 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). Asimismo, las empresas que acumulan capital intangible en esta transformación pueden generar una ventaja competitiva que aumenta su capacidad tecnológica (Diang y otros, 2020). 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 (ej. 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) (CEPAL, 2016).

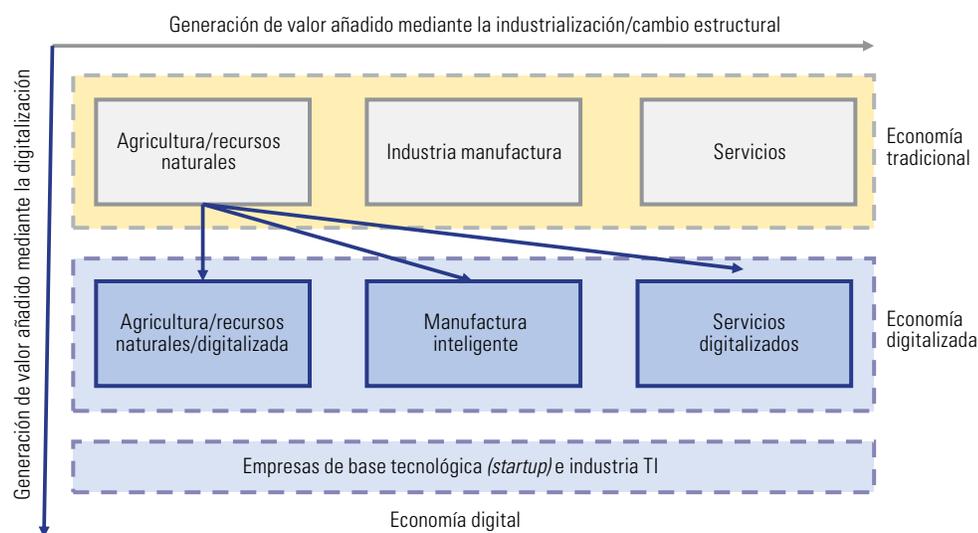
Particularmente, en el sector agrícola existen una gama de nuevas tecnologías que prometen impactar significativamente los modelos de producción, gracias a las nuevas tendencias en la recopilación, almacenamiento, gestión, transferencia y análisis de grandes volúmenes de datos. Un ejemplo, son los avances 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. Asimismo, 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 (CEPAL, 2021).

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 (CEPAL, 2021). No obstante, 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 estas 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 a los 30 puntos porcentuales (OECD et. al, 2020).

Los cambios están sucediendo en la economía producto las tecnologías digitales se pueden representar de distinta manera, pero una característica central es la agregación de valor producto de la digitalización, tanto al interior de los sectores como entre ellos. Como parte de esta transformación tecnológica la economía tradicional se está transformando en una economía 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 (ej. software, servicios de TI, telecomunicaciones, etc.) y por otro son producto directo de tecnologías digitales e Internet cómo las empresas de base tecnológica (*startups*) y las plataformas digitales (véase el diagrama I.1).

Diagrama I.1
De la industrialización a la digitalización



Fuente: Elaboración propia con base en UNCTAD (2019).

El esquema presentado anteriormente resulta útil para brindar orientación con miras a la formulación de políticas, advirtiendo la importancia de que tienen las tecnologías digitales para la generación de valor en todos los sectores y las distintas dimensiones que

deben tomarse en cuenta dentro de esta dinámica. La digitalización está revolucionando modelos de negocio, y el resultado puede provocar impactos mixtos en los países en desarrollo, especialmente debido a la captura de valor por parte de las plataformas digitales y las facilidades que permiten las tecnologías para la segmentación de los procesos y desagregación de servicios (el valor se genera principalmente en las fases de pre y post producción). En este contexto, la generación de valor para los países de América Latina y el Caribe estará determinada por el modelo de gobernanza digital que se adopte y las políticas diseñadas para aprovechar el cambio tecnológico y reducir sus efectos nocivos (UNCTAD, 2019).

B. Avances y retos institucionales para la transformación digital del sector agrícola

Los retos para una mayor digitalización de los sistemas agrícolas son diversos, y abarcan elementos habilitadores, cómo la infraestructura y la conectividad, cómo también la provisión de financiamiento, el desarrollo de habilidades digitales, el diseño del marco regulatorio en materia de telecomunicaciones, privacidad, seguridad y promoción de la competencia, entre otros factores. Balancear las oportunidades y los riesgos que presentan las tecnologías digitales es una tarea compleja que involucra distintas áreas de gobierno, cómo entes reguladores, agencias especializadas y ministerios sectoriales, y diferentes niveles de gobierno cómo alcaldías, quienes en la actualidad desarrollan diversos proyectos de tecnología y cuentan con atribuciones para supervisar el despliegue de redes. Por otra parte, el cambio tecnológico requiere también de una estrecha colaboración entre diferentes actores como agentes del gobierno, los operadores de telecomunicaciones, empresas de contenido y empresas de TI, entre otros.

A nivel nacional existen básicamente cuatro tipos de instrumentos que guían las políticas que impulsan la transformación digital. En primer lugar, se encuentran los capítulos o secciones dentro de los planes nacionales de desarrollo (PND), que hacen referencia al ámbito digital. En segundo lugar, se encuentran las agendas digitales nacionales o estrategias TIC, que son los instrumentos que determinan los objetivos estratégicos en materia digital. Posteriormente, se encuentran los planes sectoriales, que según corresponda (ej. educación, salud, gobierno, agricultura, etc.) determinan cuáles son las acciones que se tomarán para promover la adopción de tecnologías digitales en un ámbito en particular. Finalmente, se encuentran también los planes digitales impulsados desde gobiernos locales. Cabe mencionar, que el grado de articulación, coherencia y continuidad de estos instrumentos sufre todavía de un proceso aprendizaje que varía por factores, políticos, económicos y sociales.

Por otra parte, si bien el nivel jerárquico es una característica clave del éxito del organismo encargado de llevar adelante la agenda digital a nivel nacional, también es necesario considerar la capacidad institucional de articulación y coordinación con otras instancias, como los niveles regulatorios, en materia de telecomunicaciones, defensa de la competencia, protección al consumidor, protección de datos y ciberseguridad. Del mismo modo, el rol de los organismos sectoriales juega un papel central para llevar adelante políticas que faciliten la adopción de tecnologías digitales en ámbitos como la salud, la educación o la agricultura. En este caso existen una serie de instrumentos que pueden impulsar la transformación digital cómo la generación de incentivos mediante la generación de subsidios, la transferencia de recursos, los programas de entrenamiento, la reducción de asimetrías de información y adopción de tecnología en la provisión de servicios, entre algunos (véase el cuadro I.1).

Cuadro I.1
Instituciones con responsabilidades en la política digital

| Nivel | Organismo | Alcance |
|----------------|---|--|
| Nacional | Ministerio responsable del plan nacional de desarrollo | – Definir las prioridades de gobierno en el ámbito digital |
| | Ministerio u organismo de gobierno central responsable de la política digital | – Diseñar, adoptar y promover las políticas, planes, programas y proyectos en materia TIC |
| | Autoridad regulatoria en telecomunicaciones | – Licencias para telecomunicaciones – Asignación y uso del espectro – Cobertura de red, compartición de infraestructura, calidad del servicio – Precios mayoristas – Acceso universal y uso de redes dorsales – Neutralidad tecnológica |
| | Autoridad responsable de la defensa del consumidor | – Calidad de servicio, experiencia – Uso y comercio justo, resolución de disputas – Educación al consumidor |
| | Autoridad responsable de la defensa de la competencia | – Facilitación del despliegue/uso compartido y control de la infraestructura – Control a la concentración – Abuso de posición dominante – Acuerdos restrictivos – Control de fusiones |
| | Autoridad responsable de la protección de datos Agencia de ciberseguridad | – Fortalecer las políticas de privacidad y seguridad – Protección y monitoreo de ciberataques – Respuesta a incidentes. Reglas de resiliencia – Protección de infraestructura crítica |
| Sectorial | Ministerio u organismo de gobierno a nivel sectorial | – Incentivos – Subsidio – Fondos de innovación – Programas de entrenamiento laboral – Desarrollo de capacidades de funcionarios – Uso de tecnología (ej. servicios en la nube, historia clínica electrónica, servicios de gobierno electrónico) – Promoción del comercio |
| Gobierno local | Municipio o alcaldía | – Acceso-llegada a redes dorsales – Uso/compartición de infraestructura local, ductos, y acceso a infraestructura pública – Inversión en sensores/medidores – Entrenamiento – Promoción contenido local |

Fuente: Elaboración propia.

En la actualidad 16 de 27 países de la región cuentan con una agenda digital a nivel nacional vigente y en implementación (CEPAL, 2021). En la mayoría de estos instrumentos se consideran elementos habilitadores como el despliegue de infraestructura y acceso, el desarrollo de habilidades digitales y el entorno habilitador (regulación). Asimismo, en relación con otros temas, las agendas digitales concentran su atención en áreas como el gobierno digital, la industria de las TI, la articulación con gobiernos locales y la salud, pero menos en los ámbitos vinculados a la reducción de la brecha de género, la protección del medio ambiente y, en particular, la adopción de tecnologías digitales en el sector de la agricultura. De los 13 países analizados, solamente en cuatro de ellos se consideran acciones destinadas a la transformación digital de este sector (véase el gráfico I.2).

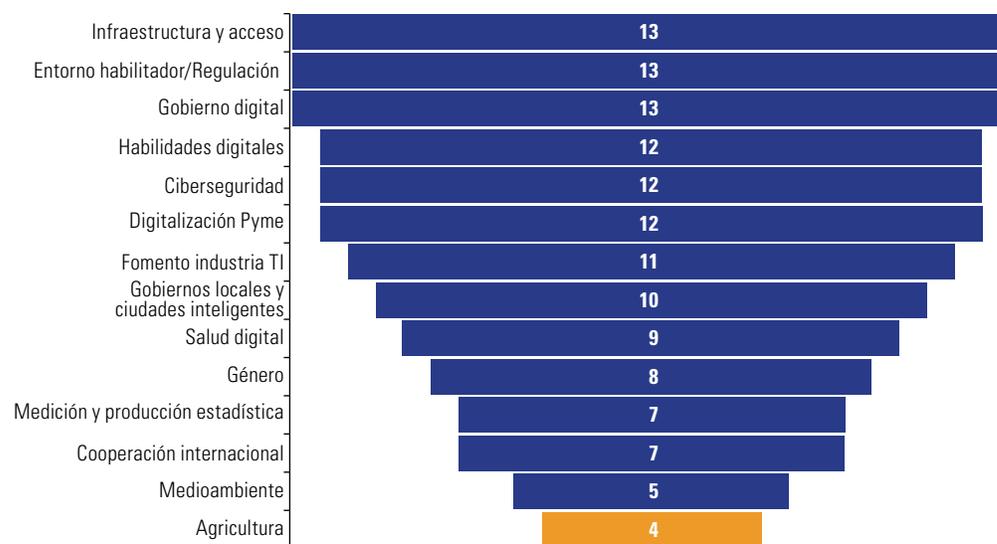
Entre los casos donde se incorpora el tema de agricultura en las agendas digitales se puede mencionar a Brasil, que en su estrategia de transformación digital (E-digital) destaca el plan estratégico de la Corporación Brasileña de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA) y establece acciones en el área de automatización, agricultura de precisión, sistemas de información e informática científica, geo tecnologías y nanotecnologías (Brasil, 2018). Otro caso que se puede resaltar es Costa Rica, que, en su Estrategia de Transformación Digital, considera una línea de acción específica para el impulso de la transformación del sector agro, con foco en el aumento de la productividad, la mejora en el acceso a la información y las capacidades por parte de los productores, y el

aprovechamiento del potencial de tecnologías como los drones y la ingeniería genética (Costa Rica, 2018). En Panamá, la Agenda Digital 2020, como parte del eje “Economía competitiva que genere empleos”, promueve la digitalización de los sectores agrícola y pecuario, con acciones concretas como el establecimiento de un gabinete agropecuario permanente y la creación del Viceministerio de Producción y Agrotecnología.

Gráfico I.2

América Latina y el Caribe (13 países): medidas de política según el tema presente en las agendas digitales

(En número de países)



Fuente: Elaboración propia.

Si bien es cierto que existen iniciativas de digitalización del sector agrícola que se vienen desarrollando en los países por fuera de las agendas digitales nacionales, o que no necesariamente se vinculan a este marco estratégico, es importante su articulación por la importancia que tienen los elementos habilitadores. Por ejemplo, la capacidad de generar valor en este sector usando tecnologías digitales depende de: i) el acceso a infraestructura de conectividad básica (banda ancha, servicios de telecomunicaciones); ii) una gama de servicios de recopilación, almacenamiento y análisis de datos (sensores, plataformas, almacenamiento y procesamiento basados en la nube, sistemas de software para la gestión y procesamiento de datos); y un iii) entorno regulatorio adecuado (el define las reglas de interoperabilidad, estándares de calidad de datos, normas o regulaciones sobre propiedad y privacidad de datos) (OCDE, 2019), todos elementos que recaen en las atribuciones de agencias y organismos públicos distintos a los ministerios de agricultura.

En el caso de las estrategias de digitalización del sector agrícola, solamente algunos países han logrado elaborar avanzar en este tipo de instrumentos. En el caso de Brasil la estrategia todavía se encuentra en proceso de revisión, pero cuenta con importantes avances en materia institucional dado que se pudo establecer una Cámara del Agro 4.0, que cuenta con la participación del Ministerio de Agricultura Pecuaria y Abastecimiento (MAPA), el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovaciones (MCTI), la Confederación Nacional de Agricultura (CNA) y la Organización de Cooperativas Brasileñas (OCB). Por su parte, Colombia cuenta un plan de aceleramiento de la digitalización del sector agropecuario, desarrollado por la Cámara de Comercio de Bogotá y el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MINTIC). Este plan recoge distintas demandas de empresas, pero se requiere integrar a este proceso al Ministerio de Agricultura. En el Salvador se logró establecer una Unidad de Inteligencia Agrícola dependiente del Ministerio

de Agricultura y Ganadería (MAG), cuyo objetivo será monitorear las áreas productivas por medio de imágenes multispectrales. Y en Chile en 2020 el Ministro de Agricultura inicio actividades para definir una Estrategia de Desarrollo de la Agricultura 4.0 a nivel ministerial con el establecimiento de un consejo científico asesor, una mesa consultiva con el sector privado y comités de trabajo. En los casos de Argentina, México, Uruguay, Honduras y Guatemala se observan iniciativas, pero tampoco una agenda específica.

Cómo se advierte, el proceso de diseño de estrategias digitales para el sector agrícola en América Latina es incipiente. Si bien varios países están desarrollando diversas iniciativas, y en algunos casos como Argentina, Chile y Uruguay existe un creciente proceso de digitalización a nivel de empresas agroindustriales (sobre todo medianas y grandes), esto no se traduce en una estrategia como tal y todavía existen retos de orden institucional. Por lo tanto, se requiere un apoyo político al más alto nivel para poder coordinar acciones desde distintas entidades de gobierno para el diseño de un instrumento que permita contar con un instrumento que oriente la transformación tecnológica de un sector que representa un porcentaje importante del valor agregado de las economías de la región y que tiene enormes potencialidades en la incorporación de nuevas tecnologías.

Cabe indicar, que varios países están impulsando la innovación tecnológica con bastante decisión, como Uruguay, que creó un laboratorio de fabricación digital enfocado a sectores industriales prioritarios (Laboratorio de Fabricación Digital) que permite la capacitación, invención y producción a pequeña escala de prototipos y brinda acceso generalizado a herramientas para la última generación de fabricación digital o Colombia, que creó el Centro para la Cuarta Revolución Industrial, operado por la Corporación Ruta N en Medellín que impulsa proyectos orientados al uso productivo de IoT, IA y blockchain. Estas iniciativas también pueden presentar una oportunidad para vincularse al sector agrícola y potenciar su transformación tecnológica.

C. Integración regional y digitalización para la recuperación económica

La crisis producto de la pandemia también está impulsando cambios importantes en la dinámica empresarial a nivel global. En este sentido, las empresas están adaptando sus modelos de negocio, privilegiando la flexibilidad operativa y la seguridad de proveedores y empleados. Como parte de este efecto se observarán ciertas tendencias tales como el retorno al país de origen (o de mayor cercanía) de los procesos productivos anteriormente deslocalizados (*reshoring* y *nearshoring*) provocando que algunas cadenas globales de valor se vuelvan más cortas, valorizando la cercanía sobre los costos y la rentabilidad. Esta tendencia puede significar importantes oportunidades para reforzar y expandir los mecanismos de integración productiva regional (CEPAL, 2020). En este escenario, existe una oportunidad para impulsar nuevos ciclos productivos y de integración, que también pueden servir para la recuperación económica.

Es por este motivo que fortalecer los espacios de cooperación internacional y regional es un aspecto clave en el ámbito digital. Existen diversos temas en los cuáles se puede cooperar, por ejemplo, en materia de infraestructura, definición de estándares, regulación convergente, facilitación del comercio, flujo de datos transfronterizos y comercio digital, entre otros. Otras regiones, como la Unión Europea, han avanzado en este sentido, con estrategias y acciones concretas promoviendo la integración digital y productiva. Una mayor integración puede implicar un espacio enorme de crecimiento y expansión para las empresas de la región. Para este fin ya existen espacios donde se vienen generando diversas iniciativas, como la Agenda digital para América Latina y el Caribe (eLAC2022), un ámbito de colaboración apoyado por CEPAL, donde recientemente se adoptaron un conjunto prioridades a nivel regional.

Entre las prioridades identificadas por la Agenda digital eLAC2022, se encuentra la creación de un mercado digital regional. La conformación de un mercado digital regional podría ampliar la oferta y demanda de servicios y contenidos digitales, impulsar proyectos de infraestructura, potenciar la industria de TI regional, y favorecer la armonización regulatoria y de estándares; con importantes beneficios para el desarrollo productivo y social de la región. En los últimos años, los gobiernos de la región han reconocido la importancia de avanzar en una iniciativa de estas características, como lo demuestran los acuerdos de la Alianza del Pacífico (AP) con la estrategia de mercado digital regional del bloque, el Consejo del Mercado Común del Sur (MERCOSUR) que estableció un grupo de agenda digital y que encuentra revisando un plan de acción, asimismo los países agrupados en el Programa Mesoamérica (MP) y el Sistema de Integración Centroamericana (SICA) han iniciado un proceso para establecer una agenda digital mesoamericana. En estos espacios se pueden potenciar el desarrollo productivo y digital con focos sectores específicos como el agrícola.

El éxito de la recuperación económica y el impulso de una nueva dinámica productiva dependerá no sólo de políticas nacionales sino también de mejorar la cooperación regional para aumentar la escala, facilitar el comercio, reducir los costos de transacción, generar incentivos para la inversión y la innovación, y potenciar el desarrollo de capacidades. En la medida que estas iniciativas permitan mejorar la coordinación de los esfuerzos y promover la inversión pública y privada también se podrá aumentar su eficiencia para consolidar el desarrollo tecnológico de la región y modernizar las cadenas productivas.

Bibliografía

- Balboni M., S. Rovira y S. Vergara (2011). ICT in Latin America. A microdata analysis, CEPAL, Santiago.
- Chriscuolo, C., A. Hijzen, C. Schwellnus, E. Barth, W. Chen, R. Fabling, P. Fialho, K. Grabska, R. Kambayashi, T. Leidecker, O. Nordström Skans, C. Riom, D. Roth, B. Stadler, R. Upward y W. Zwysen (2020). Workforce Composition, Productivity and Pay: The Role of Firms n Wage Inequality. OECD Working Papers, Paris.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (2021). Tecnologías digitales para un nuevo futuro, Santiago, Naciones Unidas.
- _____(2020). Construir un nuevo futuro: una recuperación transformadora con igualdad y sostenibilidad (LC/SES.38/3-P/Rev.1), Santiago, Naciones Unidas.
- Ding, X, T. Fort, S. Redding y P. Schott, P. (2020). Structural Change Within Versus Across Firms: Evidence from the United States. January.
- Faggio, G., K. Salvanes y J. Van Reenen (2007). The Evolution of Inequality in Productivity and Wages: Panel Data Evidence. National Bureau of Economic Research, Cambridge, August.
- Gal, P., G. Nicoletti, T. Renault, S. Sorbe y C. Timiliotis (2019). Digitalisation and productivity: In search of the holy grail – Firm-level empirical evidence from EU countries. OECD Economics Department Working Papers, N° 1533, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/5080f4b6-en>.
- Mosiashvili, N. y J. Pareliussen (2020). Digital technology adoption, productivity gains in adopting firms and sectoral spill-overs: Firm-level evidence from Estonia. OECD Economics Department Working Papers, No. 1638, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/ba9d00be-en>.
- OECD (2019). Digital Opportunities for Better Agricultural Policies, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/571a0812-en>.
- OECD et al. (2020), Latin American Economic Outlook 2020: Digital Transformation for Building Back Better, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/e6e864fb-en>.
- Prashant G., K. Somesh y R. Sree. (2016). Which Industries Are the Most Digital (and Why)?, Harvard Business Review, April.
- Schwab, K. (2016). The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond. Retrieved July 12, 2017, from World Economic Forum: <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>.



La agricultura digital en América Latina y la necesidad de agendas sectoriales por país

Luiz Beduschi, Hugo Martínez, Ximena Quezada, Eduardo Ramírez, Adrián Rodríguez, Mônica Rodrigues, Octavio Sotomayor y Paul Wander

Introducción

En Latinoamérica y el Caribe existen tres fenómenos mundiales que están condicionando el desarrollo de la agricultura, que se han llamado también motores de cambio: el Cambio Climático, el incremento de la demanda por alimentos, y los procesos de innovación tecnológica (Trivelli y Berdegué, 2019). Estos tres motores que influirán necesariamente en el desarrollo de la agricultura en los próximos años, se presentan con distintas relevancias y características en cada uno de los países de la región; pero obligadamente marcarán la agenda de desarrollo sectorial en los próximos años.

En los procesos de innovación tecnológica, “los avances en la biología, las tecnologías de información y comunicaciones, la nanotecnología y las ingenierías, han comenzado a madurar y producir desarrollos que prácticamente atraviesan todos los sectores de la economía. Se trata de tecnologías de ruptura, que replantean lo que se hace, pero también el cómo, el cuándo, el con qué, e incluso el quién” (Trigo y Elverdin, 2019).

En el año 2020 la presencia de la pandemia de COVID 19 modificó o aceleró los mencionados drivers de desarrollo en la agricultura y la alimentación. Uno de los efectos tangibles de la crisis sanitaria está asociado a la digitalización de la sociedad: avances que se preveía demorarían años en concretarse, se han producido en pocos meses. Las tecnologías digitales han sido esenciales para el funcionamiento de la economía y la sociedad durante la emergencia, incidiendo en las áreas de la salud, la educación, el comercio y el trabajo. Un reciente informe de CEPAL sobre el impacto del COVID 19 en la región indica que, entre el primer y segundo trimestre de 2020, el uso de soluciones de teletrabajo aumentó un 324%, el comercio electrónico un 157% y la educación en línea, más del 60% (CEPAL, 2020).

La mayor velocidad de avance de estas tecnologías en la Región es por supuesto un elemento positivo, sin embargo, se observa un desarrollo muy desigual entre los territorios urbanos y rurales, y entre la población más y menos vulnerable, contribuyendo entonces a ahondar las brechas entre los países de la Región y al interior de cada uno de ellos. “La adopción de soluciones tecnológicas está condicionada por factores estructurales: una heterogénea estructura productiva, un mercado laboral con una marcada informalidad y precariedad, una clase media vulnerable, un debilitado Estado de bienestar, una infraestructura digital deficiente y muchas restricciones socioeconómicas al acceso y la conectividad.” (Sotomayor y otros, 2021). La existencia de efectos heterogéneos, entonces, respalda fuertemente la necesidad de políticas públicas que contribuyan a evitar esta suerte de diferenciación de ganadores y perdedores con esta revolución digital (Ramírez, 2019).

Por ejemplo, a nivel de personas y hogares 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 (Ramírez, 2019).

Este riesgo de que el fenómeno de las tecnologías digitales profundice las brechas entre el campo y las ciudades, y entre los distintos grupos sociales en nuestros territorios, demanda la atención preferente por parte de las políticas públicas y privadas en los países, y las directrices necesarias desde lo multilateral para buscar activamente un desarrollo más justo y equilibrado.

A. Tecnologías digitales, agricultura y desarrollo rural

Las tecnologías digitales juegan un rol muy relevante en la agricultura y el desarrollo rural, a través de la cadena digital, y de las cadenas alimentarias, en las etapas de captura de información; Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i); provisión de información y transferencia de tecnología; en las comunicaciones entre los propios actores rurales; y en el proceso productivo propiamente tal.

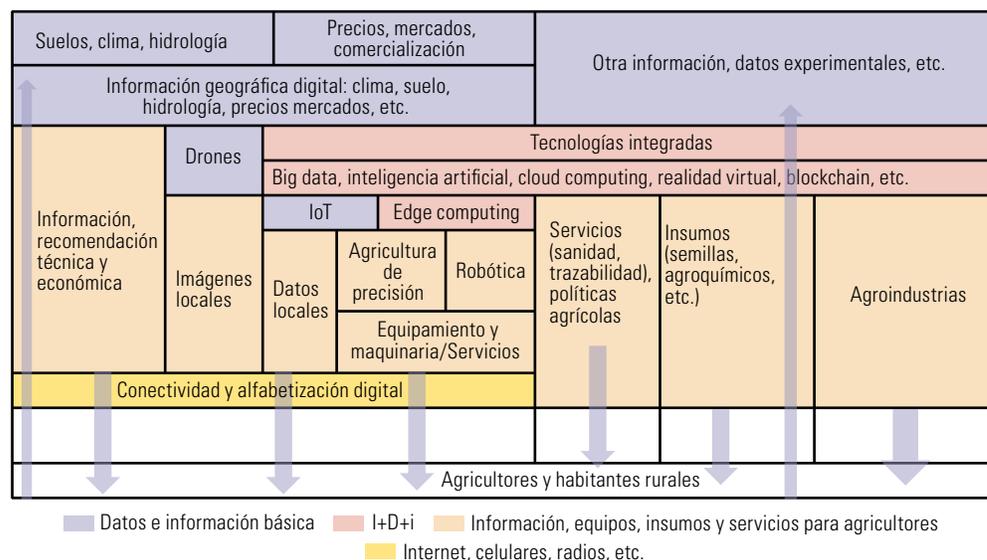
La OCDE (2018), en el resumen de las nuevas tecnologías digitales dirigidas al sector agrícola y alimentario identifica las principales herramientas que la componen:

- Tecnología digital
- Plataformas
- Sensores
- IoT
- Robot
- Drones
- Big data
- Cloud computing
- Inteligencia artificial
- Blockchain

Estas tecnologías y equipos son útiles en distintos eslabones de los sistemas agroalimentarios, algunos de manera directa y otros a través de desarrollos de otras tecnologías útiles para la agricultura, como el desarrollo de variedades vegetales o insumos para la producción.

En el diagrama II.1 se presenta un modelo de los usos de estas tecnologías a través del sistema alimentario pasando por los agricultores y habitantes rurales.

Diagrama II.1
Resumen de la participación de las tecnologías digitales en la agricultura



Fuente: Elaboración propia.

En el diagrama II.1 se resumen los aportes de las tecnologías digitales hacia la agricultura, con las etapas del desarrollo tecnológico en que participan. La llamada información básica, mostrada en las casillas punteadas, que se refiere a datos de entorno, a nivel planetario, nacional y local (drones e IoT), es de gran utilidad para la Investigación y el Desarrollo Tecnológico, que se muestra en las celdas de achurado con líneas horizontales, pero también resultan ser de utilidad directa a los agricultores, muchas veces a través de una asesoría técnica. Esa información básica se refiere tanto a información agrológica (suelos, clima, hidrología) como también económica, referida esta última principalmente a precios de insumos y productos, que es relevante para la toma de decisiones de los agricultores.

Las maquinarias y equipos de agricultura de precisión y los robots (ordeñadores, cosechadoras automáticas, etc.) pueden ser adquiridos y operados directamente por agricultores de tipo empresarial, y muchas veces son provistos por contratistas (empresas de servicios). Equipamiento de uso permanente como robot ordeñadores y controles de sistema de riego normalmente son adquiridos por los agricultores. Sin embargo, el equipamiento de uso estacional, como cosechadoras y sembradoras con dispositivos de agricultura de precisión suelen contratarse como servicios a empresas contratistas. Tanto el uso de información como el de maquinarias y equipos de tecnología digital requieren de conectividad en el campo, de distintos tipos y calidades de señal, según la tecnología en particular.

Los insumos y servicios (fito y zoonosidad, trazabilidad, sustentabilidad, etc.), si bien en su elaboración muchas veces utilizan herramientas de tecnologías digitales, hasta el agricultor llegan como servicios e insumos, sin siquiera ser necesaria la conectividad a ese nivel. Las políticas y programas sectoriales que se elaboran o ejecutan con estas tecnologías, como programas de saneamiento ambiental, de erradicación o control de plagas, entre otros, se hacen cargo de factores de producción y externalidades asociadas a la agricultura. Incluso la focalización de programas de fomento se resuelve muchas veces en base al uso de las TICs. La agroindustria también se provee de tecnologías de información, tanto para el procesamiento y agregación de valor en sus propias unidades, como para relacionarse con los agricultores. Se estima que la conectividad y alfabetización digital de la agroindustria no poseería brechas con la conectividad urbana, así como tampoco los proveedores de insumos ni los prestadores de otros servicios y ejecutores de programas de desarrollo.

Es importante observar también en la Figura 1 las flechas ascendentes: éstas representan la necesidad de retroalimentación de la información desde el territorio hacia la información básica necesaria. La alimentación ordenada de esa información hacia la Big Data mejora la precisión y la calidad de los datos. “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.” (Ramírez, 2019). Para que las TIC desarrollen todo su potencial se requiere entonces de políticas de datos y de protocolos para el facilitar el intercambio de información, que cumplan con facilitar el desarrollo de estas tecnologías pero que a la vez proteja en los diferentes niveles a los individuos y las empresas.

Otros usos relevantes de las tecnologías digitales para los sistemas alimentarios y que no se grafican en la Figura 1 son los eslabones de la cadena aguas debajo del predio (para productos primarios) y la agroindustria (para productos procesados): la logística y todo lo que sucede desde el intermediario hasta el consumidor, donde las tecnologías digitales —y más aún en situación de pandemia— juegan un rol fundamental. Así también, no queda graficada en la Figura la interacción entre productores: el rol que juegan las tecnologías digitales en cooperativas y otras organizaciones de productores,

tanto en economías de escala (para compra de insumos, servicios y venta de productos), transferencia tecnológica horizontal y labores gremiales; y también su interacción con organizaciones internacionales, la sociedad civil y los gobiernos para proporcionar información sobre muchos aspectos de la agricultura, incluida la regulación (Ramírez, 2019).

Finalmente, hay externalidades en el desarrollo de la agricultura digital que vale la pena subrayar, ya que parecen ser objeto también de una necesaria política pública, que debe estar al servicio de una transición hacia una agricultura sustentable. Como externalidades positivas se identifica la minimización de la deriva de agroquímicos, así como su menor volumen de uso en general, que provee la agricultura de precisión, si bien parte de ese valor es capturado por el agricultor a través de menor costo en insumos, la biodiversidad y el medio ambiente en general se favorecen por este tipo de tecnologías. Una segunda externalidad positiva se refiere a la derrama tecnológica, la alfabetización digital que se va generando a nivel de campo retroalimenta nuevas posibles innovaciones desde la base. Y como externalidad negativa, o más bien como un riesgo u oportunidad desde las políticas laborales y de educación técnica, está el efecto sobre la demanda de mano de obra y el tipo de trabajador que se demandará en el futuro con un crecimiento de la llamada Agricultura 4.0.

1. El rol de las tecnologías digitales en el sistema alimentario de Latinoamérica

En el presente libro se analiza la situación de la agricultura digital en nueve países de Latinoamérica, para observar sus realidades y sus estrategias: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, El Salvador, Guatemala, Honduras, México y Uruguay. Se busca aprender de estas experiencias para acelerar este proceso en toda la región.

Este ejercicio no es sencillo en varios aspectos, dado que por ser lo digital una herramienta para el desarrollo, más que un objetivo en sí, se acomoda de manera diferente en la realidad de los distintos países, asociados a su estructura de actores, sus recursos naturales y el papel que juega lo agroalimentario en la economía de cada país. Sin embargo, en materia de conectividad y alfabetización digital existen índices y estudios comparativos que ilustran cada situación nacional, lo que es un elemento introductorio a la situación particular de cada uno de los nueve países estudiados en la presente publicación. Por este motivo, el análisis comparativo de esta materia se desarrolla en este capítulo, para dejar el análisis agregado para el Capítulo de Conclusiones, una vez presentada la realidad específica de cada país.

2. Conectividad y alfabetización digital

En los ecosistemas digitales existen un conjunto de bienes públicos que son necesarios para que el potencial impacto de la innovación digital se exprese de manera eficiente, amplia y eficaz. Lo que se denomina muchas veces como Infraestructura, que incluye la conectividad y la alfabetización digital, aparecen hoy como bienes públicos de primera necesidad para un desarrollo inclusivo en los territorios rurales. Sobre esta infraestructura, se desarrolla la oferta de información pública de utilidad, en lo productivo, económico y de alertas tempranas; se desarrollan las comunidades virtuales que son útiles para la transferencia de tecnología, el financiamiento y el desarrollo organizacional; la Apps que resultan útiles para la toma de decisiones a nivel predial y la articulación con servicios y mercados de insumos; y también la llamada Agricultura 4.0, asociada a la mecanización y automatización de las labores de producción primaria.

Esta infraestructura se compone de un elemento de acceso, es decir a la presencia o no de la señal en el territorio rural y el costo del acceso para los usuarios, y un elemento de capacidades básicas, asociado a la alfabetización digital.

En materia estrictamente de acceso a Internet, según el ranking desarrollado por la Unión Internacional de las Telecomunicaciones (ITU, 2017), este Subíndice de acceso para las Américas alcanzaría un valor de 5,64, frente a un promedio mundial de 5,59.¹

Cuadro II.1

Subíndice de acceso a conectividad 2017

| País | Subíndice |
|-------------|-----------|
| Uruguay | 7,28 |
| Argentina | 6,87 |
| Chile | 6,79 |
| Brasil | 6,25 |
| Colombia | 5,88 |
| México | 5,28 |
| El Salvador | 4,75 |
| Guatemala | 4,52 |
| Honduras | 4,08 |

Fuente: Seleccionado de ITU, 2017.

Los países Uruguay, Argentina, Chile, Brasil y Colombia tendrían un subíndice superior al promedio de las Américas y del mundo, destacándose el caso de Uruguay que se ubica en el ranking 49 a nivel mundial, y presenta un subíndice muy superior al resto de los países de la región. En el otro extremo, Honduras presenta un índice muy bajo, en el número 126 en el mundo, de un ranking que incluye 176 países. En Latinoamérica y el Caribe, el subíndice de acceso a conectividad de Honduras supera los de Belice, Cuba y Haití.

Este subíndice se refiere a los países como un todo, sin especificar las distintas provincias o estados, y tampoco los territorios rurales y urbanos, donde evidentemente se presentan diferencias. En el caso de Argentina, el acceso de las explotaciones agropecuarias a Internet presenta importantes diferencias dentro del territorio, en la Provincia de Santa Fe alcanza al 68,1% de las explotaciones agropecuarias, mientras que en el otro extremo, en Jujuy cubriría sólo al 5,6% de las explotaciones. En el caso de Brasil aproximadamente el 15% de los establecimientos de la región Norte poseen Internet, porcentaje que sube a 42,4% en la región Sur. En México, en los estados de Veracruz, Chiapas, Puebla, Estado de México, Oaxaca y Guerrero (zona sur), a Internet acceden entre el 4,7 y 10,2% de las Unidades Productivas, mientras que en el estado de Coahuila, en la zona fronteriza con Estados Unidos Internet está en el 40,6% de las Unidades Productivas.

En los casos de países centroamericanos como Guatemala, y también en vastas zonas de Brasil, la falta de energía eléctrica es la primera barrera para el acceso a Internet, elemento que afecta en mucho menor medida a países como Uruguay y Chile.

Incorporando a la conectividad los aspectos de uso de Internet (que se asocia a alfabetización digital), acceso a equipos y la calidad de la conexión, se han desarrollado otros índices para la comparación entre países. Uno es el IDI, de la Unión Internacional de las Telecomunicaciones, del cual ya se analizó el subcomponente de acceso, y que en su índice general muestra resultados similares entre los países analizados en este capítulo, poniendo a la vanguardia a Uruguay y en los últimos lugares a los países de Centroamérica.

¹ El subíndice de acceso combina datos de conexiones fijas y móviles a Internet, banda ancha internacional y porcentajes de hogares con conexión y computadores (UIT, 2017)

Otro indicador interesante, dado que se refiere a los territorios rurales en particular es el índice de conectividad significativo rural (ICSr), desarrollado por IICA, BID y Microsoft (2020). Se estimó de manera directa para 7 países de la región (Brasil y Honduras entre ellos), y de manera indirecta se extrapolaron para el resto de los países.

Cuadro II.2
Índice de Conectividad Significativa Rural (ICSr)

| País | ICSr | Cluster de conectividad |
|--------------------------------------|-------|-------------------------|
| Brasil | 0,469 | Alta |
| Chile | 0,468 | Alta |
| Costa Rica | 0,432 | Alta |
| Bahamas | 0,427 | Alta |
| Barbados | 0,403 | Alta |
| Panamá | 0,383 | Alta |
| Colombia | 0,375 | Alta |
| México | 0,356 | Media |
| Trinidad y Tabago | 0,356 | Media |
| Argentina | 0,353 | Media |
| Uruguay | 0,345 | Media |
| República Dominicana | 0,325 | Media |
| Ecuador | 0,305 | Media |
| Paraguay | 0,295 | Media |
| Jamaica | 0,293 | Baja |
| El Salvador | 0,225 | Baja |
| Belice | 0,223 | Baja |
| Bolivia (Estado Plurinacional de) | 0,211 | Baja |
| Perú | 0,207 | Baja |
| Honduras | 0,196 | Baja |
| Venezuela (República Bolivariana de) | 0,178 | Baja |
| Guatemala | 0,157 | Baja |
| Nicaragua | 0,116 | Baja |
| Guyana | 0,11 | Baja |

Fuente: IICA, BID, Microsoft, 2020.

La alfabetización digital, definido como la capacidad o habilidad para el uso de las TIC, por cierto determina que se haga de Internet una vez que se cuenta con conexión. Esta alfabetización requiere condiciones básicas, como el bajo analfabetismo de la población, y el nivel educativo de la misma. El tema de la alfabetización digital presenta experiencias interesantes que son desarrolladas en los capítulos correspondientes a cada país y en el capítulo final de conclusiones.

El costo del acceso a Internet es otra limitante importante una vez que ya se cuenta con la cobertura territorial. Al respecto, en los países incluidos en el análisis el nivel de precios de una canasta de consumo tipo de consumo de datos tiene variaciones importantes, siendo su costo en dólares más bajo en México y Colombia, y en cuanto a porcentaje del ingreso per cápita, sería más accesible en México, Uruguay y Chile.

El panorama de desafíos en materia de infraestructura, que incluye acceso, calidad de dicho acceso y las capacidades de los usuarios (alfabetización digital), parece tener prioridades diversas dentro de los países. En los países centroamericanos y en Brasil, los temas de educación y analfabetismo parecen estar limitando de manera importante la llegada de la infraestructura a pequeños productores en zonas importantes. A su vez, los problemas de acceso a Internet parecen ser un desafío para todos los países, aunque de mayor complejidad en países con geografía extensa y compleja, como Argentina, Brasil y México, además de zonas en las que no habría cobertura eléctrica en Centroamérica y también en el Nordeste brasileño.

Cuadro II.3

Precio canasta de voz y datos móviles de bajo consumo, 2019

(En dólares y porcentajes del PIB per cápita)

| País | Precio de la canasta | |
|-------------|-----------------------------|------------------|
| | En porcentajes del PIB p.c. | Valor en dólares |
| México | 1 | 7,79 |
| Uruguay | 1,1 | 13,83 |
| Chile | 1,1 | 13,08 |
| Brasil | 1,8 | 13,68 |
| Colombia | 2 | 10,46 |
| El Salvador | 5 | 16,07 |
| Argentina | 5,6 | 57,31 |
| Honduras | 10,4 | 20,26 |
| Guatemala | 10,9 | 40,03 |

Fuente: Seleccionado de ITU, 2019.

3. Tecnologías digitales y ecosistemas

La utilización de herramientas digitales para el monitoreo ambiental es de antigua data y permite enormes avances en materia de costos, calidad, precisión y efectividad. Todos los países de la región cuentan con Sistemas de Información Geográficos que integran diversas informaciones a nivel espacial. Actualmente los drones son utilizados para monitorear la deforestación y los sensores pueden utilizarse para hacer un seguimiento de un producto en las cadenas de suministro, permitiendo dimensionar el volumen de desechos y su localización final. (Sotomayor y otros, 2021).

En el monitoreo de recursos hídricos también se utilizan las tecnologías digitales. Estaciones meteorológicas, fluviométricas, de medición de niveles, y de monitoreo de calidad de aguas se conectan digitalmente para su seguimiento. Por ejemplo, en calidad de aguas, es el caso del seguimiento en las cuencas con sondas multi-paramétricas en puntos estratégicos, en las que se mide en línea concentración de sales, pH y oxígeno, a través de conexión satelital. (UIT, 2019). Estos sensores, y otros que funcionan con muy baja demanda de energía constituyen la llamada Internet de las Cosas (IoT), tecnologías muy usadas en el monitoreo ambiental.

En cuanto a conservación de la biodiversidad, las políticas y programas de conservación requieren de análisis espaciales, pues ésta por definición está asociada al territorio geográfico. Esta tarea necesita integrar múltiples capas de información, la cual está dispersa, fragmentada y muchas veces invisible, pues hay muchos vacíos de conocimiento. Reunir estos datos, sistematizarlos, evaluarlos e integrarlos, es complejo y costoso, pues requiere de un fuerte desarrollo en infraestructura y capacidades. (Sotomayor y otros, 2021).

Información satelital, datos obtenidos a través del Internet de las Cosas, así como la información primaria obtenida en terreno con instrumentos tradicionales, alimentan sistemas que con tecnologías digitales son procesados para el seguimiento y formulación de estrategias y políticas ambientales en los países de la Región.

El uso de tecnologías digitales para la gestión de los agrosistemas o ecosistemas está asociado principalmente a políticas públicas, llevadas a cabo o financiada por los gobiernos. Sin embargo hay información capturada desde inversiones privadas que resulta de utilidad también para este fin; así como tecnologías que tienen un beneficio privado, y por tanto son financiadas desde ese sector, y tienen externalidades positivas sobre los ecosistemas, como el uso eficiente de fertilizantes y plaguicidas y la minimización de su deriva.

B. Tecnologías digitales y agricultura primaria

La penetración de los teléfonos celulares en las zonas rurales, la computación en la nube y el uso de imágenes satelitales o aéreas están permitiendo el control de la producción y la toma de decisiones desde sitios distintos a la explotación agropecuaria. Además, sumado a lo anterior: sensores conectados (IoT), información captada con drones, todo esto asociado a mecanización de las labores, está permitiendo el manejo remoto de los equipos de producción primaria.

Todo esto, recepción y uso de información, captura de datos y operación remota de los equipos, requiere de las condiciones habilitantes de infraestructura en las zonas rurales, lo que implica acceso a energía eléctrica, cobertura de Internet de calidad, precio accesible para los agricultores y alfabetización digital. Estos elementos habilitantes no están presentes de manera homogénea entre los países y en los territorios, por lo que es un tema que debe estar presente en las agendas de las políticas de desarrollo territorial.

Paralelamente, la automatización de las labores es normalmente el paso siguiente de la mecanización, por tanto, donde existe cosecha mecanizada, riego tecnificado, equipos ordeñadores avanzados, el paso siguiente es su automatización. Será menos probable entonces que tipos de agricultura basadas en el uso intensivo de mano de obra para las labores, salten a la digitalización de la producción primaria sólo gracias a la infraestructura y alfabetización digital.

En países en los que es común una agricultura con unidades productivas de gran extensión, como Brasil y Argentina, la penetración de la agricultura de precisión es importante, se presenta como un mercado relevante para las empresas internacionales de maquinaria que incluyen estos dispositivos digitales. En Argentina, entre 1998 y 2017 se han vendido 14.050 monitores de rendimiento, y 26.937 monitores de siembra; que podrían estar operando en una superficie de hasta 33,7 millones de hectáreas (Méndez, 2018).

Aguas arriba de la agricultura primaria está el uso de información digital y la aplicación de estas tecnologías en los procesos de investigación y desarrollo realizada por los centros tecnológicos sectoriales y universidades, que se traducen en recomendaciones técnicas, insumos (variedades vegetales, agroquímicos, maquinaria agrícola), servicios (post cosecha, trazabilidad), y políticas públicas o normativas. Si bien las tecnologías digitales juegan un rol cada vez más importante en este proceso, en principio se estima que no deberían existir brechas entre la I+D para el sector agropecuario y la destinada a otros sectores de la economía; esto se fundamenta en que los elementos que generan las brechas entre lo rural y lo urbano, que son la conectividad, alfabetización digital y la asimetrías clásicas que enfrenta la Agricultura Familiar Campesina, no se darían en las unidades agroindustriales e industria de insumos y maquinaria. Es más probable entonces que no se requiera de una política sectorial específica para su desarrollo, sino que podrían operar bajo la política o agenda digital, o políticas de I+D+i que apliquen los gobiernos de la Región a la economía o el país en su conjunto.

Un caso de atención diferente pueden ser las Startup, las que muchas veces no están conectadas con los temas agropecuarios o rurales, y se puede requerir acciones de articulación de oferta con demanda tecnológica por parte de la agenda o política pública. La entrada de las Startup a la producción primaria agropecuaria requiere también un cierto tamaño del mercado que pueda rentabilizar las innovaciones, condición que en aplicaciones para zonas urbanas es más fácil que se presente. Es en sectores (o verticales) de mayor escala y/o de mayor número de productores donde estas iniciativas tenderían a concentrarse; es lo que explicaría su mayor presencia en países como Brasil y Argentina, y su muy baja presencia en los países de Centroamérica. Iniciativas que se escalan desde el nivel nacional al Regional (hubs de hubs), pueden ser líneas de trabajo que permitan superar esta valla a través de la agregación de demanda.

1. Tecnologías digitales y gestión predial

Las tecnologías digitales también pueden jugar un rol en el abordaje de asimetrías permanentes que sufren los pequeños agricultores de la Región, en cuanto a información tecnológica y de mercados, y la posibilidad de abordar el problema de las economías de escala en base a la asociatividad. Los instrumentos digitales ya están siendo usados por organizaciones de productores ya constituidas y operando como las cooperativas, organizaciones de jóvenes, de mujeres, entre otras, y es posible, si se dan las condiciones habilitantes mencionadas, que contribuyan también a fomentar la creación de nuevas organizaciones en el territorio, todo esto asociado también a la necesidad que ha levantado el aislamiento físico producto de la pandemia.

Adicionalmente, la digitalización también facilita las labores administrativas que deben hacer las explotaciones agrícolas, tal como pago de facturas, contabilidad, gestión de stocks, uso de maquinaria, administración de recursos humanos o relaciones con proveedores y compradores. En el caso de las empresas agroindustriales existen aplicaciones específicas para seguir y analizar en tiempo real las operaciones en curso de las diversas líneas de producción, permitiendo anticipar situaciones y hacer una mejor asignación de los recursos (Sotomayor y otros, 2021).

En los países de la Región hay numerosos emprendimientos privados que prestan estos servicios, el hecho de que sean de aplicación más genérica en las explotaciones que las tecnologías de producción primaria, permite una escala capaz de rentabilizar estas iniciativas de las Startup. También existen iniciativas financiadas por los países o con fondos multilaterales, las que trabajan con organizaciones de productores familiares, con mujeres y jóvenes, en la lógica de eliminar las asimetrías históricas entre los productores empresariales y la agricultura familiar. Con todo aquí hay un área de atención para las políticas públicas que contribuya a cerrar brechas con zonas urbanas, por ejemplo impulsando concursos para innovadores digitales en problemáticas rurales y de producción agropecuaria.

2. Empleo agrícola y automatización

Durante el último siglo, la agricultura en la mayor parte del mundo pasó de ser un sector intensivo en mano de obra a un sistema parcialmente mecanizado e intensivo en energía, mientras que en los últimos 15 años el sector ha comenzado a digitalizarse. Ambos procesos han promovido la salida continua y en algunos casos masiva de mano de obra de la agricultura hacia otros sectores, principalmente de aquellos trabajadores ocupados en tareas estandarizadas dentro del proceso de producción (Sotomayor y otros, 2021), lo que ha contribuido al cambio estructural del empleo rural en la región.

El proceso de mecanización es el primer paso para reemplazar el uso de mano de obra, el que muchas veces se acelera dada la escasez del recurso humano. En Uruguay la migración de la gente desde el campo ha ido gatillando el ingreso de tecnología para suplir sus labores, como el uso de drones para vigilancia del ganado en los predios medianos y grandes (Qualitas, 2018). En el caso del sector frutícola chileno, el reemplazo de mano de obra para cosecha por inmigrantes que llegan a la zona central de Chile habría ido retrasando los procesos de mecanización (FEDEFRUTA, 2018). Si bien hay una tendencia regional a que los habitantes rurales vayan abandonando sus labores en agricultura para cambiarse a otros sectores de la economía (Dirven, 2011; Namdar y otros, 2020), este cambio tecnológico asociado a la digitalización requerirá distintas destrezas de los recursos humanos, a nivel de profesionales, técnicos y también operadores de maquinaria. Existe entonces en este tema una necesidad de que las políticas de formación de recursos humanos y de capacitación se vayan adelantando a esta realidad en los distintos países de la Región.

C. Tecnologías digitales y sistema de innovación

Las tecnologías digitales, en sus aplicaciones al sector agropecuario, tienen algunas diferencias a la manera como tradicionalmente se ha trabajado la Investigación el Desarrollo y la innovación (I+D+i) en agricultura. En el documento del BID referente al desarrollo de las agrotecnologías en Argentina se mencionan de manera nítida los elementos determinantes de estas tecnologías digitales que son diferentes a los *drivers* que en general a través de la historia han intencionado la investigación, desarrollo e innovación en la agricultura. Según este texto los principales determinantes de los procesos innovadores vinculados a estas nuevas tecnologías son:

- Proceso innovador de características diferentes. Lo tradicional es que las tecnologías agropecuarias sean gatilladas desde la demanda. En este caso parece ser impulsada desde la oferta. Es una oferta desarrollada en general para otros sectores económicos, que puede tener también aplicaciones en la agricultura. Hacer conversar esta oferta proveniente de otros sectores productivos, con necesidades agropecuarias que pueden no ser tan explícitas (más bien son oportunidades), parece requerir la labor de articulación por parte de agendas sectoriales.
- Dificultades para identificar los impactos económicos con claridad. La mayoría de las NTD (Nuevas Tecnologías Digitales) son facilitadoras, pero solo en el caso de unas pocas es factible establecer una relación inequívoca entre su uso y un beneficio específico. Se refiere a tecnologías que en cuanto a beneficios privados se trata de aumentos marginales en los rendimientos, o a bajas en los costos, que deben rentabilizar inversiones a veces importantes. Este beneficio marginal parece explicar la mayor penetración de este tipo de tecnologías en unidades productivas de gran escala, en que lo marginal pasa a ser más nítido en los resultados generales.
- Nuevos actores. desarrolladores independientes y las empresas de distinto tipo, desde Startups hasta PyME consolidadas en los mercados de algunos de los componentes de las nuevas tecnologías —como *software*, controladores de flujo, sensores y servicios de gestión y asesoramiento—, que ven oportunidades de expandir sus negocios en el sector. Esto a diferencia de los actores principales en la oferta tecnológica agropecuaria tradicional: Institutos de investigación (generalmente públicos) y universidades. La baja consolidación de estas iniciativas se acomoda más a instrumentos de innovación que asumen un riesgo de “mortalidad” importante en las empresas, que debe ser financiado por el instrumento o compensado con derechos de propiedad intelectual.
- Marco institucional. las NTD están siendo desarrolladas dentro de un sistema institucional donde el protagonismo es fundamentalmente del sector privado.

En cuanto a la innovación en agrotecnologías en la Región, BID Lab identificó en 2020 más de 450 emprendimientos que aún están vigentes, todos ellos iniciados en los últimos cuatro años. De estos emprendimientos el 51% se concentra en Brasil, el 23% en Argentina, 18% en la Subregión Andina, 0,5% en Uruguay y Paraguay, y 0,3% en Centroamérica y el Caribe (BID Lab, 2020). Esta concentración en Brasil y Argentina se fundamentaría en los elementos que, según BID Lab sostienen este tipo de innovaciones:

- 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

Al analizar las cifras por país que presenta el mismo documento, se observa que sólo el 10% de las innovaciones en Brasil y el 26% de las de Argentina son en cultivos extensivos. Es posible entonces que gran parte de esta cobertura de agricultura de precisión se deba más a tecnología importada que a desarrollos en los países mismos. Es posible que la decisión de los emprendedores locales sea más referida a los rubros (o verticales) que no son atendidos por soluciones importadas, como la ganadería y la agricultura en general (no focalizada en verticales).

En el caso de Chile y Perú, las innovaciones estudiadas por BID Lab se refieren en su mayoría a cultivos permanentes, como frutales, lo que guarda una relación directa con lo que serían los subsectores de mayor crecimiento en los últimos años en esas agriculturas.

En materia de fomento a la innovación, estas nuevas tecnologías se combinan con propuestas de valor que transforman los modelos de negocio existentes. Es, por lo tanto, la innovación tecnológica en combinación con la innovación en los modelos de negocio la que puede generar más disrupción en el futuro. Efectivamente un tipo de innovación basada más en la oferta que en la demanda, en las que los beneficios económicos no son fácilmente visibles por ser marginales, y en las que el desarrollo de estas técnicas proviene de actores ajenos al sector agropecuario, parecen requerir modelos de negocio diferentes a la simple venta de insumos o equipamiento, es posible que se requiera modelos más asociados a las empresas de servicios, ya sea de información o de renta de tecnología.

D. Necesidad de agendas digitales sectoriales

Las políticas agrícolas gobiernan, orientan, siguen o sugieren el desarrollo de la agricultura en muchos países. Estas son normalmente coordinadas desde los ministerios o secretarías de agricultura, quienes velan por los agricultores y el mundo rural.

También los países cuentan con políticas o agendas digitales. “Los países de América Latina y el Caribe, en su mayoría, ya cuentan con estrategias digitales nacionales, reflejo de las iniciativas fomentadas por la acción coordinada entre la secretaría técnica del programa eLAC, desempeñada por la CEPAL, y los países de la región. Se observa el compromiso creciente de varios países con acciones dirigidas al fortalecimiento de políticas de inclusión digital y de fomento a la adopción de las TIC como herramientas de desarrollo.” (CEPAL, 2018).

La Agenda Digital Regional aprobada en 2015 contiene 23 objetivos y cinco áreas: i) acceso e infraestructura, ii) economía digital, innovación y competitividad, iii) gobierno electrónico y ciudadanía, iv) desarrollo sostenible e inclusión y v) gobernanza para la sociedad de la información.

Desde la mirada de la innovación en agricultura a escala regional, Echeverría (2020), en trabajo para FAO identifica siete temas relevantes para los años 2021-2025 en tecnologías de información que serían escalables con el impulso del financiamiento público:

- La extensión digital, como forma más económica de llegar a la población objetivo en las labores de transferencia de tecnologías, de manera más adecuada para comprender y retener información;
- Información de precios y mercados en tiempo real, de manera de empoderar a los pequeños agricultores en la toma de decisiones económicas;
- Seguros agropecuarios, con imágenes enviadas por los agricultores es más operativo el sistema para las compañías, eficiencia que podría traducirse en baja de las primas;
- Mejora de los pronósticos climáticos, optimización de los pronósticos con ayuda de las TICs, y envío oportuno de la información a través de la red o teléfonos celulares;

- Detección automática de plagas y enfermedades agrícolas, muchas soluciones digitales están trabajando en el tema de manera de entregar oportunamente información que permita prevenir y/o controlar, tempranamente;
- Agricultura de precisión e Internet de las Cosas (IoT), si bien en la actualidad está al alcance de muchos grandes productores, hay experiencias pilotos en desarrollo para extenderlas a medianos y pequeños productores;
- Evaluaciones nutricionales a través de imágenes de comidas en teléfonos inteligentes, en línea con los objetivos de FAO asociados a la alimentación, contribuir a ajustar las dietas diarias de la población rural;
- Diagnóstico remoto de salud humana en zonas rurales, Apps que permiten un rápido acceso a recomendaciones de especialistas, muy útiles para áreas rurales más remotas.

En base a la mirada de los organismos multilaterales acerca de las tecnologías digitales y la agricultura y ruralidad, la pregunta relevante a responder el día de hoy es ¿Resulta pertinente y/o necesario el esfuerzo de desarrollar agendas digitales nacionales específicas para la agricultura y la ruralidad?

La Unión Internacional de las Telecomunicaciones (ITU) en trabajo conjunto con FAO desarrollaron la Guía para la elaboración de estrategias de e-Agricultura, para ser probada en países de Asia Pacífico. El fundamento para su elaboración fue que la e-Agricultura se considera un campo emergente que se centra en la mejora de la agricultura y desarrollo rural mediante la mejora de los procesos de información y comunicación.

La ITU en el año 2018 inició también el esfuerzo de elaborar agendas de e-Agricultura, aplicando la lógica de la mencionada Guía para el caso de Chile. En ese documento se fundamenta la necesidad de contar con una Estrategia de e-Agricultura. Basándonos en el mencionado documento y los puntos tocados en el presente capítulo, se estima que el fundamento para contar con agendas digitales para el sector agropecuario y rural, ya que su cobertura sería débil desde la Agenda digital y la política agropecuaria por separado, serían:

- Asimetría de acceso a comunicación urbana/rural.
Las diferencias en cobertura de Internet y alfabetización digital entre las zonas urbanas y rurales amenazan con profundizar las brechas en el desarrollo de los territorios. Dado que el mercado de las telecomunicaciones favorece la cobertura según la densidad de habitantes por superficie, se requiere la intervención de la política pública, de manera coordinada entre la institucionalidad de las telecomunicaciones y la de agricultura.
- Necesidad de articulación oferta-demanda (territorios, tipos de tecnología, competitividad).
Tal como se desarrolla en el punto anterior, no resulta obvio que exista una oferta de tecnologías digitales, y que esta información llegue profusamente a los agricultores, potenciales demandantes de estas tecnologías, dado que en general están atomizados, o están lejanos a visualizar la utilidad que estos instrumentos pueden prestar en la gestión de sus explotaciones. A esto se suma la consideración de estas tecnologías como fuerzas que operan desde la oferta, a diferencia de las tecnologías agropecuarias tradicionales.
- Necesidad de una mirada integradora de los servicios.
Hay servicios asociados a la Agricultura 4.0, que son provistos por distintas empresas, microempresas y emprendedores; que muchas veces no son compatibles entre ellos, lo que impedirá, a la larga, un manejo integrado de los sistemas. Una infraestructura tecnológica que contempla una variedad de

servicios y empresas necesariamente requiere intervención y regulación estatal para ser eficiente, evitar duplicación de esfuerzos y superar fallas del mercado.

- **Anticipación a escenarios laborales complejos.**
Como se menciona anteriormente, la instalación de las TICs en las grandes explotaciones agropecuarias, así como servicios de estas para medianas y pequeñas explotaciones, provocará una disminución de la demanda de trabajadores agrícolas con las competencias que tienen hoy la mayoría de ellos, y la demanda de recursos humanos se focalizará en trabajadores que posean un conjunto de competencias y habilidades distintas. Evidentemente es labor de la política pública anticiparse a esos escenarios para, por una parte evitar problemas de empleabilidad de los trabajadores, y por otra proveer recursos humanos con estas nuevas aptitudes para que sean funcionales a esas inversiones.
- **Agricultura sustentable, promoción de las externalidades ambientales positivas y/o reducción de externalidades negativas.**
Es labor del estado promover un ambiente libre de contaminación. Las TICs cumplen una función relevante en la agricultura sustentable de manera directa, como las alertas tempranas, información de estado de recursos naturales, etc. Las tecnologías utilizadas en Agricultura 4.0 tienen externalidades ambientales positivas importantes, como por ejemplo para minimizar la aplicación de plaguicidas y evitar sus efectos, promover la aplicación eficiente de fertilizantes para minimizar la contaminación de las napas subterráneas y las emisiones de gases efecto invernadero, entre otras. Estos últimos efectos no representan un beneficio privado directo para el agricultor, por lo que se requiere de instrumentos (o normativas) que lo incentiven, para avanzar así hacia una agricultura sustentable.
- **Promoción del aprovechamiento de oportunidades por parte de la Agricultura Familiar Campesina (AFC) para cerrar asimetrías de información.**
La Agricultura familiar sí es objeto de políticas públicas particulares, dada la asimetría de información, capacidades y acceso a inversión con que este segmento cuenta en comparación a los grandes agricultores, así como por opciones estratégicas de desarrollo territorial y cultural.
- **Escalabilidad a nivel de países y subregional para rentabilizar las innovaciones en digitalización de la producción agrícola primaria.**
La baja escala de las explotaciones y los rubros en general en muchos países de la Región, no hacen atractivo a las empresas tecnológicas asumir el riesgo de desarrollar y poner en el mercado innovaciones en esta área. Iniciativas desde la mirada regional que resuelvan esta limitante pueden colaborar a que se desarrollen más innovaciones adaptables por agricultores medianos y pequeños.

En base a los puntos mencionados se considera recomendable el desarrollo de estos instrumentos sectoriales, más aún en la presente coyuntura mundial de la pandemia de COVID 19, que con el desarrollo exponencial de las TICs para la población en su conjunto, amenaza con profundizar la brecha urbano-rural y de agricultura empresarial-familiar si no se focalizan políticas públicas para este desarrollo territorial equilibrado.

Bibliografía

- Banco Interamericano de Desarrollo (2018). La revolución agrotech en Argentina. Financiamiento, oportunidades y desafíos. 100 p.
- BID Lab (2020). Mapa de innovación AgTech en América Latina y el Caribe. 66 p.
- 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.
- _____(2018). Monitoreo de la Agenda Digital para América Latina y el Caribe eLAC 2018. 74 p.
- Dirven, M. (2011). El empleo rural no agrícola y la disminución de la pobreza rural. ¿Qué sabemos en América Latina en 2010? Conocimiento y cambio en pobreza rural y desarrollo. Documento de trabajo N°2. Enero de 2011.
- Echeverría, R. (2020). Innovation for sustainable, healthy and inclusive food systems and rural societies in Latin America and the Caribbean. A 2021-2025 framework for action. 32 p.
- 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-agricultura-de-precision/> Visitada en noviembre de 2019.
- IICA – BID – Microsoft (2020). Conectividad rural en América latina y El Caribe. Un puente al desarrollo sostenible en tiempos de pandemia. 120 p.
- ITU – FAO (2016). E-Agriculture strategy guide. Piloted in Asia-Pacific countries. 222 p.
- ITU. 2019. Measuring digital development. ICT prices trends 2019. ITU publications. 178 p.
- Méndez, A y J. Vélez (2018). Evolución de la Agricultura de Precisión en Argentina durante 20 años.
- Namdar, M., O. Sotomayor, M. Rodrigues, A. Rodriguez y P. Wander (2020). Tendencias estructurales en la agricultura de América Latina. Desafíos para las políticas públicas. serie Recursos Naturales y Desarrollo, N° 201 (LC/TS.2020/156), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) 2020.
- 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. 13 p.
- 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. 163 p.
- Ramírez, E. (2019). Innovaciones Digitales, Pobreza Rural y Agricultura. 2030 - Alimentación, agricultura y desarrollo rural en América Latina y el Caribe, N° 36. Santiago de Chile. FAO.
- Sotomayor, O., A. Rodríguez, M. Rodrigues y P.Wander (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, pp. 199 - 222.
- Trigo, E. y P. Elverdin (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, No. 19. Santiago de Chile. FAO. 18 p.
- Trivelli, C., y J. A. Berdegú (2019). Transformación rural. Pensando el futuro de América Latina y el Caribe. 2030 - Alimentación, agricultura y desarrollo rural en América Latina y el Caribe, No. 1. Santiago de Chile. FAO. 76 p.
- Unión Internacional de la Telecomunicaciones (2019). Propuesta de Estrategia para el desarrollo y adopción de la e-Agricultura en Chile.

Introducción

Las tecnologías digitales juegan un rol muy relevante en la agricultura y el desarrollo rural, a través de la cadena digital, y de las cadenas alimentarias, en las etapas de captura de información; Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i); provisión de información y transferencia de tecnología; en las comunicaciones entre los propios actores rurales; y en el proceso productivo propiamente tal.

Las tecnologías digitales, que son múltiples y muy variadas, juegan un rol muy importante en las cadenas agroalimentarias en sus distintos niveles y eslabones. Desde Plataformas, Sensores (Internet de la Cosas) y Drones; hasta *Big data*; *Cloud computing* e Inteligencia artificial. Algunas operan de manera directa en el proceso productivo agropecuario, como la información para la toma de decisiones de las plataformas y las maquinarias de agricultura de precisión; y otras operan sobre los actores que realizan la investigación y desarrollo, como la Big Data y la Inteligencia Artificial, para llegar a la agricultura a través de insumos, maquinarias o servicios desarrollados en los centros de investigación.

Existen múltiples formas de articular los contenidos de un capítulo de diagnóstico de políticas en agricultura digital. Puede ser desde la estructura de las cadenas, desde la demanda de servicios por parte de los actores, o desde la oferta de tecnologías, entre muchas otras. Para este capítulo referente a la situación de Argentina, se optó por privilegiar una mirada que fuera intencionada para la elaboración de alguna agenda o política al respecto.

Así, el tipo de bienes o servicios a que se refiere cada eslabón se estima que es útil para direccionar la acción pública, ya sea desde la provisión de infraestructura, acción normalmente ajena al quehacer de los ministerios de agricultura; la información general de acceso público, desarrollada por servicios públicos que normalmente no es apropiable por actores o grupos de actores en particular; las plataformas reservadas (bienes club) para el fortalecimiento organizacional o transferencia de tecnologías, que pueden ser una interesante línea de fomento; y finalmente los bienes claramente privados intraprediales, donde la mirada del estado normalmente se limita a la I+D+i, o algunos instrumentos de fomento o eventualmente subsidios.

Gran parte de este capítulo está basado en dos trabajos desarrollados por el Banco Interamericano de Desarrollo: La revolución Agrotech en Argentina (BID, 2018) y el Mapa de la innovación Agrotech en América latina y el Caribe (BID Lab, 2020). Se revisaron también otros textos, publicaciones e información de páginas web que son citadas tanto en el pie de página como registradas en la bibliografía al final del capítulo.

Agricultura en la Argentina

En Argentina hay 250.800 explotaciones agropecuarias, según el Censo 2018. Los cultivos anuales ocupan una superficie de 22,9 millones de hectáreas, y los cultivos perennes 1,1 millones de hectáreas. Las forrajeras anuales y perennes ocupan 7,4 millones de

hectáreas; y de la superficie destinada a “otros usos agropecuarios” 71 millones de hectáreas corresponden a pastizales¹.

Normalmente, la clasificación territorial de nivel macro divide el país en las Regiones Noreste 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, lo 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*”. Estos 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 (Universidad Nacional de La Plata, 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 el stock vacuno produciéndose principalmente en la zona este de la región, en el área húmeda, tradicionalmente ganadera desde su incorporación productiva (Universidad Nacional de la Plata, 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 Subandinas destaca la producción de llamas de doble propósito (carne y fibra); y en la Planicie pedemontosa 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 (Universidad Nacional de la Plata, 2015).

En la Región de Cuyo los viñedos son el rubro principal, complementado también 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

¹ Noticias agropecuarias.com: <https://www.noticiasagropecuarias.com/2019/11/07/argentina-tiene-casi-207-millones-de-hectareas-asignadas-a-diversas-formas-de-agricultura-y-ganaderia/#:~:text=Se%20censaron%2039.705%20EAP%20con,ganado%20caprino%20en%2031.896%20explotaciones>. Visitada en marzo de 2021.

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 (Gráfico 1, panel C), 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.

A. Infraestructura y condiciones básicas para la agricultura 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)². 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. Más allá de que siempre resulta útil la comparación entre los países de la región, el que estos indicadores sean compuestos, y que tampoco discriminen entre los tipos de territorio, hace necesario considerar otras condiciones básicas y otros factores para orientar la mirada de eventuales estrategias o agendas de desarrollo de la agricultura digital.

Según datos preliminares 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

² Según GSMA un 10% de aumento en la penetración de la Internet móvil tiene el potencial de elevar el PIB en un 1,2%, mientras que un 10% de aumento en la digitalización de un país puede provocar un incremento del PIB de un 1,9%.

³ 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. (Informe sobre la Medición de la Sociedad de la Información de 2017).

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)⁴.

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.

1. Cobertura de energía eléctrica en el territorio argentino

Al año 2015, Argentina alcanzó un máximo de 99,8% de cobertura, mientras que según el Censo de 2010 la cobertura era de 97,3% de la población. Sin embargo, para el mismo año 2015 se considera que un 30% de la población rural aún no ha sido abastecida, por encontrarse las viviendas muy alejadas entre sí (Ibáñez y otros, 2020).

A fines de los 90 se inició el Programa de Energías Renovables en Mercados Rurales (PERMER), programa del Banco Mundial que fomenta la energización en mercados rurales dispersos en Argentina, mediante el uso de fuentes renovables (principalmente solar y eólica). “Con la implementación de este proyecto se espera beneficiar a aproximadamente 30.000 usuarios de bajos ingresos. El número de beneficiarios dependerá del tamaño de los mercados de las provincias que se vayan incorporando, de su grado de electrificación mediante sistemas convencionales y de sus características socioeconómicas”⁵.

En su totalidad, la primera edición del Programa —PERMER I (2000-2012)— permitió la electrificación del 8,5% de la población rural dispersa a través de energía solar (1 MWp), eólica (0,9 MW) y de mini redes, beneficiando, aproximadamente, a 1.800 escuelas, 350 servicios públicos y 27.000 viviendas. En el PERMER II, iniciado en 2015, se espera que se instalen 45.000 sistemas más (Ibáñez y otros, 2020).

2. Acceso a Internet en territorios rurales

Según CEPAL, el 66,7% de los habitantes de Latinoamérica y el Caribe tenían conexión a Internet en el año 2019. “El tercio restante tiene un acceso limitado o no tiene acceso a las tecnologías digitales debido a su condición económica y social, en particular su edad y localización” (CEPAL, 2020).

En materia de comparaciones de acceso a Internet de territorios rurales en la región, el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), desarrollaron un Índice de Conectividad Significativa rural (ICSr), que combina el uso regular de Internet (acceso regular y permanente), dispositivo apropiado, datos suficientes y velocidad adecuada de conexión. Este índice se estimó para siete países (no incluye Argentina), y a partir de una correlación con el índice de Desarrollo de Banda Ancha, elaborado por el BID, se extrapoló para el resto de los países de la región (IICA-BID-Microsoft, 2020). El resultado muestra que Argentina estaría en el grupo de los países de Conectividad Media, junto a Uruguay, México, Trinidad y Tobago y República Dominicana.

⁴ <https://cedef.org.ar/2019/11/26/censo-agropecuario-argentino-y-tecnificacion-rural/>.

⁵ <https://permer.se.gob.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3699>.

Según el Censo Agropecuario de 2018 solo 35% de las EAP tienen acceso a Internet, y un 34% utiliza computadora. Este número representa una proporción baja de las explotaciones, lo que se debe a lo extenso del territorio nacional. Esto también esconde diferencias importantes, ya que por ejemplo en la Región Pampeana, más cercana a los grandes centros urbanos, habría una cobertura mucho mayor que la de las regiones Noreste y Noroeste. Por ejemplo, hay 68% de cobertura en la Provincia de Santa Fe, 29,9% en Mendoza; y 5,6% de cobertura en Jujuy y 7,8% en Formosa (CEDEF, 2019).

Cuadro III.1

Porcentaje por provincia de explotaciones agropecuarias (EAP) con Internet y computadora

| Provincia | Porcentaje EAP con computadora | Porcentaje EAP con Internet |
|---------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Santa Fe | 67,5 | 68,1 |
| Buenos Aires | 64,0 | 64,2 |
| Córdoba | 61,4 | 62,0 |
| Santa Cruz | 60,2 | 57,0 |
| La Pampa | 52,0 | 51,5 |
| Entre Ríos | 45,2 | 46,3 |
| Tierra del Fuego | 41,2 | 40,5 |
| Río Negro | 32,0 | 31,7 |
| Tucumán | 30,0 | 30,0 |
| Mendoza | 29,5 | 29,9 |
| San Luis | 28,1 | 28,7 |
| Chubut | 25,7 | 25,7 |
| Corrientes | 23,7 | 23,4 |
| San Juan | 22,6 | 22,4 |
| Salta | 19,2 | 19,5 |
| Chaco | 17,5 | 17,6 |
| Neuquén | 12,7 | 12,2 |
| Misiones | 10,3 | 10,4 |
| La Rioja | 8,5 | 8,7 |
| Santiago Del Estero | 8,1 | 7,9 |
| Formosa | 7,9 | 7,8 |
| Catamarca | 7,5 | 7,1 |
| Jujuy | 6,2 | 5,6 |

Fuente: Fundación CEDEF, en base a Censo 2018.

En octubre de 2010 el Poder Ejecutivo creó el Plan Nacional de Telecomunicaciones “Argentina Conectada”, cuyo objetivo principal era el desarrollo, implementación y operación de una Red Federal de Fibra Óptica (REFEFO), que llevaría adelante la empresa estatal ARSAT, con financiamiento del presupuesto nacional (Baladrón, 2019).

En cuanto a la situación actual del mencionado Plan, el Vicepresidente de ENACOM (Ente Nacional de Telecomunicaciones), Gustavo López menciona: “Con el ‘Programa Argentina Conectada’, la puesta en órbita del tercer satélite geoestacionario y los programas de ENACOM, como el de Aportes No Reembolsables y el de Internet en instituciones públicas, queremos llegar a más de 2 mil comunidades rurales que aún no cuentan con conectividad o tienen conectividad deficiente”⁶. En efecto, el mencionado tercer satélite se haría cargo de la conexión a Internet en las zonas en las que no pueda llegar la fibra óptica, por un tema de costo efectividad en las últimas millas, donde se accede a pocos usuarios. La gran extensión territorial del país muchas veces dificulta la llegada a la “última milla”, por lo que se busca la articulación de mipymes y cooperativas locales

⁶ Intervención oral en el Encuentro sobre conectividad en zonas rurales. 9 de diciembre de 2020.

para que estas puedan suplir lo que resta para su conexión. Las agencias del Instituto de Tecnología Agropecuaria (INTA), juegan también un rol relevante en la articulación de actores para acceder a estos beneficios de la última milla, y la conectividad en sus propias 350 agencias cumple un rol de conectividad importante para ciertos territorios. INTA tiene conectadas todas sus unidades, lo que ha colaborado llevando esos enlaces a territorios que estaban desprovistos⁷.

Más allá de estos avances y de las ambiciosas políticas para llegar a la cobertura universal, en la actualidad la conectividad es una limitante para el desarrollo de las TIC en el sector agropecuario, lo que incluso llega a afectar la voluntad de esfuerzo de las startups para desarrollar soluciones para estos territorios⁸.

En cuanto al costo que tiene el acceso a Internet para los habitantes del país, según datos de la Unión Internacional de las Telecomunicaciones (ITU), en el año 2017 el precio pagado en Argentina para una canasta estándar de comparación entre países (Banda ancha móvil, prepago, 500 MB por mes), medido en porcentaje del PNB p.c., ocupa el segundo lugar en la región, después de Uruguay, y le siguen Costa Rica, Chile y México (cuadro III.2).

Cuadro III.2

Precio canasta de banda ancha móvil prepago, de 500MB al mes, 2017, países de menor valor PNB p.c. en la región

| País | Porcentaje PNB p.c. | En dólares |
|------------|---------------------|------------|
| Uruguay | 0,27 | 3,49 |
| Argentina | 0,71 | 7,76 |
| Costa Rica | 0,84 | 7,75 |
| Chile | 0,95 | 10,79 |
| México | 1,10 | 7,93 |
| Brasil | 1,4 | 10,01 |

Fuente: Seleccionado de ITU, 2017.

Para el caso de una canasta de 1GB de post pago, medido en porcentaje del PIB per cápita, Argentina estaría en tercer lugar, después de Costa Rica y Uruguay. Sin embargo, para esa misma canasta medida en dólares, el costo para el caso de Argentina sería mayor al de Costa Rica, Uruguay, México y Bolivia (ITU, 2018).

3. Alfabetización digital

Si bien como se menciona al principio de este punto el aumento de cobertura de Internet tiene una relación directa con el crecimiento del PIB de los países, las desigualdades dentro de un mismo país en cuanto a las aptitudes básicas y generales se corresponden con patrones históricos de desigualdad económica, lo que se traduce en brechas entre los distintos sectores sociales de los países (ITU, 2018). Con esa afirmación entonces, la brecha socioeconómica rural urbana en los países de la región, incluida la Argentina, entonces se repetiría en cuanto a las aptitudes digitales de la población.

No sería entonces un pase automático el nivel de conectividad con el aporte al crecimiento y desarrollo de los países, se requiere el desarrollo de capacidades digitales específicas en la población para aprovechar estas tecnologías.

En opinión de actores nacionales de Argentina relacionados con la materia, los usuarios en general no están educados en lo digital, ni en la ciudad ni en el campo⁹.

⁷ Fernando Riccitelli (INTA), comunicación personal.

⁸ Opinión de directivos profesionales de INTA Fernando Riccitelli, Cecilia Carsen y Guillermo Sánchez, en comunicación personal.

⁹ Opinión de Hugo Scolnik de ARSAT, en Encuentro sobre conectividad en zonas rurales. 9 de diciembre de 2020.

Las capacidades digitales específicas, para ciertas labores de manejo de la información, son reportadas por UIT para grupos de países, siendo en general más amplias las brechas entre países desarrollados y países en desarrollo, que entre territorios urbanos y rurales (cuadro III.3).

Cuadro III.3

Distribución de las capacidades digitales específicas en la población, 2017

| Capacidad digital específica | Porcentaje de la población | | | | |
|---|----------------------------|----------------------|----------------------|-------------|------------|
| | Promedio mundial | Países desarrollados | Países en desarrollo | Zona urbana | Zona rural |
| Copiar y mover archivos y carpetas | 52 | 58 | 43 | 54 | 41 |
| Enviar e mail con archivos adjuntos | 52 | 63 | 36 | 54 | 37 |
| Usar herramientas de copiar y pegar | 48 | 54 | 38 | 48 | 34 |
| Trasferir archivos entre PC y otros equipos | 43 | 53 | 28 | 49 | 36 |
| Encontrar y bajar información, instalar y configurar software | 35 | 44 | 22 | 38 | 28 |
| Conectar e instalar nuevos dispositivos | 33 | 42 | 22 | 30 | 19 |
| Usar fórmulas básicas en planilla electrónica | 33 | 40 | 24 | 37 | 25 |
| Crear presentaciones electrónicas | 28 | 34 | 20 | 30 | 20 |
| Escribir programas computacionales | 5 | 6 | 4 | 5 | 3 |

Fuente: Elaboración propia, con datos UIT, 2018.

En contexto de pandemia, el elemento de alfabetización digital, que juega en conjunto con el acceso a una buena conectividad, ya sea como círculo vicioso (en cuanto a que a menor conectividad menor aprendizaje) o virtuoso, opera como un multiplicador del efecto pandemia en la brecha urbano rural del desarrollo. Según IICA-BID (2020), basada en datos de PISA 2018, en Argentina un 64% de los estudiantes de zonas rurales tendrían acceso a Internet en el hogar. Esto corresponde a un valor medio en la región, donde Chile, Uruguay, Brasil, República Dominicana y Costa Rica tienen coberturas superiores a la de Argentina.

En cuanto a acceso de computadoras en el hogar para tareas escolares, en Argentina un 94% de los estudiantes del quinto quintil tendrían acceso a ellas, y sólo un 38% de los estudiantes del primer quintil (IICA-BID, 2020).

En la Argentina rural, como se mencionó anteriormente, hay problemas importantes de conectividad, lo que merma la posibilidad de trabajar en la alfabetización digital. Desde el año 2012 se desarrolla con la colaboración de UNICEF el programa Escuelas Secundarias Rurales Mediadas por TIC, programa que ha permitido dictar la educación media, antes inexistente en muchos territorios, a través del apoyo de las TIC. “Hay ocho secundarias mediadas por tecnología con 90 sedes en parajes rurales en las provincias de Chaco, Salta, Jujuy, Misiones, Tucumán y Santiago del Estero. Más de 100 profesores de las disciplinas del nivel secundario, 140 docentes tutores y 14 auxiliares docentes indígenas acompañan a más de 1.500 estudiantes. De ellos, un 46% pertenece a más de 10 comunidades de pueblos originarios.”...[“ El acceso a una red interna escolar con contenidos educativos *offline*, así como el uso de Internet y los celulares, participan del proceso de enseñanza y aprendizaje junto con los docentes y alumnos” (UNICEF)¹⁰.

Previo al mencionado programa apoyado por UNICEF, se llevó a cabo Conectar Igualdad, un programa nacional que se implementó entre 2010 y 2012 en escuelas de educación secundaria, educación técnico-profesional, educación especial e institutos superiores de formación docente. Distribuye una computadora portátil a cada estudiante y docente de las mencionadas escuelas en todo el país (3 millones de notebook), junto con lineamientos pedagógicos para su utilización. Se crea a principios del año 2010 por medio del Decreto presidencial 459, en el marco de la Ley Nacional de Educación 26.206 (Lago y otros, 2012). Para el año 2021 se ha reinstalado el programa, y espera entregar 500 mil computadores, privilegiando a alumnos de escuelas interculturales bilingües y escuelas rurales¹¹.

¹⁰ <https://www.unicef.org/argentina/que-hace-unicef/educaci%C3%B3n/escuelas-secundarias-rurales-mediadas-por-tic>.

¹¹ <https://www.telam.com.ar/notas/202101/541355-trotta-educacion-entrega-computadoras.html>.

B. Bienes públicos, 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 extrapredial 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 de información de pronósticos, agrometeorología y sistemas de alerta, imágenes satelitales y de radares, y datos climáticos. Se trata de información importante para la investigación y desarrollo en la agricultura de la Argentina, y también de datos de utilidad directa para la toma de decisiones de los agricultores.

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, a través de <http://sig.inta.gov.ar/#/forecast>. Entrega pronósticos 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 completa 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.

¹² Indicador elaborado en base a temperatura y humedad, información relevante para el bienestar del ganado.

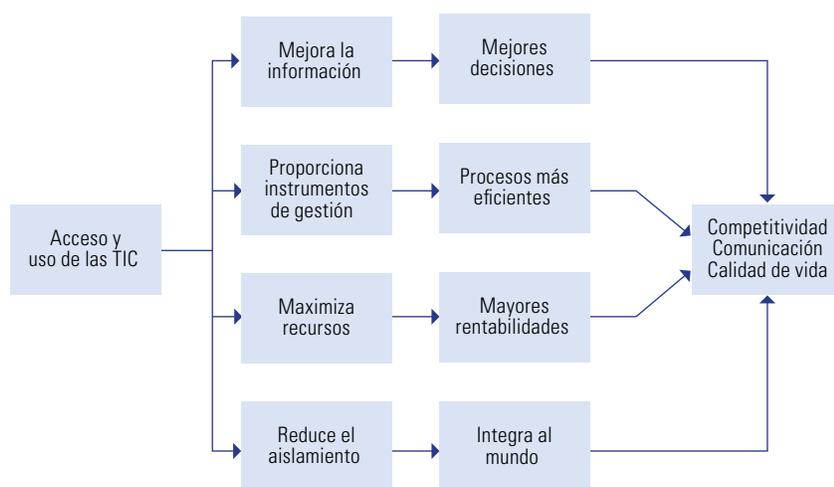
C. Bienes reservados, redes de trabajo asociativo

Lo bienes reservados, también llamados bienes club, si bien técnicamente podrían ser asequibles públicamente, a través de barreras para el ingreso segmentan un grupo de beneficiarios a los que les beneficia un trabajo asociativo, ya sea en información técnica económica (transferencia tecnológica horizontal y/o interactiva), comercialización asociativa, de productos, insumos y servicios, y materias relativas a organizaciones rurales, tanto productivas como de representación. Muchas veces estas plataformas tienen un lado público, por el cual se promueven productos y servicios para ser demandados por otros actores, pero cuentan con un lado reservado en el que se realiza el trabajo asociativo internamente.

Acerca de las comunidades virtuales de agricultores FIA-BID (2011) mencionan que “Hoy más que nunca se vive una suerte de ‘infointoxicación’. Es decir, existe un exceso de información y en la mayor parte de las veces ella está disponible en formatos poco comprensibles para los usuarios. Las CVR (comunidades virtuales por rubro) buscan, además de identificar la información útil, crear los formatos y canales adecuados para su entrega.” Si bien este también es un elemento válido para las plataformas de bienes públicos, desarrolladas en el punto anterior, al trabajarse a nivel de bien club se puede hacer mucho más específica la selección de información, y más direccionada a los temas comunes de sus integrantes. A esto se suma la posibilidad de interacción entre los actores para desarrollar economías de escala, para compra de insumos y servicios, como para la venta de productos. Es decir, se pueden abordar las clásicas fallas de mercado que afectan a los pequeños productores tanto en información técnica como económica para la toma de decisiones.

Diagrama III.1

Causa efecto del uso de las TIC en comunidades virtuales agrícolas



Fuente: FIA-BID, 2011.

En Argentina, como en el resto de la región, el trabajo de articulación que ya llevaban a cabo las cooperativas y otras organizaciones de productores, ha ido incorporando herramientas digitales en la medida de los avances en conectividad y alfabetización digital. Esto en temas de comunicación interna, como también en acciones de transferencia tecnológica, que a raíz de la pandemia en 2020 ha acelerado su uso, cuando existen las condiciones base.

Por el alcance territorial que tiene, es importante destacar la aplicación Agencia Virtual del INTA, que se encuentra activa desde 2017, involucra a toda la estructura organizacional del INTA y permite el seguimiento e intervención de Agencias de Extensión, Estaciones Experimentales, Centros e Institutos que el organismo posee a lo largo y ancho del país. “La aplicación INTA Agencia Virtual brinda una herramienta de comunicación técnica con y para la sociedad. Mediante la instalación de esta App en un celular Android, el ciudadano puede contactarse con una Agencia de Extensión y realizar una pregunta. La aplicación envía la consulta a la Agencia de Extensión Rural más cercana. Un responsable designado recibe una notificación y la responde o deriva a un especialista para que el usuario obtenga una respuesta en un lapso de tiempo no superior a las 72 horas. Una serie de alertas permite realizar el seguimiento de las consultas en las Agencias de Extensión Rural y Estaciones Experimentales Agropecuarias.” El INTA define a la Agencia Virtual como “una herramienta de gestión innovadora que, desde las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, propone una actualización de las formas de consulta e intercambio entre técnicos y usuarios del sistema de extensión de INTA. De esta manera, las agencias de INTA se ponen a disposición para la accesibilidad de todo aquel que tenga un celular para hacer una consulta sin importar la región ni el segmento productivo”¹³.

Imagen III.1
Agencia virtual INTA



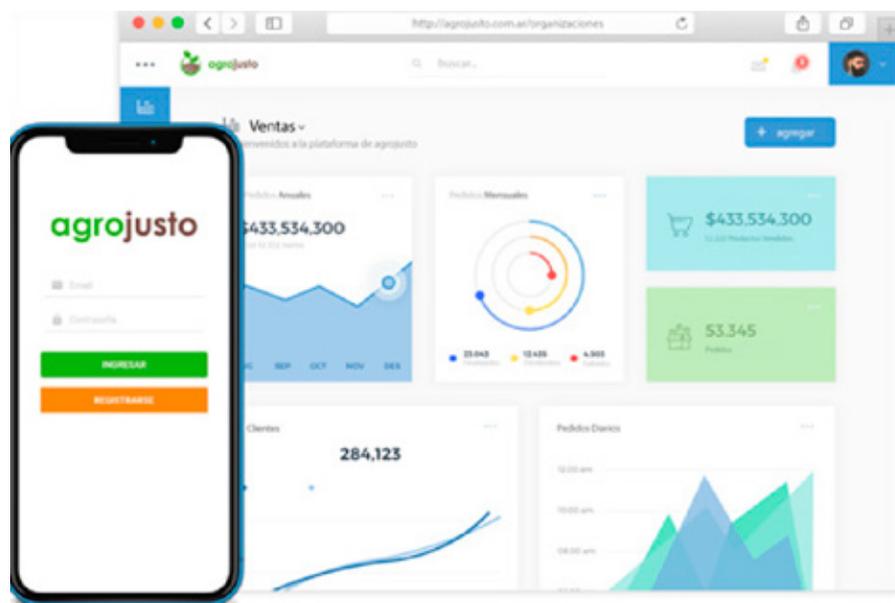
Fuente: www.inta.gob.ar.

En el ámbito de la comercialización de productos, destaca la plataforma AGROJUSTO. En 2018 comenzó como una startup que buscaba conectar a pequeños agricultores y cooperativas con consumidores, mediante una aplicación que hacía de nexo entre productores frutihortícolas y el mercado, y que le valió un premio del INTA. Luego, con el apoyo del Centro de Implementación para la Equidad y el Crecimiento (CIPPEC) y del BID LAB, el laboratorio de innovación del Banco Interamericano de Desarrollo, se logró ampliar su alcance.

¹³ <https://inta.gob.ar/noticias/inta-agencia-virtual>.

“AGROJUSTO funciona como una “plataforma de plataformas”, ya que quienes se logean obtienen las herramientas para abrir su propia web de ecommerce. Pero no sólo eso, también tiene integrada una red social exclusiva para los usuarios, donde los productores podrán ponerse en contacto con otros y generar vínculos comerciales. En este sentido, la plataforma permite que cada productor le asigne un precio a su producto y se eviten los problemas de baja rentabilidad de la producción. A futuro plantean tener integrado un sistema de sugerencia de precios en función de los costos de cada usuario” (Bichos de campo, 2020)¹⁴.

Imagen III.2
Plataforma AGROJUSTO



Fuente: www.agrojusto.com.ar.

Según menciona el estudio de Agrotecnologías del BID (2017), a esa fecha existían varias ofertas privadas desarrolladas por startups referentes a información extrapredial para la gestión: una plataforma para consultas técnicas agronómicas, seis de logística y articulación de oferta con demanda de productos, y seis iniciativas que ofrecen software de gestión para las empresas agropecuarias.

D. Bienes privados, procesamiento de información predial y automatización

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.

¹⁴ <https://bichosdecampo.com/que-es-agrojusto-una-plataforma-gratuita-para-potenciar-el-mercado-online-de-la-agricultura-familiar/>.

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 (World Economic Forum, 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 tiene 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.

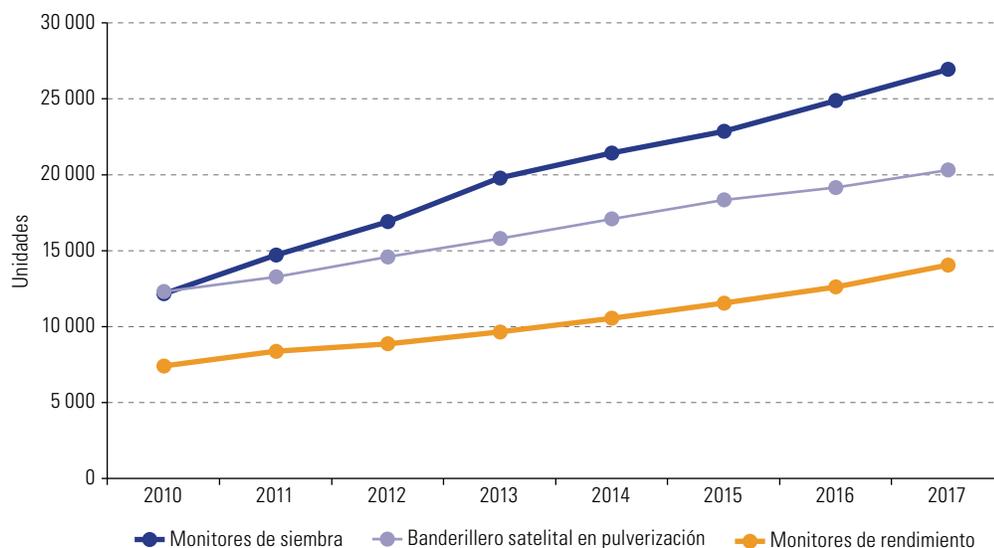
En el gráfico III.1 se muestra el gran crecimiento que ha tenido la venta de estos equipos de agricultura de precisión en la Argentina. Entre 2010 y 2017 el crecimiento anual de su venta fue de 12,1% para los monitores de siembra, 9,6% para los monitores de rendimiento y 7,4% para los banderilleros satelitales 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 equipos a la proporción que se estima en operación, teniendo en cuenta parámetros de amortización y las tasas estimadas de no utilización de equipos disponibles por parte de los operarios, se estimó el equipamiento que estaría trabajando en campo en el año 2017. “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 esa 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, buscando que la tecnología llegue también a medianos y pequeños productores y contribuyendo con la validación de campo de los desarrollos que realizan las mipymes y startups nacionales para aplicaciones y equipamientos que optimicen el uso de estos equipos¹⁵. 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.

Gráfico III.1

Ventas acumuladas de equipos de agricultura de precisión en la Argentina



Fuente: Elaboración con datos de Méndez y otros, 2018.

Haciendo una historia de la innovación en el sector agropecuario argentino, en el documento del BID referente al desarrollo de las agrotecnologías (BID, 2018) se mencionan los elementos determinantes de estas tecnologías digitales, que son diferentes a los *drivers* que en general a través de la historia han intencionado la investigación, desarrollo e innovación en la agricultura. Según este texto los principales determinantes de los procesos innovadores vinculados a estas nuevas tecnologías son:

- Proceso innovador de características diferentes. Lo tradicional es que las tecnologías agropecuarias sean gatilladas desde la demanda. En este caso parece ser impulsada desde la oferta. Es una oferta desarrollada en general para otros sectores económicos, que puede tener también aplicaciones en la agricultura.
- Dificultades para identificar los impactos económicos con claridad. La mayoría de las NTD (Nuevas Tecnologías Digitales) son facilitadoras, pero sólo en el caso de unas pocas es factible establecer una relación inequívoca entre su uso y un beneficio específico. Se refiere a tecnologías que en cuanto a beneficios privados se trata de aumentos marginales en los rendimientos, o a bajas en los costos, que deben rentabilizar inversiones a veces importantes.
- Nuevos actores. Desarrolladores independientes y empresas de distinto tipo, desde startups hasta mipyme consolidadas en los mercados de algunos de los componentes de las nuevas tecnologías —como *software*, controladores de flujo, sensores y servicios de gestión y asesoramiento—, que ven oportunidades de

¹⁵ Comunicación de profesionales de INTA.

expandir sus negocios en el sector. Esto a diferencia de los actores principales en la oferta tecnológica agropecuaria tradicional: Institutos de investigación (generalmente públicos) y universidades.

- Marco institucional. las NTD están siendo desarrolladas dentro de un sistema institucional donde el protagonismo es fundamentalmente del sector privado.

Según el citado estudio de Revolución Agrotech en Argentina (BID, 2018), a esa fecha había una cincuentena de servicios desarrollados o en desarrollo por startups y mipymes de tecnologías digitales que entregan soluciones de aplicación prediales, muchas asociadas al funcionamiento de maquinarias agrícolas, otras a la producción ganadera, sensores y otros instrumentos asociados al riego tecnificado, y varias con provisión de información acerca de los recursos productivos prediales.

En cuanto a emprendimientos Agtech desarrollados en la Argentina, el estudio de BID Lab (2020) identificó 104 iniciativas: 52% de éstas dirigidas a sistemas agrícolas en general, 26% a cultivos extensivos, 15% a ganadería y 2% a cultivos permanentes.

Como ya se mencionó, a diferencia de las tecnologías agropecuarias tradicionales, en las estructuras de I+D vinculados a las nuevas tecnologías agropecuarias operan actores más dinámicos, dentro del ecosistema. Se trata de desarrolladores independientes y de empresas de distinto tipo, desde startups hasta mipymes consolidadas en los mercados de algunos de los componentes de las nuevas tecnologías —como *software*, controladores de flujo, sensores y servicios de gestión y asesoramiento—, que ven oportunidades de expandir sus negocios en el sector. Estas empresas, dependiendo de si entregan un servicio a los agricultores o se encargan de poner en el mercado un producto físico (dispositivos o integración de aparatos en la maquinaria agrícola tradicional), se clasifican en dos grupos (BID, 2018):

- i) Empresas de servicios, base en la optimización digital del uso de dispositivos, *software* y algoritmos dirigidos a mejorar la gestión y/o eficiencia de alguna función o de la empresa agropecuaria en su conjunto. En este grupo están los sistemas de apoyo a la toma de decisiones, como los *software* en control de gestión y los sistemas de optimización del uso de recursos, como suelos, aguas y pastizales.
- ii) Fabricación de dispositivos y maquinaria para la actividad agropecuaria. Fabricación de distintos tipos de dispositivos de uso transversal en la industria (medidores, sensores y dosificadores, entre otros), que desarrollan líneas para las tareas agropecuarias. Pueden llegar directamente al mercado o bien integrarse como proveedores de algunos de los otros actores, como los prestadores de servicios y los fabricantes de maquinaria.

Muchos de estos desarrollos provienen desde otros sectores de la economía, como desarrollos urbanos (*smart city*) o la industria, y encuentran un mercado relevante para expandir su desarrollo en el sector agropecuario. Son desarrolladas principalmente por el sector privado, y por tanto muchas veces concurren a instrumentos de fomento desde el área de la innovación tecnológica en general, más que al fomento agropecuario que se desarrolla desde la acción pública más directa.

De estas acciones de promoción de la innovación se identifican dos grupos bien definidos de mecanismos e instrumentos relevantes: las políticas de ciencia, tecnología e innovación, a nivel general y para el sector de las nuevas tecnologías digitales en particular; y los mecanismos de promoción y el apoyo al emprendimiento, aspecto central dado el carácter novedoso y emergente de las tecnologías en cuestión. En este último grupo (emprendimiento) el riesgo de “mortandad” de los negocios es un elemento específico, que lo diferencia del trabajo de fomento con tecnologías agropecuarias tradicionales. Esto por tratarse de pequeñas unidades de empresas privadas y por la baja madurez que tiene naturalmente un sistema de busca rupturas de lo tradicional

en su proceso innovador. Además, “dentro de un proceso inflacionario, como el caso de Argentina, las variables determinantes en los esquemas de estimación y gestión del riesgo se vuelven extremadamente difíciles de manejar” (BID, 2018).

Como marco general de política para el desarrollo de las TIC, desde principios de los 90 en Argentina se pasó de privilegiar el desarrollo de conocimientos científicos básicos a aproximarse a la innovación, a través del instrumento FONTAR. La institucionalidad se ordenó institucionalmente con el Gabinete Científico y Tecnológico (GACTEC) y la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica. “Estas transformaciones iniciaron un profundo proceso de cambio dentro de lo que incipientemente comenzaba a conocerse como el Sistema Nacional de Innovación de Argentina. Se separaban de forma clara las funciones de implementación y financiamiento de la I+D. Las funciones de implementación quedaban en manos del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y de instituciones tales como el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), la Comisión Nacional de Energía Atómica (CONEA) y la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), entre otras. El financiamiento era responsabilidad de la Agencia a través de sus fondos especializados, el FONTAR para los emprendimientos productivos y el FONCYT (Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica) para las actividades de I+D.

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 software¹⁶.

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 resumen, 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 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

¹⁶ Información provista por Guillermo Sánchez, Gerente de Relaciones Internacionales de INTA.

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.

E. Políticas, estrategias e institucionalidad

Como se ha desarrollado a través del capítulo, Argentina tiene ambiciosos planes de cobertura de Internet en el territorio que avanzan gracias a una combinación de avance en la inversión en fibra óptica, soluciones colectivas entre organizaciones de productores y actores públicos como INTA para ir llegando a los lugares más apartados, y la inversión en cobertura satelital programada para llegar a la cobertura nacional. Aun así, debido a la gran extensión territorial del país, sólo del orden del 50% de los agricultores del país sería usuario de Internet, lo que representa un importante desafío para las ambiciosas metas de cobertura.

En alfabetización digital a nivel rural hay esfuerzos importantes, como el del programa Conectar Igualdad desarrollado a principios de la década, y que se ha revitalizado en la actualidad en parte a raíz de la necesidad generada por la pandemia. Igualmente, la alfabetización naturalmente no puede ir más allá del avance en la cobertura de Internet, que podría ser tal vez el elemento cuello de botella para la infraestructura en general.

En materia de bienes públicos, como información climática, de suelos, productividad, hidrología, entre otras, parece ser un área bien provista como base para el desarrollo de tecnologías. A la vez se cuenta con los sistemas de información pública directa para los agricultores en materia de agrometeorología. Esto se complementa con otros sistemas de información más localizados al predio que son provistos por startups en las zonas más centralizadas del territorio.

En cuanto al desarrollo de plataformas interactivas, aún con las limitantes de conectividad hay experiencias importantes como la Agencia Virtual de INTA, que está disponible para todos los agricultores y que en situación de pandemia ha tenido una demanda muy creciente.

Finalmente, en cuanto a desarrollo de bienes privados de aplicación a nivel predial, mucho de su desarrollo se ha generado por la demanda por mecanización de grandes agricultores, que ha sido provista por grandes empresas internacionales con herramientas de agricultura de precisión. Y debido a esa gran demanda de los nuevos sistemas productivos, y al desarrollo de políticas de I+D, se han ido desarrollando importantes innovaciones desde el mundo de las empresas y startups de tecnologías digitales, las que han ido cubriendo esta gran demanda de servicios que es la agricultura de la Argentina. Esto ha sido complementado y acompañado desde las instituciones de investigación y desarrollo agropecuario más tradicionales, como el INTA y las universidades.

1. Avances en la elaboración de agenda digital para el sector agropecuario

En la actualidad no hay una articulación institucional entre actores que pueda desembocar en una agenda común.

En materia particularmente de cobertura de Internet en el territorio, que parece ser a todas luces al mayor cuello de botella para profundizar el desarrollo de la agricultura digital, existe un trabajo conjunto importante entre las instituciones, desde ENACOM en las políticas,

ARSAT en la cobertura territorial, e INTA y otros actores sectoriales en la articulación de estos avances con los agricultores en los territorios más apartados, con los que se construyen soluciones a la medida para acceder a las últimas millas de la fibra óptica con otro tipo de soluciones. Sin embargo, en cuanto a administración y manejo de los datos públicos y privados no existe un desarrollo importante para contribuir a la Big Data, en parte tal vez porque la institucionalidad pública sería más bien autosuficiente al respecto.

En materia de bienes privados para la agricultura digital a nivel predial no existen iniciativas de articulación que puedan llegar al diseño de una agenda. Sin embargo, la recientemente creada Dirección de Innovación Tecnológica y BPA del MAGyP, podría ser un punto de articulación de los actores. A la fecha esta Dirección ha convocado a las *startups* de agrotecnologías para la realización de un catastro, que incluye breve descripción de la empresa y los servicios que proveen, en un esfuerzo de articulación de oferta con la demanda que puede ser un inicio de iniciativa de coordinación.

En la actualidad sí hay iniciativas de nivel provincial que han logrado articular un trabajo conjunto, entre startups, empresas, universidades e INTA, todo esto al alero de la denominación de este desarrollo tecnológico como Agro 4.0. Es el caso del Centro de Innovación y Tecnología Aplicada (CITA- AgTech), en Santa Fe.

Bibliografía

- Baladrón, M. (2019). El Plan Argentina Conectada: una política de estado desde la infraestructura de comunicaciones. En: *Ciencia, Tecnología y Política*. Año 2, Número 2, enero-junio de 2019.
- BID (2018). La revolución Agrotech en Argentina. Financiamiento, oportunidades y desafíos. 100 p.
- BID Lab (2020). Mapa de innovación AgTech en América Latina y el Caribe. 66 p.
- CEPAL (2020). Universalizar el acceso a las tecnologías digitales para enfrentar los efectos del COVID – 19. *Informe especial COVID – 19*. Número 7.
- FAO (2011). Argentina: el rol de la agricultura familiar. En: *Agronoticias: actualidad agropecuaria de América Latina y el Caribe*. <http://www.fao.org/in-action/agronoticias/detail/es/c/508361/>.
- Fundación CEDEF. 2019. Censo agropecuario argentino y tecnificación rural. <https://cedef.org.ar/2019/11/26/censo-agropecuario-argentino-y-tecnificacion-rural/>.
- Ibañez, María; Carina Guzowski; Florencia Maidana. 2020. Pobreza energética y exclusión en Argentina: mercados rurales dispersos y el programa PERMER. E-ISSN: 1659-2859 Volumen 99-01-2020 Enero-Junio.
- IICA – BID – Microsoft (2020). Conectividad rural en América latina y El Caribe. Un puente al desarrollo sostenible en tiempos de pandemia. 120 p.
- ITU (2018a). Measuring the information society report 2018. Vol 1. 204 p.
- _____(2018b). Measuring the information society. Volume 1. Statistical report. 204 p.
- _____(2017). Measuring the information society report 2017. Vol 1. 170 p.
- FIA-BID. 2011. De las comunidades virtuales al proyecto Yo Agricultor. *Serie FIA IDI, Plataforma Agropecuaria*. 123 p.
- Lago Martínez, S., A. Marotias y S. Amado (2012). Inclusión digital en la educación pública Argentina. El programa Conectar Igualdad. *Revista Educación y Pedagogía*, 24 (62) 1-268. Medellín, Universidad de Antioquia, Facultad de Educación.
- Méndez, A. (2021). Integración de ecosistemas Agtech argentinos. Dirección de Innovación Tecnológica y BPA. MAGyP.
- Méndez, A. y J. Vélez (2018). Evolución de la Agricultura de Precisión en Argentina durante 20 años.
- 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. 13 p.
- Universidad Nacional de la Plata (2015). Regiones productivas de la Argentina. En: *Curso Introducción a las Ciencias Agrarias y Forestales*. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 86 p.
- World Economic Forum (2018). Readiness for the Future of Production Report 2018. Insight Report in collaboration with A.T. Kearney. 266 p.

Introducción

Las tecnologías digitales están produciendo cambios profundos en la organización de la sociedad, abarcando todas las esferas, de la economía a la cultura, y la agricultura no queda afuera de este proceso. En los hechos, en Brasil, la agricultura y el agronegocio ejercen el liderazgo en muchas áreas en las cuales las tecnologías digitales vienen difundándose rápidamente, produciendo resultados y cambios significativos en todos los sistemas productivos de las cadenas agroindustriales.

Es indiscutible la rápida difusión de las nuevas tecnologías digitales en la agricultura brasileña y para confirmarlo basta con ver los noticieros, leer los periódicos o los blogs especializados. Es cada vez mayor el número de empresas con soluciones innovadoras que cubren todas las etapas de la cadena, generando y prometiéndole soluciones y beneficios que colocan al país en la frontera tecnológica y renuevan las condiciones para que Brasil mantenga y amplíe su posición como líder global en la producción de alimentos, materias primas agropecuarias y bioenergía. Las investigaciones sobre el acceso de los productores a las nuevas tecnologías comprueban este escenario y confirman que la difusión y la utilización es diferenciada entre productores, sistemas productivos y regiones. Para la mayor parte de los pequeños y medianos productores, la Internet y las herramientas derivadas son todavía secundarias, utilizadas para consultar y tener acceso a la información, mientras que para los productores más grandes ya se han transformado en herramientas de planeación y gestión del proceso productivo (Bolfé et al, 2020).

La aplicación de las tecnologías digitales en el ámbito de la agricultura puede revolucionar la dinámica del sector. Las diferentes aplicaciones para el campo permiten desde el seguimiento de las condiciones climáticas, el crecimiento de la plantación y el desempeño de las máquinas agrícolas, hasta el acompañamiento detallado de la salud de los animales y la rastreabilidad de los productos. Estas aplicaciones tienen el potencial de generar ganancias importantes, en términos de volumen, calidad y eficiencia de la producción, aumentando la competitividad de los productos agropecuarios brasileños en el escenario internacional. El McKinsey Global Institute estimó que en Brasil la aplicación de la tecnología digital puede resultar en ganancias de US\$ 5,5 a US\$ 21,1 billones hasta el 2025. La revolución no se limita a la tecnología usada por los productores, sino que impacta en toda la cadena de valor y en el propio ecosistema de innovación.

Las tecnologías y las innovaciones no son neutras. Incluso en países de economías e industrias más homogéneas, las innovaciones tienen impactos diferenciados entre sectores, regiones, empresas y productores. Algunos productores/empresas consiguen aprovechar mejor que otros los procesos innovadores, ganan espacio en los mercados, mientras que otros los pierden y hasta son eliminados de aquellos. Esto ocurre inclusive en empresas del mismo tamaño, con indicadores de competitividad equivalentes, pero que desarrollan diferentes habilidades que facilitan la apropiación de ciertos procesos de innovación, o se encuentran en momentos diferentes del ciclo de inversiones, para recordar dos factores que explican el impacto diferenciado de la innovación.

Los impactos de la innovación son aún más diferenciados en economías y sectores estructuralmente heterogéneos, como es el caso de la agricultura brasileña. No hay dudas de que la revolución digital abre nuevas oportunidades para los pequeños y medianos productores, pudiendo contribuir en la superación de algunas de las desventajas de escala, así como para reducir los costos de transacción. Tampoco parece haber dudas sobre el potencial de exclusión de este proceso, en particular para los productores que no consiguieron apropiarse de estas tecnologías e insertarse en las cadenas productivas “digitales” que pasarán a dominar las cadenas de la agroindustria. Este riesgo es grande, en especial cuando se tiene en cuenta la fuerte heterogeneidad de la agricultura brasileña y que un número significativo de productores quedó al margen de las ondas de innovación que transformaron el sector en los últimos 50 años, desde la década de 1970.

El telón de fondo de este estudio no es la agricultura digital o 4.0 en Brasil. El objetivo es reflexionar sobre la inclusión de los micro, pequeños y medianos productores/empresas en la agricultura 4.0, analizando la dinámica del proceso de innovación, los condicionantes para innovar y las políticas y estrategias que vienen siendo adoptadas.

A. Heterogeneidad estructural e innovación en la agricultura brasileña: contexto de la agricultura 4.0

Históricamente, la mala distribución de las tierras siempre estuvo directamente asociada a la heterogeneidad estructural de la agricultura brasileña. Sin embargo, en las últimas décadas el principal factor determinante de la dinámica productiva y de la reproducción de las desigualdades ha sido la capacidad de absorción tecnológica, o sea, de innovación en general.

En relación con este aspecto, es necesario tener claro que el relativo atraso tecnológico de muchos productores, en particular los pequeños, no se debe apenas, ni principalmente, a la falta de tecnología adecuada al tamaño del establecimiento, tesis ampliamente difundida en los medios académicos (ver Carvalho, 1992; Castro, 2012). Según Buainain et al. (2007), las dificultades y obstáculos enfrentados por los agricultores familiares están localizados en el ámbito de las condiciones de innovación, que envuelven factores y arreglos institucionales mucho más complejos que las características de la tecnología en sí y/o el tamaño de la propiedad.

Vale la pena indicar algunas de las dificultades y obstáculos porque son útiles para reflexionar sobre los desafíos de la inserción de los pequeños productores rurales en la Agricultura 4.0: i) características socioeconómicas de los productores (edad, nivel educativo, experiencia profesional, renta y patrimonio); ii) grado de organización de los productores, particularmente relevante para los pequeños productores, generalmente esparcidos por el territorio, que enfrentan restricciones asociadas a la escala mínima y a la capacidad para inversiones fijas; iii) disponibilidad y acceso a la información; iv) características de la producción y de los sistemas productivos (intensivos en capital o mano de obra, especializados/diversificados, anuales, permanentes, ciclos más cortos o largos); v) características de las propiedades y de los productores (localización, tamaño, topografía, condición de la tierra, de aversión al riesgo); vi) factores sistémicos (por ejemplo, infraestructura de carreteras, energía e irrigación; logística, red de distribución y asistencia técnica a las máquinas, equipos e instrumentos en general); vii) contexto macroeconómico, institucional y políticas públicas en general (servicios de asistencia técnica y extensión rural; instituciones de C&T; derechos de propiedad); viii) políticas sectoriales; y ix) factores aleatorios (Buainain et al., 2007).

Vieira Filho, Gasques y Ransom (2020) y Alves et al., (2013) corroboran esta visión e incluyen entre los factores determinantes de la elección y adopción de la tecnología, los rasgos de personalidad como aversión al riesgo, disciplina y ambición del agricultor, así como el acceso al conocimiento, al crédito y a los servicios de extensión rural.

La actual onda de innovación tecnológica y organizacional en la agricultura, asociada a la tecnología de información, comunicación, procesamiento de datos e inteligencia artificial, que viene siendo llamada Agricultura 4.0, está fuertemente marcada por la capacidad de innovación de los productores y las persistentes condiciones de heterogeneidad estructural de la agricultura brasileña. En este sentido, vale la pena presentar una visión general de la heterogeneidad estructural y de los aspectos más relevantes para la inserción de los productores rurales en los procesos de digitalización.

1. Acceso a la orientación técnica

De acuerdo con el Censo Agropecuario (IBGE, 2017), en 2017 apenas 20,7% del total de explotaciones agrícolas contaban con algún tipo de orientación técnica (18,7% entre los agricultores familiares). El acceso a la asistencia técnica se diferencia fuertemente según el estrato de renta: apenas 17,9% y 35,5% de las explotaciones con renta de 1 hasta 2 salario-mínimo equivalente (SME), y de 2 hasta 10 SME, respectivamente, recibieron orientación técnica, porcentajes que saltan a 64,6% y 88,8% para los establecimientos con renta de 10 a 200 SME, y arriba de 200 SME, respectivamente.

Las diferencias también son observadas entre las regiones y los productores familiares y no-familiares. Las regiones con una agricultura más avanzada registraron porcentajes más elevados de orientación técnica que las regiones más atrasadas, donde tales servicios son más necesarios. En la región Nordeste apenas 8,4% de los establecimientos indicaron haber recibido orientación, mientras que en la región Sur el porcentaje fue de 50,2%. Las diferencias entre familiares y no-familiares también son notables, y con excepción de la región Sur, el porcentaje de establecimientos no familiares con asistencia técnica fue casi el doble del de los familiares.

Es decir, incluso sin tener en cuenta la calidad de la asistencia técnica, que tiende a acompañar el nivel de renta, la situación revela una peligrosa precariedad, que sin lugar a dudas tiende a limitar la capacidad de innovación de los agricultores con menor nivel de renta para adoptar tecnologías más complejas, cuya gestión requiere apoyo externo, como es el caso de la transición digital.

2. Nivel de capitalización

El nivel de capitalización es una condicionante importante de los procesos de innovación general, y aún más al tratarse de los paquetes asociados a la 4.0, que requieren alguna infraestructura en el establecimiento, instalaciones y capital de giro para enfrentar el flujo continuo de gastos.

El tractor es el mejor indicador de capitalización presentado por el Censo, y en 2017 “apenas” 28,8% de los establecimientos tenían tractor, con grandes diferencias según el tipo de productor y región, y un panorama desfavorable para los familiares y las regiones menos desarrolladas del país. Es necesario indicar que el acceso al tractor es “facilitado” por programas de financiamiento especiales y por la fuerte presencia de la industria y su red de distribuidores, lo que no sucede con otros equipos e implementos. Paradójicamente, es más fácil hacer una inversión más costosa, para la cual el productor rural puede recurrir a financiamientos oficiales, que pequeñas inversiones que involucran el montaje de “paquetes” con artículos de fuentes diferentes, y que

no cuentan con esquemas consolidados de financiamiento o cuyo financiamiento es hecho directamente por el vendedor, en condiciones comerciales regulares, que en Brasil han sido desfavorables. Esta realidad puede dificultar mucho la difusión de las tecnologías digitales entre los pequeños productores.

3. Acceso a la energía eléctrica

La energía eléctrica de calidad es un bien intermedio básico para el uso de la tecnología digital. En 2017 casi el 84% de los establecimientos rurales brasileños ya contaba con energía eléctrica. Sin embargo, en muchas áreas la calidad del suministro de energía eléctrica es baja, lo que limita o encarece la incorporación de tecnología y sistemas productivos que necesitan energía, desde simples refrigeradores de leche hasta sistemas integrados y automatizados de irrigación. Además, el suministro también es distinto entre las regiones y entre los productores rurales. Entre los productores familiares, por ejemplo, el acceso a energía eléctrica variaba de un 70,3% en la región Norte a un 92,2% en el sur.

Cuadro IV.1

Indicadores que pueden acelerar o retardar las innovaciones en Brasil, 2006 y 2017

| Indicadores por grupo temático | Indicadores | 2006 | Porcentaje | 2017 | Porcentaje |
|--------------------------------|---|-----------|------------|-----------|------------|
| Capital | Establecimientos con energía eléctrica | 3 595 667 | 69,5 | 4 217 362 | 83,1 |
| | Área irrigada (millones de hectáreas) | 4,5 | | 6,7 | |
| | Establecimientos con tractores | 530 346 | 10,2 | 1 461 117 | 28,8 |
| Proceso productivo | Siembra en contorno o en curvas de nivel | 1 513 876 | 29,3 | 480 428 | 9,5 |
| | No hicieron fertilización | 3 337 063 | 64,5 | 2 901 941 | 57,2 |
| | Área de siembra directa (millones de hectáreas) | 17,9 | | 33,1 | |
| | Ninguna práctica agrícola | 2 176 885 | 42,1 | 2 224 000 | 43,8 |
| Características del productor | Edad del productor —menor de 25 hasta 35 años | 872 310 | 16,9 | 569 435 | 11,2 |
| | No sabe leer y escribir | 1 268 098 | 24,5 | 1 164 710 | 23,0 |
| | Propietario(a) de la tierra | 3 946 411 | 76,2 | 4 108 639 | 81,0 |
| Acceso a la información | Televisión | 2 378 608 | 46,0 | 2 665 873 | 52,5 |
| | Radio | 3 623 346 | 70,0 | 1 580 691 | 31,2 |
| | Internet | 75 407 | 1,5 | 615 094 | 12,1 |
| Muestra | Total de establecimientos | 5 175 636 | 100 | 5 073 324 | 100,0 |

Fuente: Vieira Filho, Gasques y Ronson (2020) elaborado a partir de los datos de los Censos Agropecuarios del IBGE (2006 y 2017).

4. Prácticas agrícolas e innovación

Los indicadores generales del proceso productivo para 2017 reafirman que, a pesar de algunos progresos en relación al 2006, la heterogeneidad es aún notable: 43,8% de los establecimientos no se beneficiaban de ninguna práctica agrícola, 57,2% no hicieron ninguna fertilización y apenas 9,5% hicieron siembra en curvas de nivel. Esos porcentajes son menos favorables para la agricultura familiar: 43,3%, 57,4% y 8,6%, respectivamente.

5. Características socioeconómicas del productor y familia

El análisis de las características de los productores rurales indica las dificultades y el potencial para la difusión de nuevas tecnologías. En apenas 15% del total de establecimientos el productor concluyó la enseñanza media, y entre la agricultura familiar el porcentaje es aún más bajo, de 12,4%. En el caso de la formación superior, apenas 5,6% del total de productores señalaron tener un curso superior completo, siendo que

entre la agricultura familiar el porcentaje es de 2,7% (15,1% entre los no-familiares). El porcentaje de analfabetos es elevado (23%), con diferencias significativas entre los tipos de productores y las regiones del país: en las regiones norte y noreste se encuentran porcentajes más elevados, 20,4% y 38,2%, respectivamente, y en las demás regiones sureste, sur y centro-oeste este porcentaje equivale a 9,9%, 4,2% y 8,8%, respectivamente. Entre los agricultores familiares el 26,4% se declaran analfabetos. No se puede ignorar que la gestión de las nuevas tecnologías es más compleja y exige tanto el acceso a servicios de formación continuada como autonomía para aprender operando, a partir de informaciones obtenidas en la propia web, con la experiencia de terceros, probando, equivocándose, corrigiendo y aprendiendo. La educación es cada vez más importante para la innovación en la economía digital.

Por otro lado, la agricultura brasileña pasa por un cambio generacional que favorece la innovación. Los jóvenes, con un nivel más alto de escolaridad, más familiaridad con las tecnologías digitales y más abiertos —por la propia edad— a las innovaciones en general, vienen asumiendo la gestión de los establecimientos familiares. En 2017 apenas 11,2% de los establecimientos tenían al frente a jóvenes de hasta 35 años, 41,9% eran conducidos por productores con edades de 35 a 55 años y casi la mitad por productores con más de 55 años. Eso significa que en los próximos años un número significativo de establecimientos será asumido por herederos, o cambiará de manos, factor que favorece la innovación y la transición digital.

6. Acceso a la información e infraestructura de Internet¹

Los indicadores de acceso a la información y de disponibilidad de infraestructura de Internet revelan que el medio rural en general todavía no ha entrado en el siglo XXI. Apenas 12,1% de los establecimientos contaban con Internet, 31,2% con radio y 52,5% con televisión. Para la agricultura familiar y las regiones norte y noreste, estos indicadores también revelan un cuadro preocupante y limitante para las innovaciones: 9%, 31,4% y 51,6%, respectivamente, para acceso a Internet, radio y televisión entre los agricultores familiares. Entre los agricultores de las regiones norte y noreste son 6,4% y 5,1% con Internet; 25,7% y 25,3% con radio; y 41,2% y 45,6% con televisión.

B. Importancia de los pequeños productores rurales en Brasil, disponibilidad de infraestructura y acceso a servicios y soporte tecnológico

La referencia al pequeño productor rural en Brasil debe estar rodeada de cuidados y alertas. Los análisis, incluso aquellos más detallados, son útiles apenas como aproximaciones de una realidad que sólo puede ser relatada y compilada en varios tomos dadas su gran diversidad y complejidad. La llamada pequeña producción es profundamente heterogénea, aún más heterogénea que la agricultura familiar, que tiene por lo menos al trabajo familiar como rasgo común. Ya la pequeña producción no tiene en común ni siquiera el área, que puede variar de 20 a 440 hectáreas (ver abajo).

De hecho, en un país continental como Brasil, con biomas tan distintos, el área que caracteriza un pequeño productor en el sur del país es muy diferente del área de un pequeño productor en el bioma amazónico, o en el semiárido nordestino. Esas diferencias se reflejan en la propia legislación de tierras.

¹ Datos extraídos y tabulados con base en el Censo Agropecuario 2017, disponible en: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuaria/censo-agropecuaria-2017>.

El módulo fiscal, fijado por el Instituto Nacional de Colonización y Reforma Agraria (INCRA) para cada municipio, varía de 5 a 110 ha. La ley N° 8.629/1993 (Art. 4, II y III) considera como minifundio a un inmueble con menos de 1 módulo, pequeña propiedad a los establecimientos con un área entre 1 y 4 módulos (20 a 440 ha), media a los inmuebles con área entre 4 y 15 módulos, y grande arriba de 15 módulos. Esto significa que un establecimiento de 25 hectáreas puede ser un minifundio, pequeño o mediano según el municipio, de la misma forma que un inmueble de 80 hectáreas puede ser un minifundio si se encuentra ubicado en un municipio cuyo módulo es de 110 hectáreas, o una propiedad grande si se encuentra en un municipio con módulo de 5 hectáreas. Esto da una indicación de la complejidad de los análisis adicionales para la pequeña propiedad en Brasil.

Con el objetivo de señalar las condiciones de los “pequeños” productores para innovar, se tomaron como referencia los establecimientos con un área de hasta 50 hectáreas que representan 81,4% del total de los establecimientos rurales, son responsables por 23,7% del VBP, ocupan 71,7% de las personas y representan la ocupación de apenas 12,8% del área.

El bajo nivel de ingreso de los pequeños productores con menos de 50 hectáreas se establece como una fuerte restricción a la capacidad de innovación en general. Considerando el Valor Bruto de la Producción como proxy para el ingreso, en las regiones sur y sureste la “renta mensual” del establecimiento fue de 4,1 a casi 6 salarios-mínimos mensuales (SMM), respectivamente, mientras que en los establecimientos de las regiones norte y noreste fue de 0,8 a 1,7, respectivamente. Inclusive considerando que los gastos con la producción sean bajos, este nivel de renta bruta no es suficiente siquiera para situar las familias arriba de la línea pobreza, lo que revela que la innovación, aun la más sencilla, tendría que ser impulsada por medio de políticas públicas que no están disponibles.

Cuadro IV.2

Comparación de las características de los pequeños y medianos establecimientos agropecuarios en relación al total de establecimientos agropecuarios por grandes regiones en 2017

| Región | Establecimiento (en millones) | | Área (en millones de ha) | | VBP ^{a,b} (en billones de reales) | | Ocupaciones (en millones) | | SMM ^c Hectáreas | |
|--------------|----------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| | Total | < 50 ha (en porcentajes) | Total | < 50 ha (en porcentajes) | Total | < 50 ha (en porcentajes) | Total | < 50 ha (en porcentajes) | Total | < 50 ha (en porcentajes) |
| Brasil | 5 073 | 81,4 | 351,3 | 12,8 | 465 | 23,7 | 15,11 | 71,7 | 36,1 | 2,5 |
| Norte | 581 | 66,1 | 65,2 | 8,5 | 31 | 22,5 | 2,01 | 63,1 | 11,7 | 1,7 |
| Noreste | 2 323 | 87,9 | 70,9 | 22,1 | 54 | 32,4 | 6,38 | 82,8 | 12,2 | 0,8 |
| Sureste | 969 | 80,3 | 60,3 | 16,6 | 132 | 24,6 | 3,19 | 62,6 | 51,0 | 4,1 |
| Sur | 853 | 85,2 | 42,9 | 23,1 | 123 | 37,2 | 2,34 | 76,0 | 57,5 | 5,9 |
| Centro-Oeste | 347 | 57,3 | 112,0 | 3,3 | 125 | 5,9 | 1,19 | 42,2 | 78,7 | 3,7 |

Fuente: Elaborado por los autores con base en el Censo Agropecuario/IBGE 2017 (2020).

Nota: El Salario mínimo mensual (SMM) del año de 2017 era de R\$ 937,00.

^a Del total de los establecimientos, 4.751.193 registraron algún VBP. De los establecimientos con hasta 50 hectáreas, 3.877.250 registraron algún VBP.

^b En general, los ingresos monetarios corresponden al 90% del valor de la producción.

^c SMM – salario-mínimo mensual.

En relación con la disponibilidad de infraestructura y acceso a los servicios básicos —ambos indispensables para la diseminación de las tecnologías digitales entre los pequeños productores— el cuadro confirma tanto la heterogeneidad regional como los niveles insatisfactorios de provisión y acceso. En la región Sur, 90% de los establecimientos con menos de 50 hectáreas tienen acceso a energía eléctrica y en la región Norte el porcentaje es de 70%. En relación a la Internet, aproximadamente el 15% de los establecimientos de la región Norte poseen Internet, porcentaje que sube a 42,4% en la región Sur. Los datos de utilización y soporte tecnológico a la producción de los establecimientos agropecuarios corroboran las informaciones anteriores e indican que, con excepción de las regiones sur y sureste, la proporción de los establecimientos con menos de 50 hectáreas que utilizan tecnologías es relativamente baja.

El cuadro descrito arriba, basado en las informaciones disponibles en el último Censo Agropecuario, revela un contexto por lo menos preocupante en relación a las perspectivas de inserción de los pequeños productores en el proceso de innovación en curso. Los indicadores promedio para estos productores esconden la profunda heterogeneidad entre ellos, pero son suficientes para confirmar la perspectiva negativa y las dificultades asociadas al atraso tecnológico, al bajo nivel de renta, a la baja capitalización, a la pobreza de un grande número pequeños productores y a los déficits de infraestructura y acceso a los servicios tecnológicos. Entre los pequeños productores hay algunos que se distinguen de este panorama general, y que han revelado dinamismo y capacidad de innovación. Este grupo, imposible de medir con base en los datos generales disponibles, está concentrado en las regiones sur y sureste, pero con presencia también en el noreste, principalmente en los perímetros irrigados, y podrían beneficiarse de las tecnologías digitales. Enfrentan, sin embargo, obstáculos en el acceso y utilización de esas tecnologías, que serán abordados en las próximas secciones.

Cuadro IV.3

Disponibilidad de infraestructura, acceso a soporte tecnológico a la producción, servicios básicos de establecimientos agropecuarios de hasta 50 hectáreas y más de 50 hectáreas en Brasil, por grandes regiones en 2017

| Variable | | Brasil | Norte | Noreste | Sureste | Sur | Centro-Oeste | |
|--|--------------------------------------|---------|-------|---------|---------|------|--------------|-----|
| Energía eléctrica (en porcentajes) | < 50 ha | 83,7 | 70,4 | 80,4 | 89,2 | 92,0 | 91,0 | |
| | + 50 ha | 80,8 | 74,4 | 68,3 | 92,4 | 88,2 | 91,3 | |
| Orientación técnica (en porcentajes) | < 50 ha | 17,9 | 8,3 | 7,5 | 24,7 | 45,5 | 16,3 | |
| | + 50 ha | 30,1 | 14,4 | 13,1 | 44,8 | 66,6 | 33,4 | |
| Internet (en porcentajes) | < 50 ha | 27,8 | 15,0 | 21,8 | 36,0 | 42,4 | 28,7 | |
| | + 50 ha | 28,6 | 16,8 | 20,8 | 38,5 | 50,1 | 28,3 | |
| Acceso a la información (en porcentajes) | < 50 ha | 72,4 | 62,0 | 64,8 | 80,1 | 87,7 | 85,0 | |
| | + 50 ha | 80,1 | 73,6 | 69,1 | 87,1 | 93,4 | 89,5 | |
| Fertilización ^a (en porcentajes) | < 50 ha | 48,9 | 22,4 | 36,4 | 66,9 | 81,1 | 41,0 | |
| | + 50 ha | 42,4 | 18,3 | 24,6 | 65,5 | 80,5 | 45,7 | |
| Agrotóxico ^b (en porcentajes) | < 50 ha | 35,0 | 21,3 | 26,3 | 35,5 | 68,6 | 26,2 | |
| | + 50 ha | 39,1 | 32,9 | 29,1 | 38,2 | 69,4 | 41,8 | |
| Calcáreo (en porcentajes) | < 50 ha | 12,8 | 6,2 | 3,5 | 29,6 | 24,4 | 14,3 | |
| | + 50 ha | 21,0 | 8,7 | 5,1 | 37,9 | 44,7 | 25,4 | |
| Irrigación | Establecimientos (en porcentajes) | < 50 ha | 10,5 | 7,4 | 9,9 | 17,9 | 6,7 | 7,3 |
| | | + 50 ha | 7,5 | 3,5 | 9,5 | 11,7 | 8,5 | 2,5 |
| | Área (en millones de ha) | < 50 ha | 1,6 | 0,1 | 0,5 | 0,9 | 0,2 | 0,0 |
| | | + 50 ha | 5,1 | 0,3 | 0,8 | 1,8 | 1,5 | 0,7 |

Fuente: Elaborado por los autores con base en el Censo Agropecuario/IBGE 2017 (2020).

^a Incluye los establecimientos que no hicieron fertilización pero que suelen hacer.

^b Incluye los establecimientos que no utilizaron ya que no necesitaron.

C. Los drivers de la agricultura 4.0 en Brasil

En el pasado, las innovaciones en la agricultura estaban fuertemente ligadas a la investigación pública, que sigue siendo relevante pero que viene perdiendo su protagonismo casi exclusivo. En el ámbito de la agricultura 4.0, la innovación y la difusión tecnológica vienen siendo impulsadas también por una pléyade de actores, movidos por dinámicas distintas, orientadas a objetivos y públicos también diferentes. Son micro, pequeñas, medianas y grandes empresas compitiendo -pero también cooperando- intensamente, generando y/o adaptando novedades a las condiciones de Brasil, empeñadas en ganar un espacio junto a los productores, en conquistar una porción relevante del mercado,

establecer sus estándares como los dominantes y asumir el liderazgo de procesos y definiciones estratégicas que ciertamente moldearán el futuro del sector y definirán los ganadores y perdedores.

En este ámbito emergen las *AgTechs*, startups pequeñas, flexibles y suficientemente creativas para identificar problemas, muchos puntuales, pero no por eso menos importantes. Ellas buscan posibles soluciones y recaudan recursos junto a inversionistas dispuestos a correr riesgos para transformar ideas en productos y servicios potencialmente rentables. Sin un pasado que las amarre, tanto desde el punto de vista tecnológico como organizacional, estas startups vienen permeando todo el sistema con libertad y flexibilidad para articularse con empresas privadas e instituciones de investigación establecidas, como EMBRAPA y las universidades, como socias en proyectos de investigación innovadores, o complementando trabajos ya realizados; o para actuar directamente junto a los clientes como proveedoras de soluciones intermedias a partir de las plataformas no personalizadas de grandes empresas; o en proyectos autónomos cuyo *pay off*, en caso de que tengan éxito, puede ser muy rentable.

Cuando se observa la cadena agropecuaria es notable la transformación que está ocurriendo en todos sus eslabones, de los productores de máquinas, equipos y bienes intermedios, a los distribuidores, comerciantes, industria procesadora, proveedores de servicios en general y consumidores. Esto significa que la transformación digital de la agricultura está recibiendo inputs y presión de todos lados. No es más el resultado de cambios en apenas uno o dos segmentos como en el pasado, sino que forma parte de una transformación general que está ocurriendo en toda la economía y la sociedad, aunque con velocidad y profundidad diferente.

Las innovaciones, determinadas por dinámicas propias de los mercados en respuesta a desafíos/oportunidades específicas de los varios actores y sectores, tienen en cuenta necesariamente el ambiente institucional vigente, el conjunto de restricciones y exigencias que enmarcan las acciones de los agentes, ya sea en el ámbito económico, social, ambiental e institucional. Esta “presión” oriunda de todos los eslabones de la cadena y la sociedad en general, se refleja directa o indirectamente en el eslabón “agricultura”, y los productores rurales responden adhiriéndose al proceso de transformación digital, del cual no pueden -ni quieren- escapar. Sin embargo, como se indicará más adelante, los agricultores no son pasivos ni mucho menos ingenuos, y en un proceso de aprendizaje que no excluye errores, vienen haciendo screening y selección de tecnologías que les sean útiles, al margen de modas y experimentos que sólo pocos pueden darse el lujo de hacer.

Las tecnologías digitales vienen siendo introducidas e impulsadas de forma descoordinada, principalmente por la dinámica de competencia entre las empresas que operan antes y después de la agricultura, ya sean como proveedoras de insumos, equipos y servicios, o en la distribución y transformación de la materia prima. En un segundo momento de la transición hacia la agricultura digital, las instituciones del sector público y privado comenzaron a apoyar la generación y difusión de tecnología, y a buscar mecanismos de coordinación de políticas e iniciativas. El ministerio de Agricultura, Pecuaria y Abastecimiento (MAPA) se destaca como el principal articulador en el área, con iniciativas que incluyen la creación de la Cámara del Agro 4.0, la Política Nacional de Incentivo a la Agricultura de Precisión, y la articulación de actores públicos y privados con interés en el área. Otros actores relevantes son la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA), el Servicio Brasileño de Apoyo a las Micro y Pequeñas Empresas (SEBRAE), las *AgTechs*, universidades, cooperativas y empresas estatales de asistencia técnica y extensión rural.

En los diferentes eslabones de la cadena de valor de la agroindustria, las empresas se han movilizado para transformar dichas oportunidades en negocios. Los fabricantes

de máquinas y equipos aparecen como uno de los principales vectores de generación y difusión de las tecnologías digitales, que están cada vez más integradas a las propias máquinas y equipos. La incorporación de la tecnología digital a las máquinas dio un salto cualitativo en los últimos años, ampliando sus aplicaciones, utilidad y potencial de adopción. Inicialmente, el foco principal de la tecnología era monitorear el funcionamiento de la propia máquina y mejorar su desempeño, con una utilidad relativamente restringida a los grandes productores y las empresas agropecuarias, ya que los pequeños y medianos productores poseen un número de máquinas pequeño y las operan y controlan directamente. Aun así, muchos productores entrevistados señalaron que adquirieron máquinas sofisticadas, con tecnología digital incorporada, pero que consideraban muchas de las tecnologías como un costo adicional que no se traducían en ventajas. Consultados sobre la decisión, encontramos argumentos que posiblemente reflejan la presencia de dos perfiles distintos de productores: unos adquirieron la tecnología con la expectativa de utilizarla y se frustraron, y otros argumentaron una falta de opción porque prácticamente todas las máquinas con la capacidad de trabajo exigida incorporaban las novedades tecnológicas. “Para ganar más, las empresas añaden muchas fruslerías, como ocurre también con los automóviles, que no me sirven pero que vienen junto con cosas que son útiles”, declaró un entrevistado.

Esta imagen parece reflejar el momento inicial y posiblemente ya superado del proceso de introducción de las “novedades tecnológicas” incorporadas en las máquinas. Dominado por las grandes empresas, el mercado de máquinas y equipos está caracterizado por una competencia feroz, con las empresas explorando todas las posibilidades para conquistar y mantener los clientes, desde los precios hasta la diferenciación de los productos, servicios postventa, asistencia técnica y financiamiento.

En pocos años la tecnología digital incorporada en las máquinas se amplió y enfocó desde la operación/funcionamiento de la máquina a la interacción entre la máquina y el proceso productivo propiamente dicho. Este es el primer componente del salto cualitativo: la tecnología comenzó a monitorear el proceso productivo y sus resultados, registrando y georreferenciando los procesos más relevantes, desde los indicadores más simples y con una interpretación directa, como la utilización de semillas, la cantidad de fertilizantes usada y de pesticidas aplicados, el producto cosechado, hasta indicadores intermedios como la densidad del cultivo, la altura y el crecimiento de las plantas, la humedad del suelo, entre otros. Mientras que el control de las máquinas permitía reducir su costo de operación, evitar problemas mecánicos o electrónicos y aumentar la eficiencia, el foco en el proceso productivo amplía la posibilidad de ganancias en la producción, racionalizando el uso de bienes intermedios y monitoreando las variables responsables por la productividad, como la humedad, las plagas y enfermedades o las fallas de siembra.

El segundo componente del salto cualitativo es la difusión de la tecnología a prácticamente todas las máquinas, y no sólo a las más sofisticadas. En palabras de un entrevistado, “estos controles son hoy como el aire acondicionado y los vidrios eléctricos en los carros, todos los tienen, de los populares a los de lujo.” Es claro que tal como la calidad/características/potencia del aire acondicionado varía mucho entre los automóviles populares a los de lujo, también la calidad/utilidad/funciones de las tecnologías digitales incorporadas en las máquinas y equipo agrícolas varía de acuerdo con el perfil del equipo.

El tercer componente del salto es el precio, que viene cayendo y contribuyendo a la ampliación del acceso por lo menos de los medianos productores, y finalmente, el cuarto componente es la preocupación por la capacitación de los productores para usar de forma productiva el equipo.

Un rasgo importante de la estructura de mercado y la dinámica de la competencia en este segmento de máquinas y equipo es la búsqueda por la fidelización de los clientes, que en el pasado se basaba principalmente en la actuación de las redes de distribución y asistencia técnica. A este atributo se le agregó la preocupación con los resultados producidos por el equipo. Las empresas están cada vez más conscientes de que el productor no puede agregar valor por medio del uso de sus equipos, si no obtiene por lo menos parte de los beneficios esperados. En tales casos su reputación corre riesgo inclusive si la falta de resultados es un problema resultante de las fallas de los propios productores y no de deficiencias del producto. Ellas saben que la percepción y la narrativa de los productores/consumidores es fundamental para la formación de la imagen del producto en los mercados locales, y por eso han invertido tanto en la asistencia al productor, apoyándolo para que pueda sacar los beneficios esperados del equipo, como en la adición de características/facilidades para responder a las demandas de los productores. La mayoría de las empresas que proporcionan máquinas, equipos y bienes intermedios para la agricultura incorporó en sus estrategias de mercado la capacitación del cliente para que use mejor la tecnología digital; las informaciones técnicas sobre el producto están siendo mejor trabajadas para facilitar la comprensión de los legos, y las redes de distribución están reubicándose para operar como puntos de información, orientación y capacitación. Es claro que vender continúa siendo el objetivo, pero según varios testimonios, la actitud ha cambiado porque la empresa está consciente que en este campo, marcado por una competencia exacerbada, la venta no puede estar basada en asimetría de información o en una comunicación que pueda ser engañosa.

El productor rural está siendo expuesto a la transformación digital de forma masiva, directa o indirectamente. El uso de máquinas y equipos cada vez más digitales es un vector importante de los cambios en curso. Otros, indirectos, también contribuyen a romper la resistencia cultural señalada como un obstáculo importante. Las empresas distribuidoras de productos y bienes intermedios que se relacionan directamente con los productores, incluso manteniendo las tiendas físicas, vienen innovando sus sistemas de gestión, motivadas y presionadas por la búsqueda de la eficiencia operacional, reducción de costos, agilidad en el contacto con el cliente, control de los inventarios, etc. Aunque sean cambios internos, se reflejan en las relaciones con los clientes y los expone a las ventajas de la digitalización. El resultado es que las compras remotas están creciendo, incluso en el interior del país, en una modalidad en la cual el cliente hace la búsqueda en el *site* de la empresa, coloca su orden por WhatsApp y concluye el negocio personalmente, con su vendedor de confianza.

La difusión de las innovaciones digitales entre los minoristas que abastecen a los productores rurales, y entre los *traders* y procesadores, ha sido muy rápida y también presiona a los productores—inclusive a los más recalcitrantes— a insertarse en el proceso de transformación digital. Aquí también los drivers son procesos internos, como mejorar los controles, reducir los costos de operación y transacción, presionados por la dura competencia en todos estos eslabones de la cadena. En algunos casos la introducción de la innovación está asociada a la necesidad de atender demandas propias de los mercados en los cuales actúan. *Traders*, cooperativas, procesadoras y comerciantes en general están cada vez más presionados por las exigencias de sus clientes relativas a la seguridad de los alimentos, y para atenderlas necesitan operar sistemas de monitoreo y rastreo convincentes, generar y usar datos relativos al proceso productivo, saber dónde, cómo, y qué fue usado, cuándo, y quién es el productor. Y estos controles no pueden ser hechos sin la participación directa de los productores, que de esta forma son también conducidos a incorporar tecnologías para ajustarse a este tipo de exigencia.

Cuando se piensa en los pequeños productores, uno de los principales drivers de la innovación son las cooperativas, que viene actuando de forma directa junto con la base de productores asociados como un canal de transmisión de las tecnologías digitales.

La actuación de las cooperativas responde a presiones y dinámicas propias. Sus socios son el activo más valioso de las cooperativas, justamente lo que las diferencia de otras empresas con las cuales compiten. Por eso incluso los socios son intensamente asediados, de forma legítima —y a veces también de formas oportunistas, que llegan al límite de lo que sería éticamente aceptable— por agentes de la cadena productiva que compiten directamente con las cooperativas. Tanto los vínculos económicos como la lealtad de los socios dependen también de la contribución que las cooperativas les pueden aportar, del valor que pueden agregar en la forma de servicios, acceso a mercados, capacitación o innovación tecnológica, entre otros. En este contexto, quedarse fuera o acompañar pasivamente, como espectador, la introducción y la difusión de la tecnología digital implicaría ceder a los demás competidores un papel estratégico que en última instancia podría amenazar la propia sustentabilidad de las cooperativas. Por eso muchas están actuando con vigor en la intermediación de las innovaciones tecnológicas, como socias de las empresas de tecnología o de forma autónoma, haciendo entrenamientos, dando asistencia técnica, contribuyendo en las elecciones y la difusión de estándares compatibles con los sistemas operados por ellas mismas.

Otro eje de introducción de la tecnología digital, también promovido por las cooperativas (y también por las agroindustrias y otros agentes), es la necesidad de controlar el origen y la calidad de los productos. La trazabilidad no es una novedad y ya venía siendo usada de forma bastante amplia en algunas cadenas, como la de carnes. Sin embargo, su uso era muchas veces una mera formalidad para atender reglas aprobadas por las autoridades de salud, útil para permitir algunas respuestas en momentos de crisis, la mayoría de las veces suscitada por reclamos y acciones de empresas y gobiernos extranjeros que amenazaban las exportaciones brasileñas. Los propios datos registrados eran limitados y de hecho no permitían el monitoreo completo del proceso productivo, necesario para asegurar y certificar la calidad e inocuidad de los productos. El avance de las tecnologías digitales abarata la adquisición de la tecnología por parte de los productores, viabilizando su uso y reduciendo su costo de utilización por la automatización de la recolección de datos y el uso de métodos digitales de recolección, que reemplazan a los viejos procesos de ingreso manual de datos en los sistemas informatizados. Muchas cooperativas que actúan en mercados de productos alimenticios, como en el sector del café, cacao o frutas, están introduciendo la tecnología para rastrear la calidad y origen de los productos, que ya llegan a sus almacenes “certificados”. La trazabilidad es por eso mismo un factor cada vez más relevante para la sustentabilidad de la producción agropecuaria, y ya es uno de los principales vectores para la difusión de las tecnologías digitales. Ese papel ganó aún más protagonismo con la pandemia, previéndose que su difusión sea más acelerada en el futuro.

La difusión de la tecnología 4.0 es rápida, pero existen barreras que condicionan el ritmo y el perfil de los innovadores. Los estudios ya publicados y las entrevistas realizadas muestran las limitaciones de la infraestructura de comunicación y de conectividad en el medio rural como el gran obstáculo para la amplia difusión de las TICs en el medio rural. Sin embargo, un análisis más cuidadoso de los procesos en desarrollo revela que la conectividad es apenas una de las barreras, y no “la” barrera. No siempre ésta es de hecho la barrera más relevante, sea debido a la existencia de múltiples soluciones tecnológicas válidas que entregan la conectividad necesaria para operar redes 3G, 4G o 5G, o sea porque no siempre la innovación que responde a las necesidades reales de los productores exige la adopción de paquetes completos que operan en la frontera tecnológica. La verdad, operar en la frontera es una opción de pocas grandes empresas, con una escala y capacidades para financiar y operar la adopción rápida del estado del arte de la tecnología.

Para la mayoría de los productores la estrategia de innovación es paso a paso, fragmentada en etapas, a un ritmo consistente con sus capacidades. Esta estrategia ofrece la ventaja de la viabilidad, en la medida en que reduce costos y resistencias; pero

implica riesgos asociados a los cambios de estándares que aún no están definidos, a la compatibilidad e intercomunicación entre las soluciones. Pero el riesgo más grande ha sido acelerar estos procesos y venderles a los productores paquetes “completos”, más caros, que no son usados, y que acaban comprometiendo la rentabilidad de la innovación, creando la percepción de que “la inversión no valió la pena y no se paga”. Naturalmente, aunque esta percepción sea una consecuencia de una opción particular, de un “paquete” específico, contamina la imagen de la agricultura 4.0.

Más allá del problema de conectividad, los especialistas han señalado varias otras dificultades, que incluyen: los aspectos culturales, regulatorios, la capacitación técnica, el acceso al financiamiento y el elevado costo de las tecnologías y servicios.

Para superar las dificultades enfrentadas en la difusión de productos y servicios digitales entre los agricultores se han adoptado diferentes estrategias, que reflejan la experiencia de los actores, el área de actuación, sus intereses y desafíos específicos y la inserción en la cadena y en el mercado doméstico. En términos generales, los agricultores enfrentan el desafío de la sustentabilidad, que se manifiesta de varias formas y con diferentes intensidades según las características del productor. Las motivaciones más importantes, que han guiado la adopción de la tecnología digital, son: i) la necesidad de aumentar el rendimiento de la tierra, la productividad total de los factores y de reducir los costos de producción; ii) mejorar la gestión del establecimiento; iii) la escasez de mano de obra y condiciones del proceso de trabajo; iv) la gestión de riesgos climáticos y del mercado; y v) las transacciones con mercados (consumidores y proveedores). Todo esto pauteado por las reglas cada vez más estrictas que gobiernan los mercados globales, desde los acuerdos internacionales y las reglas del comercio mundial, hasta las exigencias de seguridad de los alimentos, salud humana, animal y ambiental, reglas ambientales y relativas a las relaciones sociales. El agricultor, inclusive aquel que no registra un libro de caja, sabe que las decisiones necesitan ser consistentes con la contabilidad, que se resume, al final de las cuentas, a los ingresos y el costo por hectárea. Por esta razón invierten con el objetivo de aumentar la productividad, reducir costos y controlar los riesgos de la producción.

D. Infraestructura y conectividad rural: una restricción estructural

El punto de partida es el reconocimiento de que el déficit de infraestructura de Brasil tuvo y tiene efectos estructurales importantes que comprometen la viabilidad y sustentabilidad de la agricultura de pequeña escala. Por un lado, se favoreció el proceso de concentración de tierras y los sistemas productivos basados en la producción en gran escala, dominantes en las áreas de ocupación más recientes en los Cerrados de las regiones centro-oeste y noreste. Los pequeños productores, esparcidos por territorios sin dotación de infraestructura básica, no tenían, y continúan sin tener, condiciones para competir en mercados distantes, y tampoco mantener sistemas sustentables orientados al consumo familiar. Incluso en los estados con mejor red de infraestructura, como los del sur y sureste, el déficit de carreteras secundarias reduce la competitividad de los pequeños productores rurales, que tienen más dificultades de acceso a los mercados, en particular si actúan en segmentos como lácteos, frutas, verduras, legumbres frescas y ganadería menor, que exigen entregas diarias o frecuentes. El acceso a la tecnología digital que permite la comunicación con los mercados no es suficiente para promover la inserción de los pequeños productores, si éstos se mantienen aislados, con dificultades para hacer llegar su producción al cliente que cerró el negocio a través de una aplicación digital.

La conectividad es sin duda clave para la difusión y utilización de nuevas tecnologías. El acceso a una Internet de calidad en los establecimientos agrícolas ha sido señalado como uno de las condicionantes más importantes para la difusión de la agricultura 4.0. En especial para el pleno funcionamiento de la Internet de las Cosas, la disponibilidad de Internet para la conexión entre las máquinas y dispositivos es esencial.

Como se verá más adelante, los datos presentados en la sección VIII confirman los progresos de una forma general, la universalización del uso del celular, la difusión del WhatsApp y del uso de varias aplicaciones de información y de apoyo a la gestión. Y datos del Censo Agropecuario Brasileño revelan que en 2017 apenas 28,19% y 31,19% del total de los establecimientos rurales y familiares, respectivamente, tenían acceso a Internet, y que en 1450 municipios las áreas rurales no cuentan con Internet (cuadro IV.4). Se trata por lo tanto de un enorme desafío para un país que no llegó siquiera a completar una infraestructura de carreteras y comunicaciones características de los siglos XIX y XX.

Cuadro IV.4

Características de la conectividad en Brasil por grandes regiones en 2019

| Variable | Norte | Noreste | Sureste | Sur | Centro-Oeste |
|---|---------|---------|---------|---------|--------------|
| Municipios con acceso a Internet | 450 | 1 794 | 1 668 | 1 191 | 467 |
| Acceso con fibra | 242 | 1 070 | 1 166 | 1 098 | 306 |
| Otro tipo de acceso | 208 | 724 | 502 | 93 | 161 |
| Área rural | | | | | |
| Con acceso | 269 | 1 645 | 986 | 891 | 329 |
| Sin acceso | 181 | 149 | 682 | 300 | 138 |
| Establecimientos agropecuarios en áreas rurales sin cobertura de Internet | 161 407 | 106 717 | 181 495 | 117 766 | 45 602 |

Fuente: Elaboración propia con base en ANATEL (2020a), ANATEL (2020b) y el Censo Agropecuario/IBGE (2020).

De hecho, uno de los escollos identificados para la expansión e implementación de las tecnologías de la agricultura digital es sin duda la conectividad. Un estudio de la Agencia Nacional de Telecomunicaciones (ANATEL) identificó la disponibilidad de Internet en todos los municipios brasileños. Lo que distingue -y mucho- un municipio de otro es la modalidad o tipo de tecnología disponible en el suministro de este servicio, la cantidad de empresas oferentes y la distribución territorial en los municipios.

La fibra óptica está presente en aproximadamente 70% de los municipios brasileños, lo que significa que es la tecnología dominante. En por lo menos 30% de los municipios brasileños el acceso a Internet aún se hace principalmente por el método convencional de acceso a internet por medio de señales de radio². Las regiones norte y noreste poseen los menores niveles de municipios con acceso a Internet por fibra óptica, con 54% y 59%, respectivamente.

Aunque esté disponible en todos los municipios, la cobertura territorial es limitada y la Internet no alcanza a sus áreas rurales. No fue posible identificar en la base de datos de ANATEL la cobertura territorial en km² de las áreas no cubiertas por la red de Internet, pero se verificó que en los municipios sin acceso al servicio existen más de 613 mil establecimientos agropecuarios. De esta forma, de los más de 3,6 millones de establecimientos sin Internet en el medio rural, por lo menos un 15% no tiene acceso al servicio por estar en un municipio sin cobertura en las áreas rurales.

La disponibilidad de infraestructura adecuada puede ser uno de los principales escollos para la expansión de la oferta de Internet por fibra óptica. Existe una mayor

² En Brasil la modalidad de internet vía radio es la más común en las zonas rurales, en especial en las regiones Norte, Nordeste y Centro Oeste y en las áreas rurales más distantes de zonas urbanas. La transmisión se hace por medio de satélites, las señales son captadas por antenas y retransmitidas a las computadoras y teléfonos móviles como señal de Internet.

concentración de municipios sin acceso a Internet por fibra óptica en la región Norte. Es válido destacar que en esta región existen municipios que están en una situación parcial de aislamiento. En el estado de Acre por ejemplo, 4 de los 22 municipios solamente tienen acceso por vía aérea o fluvial, pues no existen autopistas que los unan al resto del estado. Esta condición resulta en enormes dificultades de pérdidas de producción y en una difícil llegada de los bienes y servicios demandados. La situación de conectividad de la región Norte es todavía más grave pues una gran parte de los municipios no tiene oferta de Internet en las áreas rurales.

El potencial efecto negativo del déficit de infraestructura en el contexto de la agricultura 4.0 es grande. Por un lado, la difusión de las tecnologías digitales volverá más riguroso el proceso de selección/exclusión entre los pequeños productores y familiares, y por otro, viabilizará la entrada y la competencia de un grupo de productores de perfil urbano en mercados tradicionales de los pequeños productores. Este grupo que cuenta con información general y tecnológica, nivel educativo elevado, capacitación gerencial, capacidad de aprendizaje, acceso a recursos financieros (propios o de terceros) y conexiones, tenderá a desplazar a los pequeños productores, a menos que éstos se asocien a proyectos con más alcance. Hay ejemplos de los dos procesos, tanto de la penetración de productores urbanos capitalizados que establecen conexiones *farm to table*, producción orgánica, redes de abastecimiento a domicilio etc., como de iniciativas privadas que buscan incluir a los productores locales y los apoyan para mejorar el estándar productivo, y con ellos comparten la infraestructura y la red de distribución propias. Los dos procesos tienen virtudes y contribuyen a la inclusión productiva y al desarrollo local. Sin embargo, el primero, aunque protagonizado también por los pequeños productores, no incluye los pequeños productores tradicionales, que han sido marginados por el proceso de innovación y que deberían motivar nuevas políticas de inclusión productiva.

E. El nuevo ecosistema de innovación de la agricultura digital en Brasil y la emergencia de las *Agtechs*

La transformación digital de la agricultura brasileña es un proceso acelerado que, como ya fue indicado, viene siendo impulsado por múltiples actores en prácticamente todos los eslabones de la cadena de valor. El macro sistema de innovación que abastece ese proceso está integrado por al menos cinco núcleos relevantes, tres responsables por las innovaciones y dos más de soporte: i) grandes empresas productoras de máquinas, equipos e insumos, responsables por el desarrollo e introducción de algunas de las tecnologías claves ancladas a la agricultura 4.0; ii) el ecosistema de las *startups* del agro y de las *AgTech*, compuesto por un número grande de micro y pequeñas empresas de base tecnológica, la mayoría emergentes, y que rápidamente se han ido consolidando como uno de los pilares de la transformación digital en la agricultura; iii) las universidades y centros/institutos de investigación, que se mantienen como uno de los pilares que alimentan, de forma directa e indirecta, los demás núcleos del ecosistema; iv) agencias del Estado, organizaciones de la sociedad civil y organizaciones corporativas que dan soporte a los núcleos de innovación; y v) inversionistas.

En los límites de este capítulo, no es posible presentar un panorama completo de la verdadera revolución del proceso de innovación que está en curso en Brasil, por lo cual nos limitamos aquí a destacar la emergencia de las *startups*, pequeñas empresas que surgen teniendo como activos una idea, un concepto y mucha voluntad de crear y de emprender. En 2018 *Radar AgTech Mining Report* describió 7.000 *startups* y seleccionó 145 para construir el Mapa de *AgTechs*, las cuales cubrían un amplio campo

de actuación: i) agricultura de precisión y análisis de datos (*analytics*) (38 empresas); ii) gestión de negocios (27 empresas); iii) *marketplace* (18); iv) control de plagas y acceso a insumos (16); v) gestión animal (14); vi) robótica y *drones* (11); vii) agricultura revolucionaria (7); y viii) agrosilvicultura (4). Esas empresas estaban concentradas en las regiones Sureste (72%) y sur (23%), correspondiendo 55% al estado de São Paulo y 13% al estado de Rio Grande do Sul.

El censo *AgTech* de 2019 registró 184 *startups* concentradas en las regiones Sur y Sureste, prácticamente la mitad en el estado de São Paulo, 16% en Minas Gerais y 26% en los tres estados de la región Sur. En el caso de las regiones Nordeste y Centro-Oeste, apenas se contaron algunas iniciativas aisladas, y ninguna en la región Norte. En 2019 el *Radar AgTech Brasil* clasificó 1.125 *startups* actuando en el *Agronegocio*, en todos los segmentos de la cadena productiva, con 135 empresas focalizadas en la post-producción agropecuaria (47%), 397 en actividades dentro de la unidad productiva (*intra finca*) (35%) y 196 empresas con actuación previa a la actividad productiva en las fincas o haciendas (18%). 738 estaban en la región Sudeste, 590 en el estado de São Paulo, concentradas en los municipios de São Paulo, Piracicaba, Campinas y Ribeirão Preto (262, 41, 38 y 37, respectivamente). En 2020, según declaraciones oficiales, el mapa comprende 2.000 *startups*.

Cuadro IV.5

Categorías en cada segmento de la cadena agropecuaria y número de *startups*

| Antes del proceso productivo (pre-finca) | Cantidad | Dentro del proceso productivo (dentro de la finca) | Cantidad | Post-proceso productivo (post-finca) | Cantidad |
|--|----------|--|----------|--|----------|
| Total | 196 | Total | 397 | Total | 532 |
| Análisis de laboratorio | 20 | Agropecuaria de precisión | 34 | Alimentos innovadores y nuevas tendencias alimentarias | 246 |
| Control biológico | 32 | Acuicultura | 7 | Almacenamiento, infraestructura y logística | 29 |
| Economía compartida | 10 | Contenidos, educación y redes sociales | 18 | Bioenergía y biodiversidad | 14 |
| Fertilizantes, inoculantes y nutrientes | 41 | Imágenes diagnósticas | 8 | Consultoría/aceleración/asociación | 26 |
| Genómica y biotecnología | 40 | Gestión de residuos y agua | 21 | Fábrica de plantas y nuevas formas de siembra | 13 |
| Nutrición y salud animal | 20 | Internet de las cosas | 20 | Industria 4.0 | 8 |
| Semillas y vivero | 9 | Meteorología e irrigación | 21 | Tienda autónoma y gestión minorista | 24 |
| Servicios financieros | 24 | Sensores remotos | 29 | Comercio <i>online</i> | 29 |
| | | Sistemas de gestión agropecuaria | 122 | Plataforma de negociación y <i>marketplace</i> de ventas | 95 |
| | | Telemetría y automatización | 21 | Restaurante <i>online</i> y kit refrigerio | 24 |
| | | Monitoreo | 19 | Seguridad alimentaria y trazabilidad | 12 |
| | | VANT | 43 | Sistema de empaque, medio ambiente y reciclaje | 12 |
| | | Maquinaria y equipos | 34 | | |

Fuente: Adaptado de Dias, Jardim & Sakuda (2019).

Las *AgTechs* están actuando en los segmentos más desafiantes, más intensivos en ciencia y tecnología y con mayor potencial innovador, bien sea previo, durante o después del proceso productivo en las fincas o haciendas. El perfil y área de actuación de las *AgTechs* revela, de un lado, la pertinencia de las iniciativas a las necesidades de los productores, a los desafíos y tendencias del agro; y de otro lado, un amplio potencial en ganancias de eficiencia en el uso de los recursos en toda la cadena productiva. Sin embargo, en la medida que las inversiones sean guiadas fundamentalmente por el mercado y por la expectativa de viabilidad económico-financiera, es posible que las necesidades de los pequeños productores, que no se traducen en demanda, estén siendo marginalizadas. Esta tendencia continuará si no se garantiza una acción del sector público para corregir ese sesgo.

Otro asunto se refiere a la articulación de las *startups* con grandes empresas que buscan soluciones para resolver problemas que van siendo identificados en el proceso productivo de las propias empresas y sus clientes, y que requieren experiencia, organización y preparación que no poseen. Las *startups*, tanto las nuevas como las ya consolidadas, tienen agilidad y flexibilidad para dar respuestas rápidas, desarrollar y probar soluciones y atender a las necesidades de grandes empresas.

A pesar de la atracción ejercida por el Bioma Amazónico y de las posibilidades de explotación sostenible de la biodiversidad y de los recursos forestales no madereros, que podrían ser potencializadas con la utilización de nuevas tecnologías, llama la atención que ni el mapa de *AgTechs* ni el censo de las *AgTechs* registraron empresas actuando en la región Norte, y que en la región Nordeste el mapa apenas haya registrado actividad en el estado de Pernambuco y el censo apenas en el estado de Piauí. Norte y Nordeste son justamente las regiones que concentran el mayor número de pequeños productores que corren el riesgo de ser marginalizados de ese nuevo ciclo de innovación. Ya el *Radar AgTech Brasil 2019* registró 17 *AgTechs* actuando en la región Nordeste y otras 37 en la región Norte.

El ecosistema de innovación de la agricultura digital, en el cual las *AgTechs* tienen un papel destacado, viene siendo organizado en *hubs* de innovación localizados en ciudades que son polos tecnológicos en el ámbito nacional, regional y local, y que ya contaban previamente con ecosistemas de innovación consolidados o en proceso avanzado de formación³.

Los *hubs* han sido creados por grandes empresas interesadas en orientar el trabajo de las *startups* en temas/proyectos que atiendan sus requerimientos e intereses más inmediatos, o a partir de universidades e institutos de investigación, con la participación de empresas, con motivación en el aprovechamiento de las competencias de los cuerpos docentes y de investigadores para generar oportunidades de negocios de base tecnológica, que valoricen su actuación junto a la sociedad en general.

Los *hubs* proponen interconectar todos esos agentes para agilizar la validación de nuevas tecnologías y su respectiva difusión. Como lo señala José Tomé, fundador de *AgTech Garage*, las *startups* consiguen asimilar rápidamente las nuevas tecnologías, experimentar y colocar en el mercado nuevas soluciones para los productores. Así, si en el pasado el modelo de innovación estaba asentado en grandes empresas y centros de investigación, hoy ese proceso pasa necesariamente por las *startups*, muchas de ellas nacidas y apoyadas por universidades.

El crecimiento de las *AgTechs* es vertiginoso y viene siendo estimulado por inversiones privadas, algo que no es común en la experiencia de innovación brasileña. En 2013 apenas 4 *AgTechs* recibieron financiamiento por US\$ 30 y en 2018 los fondos invirtieron US\$ 80 en 20 empresas. En 5 años se invirtieron US\$ 169 en 72 *startups*. Sin embargo, se trata de valores subestimados pues los principales inversionistas no divulgan informaciones sobre sus colocaciones (Dias, Jardim, Sakuda, 2019).

Es de notar que el sector público tiene un papel importante en el proceso de apalancamiento de las inversiones privadas, por intermedio de estímulos al mercado de *Venture Capital* (*Fondo Criatec I, del BNDES*) y del aporte de agencias públicas como la Agencia de Desarrollo Paulista (*Desenvolve SP*), la Fundación de Apoyo a la Investigación del Estado de São Paulo (FAPESP) y la Financiadora de Estudios de Proyectos (FINEP), además de organizaciones como SEBRAE y el Banco Interamericano de Desarrollo, que si bien no son públicos, promueven la innovación. Así, conviene destacar que el protagonismo del sector privado no excluye el papel estratégico del sector público.

³ Los principales *hubs* identificados en la investigación son *AgTech Garage*, *Avance*, *Esaltec*, *Pulse* y *Usina de Inovação de Monte Alegre*, localizados en el estado de São Paulo; *AgriHub* en el estado de Mato Grosso; *SRP Valley* en el estado de Paraná; y *Celeiro Fazu* en el estado de Minas Gerais.

Entre 1996 y 2020 la FAPESP financió 275 proyectos en el área de agricultura de precisión, concediendo becas de estudio y recursos (laboratorios, equipos, insumos, entre otros) para las investigaciones. En la línea de proyectos PIPE (Investigación Innovadora en Pequeñas Empresas, por su sigla en portugués), la FAPESP apoyó 50 proyectos con objetivos directamente vinculados a la agricultura digital. En tal sentido conviene destacar el aporte realizado en *AgroSmart*, en asociación con la Financiadora de Estudios y Proyectos (FINEP), para un proyecto de digitalización de tarjeta amarilla, la cual consiste en una trampa para capturar los insectos psílidos que transmiten el *greening*, una plaga que afecta a las frutas cítricas. La lectura digital de las tarjetas facilita el monitoreo de la plaga indicando con precisión donde está la concentración de los insectos, permitiendo así la aplicación oportuna y específica de plaguicidas en sustitución a la pulverización generalizada practicada tradicionalmente. Innecesario subrayar que la aplicación específica y localizada de plaguicidas resulta en reducción de costo y en un menor impacto ambiental. La misma empresa, con apoyo de la FAPESP y del FINEP, desarrolló y viene operando una plataforma para monitorear en tiempo real la evolución de los cultivos, la humedad del aire y del suelo, la temperatura, los vientos, entre otros parámetros básicos que son captados por sensores conectados con satélites y transmitidos para *AgroSmart Cultivo Inteligente*. Información que luego es transformada en informes técnicos con recomendaciones sobre los riesgos, oportunidades y posibles intervenciones para mitigar o evitar problemas. Estos informes técnicos son enviados vía *WhatsApp* a los agricultores contratantes del servicio. En 2018 *AgroSmart* recibió US\$ 20 por parte de inversionistas privados.

El perfil de las *startups* beneficiadas con los aportes de capital privado corresponde a iniciativas que ofrecen productos y soluciones para grandes empresas o grandes productores, que no necesariamente tienen difusión en gran escala para pequeños productores.

Las inversiones provenientes de iniciativas públicas siguen una lógica diferente, incluyendo asociaciones o colaboración en proyectos para identificar y analizar las limitaciones de los productores, capacitar y democratizar las informaciones usando un lenguaje adecuado y simplificar el diseño de las plataformas. No obstante, las inversiones con este perfil resultan escasas, bien sea por la restricción fiscal que ha limitado la capacidad de financiamiento del Estado, o por la opción estratégica de las agencias de fomento vinculadas al sector público, que han adoptado un sesgo de mercado y han favorecido proyectos con mayores posibilidades de viabilidad económico-financiera, en detrimento de aquellos compuestos por grupos más vulnerables y que podrían tener mayor impacto social y económico, pero cuya viabilidad demandaría mayor tiempo de maduración y mayor apoyo financiero. Instituciones públicas como el FINEP y el BNDES, que en el pasado subvencionaron proyectos innovadores, inclusive para grandes empresas, hoy se orientan fundamentalmente por parámetros de mercado, diferenciándose poco de las instituciones privadas.

F. El ecosistema de innovación de EMBRAPA: abriendo caminos para la agricultura digital en Brasil

Uno de los *hubs* más importantes es estimulado por EMBRAPA Informática Agropecuaria, uno de los agentes más relevantes y actuantes en la promoción de la tecnología para la agricultura digital. EMBRAPA cuenta con 46 centros de investigación y más de 200 investigadores para atender a las diferentes regiones, biomas y realidades. La empresa viene reforzando las conexiones con sus principales *stakeholders*, en particular

con los productores rurales, el sector público federal y estatal, las organizaciones de productores y las empresas privadas, bien sea en la definición de sus prioridades o en el propio proceso de desarrollo de nuevas tecnologías. Esta conexión ha facilitado el proceso de difusión de las tecnologías, ya que las prioridades de investigación y los proyectos de I&D son definidos con una visión de futuro y con sustento en las demandas de los *stakeholders*.

En el campo de las tecnologías para la agricultura 4.0 la empresa viene colocándose como la principal estimuladora de un ecosistema de innovación en el cual interactúa con varios actores del sector público y privado, bien sea asumiendo el papel de líder y protagonista, o bien como socia en proyectos liderados por universidades y otras instituciones de investigación. También ha invertido en asociaciones con *startups* y empresas privadas, actuando como facilitadora de trabajos colaborativos con esos agentes, para que puedan compartir experiencias y conocimientos.

EMBRAPA tiene un amplio portafolio de aplicaciones desarrolladas por sus 47 unidades, las cuales buscan contribuir en la evaluación y gestión de diversas áreas de las explotaciones productivas. Al respecto resulta importante destacar que existen aplicaciones que atienden demandas más generales, como previsiones meteorológicas, seguro rural, o informaciones técnicas, al tiempo que consideran demandas sobre cultivos, actividades y regiones específicas. Además, las aplicaciones dan más peso a las necesidades de las políticas públicas y de los productores, mientras que la lógica de los desarrolladores privados considera fundamentalmente la demanda potencial, es decir, las necesidades del mercado.

Uno de los objetivos más relevantes de EMBRAPA es apoyar la ejecución de políticas públicas por medio de innovaciones. Se destacan las aplicaciones de carácter informativo en las actividades de seguro rural, clima y difusión tecnológica. La aplicación de seguro rural busca presentar el programa, sus características, las subvenciones vigentes y la sistematización de aseguradoras agrícolas con disponibilidad de sus contactos. En relación al área climática, las aplicaciones disponibles poseen las funcionalidades de informaciones sobre las previsiones meteorológicas en tiempo real y apoyan el desarrollo de las recomendaciones del Zonificación Agrícola de Riesgos Climáticos (ZARC). En relación con la difusión tecnológica, las aplicaciones contienen funciones para informar a los productores rurales sobre iniciativas de EMBRAPA en soluciones tecnológicas. En el ámbito del proyecto “Soluciones tecnológicas para la adecuación del paisaje rural al Código Forestal Brasileño”, que tiene como objetivos identificar, sistematizar y ofrecer soluciones tecnológicas generadas por EMBRAPA para recuperar Áreas de Reserva Legal (ARL), Áreas de Protección Permanente (APP) y Áreas de Uso Restringido (AUR), en apoyo a la regulación ambiental de los biomas brasileños (Amazonía, Caatinga, Cerrado, Mata Atlántica, Pantanal y Pampa). También existe otra aplicación, en desarrollo, que tiene el objetivo de calcular las emisiones de gases de efecto invernadero provocados por la actividad pecuaria.

Además de producir nuevas tecnologías, EMBRAPA ha actuado firmemente en el proceso de difusión, utilizando programas de radio, televisión, seminarios, visitas en campo, cartillas, folders y herramientas digitales como las aplicaciones y páginas web. La evaluación interna realizada por EMBRAPA indica que “todas esas acciones (...) han permitido llegar eficazmente a los clientes de la empresa.” (Massruhá y Leite, 2017).

Cuadro IV.6
Aplicaciones agropecuarias desarrolladas por EMBRAPA

| Área | Actividad | Aplicaciones |
|---------------------------|----------------------------------|--|
| Gestión y planeación (19) | Agrícola (4) | Doutor Milho; GD Arroz; PlanejArroz; Zarc – Plantio Certo |
| | Avícolas y porcinas (2) | Conforcalc; Custo Fácil |
| | Producción de carne (6) | Arbopasto; CiCarne; Coletor do SIExp; Pastejando; Pasto Certo; Simulador PROAPE-MS |
| | Pecuaria (caprinos y ovinos) (3) | CIM Custos; CIM Rebanho; SGRMobile |
| | Producción de leche (4) | +Leite; AppLeite; GisleiteApp; Roda da Reprodução |
| Biológico (18) | Agrícola (12) | AgroPragas Maracujá; BioSemeie; Detector de Pragas; Ferti-Matte; FertOnline; Manejo-Matte; Monitora Oeste; Nutri Meio-Norte; Orçamento Forrageiro; Pragueiro – Controle Agrícola; Defesa Vegetal; Guia inNAT |
| | Avícolas y porcinas (2) | DiagSui Embrapa; GranuCalc |
| | Producción de carne (4) | Suplementa Certo; Contador MdC; Cria Certo; S.A.C. Gado de Corte |
| Ambiental (2) | Gestión Ambiental (1) | Códex |
| | Producción de carne (1) | GHG Protocol – Pecuária |
| Informativo (7) | Clima (4) | Agritempo; Agritempo GIS; Agromet; Guia Clima |
| | Seguro rural (1) | PSR - Programa de Seguro Rural |
| | Difusión tecnológica (2) | BRSCapiaçu; Prosa Rural |

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados de la investigación.

G. Los diferentes retratos de la agricultura 4.0 en Brasil

No hay dudas de que la agricultura y los agricultores brasileños participan en forma creciente en lo que ha sido llamado la revolución digital. ¡Evidencias no faltan! Basta consultar revistas especializadas, acompañar las noticias de los principales periódicos y ver programas en la televisión dedicados al agro para impresionarse con los ejemplos de las innovaciones que vienen siendo introducidas, y más aún con las promesas que están en camino. Sin embargo, presentar una radiografía completa de lo que está sucediendo en Brasil es prácticamente imposible.

En este sentido para ofrecer un cuadro general se presentan, de forma resumida, los resultados de cuatro trabajos sobre el avance de la digitalización en el campo, los cuales fueron realizados con posterioridad al Censo y tienen alcance y enfoques diferentes. El primero fue realizado en 2017 por el Servicio Brasileño de Apoyo a las Micro y Pequeñas Empresas (SEBRAE); el segundo fue realizado en 2019 por investigadores de EMBRAPA Informática Agropecuaria limitado a la Región Metropolitana de Campinas (RMC); el tercero, más amplio, fue realizado en 2020 por *McKinsey & Company*; y el último por SEBRAE y EMBRAPA en asociación con el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE) durante el primer semestre de 2020.

El cuadro IV.7 sintetiza los principales resultados de tres de las cuatro investigaciones identificadas, y en secuencia presenta resultados más detallados de la investigación realizada por SEBRAE-EMBRAPA-INPE para traer a colación elementos compatibles con los objetivos del presente trabajo.

Cuadro IV.7

Síntesis de las investigaciones identificadas y realizadas en el contexto de la agricultura digital

| Descripción | SEBRAE | EMBRAPA Informática Agropecuaria | McKinsey & Company |
|-----------------------------|---|--|--|
| Investigación | Tecnología de Información en el <i>Agronegocio</i> | Agricultura Digital: Investigación junto al Productor Rural en la RMC | A Mente do Agricultor Brasileiro na Era Digital |
| Objetivo | Identificar el nivel de acceso a las tecnologías de la información y comunicación (TIC) por parte de los productores rurales | Buscar informaciones relacionadas a las necesidades de los productores, y de la visión sobre el uso de las tecnologías digitales en el ambiente rural | Investigar la percepción de los agricultores brasileños sobre la integración digital y sobre los impedimentos para su adopción |
| Limitaciones | La muestra no es estadísticamente representativa para los pequeños productores rurales brasileños y no presenta detalles al respecto del área/tamaño de los productores | Muestra restringida apenas a la RMC, considerada un polo tecnológico del <i>Agronegocio</i> , permitiendo señalar que estos productores están en un contexto privilegiado en relación con el acceso a la tecnología | La muestra solo representa el estrato más moderno del productor rural brasileño, insertado en las cadenas de valor más dinámicas y que ha acompañado la evolución tecnológica de las últimas décadas |
| Principales resultados | <ul style="list-style-type: none"> - Uso del celular: uso generalizado de celular para cuestiones personales (más de 90%); - Uso de computadores y de Internet: restricciones de acceso al Internet en propiedades rurales debido a la falta de conexión (39,5%) | <ul style="list-style-type: none"> - 43% realizan administración de la producción con uso de computador; - 6,8% utilizan <i>softwares</i> que acompañan la producción en tiempo real y alerta para usar insecticidas; - 95,2% de los productores valoran la tecnología para mejorar la producción y la sustentabilidad; | <ul style="list-style-type: none"> - 95% tienen acceso a Internet en la propiedad; - 85% usan <i>WhatsApp</i> para fines relacionados a la agricultura; - 71% usa los canales digitales para cuestiones relacionadas con la gestión de la finca; - 40% manifestó disposición para aumentar el uso de canales digitales si hubiera una percepción de mayor seguridad en las plataformas <i>online</i> |
| Principales <i>insights</i> | <ul style="list-style-type: none"> - Describe indicadores de infraestructura y medios para la adopción, así como capacitación para el uso de las tecnologías; - Hay dudas sobre tendencias de difusión de las tecnologías y herramientas para grupos de productores rurales cada vez más grandes y diversificados | <ul style="list-style-type: none"> - Si los productores localizados en un polo tecnológico encuentran dificultades de acceso a la tecnología, se puede inferir que para el resto de Brasil los problemas son peores. | <ul style="list-style-type: none"> - La seguridad <i>online</i> es la principal barrera para el aumento de compras <i>online</i> de insumos, fenómeno que igualmente ha venido creciendo de forma acelerada como consecuencia de la pandemia. |

Fuente: Elaboración de los autores a partir de SEBRAE (2017), Leite, Duarte & Massruhá (2019), McKinsey & Company (2020) y Bolfe et al. (2020).

1. Agricultura conectada: tendencias, desafíos y oportunidades

La investigación SEBRAE-EMBRAPA-INPE consideró 750 entrevistas a productores rurales, empresas y prestadores de servicio, presentando un retrato amplio de la agricultura digital en Brasil. La investigación fue realizada entre abril y junio de 2020 por medio de cuestionarios *online*, consolidando una muestra que contó con la participación de 504 agricultores de todos los estados, la mayoría (72%) con emprendimientos en áreas no superiores a 50 hectáreas. No obstante, la muestra, además de pequeña, no es estadísticamente representativa de los pequeños productores rurales brasileños, pues solo considera empresas y prestadores de servicios. El objetivo de la investigación, sin embargo, fue consultar a estos agentes sobre aspectos relacionados con la agricultura digital en Brasil.

El retrato comprueba la rápida difusión de las tecnologías digitales en todos los grupos de productores. En términos generales, Internet está plenamente difundida entre los productores rurales y más del 70% de los entrevistados ya la utilizan en algún vínculo con la agricultura. El uso, para muchos, es aún genérico, con búsquedas que consultan novedades, precios, evolución de los mercados, así como consultas para adquisición de insumos y equipos o más específicamente de apoyo directo a la gestión de la propiedad. De acuerdo con Edson Bolfe, investigador de EMBRAPA y coordinador de investigaciones, “(… fue posible observar también que una parte de los productores rurales ya utiliza otras aplicaciones a partir de sensores remotos y de campo, electrónica incrustada, aplicaciones o plataformas digitales para fines específicos como el cultivo o el sistema de producción”

El cuadro IV.8 presenta el retrato completo de las tecnologías utilizadas por los productores según tamaño. Se destaca el uso prácticamente generalizado de Internet por todos los agricultores, seguido de la utilización mayoritaria de las aplicaciones o programas para la gestión. Las restantes tecnologías en la lista son menos difundidas.

Una importante proporción de los productores manifestaron usar GPS en la producción (56%) y datos o imágenes proporcionados por sensores remotos (46%). Sin embargo, en algunos segmentos estas tecnologías fueron menos difundidas, particularmente en aquellos productores en áreas menores a 20 hectáreas (10%) y entre 20 y 100 hectáreas (20%). En el otro extremo, apenas 14,4% del total de los productores no usan ninguna tecnología de agricultura digital. Así, en los establecimientos con áreas menores a 20 hectáreas, el uso alcanzó 17%, mientras que en fincas con áreas entre 20 y 100 hectáreas fue 15% y apenas 7% en el caso de explotaciones con áreas superiores a 100 hectáreas.

Cuadro IV.8

Tecnologías de la agricultura digital usadas por los productores brasileños según tamaño del predio, 2020

| Dimensión | | 0 a 20 ha | 20 a 100 ha | Más de 100 ha |
|------------|--|-----------|-------------|---------------|
| Tecnología | Mapas digitales de productividad o informaciones georreferenciadas | 1% | 8% | 26% |
| | Datos o imágenes generadas por sensores en campo | 14% | 13% | 27% |
| | Máquinas o equipos con electrónica incrustada | 4% | 7% | 38% |
| | Datos o imágenes generadas por sensores remotos | 12% | 23% | 46% |
| | GPS en la producción | 14% | 24% | 55% |
| Finalidad | Detección y control de áreas con déficit hídrico | 5% | 9% | 12% |
| | Detección y control de plagas | 14% | 9% | 15% |
| | Detección y control de enfermedades | 16% | 11% | 16% |
| | Certificaciones y trazabilidad | 13% | 13% | 20% |
| | Mapeamiento y planeación del uso de la tierra | 27% | 41% | 64% |
| | Gestión de la propiedad rural | 37% | 49% | 71% |
| | Compra y venta de insumos, productos y de la propia producción | 38% | 44% | 53% |
| | Obtención de informaciones y planeación de las actividades de la propiedad | 62% | 65% | 80% |

Fuente: Bolfe et al. (2020).

El uso del Internet resulta ser diferenciado. Mientras que entre los pequeños y medianos productores el uso del Internet es subsidiario, siendo utilizado como herramienta de consulta y apoyo, en el caso de los productores más grandes se transformó en herramienta de planeación y gestión, como la ha indicado por Bolfe. De hecho, las informaciones sobre la finalidad del uso de la tecnología (cuadro IV.8) confirman que el objetivo principal es “la obtención de información y planeación de actividades de la propiedad”. No obstante ello, un porcentaje significativamente menor de los productores en predios menores a 100 hectáreas utiliza tecnologías digitales para “la gestión de la propiedad rural” y para todas las demás finalidades incluidas, desde “el mapeo y planeación del uso de la tierra” hasta “la detección y control de enfermedades y plagas y la identificación de áreas con déficit hídrico”.

El uso de electrónica incrustada (*embedded electronics*) en máquinas y equipos es el vehículo principal de la agricultura 4.0, y se expresa con fuerza entre los productores con más de 100 hectáreas, pero tiene alcance limitado entre los demás productores (7% entre medios productores y apenas 4% en pequeños). Si bien el 38% registrado en los productores con más de 100 hectáreas puede parecer bajo, los especialistas lo interpretan como un dato bastante elocuente, en razón a que se refiere al stock de máquinas con vida útil de 10.000 horas⁴ de trabajo (Bussab, 1997), mientras que la electrónica incrustada comenzó a ser introducida con posterioridad a 1980 en las máquinas e implementos agrícolas (Sousa, Lopes e Inamasu, 2014). Esta participación porcentual indicaría que prácticamente 100% de las máquinas adquiridas en tiempos recientes, tanto para ampliación como para reposición, ya cuentan con tecnología digital, la cual tiende a universalizarse en la medida en que el parque se vaya renovando durante los próximos años.

⁴ Según Oliveira (2000), medir la vida útil en horas sería más apropiado, especialmente para observar mejor la reducción del valor de la máquina, el proceso de obsolescencia y la disminución de su capacidad operacional, de modo de evaluar también la calidad del trabajo realizado por la máquina.

También vale la pena destacar el uso de datos e imágenes en productores con más de 100 hectáreas (27%), datos que son suministrados por sensores en campo; así como el uso de mapas digitales de productividad o informaciones georreferenciadas (26%). Entre los productores pequeños y medianos el uso de estas tecnologías es aún bastante limitado, no obstante, 15% de ellos ya hace uso de sensores.

Las tecnologías han sido utilizadas con múltiples fines, cubriendo todo el proceso productivo, pero con difusión diferenciada entre los productores (véase el cuadro IV.8). La aplicación en el área de gestión es sin duda la más difundida, con aplicaciones más avanzadas, como el mapeamiento y planeación del uso de la tierra, la previsión de riesgos climáticos y la compra y venta de insumos, productos y de la propia producción. A pesar de que los porcentajes de uso no son tan elevados, sí resultan expresivos tratándose de tecnologías que están prácticamente llegando al mercado. Y aun considerando que la muestra se refiere sin duda al grupo de productores más próximos al ambiente digital —de hecho, la entrevista fue hecha vía Internet—, los datos indican que la difusión ha sido rápida y que tenderá a masificarse en los próximos años, alcanzando a una gran proporción de los productores que tienen condiciones para innovar.

Las dificultades encontradas en la investigación confirman el diagnóstico trazado por los especialistas y revelado en la literatura, y pueden ser clasificados en cuatro grupos: i) dimensión económica y financiera; ii) conectividad; iii) información, conocimiento y capacitación; y iv) características de la tecnología.

En relación con las máquinas, que aparecen destacadas entre las tecnologías, el mayor obstáculo es el valor de la inversión, el cual es señalado por casi 70% de los productores en los tres grupos. De hecho, la dimensión económica es indicada como un obstáculo relevante por todos los grupos (en algunos casos con peso diferente), esto en razón a: la dificultad de acceso al crédito, la cual impacta principalmente a los productores con menos de 10 hectáreas (39%) y en menor medida a los medios (28%) y grandes productores (29%); el costo o valor de la inversión para contratación de servicios (alrededor de 45% para todos los productores); los costos operacionales de mantenimiento y uso (alrededor de 36% para todos los productores); la alta relación costo-beneficio de la adopción de agricultura digital (25% en el caso de pequeños productores y 20% en el caso de grandes productores); y hasta la falta de comprobación real de los beneficios económicos.

El problema de la conectividad es mencionado por 47% de los pequeños y medios agricultores y por 55% de los grandes, quienes ciertamente están localizados en las áreas más alejadas. Sin embargo se destacan otras dificultades de importancia como aquellas asociadas al conocimiento y la capacitación: la carencia de conocimiento sobre las tecnologías más apropiadas para el uso es señalada por 40% de los productores de todos los tamaños; la falta de capacitación propia en tecnologías de agricultura digital también es indicada por 35% de los productores; al tiempo que son señaladas también la falta de información sobre los proveedores y hasta la real comprobación de beneficios económicos.

Las características de la tecnología también son listadas como dificultad para el acceso y uso. En este ámbito se destacan: la baja disponibilidad de tecnologías para la aplicación en la producción, la cual es señalada por alrededor de 30% de los pequeños y medios productores y en 24% de los grandes productores; la incompatibilidad de tecnologías para el procesamiento de datos, aspecto que es señalado por 21% de los grandes productores, siendo relativamente bajo en pequeños productores en razón a la escasa difusión de estas tecnologías en estos segmentos; y por último se destaca el tamaño de la propiedad y las condiciones físicas, aspecto que resulta relevante en los productores con menores áreas (esta dificultad, sin embargo, se refiere a la incompatibilidad de las tecnologías en relación al área y no al área en sí).

Cuadro IV.9

Dificultades de acceso a las tecnologías propias de la agricultura digital por los productores brasileños según tamaño del predio, 2020

| Tipo de dificultad | 0 a 20 ha (en porcentajes) | 20 a 100 ha (en porcentajes) | Más de 100 ha (en porcentajes) |
|---|-------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Valor de la inversión para adquisición de máquinas | 68 | 69 | 66 |
| Problemas o falta de conexión a Internet | 47 | 47 | 55 |
| Falta de conocimiento sobre las tecnologías más apropiadas | 41 | 40 | 44 |
| Valor de la inversión para contratación de servicios | 45 | 45 | 44 |
| Costos operacionales de mantenimiento y de uso | 36 | 37 | 35 |
| Obtención de mano de obra cualificada | 22 | 31 | 34 |
| Falta de capacitación propia en tecnologías de la agricultura digital | 34 | 36 | 34 |
| Acceso a créditos para adquisición de tecnología | 39 | 28 | 29 |
| Baja disponibilidad de tecnologías para aplicación en la producción | 31 | 30 | 24 |
| Falta de comprobación real de los beneficios económicos | 17 | 10 | 21 |
| Falta de información sobre los proveedores | 18 | 16 | 21 |
| Incompatibilidad de las tecnologías para el procesamiento de datos | 11 | 9 | 21 |
| Alto costo-beneficio de la tecnología de agricultura digital | 25 | 1 | 20 |
| Tamaño de la propiedad y condiciones físicas | 28 | 19 | 13 |
| Otros | 2 | 1 | 0 |

Fuente: Bolfe *et al.* (2020).

Como ya se indicó, la capacitación fue señalada como una de las principales dificultades para la difusión y correcto uso de la tecnología digital, inclusive entre los productores de mayor porte. También se constató que la difusión del Internet, el uso de teléfonos celulares y computadores facilitaron la capacitación tecnológica (y el acceso a la información), realizada tradicionalmente de forma presencial, individualmente o en pequeños grupos, por profesionales de extensión rural, lo cual acarrea costos elevados debido a la logística, viáticos, costos de transporte, entre otros, sumado a su alcance limitado.

H. Las plataformas digitales y sus funcionalidades para los pequeños agricultores

De modo puntual y genérico, las plataformas digitales corresponden a sistemas virtuales que las empresas adoptan o desarrollan como modelo de negocio para establecer una integración entre consumidores y productores, facilitando operaciones financieras u organizacionales y permitiendo funciones específicas de acuerdo con el área de actuación. En el sector agrícola existen aplicaciones y plataformas digitales con finalidades particulares y otros desarrollos con objetivos más generales, como el área logística que atiende también a los productores agropecuarios, especialmente, en la planeación para la distribución de la producción.

Entre las plataformas y aplicaciones desarrolladas para el sector agrícola, muchas son gratuitas y otras exigen la realización del pago previo para garantizar el acceso a las funcionalidades. Es posible señalar por lo menos cinco ejes principales de uso de estas tecnologías en la agricultura: i) gestión y planeación; ii) irrigación; iii) control y procesos biológicos; iv) acceso a información; y v) comercialización (*marketplace*).

En el eje de gestión y planeación, las principales funcionalidades están relacionadas a la provisión de indicadores económicos y productivos a partir del control de costos y balances, el mapeo o georreferenciación de la producción agrícola y en la evaluación y desempeño de las máquinas agrícolas. Algunas aplicaciones fueron desarrolladas con funcionalidades para atender actividades específicas como la ganadería doble propósito (producción de carne y leche). Los pequeños productores en general, con menor acceso a recursos y bajo el control familiar e informal de la producción, tienden a beneficiarse menos de este tipo de aplicaciones.

En el eje de irrigación, las aplicaciones desarrolladas poseen funciones de gerencia remota de equipos y monitoreo de riego y de orientaciones sobre equipos más adecuados, los cuales varían según el tipo de cultivo, el clima, el suelo, entre otros parámetros. Este tipo de aplicaciones tampoco es usado mayoritariamente por pequeños productores, quienes en general practican irrigación artesanal, en particular de forma manual. Este tipo de usos implican inversiones previas en estructuras de irrigación que no están al alcance de pequeños productores, inclusive si se encuentran en los perímetros de los sistemas de riego.

Las aplicaciones disponibles en el eje biológico presentan funcionalidades de control de plagas, identificación de deficiencias nutricionales, orientaciones sobre el uso de pesticidas agrícolas, formas de cultivo y aplicación de abonos. Algunas aplicaciones fueron desarrolladas para el monitoreo de cultivos específicos como la soya. En la actividad pecuaria las aplicaciones permiten el registro de todo tipo de información sobre los animales como el peso, las vacunas y otros procedimientos veterinarios. Estas aplicaciones han tenido mucha difusión entre productores más consolidados, en particular en proyectos con áreas medias y grandes.

Cuadro IV.10
Aplicaciones desarrolladas y utilizadas en el sector agropecuario

| Actividad | Área | Aplicación | Uso/funcionalidad |
|----------------------|----------------------------|--|---|
| Agropecuario (32) | Gestión y planeación | AEGR0; WebGIS; General do Campo; Gestão Agro; Lynx Dashboard; 4Millk | Proveen indicadores económicos y productivos. Algunas incluyen funcionalidades específicas de monitoreo de cultivos. |
| | Irrigación | Agrícola: FieldNET; Jacto SmartSelector; TeeJet | Gerencia remota y orientaciones sobre el equipo de riego más adecuado de acuerdo con el tipo de suelo y el tipo de cultivo. |
| | Biológico | Adama Alvo; AgroApp - Aplicações de fungicida; Agrobasso Fungicida; AgroMapp; AgroPocket; Consórcio Antiferrugem; FMC Agrícola; FOXBayer; Freitas - Fungicida em Soja; Yara CheckIT; Bovcontrol; Bovinews; Ciclo Suplementação Minerthal; Jetbov | Control de plagas, identificación de deficiencias nutricionales, orientaciones sobre uso de defensivos agrícolas, formas de siembra y aplicación de abonos. |
| | Comercialización | Gestão Agro; 4Millk; Uboi; Agro2business; Mercampo; CBC Agronegócios; Orbia | Comercialización de productos, subproductos e insumos agropecuarios. |
| | Acceso a la información | Cotações Ceasas & Ceagesp; ProHort Cotações Ceasas; AgroMercado; Revista Globo Rural; BNDES financiamento | Sistematización periódica de precios agropecuarios en mercados nacionales e inclusive internacionales. |
| Logísticos (8) | Fletes y carga | BuscaCargas; Fretebras; Frete Empresa NTC | Integración entre oferentes y demandantes de servicios de transporte de carga. |
| | Productivo | Índice de Antecipação de Pneus | Evalúa el desempeño de las máquinas agrícolas, evita el gasto excesivo de combustible y el desgaste prematuro de las llantas. |
| | Planeación de distribución | Álcool ou Gasolina, Chefia?; Preço dos Combustíveis; Iveco Brasil; TruckPad Fretes e Cargas | Actualización de precios de los combustibles. Define el trayecto más económico, considerando peajes y distancia entre un lugar y otro. |

Fuente: Resultados de la investigación.

En el eje de acceso a la información, las funciones disponibles van desde las opciones mercadológicas, como la sistematización periódica de los precios agropecuarios en los mercados nacionales e internacionales, hasta las opciones de información climática,

como la emisión de alertas. Esas aplicaciones se están difundiendo rápidamente entre todos los grupos. Sin embargo, no está claro cuál es el grado de uso por parte de los pequeños productores, al tiempo que se desconoce sobre los impactos que el acceso a estas aplicaciones ha tenido sobre sus decisiones y resultados.

1. La importancia de los *marketplaces*

En la línea de comercialización de la cadena productiva agropecuaria, así como en otras cadenas, los *marketplaces* han ganado cada vez más popularidad debido a las ventajas ofrecidas para productores y empresas. Como dicen los especialistas, el *marketplace* es la integración del mercado analógico con el ambiente digital, representando una innovación disruptiva en el modo de hacer las transacciones comerciales que ya vienen siendo hechas desde siempre. Los *marketplaces* facilitan exponencialmente las transacciones, colocan a disposición de los consumidores un volumen enorme de información y de opciones, amplían el mercado para los vendedores mucho más allá de los límites geográficos y reducen los costos de las transacciones en general. Como ocurre en el mercado físico, la reputación es importante y en el medio digital ésta siempre está siendo amenazada, inclusive por fallas que afectarían poco las transacciones por medios convencionales. La expansión y consolidación de los *marketplaces* dependen de la capacidad de establecerse, la reputación de la marca, y la capacidad de generar demanda por el producto y de capacitación técnica.

Los *marketplaces* pueden integrar soluciones financieras, comerciales y otras prestaciones de servicios técnicos y financieros, permitiendo la reducción de costos y aumentando las alternativas para productores y consumidores. La expansión del uso de los *marketplaces* es considerada una de las categorías de tecnologías que pueden traer más cambios significativos en el *Agronegocio*, muchas de las cuáles ya son visibles, especialmente en la comercialización y distribución de insumos, máquinas, equipos y de la propia producción.

La atracción de los productos rurales en los *marketplaces* ha sido producto tanto de la acción de agentes de la esfera pública como de la iniciativa de grupos de productores, cooperativas o empresas que actúan en el sector. En el caso de la esfera pública, las secretarías estatales de agricultura y las empresas de asistencia técnica y extensión rural han sido muy activas organizando grupos de productores por productos y territorios en la fase de comercialización. También han dispuesto, por medio de aplicaciones, acceso de los productores a proveedores acreditados. Otro frente de acción está asociado a la participación de productores, individualmente o en grupos (formales e informales), en plataformas disponibles y consolidadas en el mercado como *Instagram*, *Facebook* y *WhatsApp*. También se observan casos de productores y asociaciones que están desarrollando plataformas digitales propias, como las tiendas virtuales que están presentes en muchos mercados abastecidos por pequeños productores de vinos coloniales y quesos, dulces, frutas, verduras y legumbres. El desarrollo de plataformas propias, más completas, está restringido a las cooperativas y empresas consolidadas, toda vez que demandan inversiones elevadas y por tanto resultan inaccesibles para los pequeños productores y sus asociaciones.

Las iniciativas adoptadas en el ámbito de la esfera pública no parecen coordinadas y tampoco parecen reflejar una estrategia clara y consistente para promover la inserción de los pequeños productores. Cómo se verá más adelante, en la sección de iniciativas, en el ámbito nacional, el SEBRAE ha actuado en la difusión tecnológica que tradicionalmente no ha sido su área de actuación. En el ámbito estatal/local las representaciones del SEBRAE en varios estados desarrollaron plataformas específicas para la comercialización de productos agropecuarios, con el objetivo de integrar productores a los diferentes

canales de comercio. Esa es una iniciativa lanzada por el SEBRAE-RJ, que está más acoplada a las características de actuación de la institución y viene siendo replicada y adoptada como estrategia institucional en el ámbito nacional.

El crecimiento del uso de plataformas digitales y el recurso de los *marketplaces* para la comercialización ya era claro en 2019, pero se aceleró ante las restricciones impuestas por la pandemia de la enfermedad Covid-19. Ante el cierre de mercados y ferias, los productores tuvieron que utilizar plataformas digitales para superar los desafíos de comercializar la producción. Esa tendencia ha sido denominada de cadenas cortas de comercialización o también de acortamiento de cadenas que, en síntesis, significa la integración directa entre productores y consumidores, saltándose a los intermediarios o inclusive a las ferias de comercio.

El uso permanente del celular por los productores facilitó la adhesión al comercio *online*, la creación de tiendas virtuales y la expansión de ventas por aplicaciones como *WhatsApp* y *Facebook*. “El uso de plataformas digitales era poco explotado por el segmento de la agricultura familiar, principalmente cuando las ventas eran realizadas en la región de la producción. Con el surgimiento de la pandemia, se transformó en una alternativa para que los agricultores tuvieran opciones de permanencia en el mercado y garantizar así un ingreso para la familia”⁵, conforme lo señala el coordinador estatal de comercialización y gestión de EMATER-MG, Raúl Machado.

Por más que existan iniciativas y estrategias diferenciadas siendo adoptadas para viabilizar la participación de los productores agrícolas en los *marketplaces*, la idea central es la integración de los productores y los consumidores. Algunas plataformas fueron desarrolladas por *startups* para aplicación en modelos de comercialización que generalmente no es usual en pequeños y medianos productores familiares, como es el caso de subastas de equinos y bovinos. Sin embargo, existen otras aplicaciones que se focalizan en el fortalecimiento de la red de productores a través de la difusión y publicidad con el fin de viabilizar la expansión de la comercialización de forma virtual, especialmente ante los cambios de las dinámicas impuestas por la pandemia, así como está ocurriendo en el municipio de Picos-PI y en el estado de Mato Grosso do Sul. El cuadro IV.11 sintetiza las experiencias e iniciativas identificadas a partir de la adopción de los *marketplaces*.

Las cooperativas vienen asumiendo la función de difusión de tecnologías digitales a los productores, conforme a lo señalado en la sección de *drivers* de la agricultura 4.0 en Brasil. Sin embargo, la agricultura 4.0 ha permitido que las cooperativas vayan más allá de la inclusión de productores rurales, quienes antes tenían el riesgo de quedar marginados del proceso de digitalización del sector, siendo posible también transformar a ese público en potenciales usuarios. Así, además de las funciones tradicionales de organización para la adquisición de insumos, prestación de asistencia técnica y organización de la comercialización, las cooperativas se han colocado también en la condición de potenciales usuarios de tecnologías digitales.

Aunque el objetivo principal del uso de las tecnologías digitales por las cooperativas consiste en facilitar actividades y tener mayor integración con sus cooperados, las experiencias identificadas revelan que la adopción y formas de uso ocurren a través de estrategias diferenciadas. Las cooperativas mejor posicionadas y establecidas desarrollaron plataformas digitales propias con las mismas funcionalidades de las aplicaciones disponibles en el mercado, pero con exclusividad de uso sólo entre sus cooperados.

⁵ Disponible en: <http://www.agricultura.mg.gov.br/index.php/component/gmg/story/3913-emater-mg-faz-levantamento-de-iniciativas-de-vendas-on-line-por-agricultores-familiares-durante-a-pandemia?layout=print>.

Cuadro IV.11

Iniciativas creadas para fomentar el comercio virtual entre pequeños productores y el consumidor final por medio de plataformas digitales

| Localización | Actores | Plataforma | Estrategia |
|--------------------|--|--|---|
| Piauí | Productores; UFPI; MPA | <i>Instagram</i> y tienda Virtual - feiracshnb | Uso de <i>Instagram</i> para publicidad y divulgación de la red de productores, además de ventas de productos por medio de la tienda virtual integrada a la aplicación |
| Sergipe | Productores; PNUD; FIDA | <i>WhatsApp</i> | Creación y fortalecimiento de redes de productores; traslado de productos que no fueron vendidos de un área para otra, optimizando así las ventas y reduciendo el desperdicio |
| Rio Grande do Sul | Cooperativa GiraSol y cooperativas de la agricultura familiar | Tienda Virtual | Comercialización de los productos realizada por medio de la tienda virtual |
| Brasil | CNA; SAF/MAPA; CONAB; CEASAS | Tienda Virtual | Integrar pequeños agricultores, cooperativas, supermercados y empresas de logística. Priorización de cadenas de productos perecibles, como frutas, verduras, legumbres, algunos derivados lácteos y embutidos |
| Bahía | Gobierno del estado de Bahía y Cooperativas | Catálogo Virtual | Integrar cooperativas que trabajan con el sistema de entrega (<i>delivery</i>) |
| | Cooperativas del estado de Bahía | Tienda Virtual; <i>Instagram</i> ; <i>Facebook</i> | Tienda Virtual para venta de productos de las cooperativas |
| Mato Grosso do Sul | Gobierno del estado de Mato Grosso do Sul; SEBRAE; SENAR | Tienda Virtual | Plataforma digital (Macunã) para vincular el agricultor familiar con el consumidor final |
| Santa Catarina | Startup Sumá, productores locales, cooperativas y grandes empresas | Sumá App | Integración entre productores y comerciantes. Posee una base de 1.600 productores vinculados a 10 cooperativas y 100 compradores relacionados como hoteles, bares, restaurantes y empresas de refecciones colectivas |
| São Paulo | SmartAgro, cria de equinos y bovinos | SmartAgro | Creadores pueden participar, con seguridad, de subastas de equinos y bovinos. La <i>startup</i> facilita todo el proceso de compra y venta, inclusive el período post-subasta |
| Amazonas | Onisafra, productores rurales y consumidores de productos orgánicos | Onisafra | Integrar productores rurales y consumidores, disponibilizando el servicio de entrega (<i>delivery</i>) |
| Rio de Janeiro | Club Orgánico y productores rurales de orgánicos | Clube Orgánico | La <i>startup</i> es responsable de la gestión del producto y del productor. Esta aplicación desarrolla la red productiva, buscando mejores precios y productos para garantizar mayor éxito |
| | SEBRAE Rio | Terra Nossa Negócios | Integración entre productores y agroindustrias a la red de mercados minoristas, restaurantes y hoteles, para venta de productos. Informaciones dadas a los productores rurales: formalización, emisión de facturas, divulgación de convocatorias de venta, etc. |
| | Storm Group, Secretaría de Agricultura del estado de Rio de Janeiro | JAEÉ Market | Focaliza en el contacto con proveedores que producen insumos para meriendas escolares. A través de la página web, el consumidor puede escoger cual opción desea, y recibe los productos higienizados durante el fin de semana |
| Minas Gerais | Startup Algrano (SUI), EMATER (MG) Asociación de Productores del Alto da Serra | Algrano | Comercialización de café entre productores brasileños y comerciantes/tostadores de cualquier parte del mundo |

Fuente: Investigación sobre iniciativas nacionales de comercio virtual.

Desde el punto de vista de la oferta de asistencia técnica a los productores, las cooperativas han adoptado las tecnologías digitales como medio para perfeccionar ese servicio, posibilitando a los cooperados la solicitud —a través de la propia plataforma a los responsables técnicos- de operaciones productivas como mapeo y georreferenciación para alineamiento de los cultivos, orientaciones técnicas para aplicar fertilizantes y pesticidas agrícolas, abono, corrección de suelos y riego. Por medio de las plataformas digitales las cooperativas también buscan mantener informados a los productores sobre las condiciones climáticas y los riesgos de plagas.

En relación a la adquisición de insumos y distribución a los cooperados, las plataformas digitales desarrolladas por las cooperativas han facilitado la organización de la distribución de los insumos a los productores, a partir de la funcionalidad de organización y gestión que permite al productor la agenda y retiro de insumos solicitados también de forma digital.

En lo referente a la comercialización de la producción, el uso de las tecnologías digitales en esa actividad ha sido fundamental, especialmente en lo que respecta a la trazabilidad, una exigencia impuesta por la regulación y que está asociada a la seguridad de los alimentos. Al respecto, las cooperativas han demostrado una capacidad adaptativa a los procesos de seguimiento de los diversos tipos de producción y emisión regular de informes especificando tanto el tipo de producción como los insumos utilizados.

I. Políticas, estrategias e iniciativas para la agricultura 4.0 en Brasil: desafíos y oportunidades

En el último cuarto de siglo Brasil se transformó en un gran *player* de la agricultura mundial, apoyándose en la tríada recursos naturales, innovación y emprendimiento. El futuro dependerá, fundamentalmente, de la capacidad de mantener el crecimiento de la productividad con sustentabilidad ambiental y social, que ajuste la dinámica del *Agronegocio* a las cada vez más rigurosas exigencias de la sociedad global, sintetizadas en el paradigma de las S: Salud ambiental, Salud animal, Seguridad alimentaria, Seguridad de los alimentos y Sociedad. La base de ese crecimiento sustentable es, sin duda, la innovación tecnológica y organizacional, la cual viabilizará el uso más eficiente y sustentable de los recursos naturales, la reducción del uso de agroquímicos a niveles seguros y la diversificación de la producción y de la oferta necesaria para la transición del patrón alimentario mundial.

Aunque el proceso de modernización de la agricultura brasileña no afectó a todos los productores de forma homogénea, la actual ola de innovación tecnológica y organizacional asociada a las tecnologías de información estará fuertemente marcada por la capacidad de innovación de los productores. En el contexto de heterogeneidad estructural que define la agricultura brasileña, no es menor el riesgo de aumento de la concentración y de las desigualdades en caso que el proceso sea guiado sólo por el mercado, sin definición de estrategias y medidas para apoyar el acceso amplio a las tecnologías que ya están y que estarán disponibles. En palabras de Silvia Massruhá, jefe de EMBRAPA Informática, “En Brasil tenemos desde productores preocupados con la agricultura 4.0 hasta aquellos que están iniciando en la agricultura 3.0, la de precisión, y más en el Nordeste en la agricultura 2.0. Tenemos esas realidades, pero necesitamos pensar como el país puede insertarse en esa nueva agricultura que se basa principalmente en el contenido digital interconectado.” (Massruhá, 2018).

El hecho es que el mercado inició esa revolución, cuyo alcance y rumbo pasan por la definición de estrategias claras por parte del Estado, procurando superar obstáculos estructurales de infraestructura y apoyando de formas diversas la inclusión digital de los productores rurales. Un desafío de esta naturaleza no puede ser objeto de acciones fragmentadas. Éstas deben ser integradas como parte de una estrategia consistente, diseñada de forma participativa, en función de objetivos que van más allá de posibles ventajas microeconómicas.

El ministerio de Agricultura, Pecuaria y Abastecimiento definió, en sus directrices para guiar el desarrollo de la agricultura brasileña, cinco ejes/pilares estratégicos: Sustentabilidad; Innovación abierta; Bioeconomía; *Foodtech* con agregación de valor; y Agricultura Digital. De acuerdo con la propia ministra de Agricultura, “el quinto pilar —la agricultura digital— permea todos los demás y sustenta el futuro de la tecnología en el sector agropecuario. (...) Brasil viene adoptando estrategias osadas de conectividad rural. Queremos llevar a los productores pequeños, medios y grandes, conocimiento, oportunidad de uso de dispositivos y sensores que permitan un control en tiempo real de la producción, vamos a proporcionar datos climáticos que promuevan una previsibilidad de alto nivel. (...) Con todo esto tendremos más ingreso y calidad de vida, generando impactos positivos para toda la sociedad.”

La principal iniciativa en esta área fue la creación, en agosto de 2019, de la Cámara del Agro 4.0, la cual reúne a los principales *stakeholders* interesados. Esta Cámara está estructurada en tres niveles: i) El Consejo Superior integrado por el MAPA, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovaciones (MCTI), la Confederación Nacional de Agricultura (CNA) y la Organización de Cooperativas Brasileñas (OCB); ii) La Secretaría

Ejecutiva compartida entre el MAPA y el MCTI; iii) Los Grupos de Trabajo en las áreas de “desarrollo, tecnología e innovación”; “desarrollo profesional”; “cadenas productivas y desarrollo de proveedores”; y “conectividad en el campo”. Estos grupos están integrados por más de 50 actores que incluye a universidades e instituciones de investigación, agentes financieros, operadoras de telefonía, asociaciones profesionales y corporativas, agentes financieros, entre otros.

En diciembre de 2020 la Cámara presentó el Plan de Acción del Agro 4.0 (PAA4.0), preparado por los grupos de trabajo para discusión con la sociedad en general (MCTI; MAPA, 2020). El objetivo del PAA4.0 es “promover acciones encaminadas al desarrollo y generación de soluciones aplicadas a la agricultura brasileña, la expansión de Internet en el campo y la promoción y difusión de tecnologías y servicios innovadores en el ambiente rural”. Para tal fin, el plan involucra cinco desafíos o ejes de acción: i) promover las tecnologías digitales en las pequeñas, medianas y grandes propiedades; ii) aproximar las empresas de base tecnológica, *startups* e integradoras de los pequeños, medios y grandes productores; iii) asegurar recursos para la implementación de iniciativas para el agro 4.0; iv) apoyar soluciones para la agricultura brasileña basadas en tecnologías digitales y de precisión; y v) coordinar los esfuerzos individuales de instituciones públicas y privadas para solucionar necesidades y demandas del agro 4.0 en Brasil.

El PAA4.0 a ser implementado entre 2021 y 2024 definió acciones prioritarias para cada uno de los grandes temas abordados por los grupos de trabajo.

- Desarrollo tecnología e innovación: a) mapear los ambientes de innovación focalizados en el agro existente en el país; b) identificar los instrumentos de fomento y financiamiento enfocados a la innovación; c) mapear las soluciones tecnológicas en el agro 4.0, ya disponibles para transferencia.
- Desarrollo profesional: a) educación formal: definir estrategias para la incorporación de los temas de la agricultura digital y de precisión en los cursos de pregrado y posgrado en el país; b) educación no formal: mapear cursos y plataformas EAD existentes y articular mecanismos de integración de éstas para ampliar las acciones de capacitación, instrucción y difusión de informaciones y conocimientos relacionados a la agricultura digital.
- Cadenas productivas y desarrollo de proveedores: a) identificar el perfil del pequeño y medio productor en relación a la adopción de tecnología Agro 4.0; b) identificar y proponer soluciones cuellos de botella en las cadenas de producción; y c) promover la integración de las fases de las cadenas productivas, buscando la agregación de valor y el rastreo de la producción.
- Conectividad en el campo: a) identificar y caracterizar las alternativas tecnológicas (fibra, antena, radio, satélite, etc.); b) líneas de fomento y financiamiento de la conectividad en el campo; y c) aspectos regulatorios.

El Plan de Acción no define metas, plazos ni recursos, y la responsabilidad por la implementación es de las instituciones participantes. Conviene destacar que muchas de las acciones ya vienen siendo ejecutadas, aunque sin la debida coordinación, como el mapeo del acceso y uso de la tecnología (resumido en líneas anteriores), el retrato del ecosistema de innovación de la agricultura 4.0 y el diagnóstico de la conectividad. A pesar del carácter general del PAA4.0, este consigue describir los desafíos e indica algunas prioridades. Tal vez la principal limitación del Plan sea que no trata de forma específica sobre el acceso de los pequeños productores en el contexto de la heterogeneidad estructural que caracteriza la agricultura brasileña. Se debe mencionar que las organizaciones que tradicionalmente representan a los pequeños agricultores y a la agricultura familiar están ausentes de los grupos de trabajo de la Cámara del Agro 4.0. Aunque se refuta la polarización entre la agricultura familiar y el

Agronegocio, la experiencia histórica de MAPA revela que la adopción de una agenda general de la “agricultura” tiende a ocultar las demandas específicas de los pequeños agricultores familiares, quedando excluidos de políticas adecuadas a sus objetivos. En otras palabras, se peca por no llevar en consideración la realidad diferenciada de los pequeños productores y de las propias regiones.

La sistematización de los resultados obtenidos en el análisis de políticas, iniciativas y estrategias permite inferir la existencia de cuatro diferentes ejes de actuación para expandir el uso de tecnologías digitales entre los productores rurales brasileños. En este trabajo esas vertientes fueron clasificadas como infraestructura, generación de tecnología, difusión de tecnología e institucional. El cuadro IV.12 sintetiza las iniciativas implementadas en cada eje e indica las instituciones responsables.

Cuadro IV.12

Ejes, instituciones involucradas e iniciativas identificadas para el desarrollo de la agricultura 4.0 en Brasil

| Ejes | Instituciones involucradas | Iniciativas |
|--------------------------|--|--|
| Institucional | MAPA, MCTIC, EMBRAPA y empresas de TIC | Cámara del Agro 4.0 |
| | MAPA y AsBraAP | Comisión Brasileña de Agricultura de Precisión |
| | | Política Nacional de Incentivo a la Agricultura de Precisión |
| | ABAG | Visión de la Innovación y la Competitividad del <i>Agronegocio</i> |
| | MAPA/SDI | Fórum Regional de Innovación Agropecuaria |
| | ABDI, MAPA, MCTIC y ME | Proyecto Agro 4.0 |
| Infraestructura | FAEMG | NovoAgro 4.0 |
| | MAPA, MCTIC, ESALQ/USP y ANATEL | Política Nacional de Conectividad Rural |
| | AGCO, Climate Field View, CNH Industrial, Jacto, Nokia, Solinftec, TIM y Trimble | ConectarAGRO |
| | CpQD | Proyecto SemeAr |
| Generación de tecnología | TIM y <i>AgTech Agrosmart</i> | Proyecto 4G TIM en el Campo |
| | EMBRAPA ^a | Balde Cheio |
| | | Red de Agricultura de Precisión |
| | CONAB y CEASAS | Programa Brasileño de Modernización del Mercado Hortigranjero |
| Difusión de tecnología | <i>AgTechs</i> | AgriHub Play |
| | SENAR y SOFTEX | AgroUp |
| | SENAR, EMBRAPA, universidades y empresas de AP | Agricultura de Precisión |
| | SENAR | Inclusión digital rural |
| | SEBRAE | Sebraetec |
| | IDR-PR | Granos sustentables |
| | EPAGRI-SC ^b | - |
| EMATER-MG | EMATER 4.0 | |

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Siglas: Associação Brasileira de Agricultura de Precisão (AsBraAP); Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL); Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI); Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTIC); Ministério da Economia (ME); Associação Brasileira do Agronegócio (ABAG); Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Minas Gerais (FAEMG); Secretaria de Inovação, Desenvolvimento Rural e Inovação (SDI); Escola de Agricultura Luiz de Queiróz da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP); Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPQD); Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB); Central de Abastecimento (CEASA); Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (IDR-PR); Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais (EMATER-MG); Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR).

^a Fueron listados sólo algunas iniciativas debido a que EMBRAPA posee algunas tecnologías desarrolladas, inclusive aplicaciones propias, que ya fueron descritas en otras secciones.

^b La Empresa de Investigación Agropecuaria y Extensión Rural de Santa Catarina (EPAGRI-SC, por sus siglas en portugués) es la ATER identificada con mayor disponibilidad de tecnologías digitales.

En términos generales se puntualizan cuatro cuestiones principales. La primera es una alerta respecto de las iniciativas identificadas que, en su mayoría, tienen carácter genérico, lo que a su vez implica que no existe una agenda claramente establecida para contemplar grupos específicos de productores (pequeños y medios). La segunda es que los esfuerzos del Gobierno Federal, encabezados puntualmente por MAPA, están direccionados para solucionar cuestiones estructurales que garanticen la expansión del uso de tecnologías digitales en el sector agrícola, que de igual manera no tienen en consideración las especificidades de los diferentes grupos. La tercera es que, a pesar de la importancia del sector privado, representado especialmente por las *startups*

o *AgTechs*, el Estado aún posee suficiente protagonismo en esa ola de innovación, ejercido por medio de instituciones de enseñanza e investigación como EMBRAPA y las universidades, así como por la reglamentación de la política agrícola en general, que ha facilitado y viabilizado las inversiones de los productores en procesos de modernización. La cuarta cuestión tiene que ver con las iniciativas vigentes, implementadas a partir de un acuerdo entre instituciones a partir de sus prioridades y mandatos, lo cual viene ocurriendo de manera “aislada”, sin una coordinación y rumbo, asuntos que el PAA4.0 busca garantizar a partir de 2021.

1. Institucional

La mayoría de las iniciativas identificadas en el eje institucional están definidas por acciones gubernamentales -como se esperaría-, y se encuentran en un estado incipiente y en proceso de formulación en el ámbito de las instituciones involucradas y responsables por la coordinación. Como ejemplo, la Secretaría de Innovación, Desarrollo Rural e Irrigación, creada en 2019 en el marco de MAPA, aún está formulando sus líneas de acción con énfasis en el fortalecimiento del ecosistema de innovación y en la oferta de tecnología. La creación de la Cámara del Agro 4.0, confirma que el Gobierno Federal está buscando organizarse institucionalmente para direccionar medidas más efectivas en el área. No se puede olvidar que en 2020 la agenda, los recursos y las energías institucionales fueron tomadas por los desafíos inmediatos de la pandemia, y que muchas iniciativas fueron colocadas en segundo lugar o quedaron totalmente paralizadas.

A pesar de varias investigaciones realizadas, se constata la ausencia de diagnósticos amplios y claros sobre las condiciones de acceso y los posibles impactos de un escenario generalizado de agricultura 4.0 en Brasil. Los estudios resumidos en líneas anteriores muestran algunos de los desafíos y dificultades, al tiempo que describen las demandas por parte del sector. Una iniciativa relevante de la Asociación Brasileña del *Agronegocio* (ABAG)⁶, consultó agentes del sector para entender la percepción y los desafíos sobre la innovación y la competitividad del *Agronegocio* de forma general, y señaló siete áreas para promover el ambiente innovador en el *Agronegocio* nacional. En lo referente a la adopción de tecnologías 4.0 —como es denominado en ese documento— la disponibilidad de infraestructura —cobertura, velocidad y estabilidad en la comunicación de datos— fue señalada como esencial para la difusión de las tecnologías 4.0, asunto que involucra instituciones públicas.

2. Infraestructura

La limitación de acceso de los establecimientos agropecuarios a conexiones de red es un gran desafío y representa un cuello de botella para la difusión de la agricultura 4.0 entre los productores rurales brasileños. La definición de una estrategia para suplir este déficit debería, sin duda alguna, asumir un conjunto diverso de soluciones, abandonando el sentido común de llevar conexión de 4G o 5G para todos los rincones del país. Al respecto, resulta necesario considerar la extensión territorial de Brasil, las diferencias patentes en el medio rural en lo que se refiere a la densidad poblacional, el tamaño y perfil tecnológico de los predios rurales, los diferenciales de ingreso y la pobreza de la población rural, el dinamismo de la agricultura, la dotación de infraestructura, y las necesidades y demandas diversas de los productores y de los ciudadanos en general.

⁶ Visión de innovación y competitividad del *Agronegocio*, Fórum Regional de Innovación Agropecuaria e Proyecto Agro 4.0. Para mayor información, consultar en: <https://abag.com.br/comite-de-inovacao-abag-lanca-position-paper/>.

Las iniciativas en curso incluyen acciones gubernamentales e iniciativas autónomas privadas, lideradas por empresas del sector de telecomunicaciones y de instituciones de investigación como la propia EMBRAPA y el Centro de Investigaciones y Desarrollo en Telecomunicaciones (CPqD, por sus siglas en portugués).

La elaboración de la política nacional de conectividad rural es un arreglo institucional que envuelve el MAPA y el MCTIC, apoyado por las acciones institucionales de la Cámara del Agro 4.0 y subsidiada por el estudio de la ESALQ/USP, que diagnosticó la demanda de inversión de US\$ 1,5 billón⁷ necesarios para expandir la conectividad rural a las áreas consideradas prioritarias. Esa es una de las principales estrategias del Gobierno Federal presentada con mayor claridad para el desarrollo del escenario de agricultura 4.0 en Brasil (MAPA, 2019).

Como es sabido, las inversiones en infraestructura, independientemente del área, demandan grandes volúmenes de recursos con retornos en el largo plazo. En el contexto de 2021 y en el futuro próximo, el Estado no tiene capacidad financiera para invertir en la implantación de infraestructura de conectividad demandada por la Economía 4.0. Sin embargo, el Estado tiene el poder regulatorio, el cual precisa ser usado para atraer inversiones privadas que tomen en cuenta la necesidad de contribuir a la inclusión social y productiva. Además, la reglamentación debe asegurar espacio para soluciones tecnológicas alternativas y garantizar acuerdos locales liderados por proveedores y prestadores de servicios, con o sin la participación de las operadoras de telefonía celular o prestadores del servicio de Internet. Es decir, debe abrir espacio para la competencia entre las grandes operadoras y para la celebración de alianzas entre los diferentes actores interesados en actuar en el área.

La alternativa que se evalúa para financiar el desarrollo de infraestructura de telecomunicaciones en las áreas rurales del país es a través de los recursos recaudados por el Fondo de Universalización de los Servicios de Telecomunicaciones (FUST), estimado en aproximadamente US\$5,3 billones. Sin embargo, existe un obstáculo institucional, pues la normatividad vigente establece que el uso de estos recursos debe restringirse a inversiones en telefonía fija, por lo cual se depende del curso del proyecto de ley 172/2020 en el Congreso Nacional, el cual modifica la Ley General de Telecomunicaciones, buscando viabilizar el destino de los recursos del FUST al financiamiento de la expansión de la conectividad móvil en áreas urbanas y rurales⁸.

Es interesante notar la existencia de iniciativas de empresas consolidadas o grandes empresas del sector de telecomunicaciones, las cuales buscan expandir sus redes para ofrecer servicios en el medio rural y para atender la creciente demanda del sector por tecnologías digitales. Una de estas iniciativas se denomina ConectarAgro⁹ un consorcio compuesto por ocho empresas que promueven la solución de Internet abierto en el campo y el uso de máquinas que con tecnologías incorporadas para los productores. Otro ejemplo es el Proyecto *4G TIM no Campo*, el resultado de la asociación entre la empresa de telecomunicaciones TIM y la *AgTech AgroSmart*. Aunque estas iniciativas son genéricas y no disponen de un direccionamiento a productores particulares, sí resultan fundamentales para superar la limitación de conectividad y pueden generar resultados a largo plazo.

Otra iniciativa autónoma privada es el proyecto SemeAr, desarrollado por el Centro de Investigación y Desarrollo en Telecomunicaciones (CPdQ). La estrategia de ejecución del programa comprende tres fases: i) fase inicial, mediante la cual se busca desarrollar y validar una plataforma de innovación digital que sea referencia para

⁷ El estudio arrojó un estimado de R\$ 6 billones. Para la conversión a US\$ se consideró la cotización promedio de R\$ 4,14 por US \$ 1,00 en el año 2019.

⁸ Disponible en: <https://economia.estadao.com.br/noticias/geral,conectividade-no-campo-e-indispensavel-para-o-brasil-dar-um-novo-salto-de-productividade,70003227085>.

⁹ Disponible en: <https://conectaragro.com.br/sobre.html>.

el sector agropecuario, a través de la implementación de una unidad piloto en una única localidad, atendiendo a un grupo de pequeños y medios productores rurales; ii) fase intermedia, en la cual se prevé la implementación de un conjunto de unidades en estado operativo, integrando más servicios y generando modelos de operación y negocios para la gestación y funcionamiento en larga escala en diferentes localidades del territorio nacional; y iii) fase final, la cual está asociada a la operación comercial y expansión en escala nacional, considerando los modelos de referencia implementados en la fase anterior.

3. Generación de tecnología

El eje de generación de tecnología parece ser el más dinámico, y viene siendo estimulado por instituciones del sector público, en especial por EMBRAPA y algunas universidades, mientras que desde la esfera privada están involucradas *startups* (también denominadas *AgTechs*) y los *hubs* de innovación.

EMBRAPA, desde su creación en 1973, ha contribuido significativamente a la generación de tecnologías para el sector agropecuario brasileño y también ha subsidiado las trayectorias tecnológicas del sector, siendo protagonista durante todo el período. Sin embargo, en el ambiente del desarrollo de tecnologías digitales, a pesar de ser la institución de referencia, ha dividido el protagonismo con las *AgTechs*.

La atención de EMBRAPA, en general, está direccionada a la generación de tecnologías digitales. Las diversas unidades poseen cierta autonomía para el desarrollo de tecnologías de acuerdo con el potencial de las actividades en cada localidad. Sin embargo, desde 1990, por lo menos dos unidades fueron implementadas con énfasis específico en la generación de tecnologías digitales: EMBRAPA Informática Agropecuaria localizada en la ciudad de Campinas-SP y EMBRAPA Instrumentalización Agropecuaria, situada en la ciudad de São Carlos-SP.

Al respecto, la percepción que se tiene es que las incontables iniciativas de EMBRAPA, adoptadas a lo largo de los últimos 20 años, no coincidieron con estrategias y visiones claras del Gobierno Federal, y que se careció (y aún se carece) de la suficiente articulación y coordinación, inclusive entre las mismas unidades de EMBRAPA. Mientras tanto, se han observado acciones del MAPA para ganar protagonismo en lo referente a la definición de directrices estratégicas, como la propia creación de la SDI, y un papel más activo en el Consejo de Administración de EMBRAPA, lo cual evidenciaría que de forma paulatina MAPA está incorporando las contribuciones de EMBRAPA y usando de forma más activa las reconocidas competencias de esta entidad para viabilizar sus políticas.

Es importante señalar que no parece existir una directriz o planeación específica que considere la inclusión de pequeños y medios productores en la generación de tecnologías digitales específicas para ese público. Las referencias a este grupo de productores son generales, sin indicar un reconocimiento de las especificidades y la necesidad de acciones para apoyar la inclusión de pequeños productores y economías familiares en la ola de innovación 4.0.

La oferta de tecnología por parte del sector privado ha venido expandiéndose a través de dos protagonistas principales, como son las empresas de máquinas y equipos y las *startups* agrícolas, siendo que estas últimas se han venido organizando en torno de los *hubs* de información que surgen en torno a los centros universitarios y los polos tecnológicos, muchos de estos localizados en regiones tradicionalmente agrícolas. Las tecnologías y servicios ofrecidos cubren diferentes áreas, por ejemplo, el área biológica, la cuestión logística y la gestión.

Debido al número de *AgTechs* en el mercado, es válido señalar que no existe un problema de oferta de tecnología en el sector agropecuario. Por el contrario, puede afirmarse que existe un exceso de disponibilidad de tecnología y en muchos casos una superposición de funcionalidades, las cuales incluso pueden afectar la toma de decisiones del productor. Esa superposición, ciertamente, es el resultado de la competencia entre las *startups*, las cuales son direccionadas por las fuerzas del mercado, pero no consiguen traducir en demandas las reales necesidades los productores.

Este es un punto que debe ser tomado en consideración para pensar asuntos como la inclusión de los productores especialmente de los pequeños y medianos, toda vez que la propia EMBRAPA reconoce que no hay diagnósticos que definan con claridad cuáles son los impactos socioeconómicos de la adopción de tecnologías digitales en la agricultura. Esta es una realidad que demanda una agenda política e institucional bien definida, con alcances y directrices alineados con las necesidades y desafíos de los productores y en coherencia con las capacidades de la oferta tecnológica disponible.

En ese sentido, tomando en consideración tanto el interés del sector privado en el desarrollo de tecnologías para el sector agrícola como la importancia de las instituciones del sector público, resultaría natural explorar el potencial de las asociaciones público-privadas.

4. Difusión de la tecnología

La oferta de tecnología está bien establecida, involucrando diversas iniciativas de difusión lideradas por varios agentes privados, los cuales vienen actuando de forma competitiva en la disputa del mercado, teniendo como objetivo principal y potenciales clientes a medianos y grandes productores. Por otro lado, las acciones de difusión desvinculadas de las empresas productoras de tecnología, que presentan cierta atención a los pequeños productores, están a cargo de las empresas estatales de asistencia técnica y extensión rural (ATER), en su mayoría debilitadas y en consecuencia sin suficiente capacidad. En este grupo también se incluyen las cooperativas de productores, el SEBRAE y SENAR, en algunos casos mediante asociaciones con EMBRAPA, que valga la pena decir, en este eje ha desempeñado un papel coadyuvante.

Las empresas de ATER en los estados de Paraná (IDR-PR), Minas Gerais (EMATER-MG) y Santa Catarina (EPAGRI-SC), desarrollaron *softwares* propios para apoyar las actividades de orientación técnica de los responsables en campo, lo cual ha contribuido para la difusión de tecnologías digitales entre pequeños productores rurales. Las ATER más desarrolladas y con actividades desempeñadas en el uso de herramientas digitales están localizadas en las regiones sur y sureste del país.

Las instituciones del llamado Sistema S¹⁰, que están orientadas, de forma general, a la capacitación y asistencia técnica, han venido implementando iniciativas de difusión tecnológica en la agricultura. El SENAR, que es el organismo específico del Sistema S encargado del apoyo a la agricultura, lidera las acciones de capacitación, secundado por el SEBRAE, organismo que tradicionalmente ha manejado programas direccionados a las micro y pequeñas empresas de los sectores de comercio y servicios.

El SEBRAE ha asumido una responsabilidad en un sector en el cual generalmente no actuaba. La contribución del SEBRAE en el ambiente de difusión tecnológica a pequeños y medianos productores resulta importante, aunque su actuación está

¹⁰ En Brasil, la representación de clases y corporaciones incluye los sindicatos laborales y gremiales, organizados en cada municipio y por sectores de actividad económica (industria, agricultura, comercio, finanzas etc.). El sistema S reúne de 9 instituciones vinculadas a las organizaciones de representación corporativa (industria, comercio, agricultura, micro y pequeñas empresas, cooperativas y transporte), enfocadas a la formación profesional, asistencia social, consultoría, investigación y asistencia técnica. Además de tener su nombre comenzando con la palabra Servicio, de ende el sistema S, tienen características organizativas similares. Algunas organizaciones, como la Confederación Nacional de la Industria (CNI), mantienen más de 1 Servicio.

restringida solamente a los grupos de productores que ya tienen alguna condición de inclusión. Adicionalmente, resulta conveniente señalar que no es responsabilidad del SEBRAE expandir el público objetivo.

5. Educación digital y capacitación

La educación es cada vez más importante, máxime cuando se trata de innovación y del ambiente digital. Saber interpretar datos generados por las tecnologías y tener conocimiento sobre el uso de nuevas aplicaciones, software y máquinas, requieren del acceso a capacitación, asistencia de profesionales especializados y uso de plataformas de acceso a la información. La falta de instrucción y, principalmente, de capacitación tecnológica, puede conducir a la adopción de tecnologías equivocadas, o en su defecto, a una subutilización de las mismas por parte de los productores. En ese sentido, el riesgo de “endeudamiento tecnológico” es real, y puede contribuir a un ciclo de moratoria financiera, el cual a su vez puede comprometer la sustentabilidad del sector. Es necesario, entonces, evaluar hasta qué punto las inversiones que vienen siendo realizadas en un contexto de precios elevados y de expansión de los mercados resultan sostenibles, y si efectivamente están contribuyendo para generar los excedentes prometidos y necesarios para liquidar el financiamiento (créditos).

Cómo fue confirmado por la investigación de EMBRAPA/SEBRAE, la falta de conocimiento sobre las tecnologías más apropiadas y la ausencia de capacitación fueron los principales problemas señalados por los productores en relación con el acceso a las tecnologías. Estos problemas resultan aún más prominentes en el caso de los agricultores familiares. El Censo Agropecuario de 2017 evidenció que 12% de los productores familiares concluyó la educación media, y apenas 2,7% posee educación superior completa. Estas mediciones son aún más bajas en las regiones Norte y Nordeste, las cuales concentran el 56,5% del total de productores familiares.

Este déficit de conocimiento y acceso a la educación resalta la importancia de la asistencia técnica y de la extensión rural, las cuales lamentablemente están lejos de atender las reales necesidades, particularmente en las áreas más pobres. Si bien no es posible profundizar sobre este tema en este texto, resulta conveniente señalar algunas percepciones recogidas en la investigación, las cuales pueden ser relevantes.

La primera percepción se refiere a la propia capacidad de los sistemas públicos de asistencia técnica y extensión rural, los cuales han sido abandonados por los estados, y por ende tienen dificultades para atender las demandas. Es posible que el uso de las tecnologías digitales por parte de las empresas y de los extensionistas rurales pueda contribuir en la mejora de alcance y efectividad de los servicios de ATER. Sin embargo, el déficit de conectividad y las características de los productores pueden limitar el uso de las herramientas ya disponibles, circunstancia que exigirá un esfuerzo de creación que no se resolverá en el corto plazo.

Otra percepción que recoge la investigación tiene relación con la propia capacitación del personal técnico para orientar la tecnología digital. Al respecto, vale decir que inclusive el personal más joven ha tenido una formación “tradicional”, toda vez que ni las escuelas técnicas agrícolas ni las facultades de agronomía y veterinaria (las cuales forman a la mayor parte de los profesionales del sector) han ajustado la base curricular y las prácticas que permitirían a los técnicos lidiar con las innovaciones en curso. En este sentido, será necesario un esfuerzo de renovación de la formación tradicional de los profesionales que actúan en la agricultura, un asunto que infelizmente no parece estar en la agenda de las principales escuelas, siendo recurrente una enseñanza anclada en las carreras tradicionales.

En línea con lo anterior, se constató que un número importante de profesionales con estudios superiores han actuado fundamentalmente como promotores de empresas de tecnología, recibiendo incentivos de desempeño por factores como ventas, *marketshare* y número de clientes atendidos, entre otros. Al respecto, es necesario afirmar que, si bien estos mecanismos resultan legítimos desde el punto de vista empresarial, tal modelo potencialmente puede generar distorsiones en las recomendaciones técnicas, en particular para el sector en el cual el desempeño final -la producción y la productividad- es influenciado por múltiples variables, dificultando así la asociación directa entre la recomendación del técnico y el resultado alcanzado. En palabras de un agente entrevistado, “entre la ignorancia y la falta de preparación de algunos, y los consejos sesgados de otros sobre el uso de las nuevas tecnologías, los productores pagan la cuenta y son los grandes perdedores.”

Es de consenso general la existencia de mucha información disponible circulando entre los productores, particularmente en grupos de *WhatsApp* y otras redes sociales. Parte importante de esta información no es referenciada, careciendo de calidad y de credibilidad. Dado los sesgos de la información que circula en medios digitales, muchos productores no consiguen separar el trigo del salvado. El exceso de información y las características referidas están confundiendo a los agricultores, quienes vienen recibiendo muchas recomendaciones de mala calidad. En tal sentido, conjugar y dar credibilidad a la información, es un desafío que necesita ser enfrentado para orientar a los productores, en particular a los pequeños, en la trayectoria de innovación 4.0.

6. Financiación

El costo de las tecnologías digitales no es bajo y demanda grandes inversiones, tanto así que fue señalado como el principal desafío por parte de los productores que participaron de la investigación EMBRAPA/SEBRAE. Por esta razón, el gran productor tiene más facilidad para acceder y financiar esas nuevas tecnologías, y también para contratar a personas capacitadas para trabajar en esa área. La dimensión económica es indicada como un obstáculo relevante, bien sea por la dificultad de acceso al crédito, o en razón al valor de la inversión necesaria para garantizar la contratación de servicios y para pagar los costos operacionales de mantenimiento y uso.

Los pequeños productores brasileños han contado con financiación del Programa Nacional de Fortalecimiento de la Agricultura Familiar (PRONAF), el cual ha promovido el acceso a recursos para garantizar la inversión por medio de líneas de crédito convencionales dirigidas a la adquisición de máquinas y para la realización de la producción. Es preciso comprender mejor la naturaleza de las inversiones necesarias para los productores, y diseñar líneas de financiación que sean compatibles en términos de flexibilidad, tiempos y condiciones con el ciclo de implantación de la tecnología inversión, y por supuesto en coherencia con los plazos de maduración de los negocios y la generación de ingresos.

Cuadro IV.13

Recomendaciones para la elaboración de políticas públicas para la agricultura 4.0 en Brasil

| Ejes | Diagnóstico | Desafío | Acciones prioritarias | Recomendaciones |
|---|---|---|---|--|
| Institucional | Contexto de la heterogeneidad de la agricultura brasileña; organización de pequeños productores y agricultores familiares; ausencia de agenda para el pequeño/familiar productor; baja articulación y coordinación entre las instituciones; falta de un diagnóstico claro para los pequeños productores; Acciones institucionales descoordinadas y desarticuladas | Definición de una agenda política e institucional orientada a los pequeños productores y agricultores familiares | Creación de la Cámara Agro 4.0; Preparación del PPA 4.0 2021-2025; Inclusión de la Agricultura 4.0 en la estrategia de desarrollo del sector | Inclusión de organizaciones que representan pequeños productores y agricultores familiares Considerar el contexto de la heterogeneidad estructural de la agricultura brasileña Articulación y coordinación incluso entre las unidades de la EMBRAPA Agenda política e institucional definida, con directrices alineadas a las necesidades y desafíos de los productores y a la capacidad de oferta tecnológica disponible; Realizar el diagnóstico completo de los condicionantes de acceso a las tecnologías digitales de los pequeños productores y agricultores familiares |
| Infraestructura | Déficit de infraestructura en general en las áreas rurales, telefonía rural, conectividad, Internet, baja calidad de los servicios | Mobilización de recursos para las inversiones públicas y privadas necesarias; Definiciones regulatorias (reglas para inversiones, definición del tipo de tecnología etc.); Demarcación de espacios de actuación | Política Nacional de Conectividad Rural; Proyecto SemeAr; Proyecto <i>Campo Novo</i> (iniciativas privadas) | Reglamentaciones: abrir espacio para la competencia entre las grandes operadoras y para el montaje de coaliciones incluyendo actores diferentes, interesados en actuar en el área; No existe una única solución tecnológica, así que existen múltiples soluciones tecnológicas para atender la demanda en un país continental como Brasil, además que no todos los productores pueden tener acceso a las tecnologías de punta |
| Generación de tecnología | Ecosistema de innovación vibrante, con presencia de startups, <i>AgTechs</i> , agrohubs, empresas de máquinas y equipos, y fuerte participación de la EMBRAPA; participación activa de fondos de inversión (<i>venture capital</i>) y fondos públicos (Finep, Fapesp, BNDES) | Generar tecnologías apropiadas para atender las necesidades de los pequeños productores y agricultores familiares; Reducción de costos de tecnologías | Acciones de la EMBRAPA; Hubs de innovación | Fortalecer/apoyar a las instituciones públicas de investigación; Promover licitaciones/convocatorias dirigidas, con focalizada específicamente a pequeños productores y agricultores familiares |
| Difusión de tecnología | Debilidad de las ATERs dos estados; ativa atuação empresas de máquinas e equipamentos; cooperativas; escritórios privados de assistência técnica | Mobilizar y capacitar agentes para promover la difusión de tecnología a los pequeños productores; Crear condiciones necesarias para viabilizar la adopción de las tecnologías | Proyectos aislados de cooperativas; iniciativas aisladas de algunas ATERs estatales en algunos pocos estados; Iniciativas de SENAR/CNS, SEBRAE | Fortalecimiento de las ATERs em los Estados |
| Educación y capacitación | Bajo nivel de educación formal y capacidad técnica por parte de los pequeños productores; baja cualificación técnica de los vendedores/promotores de la tecnología; limitado soporte técnico a los productores; déficit educacional de los técnicos | Educación y capacitación de todos los agentes involucrados (productores, extensionistas, vendedores etc.) | Iniciativas del SENAR/CNA, SEBRAE | Capacitación del personal técnico Explorar los potenciales de programas de entrenamiento y capacitación utilizando tecnologías digitales |
| Financiamiento | Ausencia de líneas específicas para el financiamiento de tecnologías digitales | Diseñar líneas de financiamientos adecuadas a las condiciones de pequeños productores y agricultores familiares, y de la dinámica de innovación 4.0 | Indefinido | Diseño de líneas compatible, en términos de flexibilidad, tiempo y condiciones, con el ciclo de implantación de la tecnología/inversiones con los plazos de maduración y generación de ingresos |
| Acceso y difusión de información | Notable mejoría en el acceso de informaciones de los productores en el período reciente | Transformar la información en algo útil | Iniciativas del MAPA y la EMBRAPA a partir del desarrollo de aplicaciones para difundir información | |
| Apoyo a las políticas públicas | Muchas iniciativas y experiencias válidas en marcha; iniciativas aún limitadas al gobierno federal y algunas políticas del MAPA; uso limitado por parte de los productores y demás agentes | Difundir los instrumentos; pasar de la fase de suministro/acceso a la información a la utilización en la planeación y gestión de las políticas, y por parte de los beneficiarios | Seguro Rural; Zonificación; Clima | El Estado debe apoyar las iniciativas para la transformación digital en los sectores |
| Cadenas productivas y desarrollo de proveedores | Información sobre los proveedores de tecnología; acceso a las facilidades de las plataformas. | Desarrollar la cadena y estrechar las relaciones entre los agentes. | Acciones de empresas y plataformas para atraer proveedores y consumidores; iniciativas de asociaciones de productores para entrar en el comercio electrónico, vender directamente a los consumidores; acciones de emprendedores en el mercado 'gourmet'; iniciativas de empresas de máquinas y equipos para establecer fidelidad de los consumidores; cooperativas. | Consolidar los diagnósticos sobre el grado de desarrollo de las tecnologías de agricultura 4.0 en las principales cadenas productivas con énfasis en el acceso y participación de los pequeños productores/agricultores familiares. |

Fuente: Elaboración propia.

Bibliografia

- Agência Câmara de Notícias [S.l., 20–?]. Sistema S. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/glossario-legislativo/sistema-s>. [Acesso em: 19 de outubro de 2020].
- Alves, E. R. A.; Souza, G. S.; Gomes, E. G. (Ed.). Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa. (2013). Contribuição da Embrapa para o desenvolvimento da agricultura no Brasil. Brasília, DF.
- Anatel – Agência Nacional de Telecomunicações. Municípios com Áreas Rurais Atendidas. (2020a). Disponível em: <http://dados.gov.br/dataset/areas-rurais-atendidas>. [Acesso em: 25 de setembro de 2020].
- _____(2020b). Mapeamento de redes de transporte. Disponível em: <https://www.anatel.gov.br/dados/mapeamento-de-redes>. [Acesso em: 25 de setembro de 2020].
- Beduschi L., H. Martínez, X. Quezada, E. Ramírez, A. Rodríguez, M. Rodrigues, O. Sotomayor y P. Wander. La agricultura digital en América Latina y la necesidad de agendas sectoriales por país. En: Sotomayor, O., E. Ramírez y H. Martínez (Coord). (2021). Sistemas alimentarios, mipymes y procesos de digitalización en América Latina. Documento de proyectos, Santiago, CEPAL. Pp. 17-30.
- Bolfe, E. L.; Jorge, L. A.; Sanches, I.; Costa, C. C. da; Iuchiari Jr., A.; Victória, D.; Inamasu, R.; Grego, C.; Ferreira, V.; Ramirez, A. : Embrapa. (2020). Agricultura digital no Brasil: tendências, desafios e oportunidades: resultados de pesquisa online. Campinas, SP. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agropensa/produtos-agropensa>.
- Brasil, Lei nº 8.629, de 25 de fevereiro de 1993. Dispõe sobre a regulamentação dos dispositivos constitucionais relativos à reforma agrária, previstos no Capítulo III, Título VII, da Constituição Federal. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8629.htm. [Acesso em: 10 ago. 2020].
- Buainain, A. M. *et al.* UNICAMP, (2007). Agricultura familiar e inovação tecnológica no Brasil: características, desafios e obstáculos. Campinas, SP.
- Buainain, A. M. Secretaria Especial de Assuntos Estratégicos, Presidência da República. (2018). Desafios para a Indústria 4.0: Além da Economia. In: PIO, C.; Repezza, A. P. (ed.). Diálogos Estratégicos: o Brasil e os desafios da quarta revolução industrial. Volume 1, número 2, julho 18.
- Bussab, M. O. Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas. (1997). Estratégias de *marketing* da indústria de tratores agrícolas no Brasil: o caso da Massey-Fergusson e da Valmet. São Paulo, SP. 113 p. Dissertação (Mestrado).
- Carvalho, J. C. M. Embrapa, (1992). O desenvolvimento da agropecuária brasileira. Brasília, DF.
- Castro, C. N. A. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília – IPEA. (2012). Agricultura no Nordeste Brasileiro: Oportunidades e Limitações ao Desenvolvimento. Texto para discussão, 1786: Rio de Janeiro, RJ.
- Dias, C. N.; Jardim, F.; Sakuda, L. O. (Orgs.) Embrapa. (2019). Radar AgTech Brasil 2019: Mapeamento das *Startups* do Setor Agro Brasileiro. SP Ventures e Homo Ludens: Brasília, DF e São Paulo, SP. Disponível em: www.radaragtech.com.br. [Acesso em 30 de agosto de 2020].
- FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP. (2020). A força das *Agtechs*. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/a-forca-dasagtechs/#:~:text=%E2%80%9CSe%20no%20passado%20o%20modelo,inova%C3%A7%C3%A3o%20com%20sede%20em%20Piracicaba>. [Acesso em: 30 set. 2020].
- Guanziroli, C. E.; Buainain, A. M.; Di sabbato, A. (2012) Dez Anos de Evolução da Agricultura Familiar no Brasil: (1996 e 2006). Revista de Economia e Sociologia Rural, Piracicaba - SP, Vol. 50, Nº 2, p. 351-370, Abr./Jun.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2018). Censo agropecuário 2017. Rio de Janeiro, RJ. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>. [Acesso em: 01 de junho de 2020].
- Leite, M. A. A.; Duarte, D. A.; Massruhá, S. M. F. S. (2019) Agricultura Digital: Levantamento junto ao Produtor Rural na Região Metropolitana de Campinas. In: XII Congresso Brasileiro de Agroinformática. SBIAgro.

- MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2019). Câmara do Agro 4.0 apresenta as principais demandas para ampliar o uso de novas tecnologias no campo. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/camara-do-agro-4-0-apresenta-as-principais-demandas-para-ampliar-o-uso-de-novas-tecnologias-no-campo>. [Acesso em: 13 de outubro de 2020].
- Massruhá, S. S. F. M.; Leite, A. A. M. Embrapa. (2017). Agro 4.0 – Rumo à agricultura digital. JC na Escola Ciência, Tecnologia e Sociedade: Mobilizar o Conhecimento para Alimentar no Brasil. Brasília, DF.
- Massruhá, S. S. F. M. Prodemge, (2018). O campo cada vez mais tecnológico: Tecnologia da informação na gestão pública. Belo Horizonte, MG.
- Mckinsey&company. AEPR. (2020). A mente do Agricultor Brasileiro na Era Digital. Disponível em: [http://www.aeaprcuritiba.com.br/admin/arquivos/A%20mente%20do%20Agricultor%20Brasileiro%20na%20Era%20Digital%20\[AGCO\].pdf](http://www.aeaprcuritiba.com.br/admin/arquivos/A%20mente%20do%20Agricultor%20Brasileiro%20na%20Era%20Digital%20[AGCO].pdf). [Acesso em 30 de junho de 2020].
- MCTI - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações; MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2020). Proposta Plano de Ação da Câmara do Agro 4.0 (2021-2024). Brasília, DF.
- Oliveira, M. D. M. Universidade de São Paulo. (2000). Custo Operacional e Ponto de Renovação de Tratores Agrícolas de Pneus: Avaliação de uma Frota. 148 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba – SP.
- SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. (2017). O Produtor Rural e as Tecnologias de Informação. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/bis/o-produtor-rural-e-as-tecnologias-de-informacao.8f82e4188bb7d510VgnVCM1000004c00210aRCRD>. [Acesso em 01 de julho de 2020].
- Sotomayor, O., E. Ramírez y H. Martínez (Coord). (2021). Sistemas alimentarios, mipymes y procesos de digitalización en América Latina. Documento de proyectos, Santiago, CEPAL. Pp. 17-30.
- Sousa, R. V.; Lopes, W. C.; Inamasu, R. Y. Automação de máquinas e implementos agrícolas: eletrônica embarcada, robótica e sistema de gestão de informação. In: Massruhá, S. M. F. S.; Leite, M. A. de A.; Luchiari junior, A.; Romani, L. A. S. (orgs.). Embrapa. (2014). Tecnologias da Informação e Comunicação e suas relações com a agricultura. Brasília, DF.
- Vieira Filho, J. E. R.; Gasques, J. G.; Ronsom, S. Inovação e expansão agropecuária brasileira. In: Vieira Filho, J. E. R.; Gasques, J. G. (Orgs.) Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada – IPEA. (2020). Uma jornada pelos contrastes do Brasil: 100 anos de censo agropecuário. Brasília, DF.

Introducción

Existen múltiples formas de articular los contenidos de un capítulo de diagnóstico de políticas en agricultura digital. Puede ser desde la estructura de las cadenas, desde la demanda de servicios por parte de los actores, o desde la oferta de tecnologías, entre muchas otras. Para este capítulo referente a la situación en Chile, se optó por privilegiar una mirada que fuera intencionada para la elaboración de alguna agenda o política al respecto.

Así, el tipo de bienes o servicios a que se refiere cada eslabón se estima que es útil para direccionar la acción pública, ya sea desde la provisión de infraestructura, acción normalmente ajena al quehacer de las secretarías de agricultura y ganadería; la información general de acceso público, desarrollada por servicios públicos que normalmente no es apropiable por actores o grupos de actores en particular; las plataformas reservadas (bienes club) para el fortalecimiento organizacional o transferencia de tecnologías, que pueden ser una interesante línea de fomento; y finalmente los bienes claramente privados intraprediales, donde la mirada del estado normalmente se limita a la I+D+i, o algunos instrumentos de fomento o eventualmente subsidios.

Gran parte de este capítulo está basado en un trabajo desarrollado por la Unión Internacional de la Telecomunicaciones, en colaboración con CEPAL y FAO Chile, de una propuesta para el desarrollo y la adopción de la e-Agricultura en Chile (Martínez, 2019). En el mencionado trabajo, realizado en 2019, se aplicó un cuestionario a distintos actores asociados a la materia, además de dos talleres de trabajo y algunas entrevistas individuales a expertos. En el presente capítulo se presentan opiniones y miradas de actores extraídas de ese texto, las que son citadas como corresponde.

La ruralidad en Chile

Si bien el título del capítulo se refiere a la agricultura en particular, y más allá de que se entienda de manera extendida, con sus encadenamientos hacia adelante y hacia atrás, el elemento digital, las tecnologías de información, nos obligan a ampliar la mirada. Ello es así ya que su importancia en las unidades productivas y en las cadenas sectoriales depende del nivel de alfabetización digital, asociado por cierto al desarrollo de los recursos humanos. De este modo, los elementos que definen tanto la cobertura como el desarrollo de las tecnologías se fundamentan en otros ámbitos de la ruralidad, como la educación, salud, bienestar de la población y el desarrollo de otras actividades económicas como la pesca y la acuicultura.

Por esto, si bien el foco principal se pone en los actores locales asociados a la actividad agropecuaria, de manera permanente se hace la extensión del análisis a otros elementos del desarrollo y la economía en las zonas rurales de Chile.

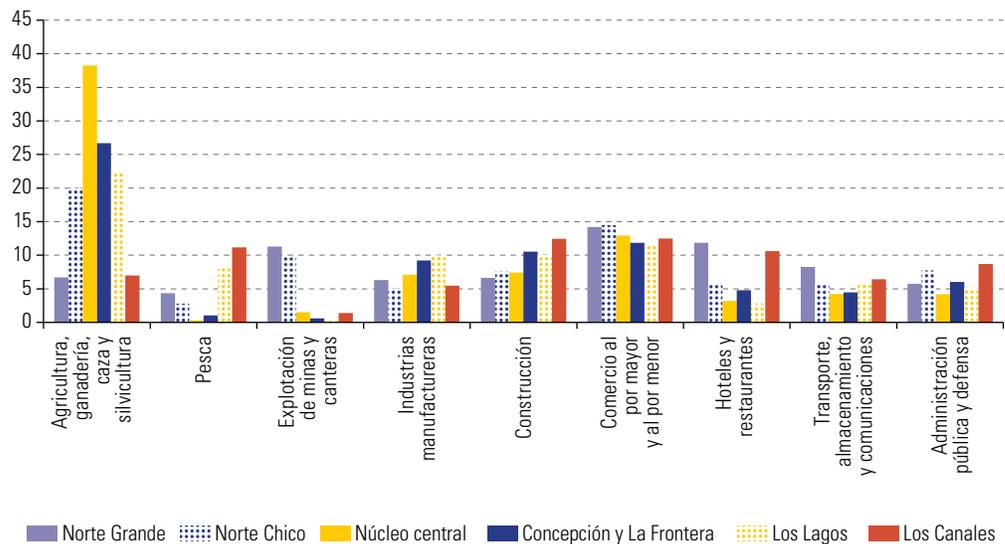
Según la clasificación de territorios propuesta por la OCDE en su Política Rural 3.0, los territorios no urbanos se pueden clasificar en Intermedios, Rurales cercanos y Rurales remotos, considerando su densidad de población y las distancias a las llamadas Áreas

Urbanas Funcionales (OCDE, 2018). Aplicando esa clasificación para el caso de Chile, un 76% de la población residiría en zonas urbanas, 10% en territorios intermedios, 8% en territorios rurales cercanos y 5% en territorios rurales remotos (SUBDERE, 2019). Cabe mencionar que desde la mirada del Instituto Nacional de Estadísticas, cifras oficiales del país, la población urbana en Chile alcanza al 87,8% (15.424.497 habitantes), y por lo tanto la rural sería de 12,2% (2.149.496 habitantes).

En cuanto a la actividad económica que desarrollan los habitantes de las comunas rurales, esta muestra variaciones según las zonas del país (gráfico V.1). Según datos de la encuesta CASEN 2017, en el llamado Norte Grande (regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá y Antofagasta)¹ existe una alta dispersión en cuanto a la rama de la economía en que se desempeñan los habitantes rurales, siendo las principales la minería, el comercio y el turismo (hoteles y restaurantes). Entre la Región de Atacama y la Región de Los Lagos (macro zonas del Norte Chico, Central, Concepción y Frontera y Los Lagos) domina con claridad la actividad agropecuaria, y es además la zona en que se concentra el 92% de la población rural nacional. En la zona de Los Canales (Aysén y Magallanes), la gente de las comunas rurales se emplea mayoritariamente en pesca y acuicultura, turismo (hoteles y restaurantes) y construcción.

Entonces, observando la población de territorios rurales del país en su conjunto (gráfico V.2), el eje de la actividad económica sería la actividad silvoagropecuaria. El comercio (mayorista y minorista), así como la actividad industrial también son importantes ramas de empleo, aunque con seguridad tanto la industria como el comercio mayorista estarían muy relacionados a las cadenas de valor silvoagropecuarias, y también la cadena de la acuicultura, particularmente desde Los Lagos al sur.

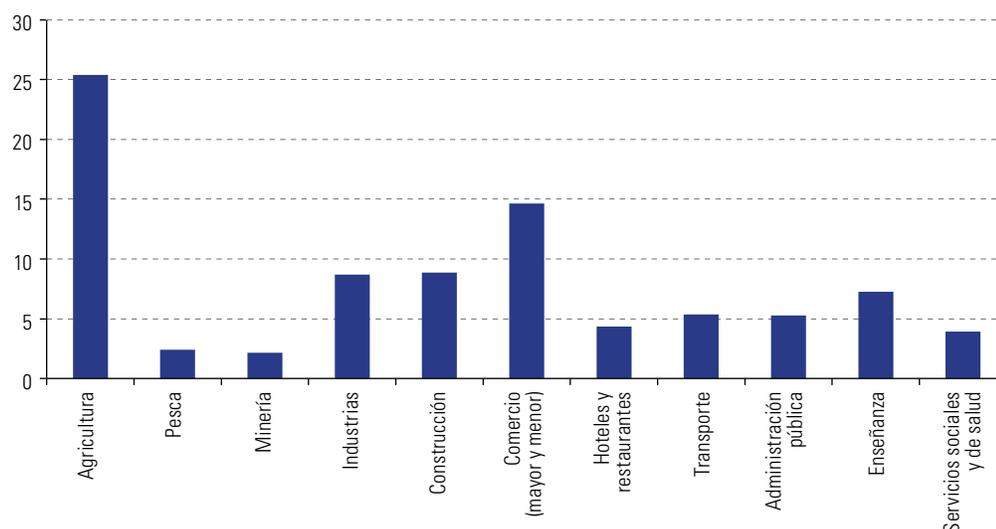
Gráfico V.1
 Porcentaje de trabajadores por rama de empleo en comunas rurales por macro zona, elaborado con datos CASEN 2017
 (En porcentajes)



Fuente: SUBDERE, 2019.

¹ Se considera la definición de macrozonas de CORFO de Regiones Naturales. Las Macrozonas son Norte Grande (Arica, Tarapacá y Antofagasta), Norte Chico (Atacama y Coquimbo), Núcleo Central (desde Valparaíso a Ñuble), Concepción y la Frontera (Bío Bío y La Araucanía), Los Lagos (Los Ríos y Los Lagos), y Los Canales (Aysén y Magallanes).

Gráfico V.2
Porcentaje de trabajadores por rama de empleo^a en comunas rurales



Fuente: Elaboración propia, con datos de encuesta de Caracterización Socioeconómica (CASEN) 2017.

^a Se muestran sólo las más importantes para zonas rurales.

La agricultura en Chile

Según el Censo Agropecuario, del año 2007, en Chile existirían 301.376 explotaciones agropecuarias, las que se distribuyen en una superficie agrícola utilizada de 18,5 millones de hectáreas.

Del total de explotaciones el 95% corresponderían a microempresa y pequeña empresa agropecuaria. Sólo un 5% de las unidades, entonces, corresponderían a lo que se considera agricultura empresarial. Desde el punto de vista de la política agropecuaria este es un dato relevante, debido a que la gran mayoría de las explotaciones serían consideradas como Agricultura Familiar Campesina, lo que implica que son usuarias de diversos instrumentos de fomento productivo que provee el Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), dependiente del Ministerio de Agricultura. A la vez, el 5% de las explotaciones, que controlan el 56% de la superficie agrícola útil, corresponderían a empresas con un potencial de inversión importante para el desarrollo de la agricultura digital en la explotación de sus predios.

Cuadro V.1

Número de explotaciones agropecuarias, superficie y valor bruto de la producción, por estrato de nivel de ventas

| Tipo de empresas Definición CORFO, por nivel de ventas anuales | Tipo de explotaciones agropecuarias | Estrato de ventas (en dólares) | Explotaciones | | Valor bruto de la producción | | Superficie útil | |
|--|--|--------------------------------------|---------------|------------|------------------------------|------------|-----------------|------------|
| | | | Número | Porcentaje | Millones de dólares | Porcentaje | Has | Porcentaje |
| Micro empresa | Pequeña agropecuaria | 0 a 97 000 | 254 906 | 94,5 | 2 079 | 22 | 4 459 168 | 44 |
| Pequeña empresa | Mediana explotación | 97 000 a 1 000 000 | 13 184 | 5 | 3 707 | 38 | 3 060 922 | 30 |
| Mediana y gran empresa | Mediana/grande agropecuaria | 1 000 000 y más | 1 225 | 0,5 | 3 866 | 40 | 2 648 264 | 26 |

Fuente: Qualitas, 2011.

En cuanto a los elementos edafoclimáticos, Chile posee una geografía muy diversa, tanto de norte a sur como de cordillera a costa, lo que favorece una importante diversificación de rubros. En términos de superficie de cultivo, los cultivos anuales: trigo, avena y maíz son los más masivos en Chile. Sin embargo, su situación de clima mediterráneo, asociado a la apuesta exportadora realizada por la política desde los años 90, que se traduce en una importante red de acuerdos de comercio, han favorecido el crecimiento de rubros como los frutales de exportación y las viñas, así como las plantaciones forestales en los suelos de secano. A la vez, como efecto de la rebaja de aranceles de importación de cereales, legumbres y oleaginosas, estos cultivos han descendido de manera importante.

Cuadro V.2

Evolución del uso del suelo silvoagropecuario entre los censos agropecuarios de 1976 y 2007

| Grupo de cultivos | Superficie (has) | | | Variación en has, 2007-1976 |
|--|------------------|-----------|-----------|-----------------------------|
| | 1976 | 1997 | 2007 | |
| Cereales | 843 102 | 648 111 | 479 404 | (363 698) |
| Leguminosas y tubérculos | 210 891 | 127 139 | 70 900 | (139 991) |
| Cultivos industriales | 134 119 | 80 872 | 69 972 | (64 147) |
| Hortalizas | 95 112 | 101 602 | 95 953 | 841 |
| Flores | 941 | 1 472 | 2 176 | 1 235 |
| Forrajeras anuales y permanentes | 628 438 | 608 538 | 513 204 | (115 234) |
| Frutales | 89 673 | 234 480 | 328 367 | 238 694 |
| Viñas y parronales viníferos | 106 017 | 81 845 | 130 392 | 24 375 |
| Viveros | s.i. | 2 333 | 2 298 | (35) |
| Semilleros | s.i. | 29 778 | 42 511 | 12 734 |
| Total agropecuario (sin pradera natural) | 2 108 293 | 1 916 170 | 1 735 177 | (373 116) |
| Plantaciones forestales | 1 025 340 | 2 226 014 | 2 656 308 | 1 630 968 |
| Total superficie | 3 135 440 | 4 142 183 | 4 391 487 | 1 256 047 |

Fuente: Elaboración propia, en base a censos 1976, 1997 y 2007.

Nota: s.i.: Sin información.

De esta manera, en la actualidad, existe una importante superficie de frutales y viñas en los suelos de riego de la zona central de Chile, al igual que en el Norte Chico donde a través del uso de riego tecnificado se logra una producción temprana para llegar a los mercados del hemisferio norte. En la zona centro sur se concentran los cultivos anuales de secano así como las plantaciones forestales, aunque con el fenómeno del Cambio Climático ya se observa un crecimiento de los frutales y las viñas también en esas latitudes. La zona sur es fundamentalmente ganadera, más concentrada en lácteos que en carne, y en la zona austral el principal rubro es la ganadería ovina.

Más allá de lo agrícola, cabe destacar que en las zonas rurales de Chile también se desarrollan actividades de pesca, acuicultura y turismo, que también son sistemas usuarios de tecnologías digitales en todos los niveles, y por tanto también son demandantes de conectividad, plataformas de trabajo colectivo y de tecnologías digitales para la operación. La actividad turística de territorios rurales está a lo largo de todo Chile, aunque más focalizado en las zonas centro sur y sur. La acuicultura se desarrolla desde la Región de Los Lagos hasta la Patagonia.

A. Infraestructura y condiciones básicas para la agricultura 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)². 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.

Como primer elemento de la brecha digital entre los territorios, aparecen las condiciones básicas habilitantes para el desarrollo de estas tecnologías. Estas son el acceso a energía eléctrica, en primer lugar, seguido de la cobertura del servicio de Internet —incluido el costo de acceder a esta para el usuario—, el acceso a equipos y el nivel de alfabetización digital de la población rural.

Estas habilitaciones y capacidades de base no se traducen particularmente en el desarrollo de la agricultura, sino en el mejoramiento de la vida rural, a través del acceso a información, servicios y bienestar para la población, y por cierto son habilitantes en el desarrollo de actividades productivas una de las cuales —la principal, para la ruralidad en Chile— son los sistemas alimentarios.

La Unión Internacional de las Telecomunicaciones (ITU), elabora un índice comparativo para los países, el ICT Development Index (IDI), que incorpora la infraestructura y condiciones básicas para el desarrollo digital, 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 Latinoamérica y el Caribe, de acuerdo al informe sobre “Medición de la Sociedad de la Información” de la UIT del 2017, Chile se ubica en el puesto 56 de los 176 países considerados en el informe. En Latinoamérica, los países que figuran en la mitad superior de la tabla son: Uruguay (42), Argentina (51), 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. Más allá de que siempre resulta útil la comparación entre los países de la región, el que estos indicadores sean compuestos, y que tampoco discriminen entre los tipos de territorio, resulta necesario observar las distintas condiciones básicas para poder contribuir a orientar la mirada de eventuales estrategias o agendas de desarrollo de la agricultura digital.

1. Cobertura de energía eléctrica en el territorio chileno

En el país un 0,4% de la población no tiene energía eléctrica, lo que en términos de población rural se traduce en 3,5%. En cuanto a viviendas sin acceso a energía eléctrica, éstas alcanzarían a las 24.556, siendo la zona más deficitaria la Región de Los Lagos, con 4.383 viviendas sin energía eléctrica. A éstas se podrían sumar 5.086 viviendas que al año 2019 tenían suministro eléctrico parcial (Ministerio de Energía, 2019).

² Según GSMA un 10% de aumento en la penetración de la Internet móvil tiene el potencial de elevar el PIB en un 1,2%, mientras que un 10% de aumento en la digitalización de un país puede provocar un incremento del PIB de un 1,9%

³ 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 (Informe sobre la Medición de la Sociedad de la Información de 2017).

En el año 1992 sólo el 53,1% de las viviendas rurales tenía acceso a electricidad. En el año 1994 se creó el Programa de Electrificación Rural, en el que el gobierno cofinancia el acceso a la red, en conjunto con las empresas distribuidoras y los beneficiarios. Si en la evaluación social de los proyectos los indicadores son positivos, siendo negativos desde la evaluación privada, los Gobiernos Regionales financian la conexión a la red. El Programa también financia proyectos de generación local de Energías Renovables No Convencionales, cuando resulta conveniente en su evaluación económica. Los proyectos son priorizados en las regiones y los municipios, y financiados a través del Fondo Nacional de Desarrollo Regional, que corresponde a recursos nacionales de decisión regional. Gracias al avance del programa, en el año 2002 ya un 85,7% de las viviendas rurales ya contaban con provisión de energía eléctrica, y al año 2014 se llegó a una cobertura del 97,3% de las viviendas rurales (Argomedo, 2015).

La existencia de programas que fomentan la ampliación de la cobertura con Energías Renovables No Convencionales (o con generadores eléctricos a combustible) y la baja población sin cobertura, hace que a nivel de estrategia, este tema esté prácticamente solucionado.

En la consulta realizada a 32 actores (a través de cuestionario enviado y entrevista presencial) por la Unión Internacional de las Telecomunicaciones (Martínez, 2019), el acceso a energía eléctrica no fue mencionado como una restricción para la cobertura de Internet.

2. Acceso a Internet en territorios rurales

Según CEPAL, el 66,7% de los habitantes de la Latinoamérica y el Caribe tenían conexión a Internet en el año 2019. “El tercio restante tiene un acceso limitado o no tiene acceso a las tecnologías digitales debido a su condición económica y social, en particular su edad y localización” (CEPAL, 2020).

En cuanto a nivel socioeconómico, en la misma publicación CEPAL menciona que en Chile más del 60% de los hogares del primer quintil tendría acceso a Internet, situándolo como el de mayor cobertura para ese segmento en la región junto con Brasil. En cuanto a cobertura en las zonas rurales, CEPAL menciona que Chile, Costa Rica y Uruguay, aun siendo los países de la región con mayor cobertura, ésta no llegaría al 50%.

En materia de comparaciones de acceso a Internet de territorios rurales en la región, el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y Microsoft, desarrollaron un Índice de Conectividad Significativa rural (ICSr), que combina el uso regular de Internet (acceso regular y permanente), dispositivo apropiado, datos suficientes y velocidad adecuada de conexión. Este índice se estimó para siete países (no incluye Chile), y a partir de una correlación con el índice de Desarrollo de Banda Ancha, elaborado por el BID, se extrapoló para el resto de los países de la región (IICA-BID, 2020). El resultado muestra que Chile tendría, junto con Brasil, el índice más alto en la región.

Según la Subsecretaría de Telecomunicaciones (SUBTEL), en Chile, en el año 2017, un 87,4% de los hogares declaraba tener acceso a Internet, cifra que alcanzaba a 79,3% en 2016 y a 70,2% en 2015. En los hogares rurales, en el año 2017 un 76,7% decía tener acceso a Internet, cifra que alcanzaba a 66,4% en 2016 (SUBTEL, 2017). Es decir, la cobertura en hogares rurales, además de ser alta, crecería a una alta tasa, cerrando la brecha urbano-rural en cuanto a acceso.

En la misma encuesta realizada por SUBTEL, ante la pregunta de “¿Por qué razones tiene servicio de Internet en su hogar?” se obtiene que en las zonas rurales son más importantes que en las urbanas los temas de comunicación con otras personas y el

apoyo a la educación. En la razón “Permite realizar negocios o manejar una empresa familiar”, en los hogares rurales se menciona en un 21,1% de los casos, levemente inferior a la misma opción en hogares urbanos. Para el resto de las razones, relativas a trámites personales, juegos y conocer gente, en los hogares urbanos tiene una importancia sustantivamente mayor que en los rurales.

Cuadro V.3

Respuesta a la pregunta: ¿Por cuál o cuáles razones se mantiene el servicio de Internet en su hogar (ya sea fijo o móvil)? (n=3.071)

(En porcentajes)

| Razón (porcentaje de menciones) | Total | | Urbano | | Rural | |
|---|-------|------|--------|------|-------|------|
| | 2016 | 2017 | 2016 | 2017 | 2016 | 2017 |
| Permite comunicarse con otras personas | 68,9 | 78,1 | 67,6 | 77,8 | 78,3 | 79,9 |
| Permite tener más acceso a información | 66,2 | 73,7 | 66,4 | 75,2 | 64,3 | 62,5 |
| Apoyo a la educación propia/hijos/nietos | 66,3 | 61,8 | 66,0 | 61,4 | 68,8 | 64,9 |
| Por razones laborales/permite buscar trabajo | 48,1 | 43,4 | 49,1 | 45,1 | 40,6 | 30,4 |
| Permite realizar trámites personales: revisar cuentas bancarias, realizar transferencias, pagar cuentas | 52,6 | 41,0 | 53,1 | 42,9 | 48,7 | 27,4 |
| Permite acceder a juegos y otros medios de entretenimiento | 38,0 | 38,6 | 37,7 | 39,7 | 40,7 | 30,2 |
| Permite conocer gente | 22,3 | 32,1 | 22,6 | 33,1 | 20,1 | 24,9 |
| Permite realizar negocios o manejar una empresa familiar | 23,2 | 23,8 | 23,6 | 24,2 | 20,1 | 21,1 |

Fuente: SUBTEL, 2017.

Más allá de estas cifras, en el documento elaborado por ITU para el caso de Chile se menciona por los actores locales que gran parte del territorio no tendría conectividad, y esto se refiere fundamentalmente a que en las viviendas esta cobertura puede ser alta, como lo muestran las cifras de SUBTEL, “pero a nivel de campo, donde se produce la agricultura, donde pastorea el ganado, no hay señal, y eso impide las tareas asociadas a usos de sensores y equipos. Por ejemplo, se menciona la dificultad de usar la Guía de Despacho Electrónica, la que debe estar geolocalizada en el lugar de producción.” (Martínez, 2019). Es decir, considerando los hogares rurales la cobertura tendría un estándar aceptable, lo que es útil para acceso a información y participación en plataformas interactivas; sin embargo, en cuanto a la oportunidad de desarrollo de lo digital en la agricultura de precisión y la robótica, existiría una brecha importante con la industria de localización urbana. Sin embargo, cabe decir que también otros actores mencionan que parte importante de la captura de datos puede hacerse de manera *off line* en el terreno, para luego ser bajada a los equipos de procesamiento.

En cuanto al tipo de conexión, Chile sigue la misma lógica del resto de las zonas rurales de la región, en cuanto a que la cobertura es mayoritaria a través de la conexión móvil (Smart phones). En Chile, según SUBTEL (2017), sólo el 20,7% de las conexiones en los hogares rurales son fijas, porcentaje que en zonas urbanas de Chile alcanza al 55%.

Cuadro V.4

Tipos de conexión a Internet en hogares urbanos y rurales de Chile

(En porcentajes)

| Dispositivos de acceso (respuestas múltiples) | Urbana | Rural | Nacional |
|---|--------|-------|----------|
| Banda ancha fija | 54,9 | 20,7 | 50,2 |
| Banda ancha móvil (pinchos) | 8,0 | 14,6 | 8,9 |
| Smartphone | 51,9 | 51,8 | 51,9 |
| Tabletas | 1,7 | 2,1 | 1,5 |
| Conexión satelital | 4,1 | 2,4 | 3,8 |
| NS/NR | 0,4 | 0,4 | 0,4 |

Fuente: SUBTEL, 2017.

Nota: Los hogares urbanos usan mayoritariamente banda ancha fija y Smartphone. En cambio en los hogares rurales se conectan a Internet principalmente por el Smartphone.

En cuanto al costo de acceder a Internet para los hogares en Chile, según datos de CEPAL (2020), la asequibilidad, en precio a la conexión fija y móvil, en Chile alcanza a un poco más de 5% del ingreso en Internet móvil para el quintil I, y a 4% para la conexión fija en el mismo quintil. Para el quintil II, el costo de la conexión móvil alcanza al 4% del ingreso, y al 2% en el caso de la conexión fija. El umbral de referencia del 2% del ingreso recomendado por la Comisión sobre la Banda Ancha para el Desarrollo Sostenible para clasificar un servicio de Internet como asequible, por lo que Chile estaría cercano al cumplimiento de ese estándar mínimo, que en el caso de los países de la región es bastante sobrepasado, llegando el costo a 12% y 14% del ingreso para banda ancha móvil y fija respectivamente. En La región sólo Uruguay y Costa Rica tienen costos porcentuales menores o cercanos al de Chile para esos dos quintiles (CEPAL, 2020).

Según datos de la Unión Internacional de las Telecomunicaciones (ITU), que compara los costos en porcentaje del PIB y por su costo en dólares de Estados Unidos, en el año 2017 el precio pagado en Chile para una canasta estándar de comparación entre países (Banda ancha móvil, prepago, 500 MB por mes), medido en porcentaje del PNB p.c., ocupa el cuarto lugar en la región, después de Uruguay, Argentina y Costa Rica, y le siguen México y Argentina. El mismo dato, pero presentado en dólares, muestra que Chile tiene el costo más alto de la serie de países (cuadro V.5).

Cuadro V.5

Precio canasta de banda ancha móvil prepago, de 500 MB al mes, 2017, países de menor valor PNB p.c. en la región

| País | Porcentaje de PNB p.c. | En dólares |
|------------|------------------------|------------|
| Uruguay | 0,27 | 3,49 |
| Argentina | 0,71 | 7,76 |
| Costa Rica | 0,84 | 7,75 |
| Chile | 0,95 | 10,79 |
| México | 1,10 | 7,93 |
| Brasil | 1,4 | 10,01 |

Fuente: Seleccionado de ITU, 2017.

En cuanto a la provisión de Internet móvil en el territorio, desde la lógica económica de los operadores que proveen Internet la presencia de antenas se justifica en la medida que haya concentración de usuarios, lo que por cierto no sucede en los territorios rurales. Para lograr cobertura en zonas de menor concentración de usuarios se utiliza como herramienta el proceso de licitación, donde se exige a las compañías cobertura en zonas rurales que la Subsecretaría de Telecomunicaciones considera relevantes en el momento de elaborar las bases. Así, la cobertura actual de las redes 3G y 4G ya está definida, sin posibilidades de modificación (ITU, 2019). En la actualidad se desarrolla la licitación para la cobertura con 5G, y según informantes del Ministerio de Agricultura, se habría incorporado la exigencia de algunas localidades rurales para ser incluidas en esta cobertura.

Para efectos del desarrollo de actividades agrícolas, incluida la habilitación de sistemas de agricultura de precisión y robótica a nivel de campo, en opinión de los actores que participaron en la propuesta de estrategia elaborada por ITU (2019), con la cobertura de 4G sería más que suficiente⁴. Dado que el alcance territorial de las antenas de 5G es sustantivamente menor que las de 4G y 3G, se requeriría gran cantidad de estas para asegurar cobertura, lo que elevaría los costos del servicio y se afectaría también negativamente el paisaje rural.

⁴ Se menciona también que conexiones de baja calidad, como LPWAN serían suficientes para operar con internet de las Cosas (IoT) en agricultura, dado que se requiere de sensores que envían pocos datos de manera permanente.

Finalmente, en cuanto a acceso a Internet, hay que mencionar que la Subsecretaría de Telecomunicaciones está tramitando en el Congreso el Proyecto de Roaming Automático Nacional, que permitirá que el operador que cuente con cobertura en un punto del territorio tenga la obligación de prestarle servicio a los otros operadores con esa infraestructura, asegurando así que los clientes de todos los operadores puedan tener acceso a Internet en ese punto. Por supuesto que esta normativa mejorará la cobertura de los actores rurales en el corto plazo, aunque algunos actores del sector plantean que puede desincentivar la inversión en redes por parte de los operadores (Martrínez, 2019).

En resumen, en cuanto a cobertura, la propuesta de Estrategia de e-Agricultura desarrollada por ITU para Chile plantea que, si bien la cobertura y acceso a la conectividad en las zonas rurales de Chile ha aumentado en los últimos años (dato que coincide con la posición de Chile en este elemento en la región), aún sería insuficiente para la operación de maquinaria en el territorio (Martínez, 2019).

3. Alfabetización digital

Si bien como se menciona al principio de este punto el aumento de cobertura de Internet tiene una relación directa con el crecimiento del PIB de los países, las desigualdades dentro de un mismo país en cuanto a las aptitudes básicas y generales se corresponden con patrones históricos de desigualdad económica, lo que se traduce en brechas entre los distintos sectores sociales de los países (ITU, 2018). Con esa afirmación, la brecha socioeconómica rural urbana en los países de la región, incluido Chile, se repetiría en cuanto a las aptitudes digitales de la población.

No sería entonces un pase automático el nivel de conectividad con el aporte al crecimiento y desarrollo de los países. Se requiere el desarrollo de capacidades digitales específicas en la población para aprovechar estas tecnologías.

Las capacidades digitales específicas, para ciertas labores de manejo de la información, son reportadas por UIT para grupos de países, siendo en general más amplias las brechas entre países desarrollados y países en desarrollo, que entre territorios urbanos y rurales (cuadro V.6).

Cuadro V.6
Distribución de las capacidades digitales específicas en la población, 2017

| Capacidad digital específica | Porcentaje de la población | | | | |
|---|----------------------------|----------------------|----------------------|-------------|------------|
| | Promedio mundial | Países desarrollados | Países en desarrollo | Zona urbana | Zona rural |
| Copiar y mover archivos y carpetas | 52 | 58 | 43 | 54 | 41 |
| Enviar email con archivos adjuntos | 52 | 63 | 36 | 54 | 37 |
| Usar herramientas de copiar y pegar | 48 | 54 | 38 | 48 | 34 |
| Trasferir archivos entre PC y otros equipos | 43 | 53 | 28 | 49 | 36 |
| Encontrar y bajar información, instalar y configurar software | 35 | 44 | 22 | 38 | 28 |
| Conectar e instalar nuevos dispositivos | 33 | 42 | 22 | 30 | 19 |
| Usar fórmulas básicas en planilla electrónica | 33 | 40 | 24 | 37 | 25 |
| Crear presentaciones electrónicas | 28 | 34 | 20 | 30 | 20 |
| Escribir programas computacionales | 5 | 6 | 4 | 5 | 3 |

Fuente: Elaboración propia, con datos UIT, 2018.

En contexto de pandemia, el elemento de alfabetización digital, que juega en conjunto con el acceso a una buena conectividad, ya sea como círculo vicioso (en cuanto a que a menor conectividad menor aprendizaje) o virtuoso (menos conectividad implica menor alfabetización), opera como un multiplicador del efecto pandemia en la brecha urbano rural del desarrollo. Según IICA-BID- Microsoft (2020), basada en datos de PISA 2018,

en Chile un 86% de los estudiantes de zonas rurales tendrían acceso a Internet en el hogar, el porcentaje más alto dentro de los países de la región, seguido de Uruguay con un 82%. En base a estas cifras, para el caso de Chile su podría esperar que para el mediano plazo esta coyuntura de educación a través de medios digitales no se traduzca en un importante aumento en la brecha de desarrollo entre zonas urbanas y rurales.

En base a la mencionada encuesta de SUBTEL (2017), que extrae información de los usuarios en momentos previos a la pandemia, ya se observa una mayor importancia del uso de Internet en los hogares para educación que para otros fines, en comparación a los hogares urbanos (cuadro V.7)

Cuadro V.7

Usos de Internet en hogares rurales y urbanos en Chile, principales razones que declara el jefe de hogar para tener Internet en el hogar

(En porcentajes)

| Razones | Urbano ^a | Rural ^a |
|----------------------|---------------------|--------------------|
| Comunicarse | 68 | 78 |
| Adquirir información | 66 | 64 |
| Educación | 66 | 69 |

Fuente: SUBTEL, 2017.

Nota: En zonas rurales es más relevante tener internet para comunicarse y para apoyar la educación de los niños, que en zonas urbanas. Los usos para: conocer gente y la realización de negocios/manejo de empresa familiar, aparecen como las razones menos relevantes para el acceso a Internet.

^a Sobre el total con acceso a Internet.

B. Bienes públicos, sistemas de información

Una vez que se cuenta con acceso a la conectividad rural, y que existen elementos básicos de alfabetización digital, hay sistemas de información que corresponden a bienes públicos que se entregan a la población directamente, o que resultan útiles para que empresas y centros de investigación generen recomendaciones y también desarrollen aplicaciones técnicas que puedan llegar a ser incluso bienes privados. Se trata de información extrapredial 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.

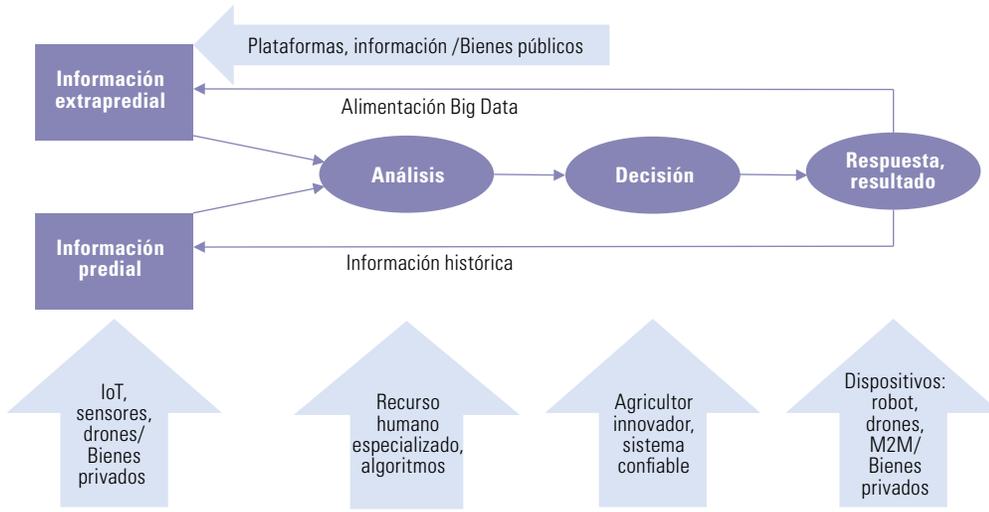
Los sistemas de información, si bien pueden operar como reservados (que se acceda a la información previo pago de una tarifa), en general en Chile funcionan como bienes públicos, y por tanto deben ser provistas sin costos para el usuario (centro de investigación, empresa, agricultor o habitante rural), y por tanto normalmente son financiadas con recursos públicos, o como gastos (o inversión) de las empresas para penetrar a un mercado específico (banca, insumos, etc.).

En el caso de datos básicos, muchas veces esta información no es útil para los actores rurales finales, y es procesada por parte de instituciones de investigación y desarrollo para generar recomendaciones para los agricultores. Si bien esta información es en general unidireccional, en ocasiones los datos prediales en los que se traduce la recomendación pueden formar parte de la retroalimentación con la que se iría incrementando y precisando esta oferta de datos. En el diagrama V.1 se muestra un esquema propuesto por UIT (2019).

Como información básica, no procesada, plataformas como meteo Chile.gob.cl entrega datos de clima, agroclima y de meteorología, los que son utilizados periódicamente por unidades productivas asociadas al turismo rural, y proporcionalmente en menor medida por agricultores, dado que la información agroclimática es básica, y se requiere de un análisis técnico para transformarla en una recomendación a nivel predial.

Diagrama V.1

Esquema general de uso de la conectividad en agricultura



Fuente: UIT, 2019.

En cuanto a información climática, y agroclimática, existe en Chile desde el año 2012 la Red Agrometeorológica Nacional, que nace de un convenio entre el Ministerio de Agricultura y un Consorcio Técnico integrado por INIA, gremios de productores y exportadores y centros de estudio. En su sitio web agromet.cl se menciona acerca de los datos que incluye y la información que provee que: "...estas diferentes redes se alcanza un total de 409 estaciones, y se mejora y amplía considerablemente la cobertura de información y el servicio entregado. En un solo portal *Agromet*, una mayor cantidad de agricultores puede ahora acceder en forma inmediata, abierta, gratuita y permanente a la información climática relevante y confiable para su área, como por ejemplo temperaturas, duración de lluvias y milímetros caídos, intensidad de radiación solar, humedad relativa, etc." (www.agromet.cl, visitada en enero de 2021).

Los actores consultados por UIT para la elaboración de propuesta de estrategia de e-Agricultura (UIT, 2019), mencionan que la Red Nacional es una buena iniciativa de coordinación público-privada, pero su información es insuficiente. La geografía del país favorece la existencia de muchas variaciones en el comportamiento del clima, por lo que no es posible interpolarlos de manera confiable. Se requiere entonces más puntos de toma de datos para mejorar la precisión. Se recomienda la implementación de estaciones automáticas, cuya información vaya a alimentar la red. Adicionalmente se necesitaría una política y una campaña de incentivo de compartición de datos que beneficien a todos los actores (UIT, 2019).

Otro elemento relevante planteado por los actores de la agricultura chilena, es la necesidad de interpretar esta información de manera de que se traduzca en recomendaciones, aunque no tan específicas, sí en un lenguaje que pueda ser apropiado para la mayoría de los agricultores. Con respecto a este punto, en Chile han existido iniciativas como Campo Clima, impulsada por el Centro de Información en Recursos Naturales (CIREN), que alimenta un sistema de información desde las estaciones agroclimáticas (la mencionada Red Agrometeorológica Nacional), y a través de una aplicación para smartphones entrega estos datos semi procesados para los lugares requeridos por el usuario, como precipitaciones, hidrología, temperatura (días grados, horas de frío), humedad y vientos. La información de esta plataforma es de carácter público, y opera de manera unidireccional

(desde la plataforma al usuario). En su diseño original incluía la posibilidad de solicitar recomendaciones por parte del usuario, las que serían respondidas por expertos; pero esa variante interactiva no fue desarrollada finalmente (UIT, 2019).

Imagen V.1
Aplicación "Campo Clima"^a



Fuente: UIT, 2019.
^a <https://www.ciren.cl/actualidad/lanzan-app-movil-de-clima-para-agricultores/>.

Para información de mercado la página web de ODEPA (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias) www.odepa.gob.cl es bastante completa y presenta una importante cantidad de datos históricos. Sin embargo, es más usada por grandes empresas y/o por asesores públicos y privados, ya que en general se requiere de cierto análisis para derivar en recomendaciones acerca de qué producir, y de los canales de comercialización más adecuados. Para escalar hacia los agricultores el Ministerio de Agricultura desarrolló otra plataforma más acorde a las decisiones del agricultor, que es la aplicación "A cuánto", información on line de precios en los mercados mayoristas, la cual es de gran utilidad para mejorar el posicionamiento de estos agricultores en el mercado. Esta aplicación busca hacerse cargo del problema de la asimetría de información que normalmente merma la capacidad de negociación entre agricultores e intermediarios. La aplicación es administrada por ODEPA e incluye precios mayoristas de alrededor de 50 productos agrícolas (frutas y hortalizas).

Imagen V.2
Aplicación "¿A cuánto?"



Fuente: <https://www.odepa.gob.cl/publicaciones/noticias/agro-en-la-prensa/nueva-aplicacion-de-odepa-a-cuanto>.

Como en toda política pública, la provisión de bienes públicos en estas materias requiere de un rol activo del Estado en la jerarquización, priorización, focalización y coordinación de las iniciativas y proyectos, de manera de hacer más eficaz el trabajo de las instituciones.

Entonces, en cuanto a disponibilidad de información, se requiere de una gobernanza (o política) de datos, en donde éstos sean estandarizados y de calidad, y además en donde se compartan entre los actores. En este punto es evidente la necesidad de una articulación público-privada: la suma de datos estandarizados y confiables en materia agroclimática sólo puede redundar en una mejora del bien público de la información. Al respecto, en octubre de 2020 el Ministerio de Agricultura, dentro del marco de una iniciativa mayor que se desarrollará en el punto V de este capítulo, creó un comité que deberá trabajar en una política nacional de datos para la estandarización, recolección y manejo de éstos.

C. Bienes reservados, redes de trabajo asociativo

Lo bienes reservados, también llamados bienes club, si bien técnicamente podrían ser asequibles públicamente, segmentan un grupo de beneficiarios a los que les beneficia un trabajo asociativo a través de barreras para el ingreso, ya sea en información técnico económica (transferencia tecnológica horizontal y/o interactiva), comercialización asociativa, de productos, insumos y servicios, y materias relativas a organizaciones rurales, tanto productivas como de representación. Muchas veces estas plataformas tienen un lado público, por el cual se promueven productos y servicios para ser demandados por otros actores, pero cuentan con un lado reservado en el que se realiza el trabajo asociativo internamente.

Estos bienes reservados resultan de utilidad para abordar las fallas de mercado, referentes básicamente a la asimetría en el poder de negociación que tiene un pequeño productor con compradores o intermediarios, y en cuanto a la asimetría de información en temas técnicos y económicos que marcan normalmente una brecha entre grandes y pequeños productores.

Desde hace décadas que las políticas de desarrollo agrícola y rural en Chile promueven la eliminación del aislamiento en que viven los pequeños productores rurales a través del fomento a la organización de estos actores, ya sea desde la perspectiva productiva como social y cultural. La organización les permite enfrentar asimetrías de información de mercado y de economías de escala, así como mejorar la vida rural a través del trabajo conjunto en los diversos temas. La presencia de los instrumentos TIC desde hace algunos años ha permitido mejorar estos aspectos, aunque aún quedan amplios espacios para fortalecer ese trabajo conjunto (UIT, 2019).

Un grupo de Whatsapp, en el cual los integrantes de una organización dialogan y resuelven temas comunes sería el más básico de estos instrumentos. Sin embargo, se ha desarrollado algunas iniciativas con financiamiento público que buscan con este instrumento favorecer la acción asociativa de la Agricultura Familiar Campesina.

Las aplicaciones interactivas, con actores rurales, han sido desarrolladas en distintos países de la región de Latinoamérica y el Caribe. Las Comunidades Virtuales tienen como objetivo contribuir al proceso de inserción de las micro y pequeñas empresas rurales a los mercados agroalimentarios nacionales e internacionales fortaleciendo la competitividad a través de una solución TIC que mejoren su acceso y uso de información relevante para la toma de decisiones, y a su vez promueva la asociatividad y colaboración entre las empresas y los distintos actores involucrados en el desarrollo sectorial (Qualitas Agroconsultores, 2018).

Una iniciativa interesante desarrollada en Chile hace algunos años es el proyecto Yo Agricultor, proyecto de comunidades virtuales para los rubros berries, maíz, vino y miel, financiado por la Fundación para la Innovación Agraria y el BID, entre los años 2008 y 2010. El proyecto se enmarcó en la herramienta denominada Comunidades Virtuales por Rubro (CVR), las cuales “son una herramienta, basada en el uso intensivo de las TIC, especialmente Internet y telefonía celular, que permite a los grupos beneficiarios de ellas acceder a información y conocimiento útil para la toma de decisiones de negocio.”... “A lo largo de 18 meses se trabajó de manera intensiva con pequeños productores agrícolas de la zona centro-sur de Chile con el objeto de diseñar una CVR que les permitiera tener una herramienta de acceso a la información y conocimiento para mejorar la toma de decisiones en su respectiva actividad productiva” (FIA, 2011).

El proyecto Yo Agricultor se planteó generar los siguientes impactos en el sector agrícola implicado:

- Incrementar el uso de las TIC no solo en los productores, sino en su entorno.
- Generar un efecto de imitación hacia otros rubros agrícolas.
- Mejorar los niveles de relación entre compradores y los productores, a través de la reducción de las asimetrías de información.
- Impulsar la dinámica de la innovación abierta a través de una cultura de compartir e intercambiar prácticas y experiencias.
- Mejorar el nivel de competitividad de las comunidades agrícolas impactando con ello en un mejoramiento de su nivel de vida.
- Abrir nuevos mercados al internacionalizarse, como fruto de disponer una oferta en una comunidad insertada en las redes globales de conocimiento.
- Incentivar y compartir información entre los productores.

Imagen V.3
Página de inicio “Yo Agricultor”



Fuente: FIA, 2011.

La experiencia de esa iniciativa en la actualidad no está operando. En el año 2011 terminó el financiamiento, lo que coincidió con cambio de autoridades en el Ministerio de Agricultura. De los cuatro grupos de agricultores que trabajaban en Yo Agricultor sólo uno continuó de manera autónoma más allá del 2011, pero dos años después también

dejó de funcionar por falta de financiamiento. En opinión de los actores que desarrollaron el proyecto, para el éxito de estas iniciativas se requiere el apoyo permanente de instituciones de desarrollo, además de la existencia real de una cultura organizacional entre los actores, y la participación de jóvenes y mujeres⁵.

Una iniciativa más masiva que permanece operativa es la plataforma Yo Joven & Rural, iniciativa del Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP) que busca crear una red nacional de jóvenes rurales, y a partir de ese espacio virtual se pueda construir comunidad, para promover el emprendimiento y la innovación en el sector rural. En la web se observan experiencias de innovación desarrolladas por jóvenes, y recomendaciones técnicas desde el INDAP, sus equipos técnicos y consultores. A diferencia de la mencionada experiencia de "Yo Agricultor," que es claramente un bien reservado para el trabajo de un grupo de agricultores, esta plataforma está abierta a jóvenes que sean usuarios de INDAP en todo el país, y funciona como una plataforma de difusión acerca de los instrumentos que el INDAP pone a disposición de los jóvenes rurales, no observándose en la web elementos que muestren liderazgo o interacción desde los jóvenes hacia el funcionamiento de la plataforma.

Imagen V.4

Portada de la Plataforma "Yo Joven & Rural"



Fuente: <http://yojovenyrural.cl/>. visitada en febrero de 2021.

En opinión de los actores entrevistados por esa iniciativa, las condiciones de éxito para este tipo de instrumentos son (Martínez, 2019):

- Solidez de la organización. El trabajo conjunto requiere que exista la confianza entre los participantes y objetivos comunes. En una organización de carácter productivo existe una problemática común, por lo que prioritariamente deben ser productores(as) de un rubro eje principal los que demanden insumos y servicios similares, y así tener desafíos de articulación similares, para que el esfuerzo conjunto de trabajo (e inversión, si es necesaria) efectivamente sea sustentable;
- Apoyo por parte de instituciones de fomento. Los pequeños agricultores tienen baja capacidad de inversión y enfrentan brechas de información. El impulsor de la iniciativa puede ser INDAP, FIA, el Gobierno Regional u otra institución como una ONG u organismo internacional;
- Incorporación de jóvenes. Se estima que la presencia de jóvenes es clave para la sustentabilidad del sistema, pues ellos están más familiarizados con las TIC y pueden jugar un rol de incentivar el aprendizaje del resto de los actores;

⁵ Comunicación personal de Francine Brossard, Jefa de la Unidad de Información y Difusión del FIA durante la ejecución del proyecto Yo Agricultor.

- Debe mostrar utilidad real y directa al participante. Aún con las tres condiciones anteriores presentes, si el actor no percibe que la participación en la comunidad virtual no reporta beneficios directos, su participación activa será sólo en el arranque de la iniciativa, impidiendo la sustentabilidad en el tiempo de la herramienta.

En las condiciones actuales, derivadas de la situación de la pandemia de Covid 19, se estima que las posibilidades de éxito de este tipo de iniciativas serían más altas que en los años anteriores, debido a la dificultad de trabajar de manera más presencial, y gracias a la experiencia digital que se estaría desarrollando en los actores locales durante estos meses.

D. Bienes privados, procesamiento de información predial y automatización

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 difundido nuevas técnicas de producción, modelos de negocios y cadenas de valor, que transformarán la producción global (WEF, 2018). La aplicación de las tecnologías a nivel predial normalmente se resuelve entre actores privados. Sin embargo, la importancia que tiene en la competitividad del sistema, y las consecuencias ambientales y laborales que tiene su desarrollo, sugieren un rol para 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 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).

Un estudio referente al desarrollo de las agrotecnologías en Argentina (Banco Interamericano de Desarrollo, 2018) señala que los elementos determinantes de las tecnologías digitales son diferentes a los *drivers* que en general a través de la historia han intencionado la investigación, desarrollo e innovación en la agricultura. Según este texto los principales determinantes de los procesos innovadores vinculados a estas nuevas tecnologías son:

- Proceso innovador de características diferentes. Lo tradicional es que las tecnologías agropecuarias sean gatilladas desde la demanda. En este caso parece ser impulsada desde la oferta.
- Dificultades para identificar los impactos económicos con claridad. La mayoría de las nuevas tecnologías digitales son facilitadoras, pero sólo en el caso de unas pocas es factible establecer una relación inequívoca entre su uso y un beneficio específico. Esto refiere a beneficios privados tales como aumentos marginales en los rendimientos, o a bajas en los costos, que deben rentabilizar inversiones a veces importantes.

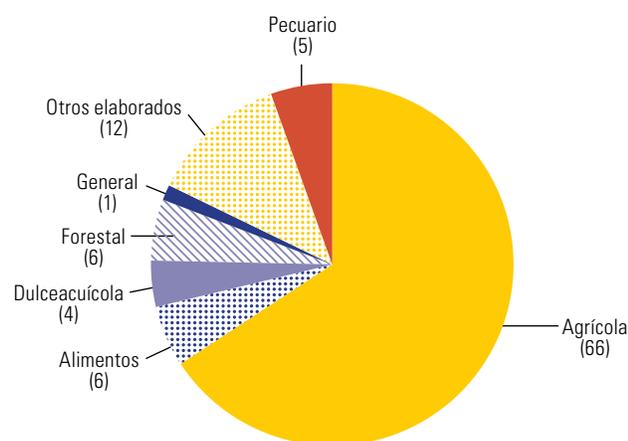
- Nuevos actores. Surgimiento de desarrolladores independientes y empresas de distinto tipo, desde *startups* hasta mipymes consolidadas en los mercados de algunos de los componentes de las nuevas tecnologías —como *software*, controladores de flujo, sensores y servicios de gestión y asesoramiento—, que ven oportunidades de expandir sus negocios en el sector.
- Marco institucional. Las tecnologías digitales están siendo desarrolladas dentro de un sistema institucional donde el protagonismo es fundamentalmente del sector privado.

Más allá de que, como se dijo, el desarrollo de muchas de estas tecnologías podría ser externo a la labor de I+D+i en el sector agropecuario, resulta necesario articular el proceso para facilitar la innovación en agricultura digital, ya sea conectando a los actores (Start up, industria, INIA, otros) para potenciar esta oferta de desarrollo tecnológico con las demandas sectoriales, o adaptar estas tecnologías bajo la mirada de los desarrollos tecnológicos tradicionales del sector, situados en instituciones como INIA y las facultades de agronomía.

Según se desarrolla en el documento de Martínez (2019), considerando la información del registro de la Fundación para la Innovación Agraria para el área de la agricultura y los alimentos, durante las últimas tres décadas se habrían ejecutado en Chile 73 proyectos de I+D+i en tecnologías de información aplicadas a nivel predial, y sumarían un monto de 38.327 millones de pesos (51 millones de dólares), entre los años 1992 y el 2018⁶. En cuanto al sector productivo al que se dirigen los proyectos de I+D+i ejecutados, el dominio es muy elocuente en lo agrícola, con un 66% de las iniciativas. Y de los 48 proyectos referidos al sector agrícola, 32 de ellos trabajaron en especies frutales y/o viñas, siendo entonces ese subsector donde se ha focalizado el trabajo de los fondos. Como es lógico, esos proyectos se distribuyen geográficamente en la zona frutícola del país, esto es, entre Coquimbo y La Araucanía (UIT, 2019).

Gráfico V.3

Iniciativas I+D+i en tecnologías digitales en el sector agroalimentario en Chile, entre 1992 y 2018



Fuente: Martínez, 2019, en base a información de FIA.

BID Lab, en un estudio realizado en 2020 para la región, en el que identificó los emprendimientos innovadores en Agtech para los últimos años, incluyó 45 emprendimientos en Chile. De éstos, el 53% están destinados a rubros frutícolas, 28% a agricultura en general y 13% a alimentos, bebidas y cuidado natural. A diferencia de los otros países

⁶ En su metodología, la UIT consideró en la búsqueda "Tecnologías de información y telecomunicaciones (TICs)" y "Agricultura de precisión"

de la región, hay muy pocas iniciativas destinadas a cultivos extensivos y ganadería (BID Lab, 2020). La priorización de estos emprendimientos en el sector frutícola resulta lógica, dado el liderazgo tecnológico que posee Chile en fruta mediterránea, destinada principalmente a la exportación, así como en el sector vitivinícola. En los rubros ganadero y de cultivos extensivos Chile sería más bien un importador de tecnologías más consolidadas.

En cuanto a su uso en la producción predial, estas tecnologías se traducen principalmente en lo que se conoce como agricultura de precisión, que es definido como un concepto agronómico de gestión de parcelas agrícolas, basado en la existencia de una importante variabilidad espacial a nivel de campo (ODEPA, 2009). Requiere del uso de varias herramientas tecnológicas dentro de las cuales destacan los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS), sensores remotos, imágenes aéreas y/o satelitales junto con Sistemas de Información Geográfico (SIG) para estimar, evaluar y entender dichas variaciones. Cabe mencionar que esta definición del año 2009 no incluye la automatización de procesos, que en esos años era aún de muy incipiente desarrollo (UIT, 2019). El principal beneficio de la agricultura de precisión es el uso óptimo de los recursos productivos (suelo, agua) y la aplicación precisa, en cantidad oportuna y localización, de insumos como fertilizantes y plaguicidas. Además de estos beneficios para el agricultor, la agricultura de precisión tiene externalidades ambientales positivas, ya que minimiza el uso y la deriva de plaguicidas, y disminuye la contaminación con excesos de fertilizantes que van a contaminar napas subterráneas o a aumentar la emisión de Gases Efecto Invernadero.

Estas tecnologías están asociadas principalmente a la producción de cultivos anuales, en países desarrollados y otros de la región como Argentina, Brasil y Uruguay. Por un asunto de escala predial y de especialización productiva, se usan en menor medida en Chile.

En Chile existen aplicaciones digitales en algunas unidades productoras de cereales en la zona centro sur, y también existen lecherías automatizadas. Sin embargo, en general la apuesta de desarrollo tecnológico se ha centrado en los rubros en los que se ejerce cierto liderazgo hemisférico, como la fruticultura y la vitivinicultura. Particularmente, en un tema que atañe horizontalmente a ambos tipos de cultivo, que es el riego tecnificado, es donde mayor presencia se observa del uso de estos dispositivos de Agricultura 4.0.

En los diferentes tipos de cultivos, el riego de precisión está asociado de manera directa a los avances de la tecnificación del riego en Chile. En efecto, al ya contar con una importante superficie de fruticultura irrigada con métodos de alta eficiencia, el incorporar sensores y algoritmos que automaticen la labor para mejorar aún más la eficiencia, es un paso más fácil de dar que, por ejemplo, en la automatización de la cosecha de frutas, que en Chile casi en su totalidad se realiza a mano. El desarrollo del IoT, asociado a sensores de humedad, abre un gran espacio tecnológico para la automatización del riego (Martínez, 2019).

A nivel predial existe el desarrollo de tecnologías de automatización, que en opinión de los actores en el tema de irrigación es utilizado por grandes agricultores, que contratan sistemas que miden la situación hídrica del cultivo a través de sensores, y de manera automática activan el riego en el momento y en la cantidad demandada por las plantas. Estos sistemas pueden ser controlados remotamente desde los smartphones. Si como hipótesis consideramos que la automatización es una fase siguiente a la de la tecnificación (incluir el uso de máquinas y equipos, y en una segunda etapa automatizarlas), es lógico que el riego, donde los niveles de tecnificación son bastante altos en Chile⁷, sea un área donde el uso de las tecnologías digitales es importante.

En Chile también se utilizan las TICS para la gestión de los cursos de agua por parte de las organizaciones de canalistas (bienes reservados). Al respecto, la Comisión Nacional de Riego ha financiado a la fecha 79 obras que incluyen el uso de telemetría de caudales. A nivel

⁷ Como ejemplo, en la Región de Valparaíso el porcentaje de la superficie frutícola bajo riego tecnificado (goteo y microaspersión) pasó desde 52,8% en 2002 a 90,4% en 2020, según los Catastros Frutícolas (ODEPA, 2002 y ODEPA, 2020).

de política pública, la Dirección General de Aguas realiza seguimiento en las cuencas con sondas multiparamétricas en puntos estratégicos, en las que se mide on line concentración de sales, pH y oxígeno, a través de conexión satelital (bienes públicos) (Martínez, 2019).

La vitivinicultura, por ser un rubro eje de la competitividad del sector agropecuario chileno, es una de las áreas donde se esperaría un mayor desarrollo y uso de tecnologías de información que optimicen los procesos productivos, ya sea en agricultura de precisión como también en robótica. Al año 2019 se observó un aumento importante de la cosecha mecanizada en la zona central del país, debido principalmente a la escasez y alto costo de la mano de obra, estimándose que ya superaría el 50% de la vendimia (Asociación Nacional de Ingenieros Agrónomos Enólogos, 2019). Esta mecanización facilita la entrada de la agricultura digital, especialmente en las viñas que poseen una alta escala de producción.

En cuanto a automatización en fruticultura, en Chile la disponibilidad de mano de obra es la variable clave para incentivar o retardar el desarrollo de este tipo de manejo (bajo la misma hipótesis de que la mecanización sería el paso previo a la automatización). En la actualidad, habiendo disponibilidad de mano de obra, el agricultor prefiere usarla, lo que habría retardado la mecanización. Así, el despertar de la automatización en la fruticultura chilena ha sido más lento que en otros países líderes en el rubro. “Si bien no existen estudios oficiales, según el ingeniero agrónomo Rodrigo Ortega, en Chile solo el 5% de los productores usa algunas de las prácticas de agricultura de precisión, cifra muy por debajo de otros países” (FEDEFruta, 2018).

También, el Programa de Agricultura de Precisión del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), quién trabaja investigando sobre agricultura de precisión y funcionamiento de nuevas tecnologías digitales a nivel predial, entra en el área de los cultivos asociados a una industria que requiere estándares de calidad de sus proveedores, como el caso de la achicoria industrial, en la que trabaja en convenio con la empresa Orafiti, tanto en temas hídricos como de fertilidad de suelos⁸.

En síntesis, puede decirse que en cuanto a aplicaciones de la tecnología digital a nivel predial, Chile ha desarrollado las tecnologías de riego y las aplicaciones en fruticultura y vitivinicultura, aunque también hay algún desarrollo en los cultivos industriales, cereales y en la ganadería lechera. Esto, además de las aplicaciones que ya se usan para hacer la trazabilidad desde la post cosecha hacia adelante en la cadena (*blockchain*).

En cuanto a participación de las políticas en esta materia, se estima que los elementos mencionados justificarían la presencia del Estado en la articulación de esta oferta y demanda para facilitar su desarrollo. Las diferencias en el proceso de desarrollo de las tecnologías digitales respecto de las tradicionales ya han sido mencionadas: innovación gatillada desde la oferta, dificultad de identificar impacto económico, tecnologías desarrolladas por startups y mipymes urbanas, y protagonismo del sector privado en su desarrollo.

E. Políticas, estrategias e institucionalidad

El Cambio Climático, el incremento de la demanda por alimentos, y los procesos de innovación tecnológica son tres elementos del entorno mundial que condicionan y condicionarán el desarrollo de la agricultura en el mundo (Trivelli y Berdegué, 2019). El tercero de estos elementos, el desarrollo tecnológico, dentro de los cuales las tecnologías de información y telecomunicaciones (TICs) son un actor fundamental, ha sido requerido con mucha mayor urgencia como consecuencia de la pandemia de Covid 19. Si en el documento de propuesta de estrategia de e-Agricultura elaborado para Chile por UIT (2019) se hacía alusión a la necesidad de pasar a ser protagonistas de ese elemento, antes de

⁸ <https://www.agromeat.com/154853/los-beneficios-de-la-agricultura-de-precision-y-sus-desafios-en-chile>. Visitada en abril de 2021.

que sea parte del entorno que puede terminar ahondando las brechas entre países y entre tipos de agricultores y trabajadores dentro de cada país, la situación post Covid 19 le da mayor urgencia al abordaje de esta materia por parte de los países de la región.

1. Necesidad de una Agenda (o estrategia) para la agricultura digital en Chile

Los elementos mencionados por el BID justifican la clara de la necesidad de desarrollar una política específica para la agricultura digital en los países de la región, que articule la oferta de estas tecnologías con la demanda potencial de estas en el sector agroalimentario (BID, 2018). A ello habría que sumar para el caso de Chile otros elementos especificados en el documento de Martínez (2019):

- a) Asimetría de acceso a comunicación urbana/rural. Tal como se desarrolla en el punto 2 del presente capítulo: hay una necesidad de cerrar la brecha urbano rural en conectividad.
- b) Necesidad de articulación oferta-demanda (territorios, tipos de tecnología), competitividad. No resulta obvio que exista una oferta de tecnologías digitales, y que esta información llegue profusamente a los agricultores, potenciales demandantes de estas tecnologías, dado que en general están atomizados, o no visualizan la utilidad que estos instrumentos pueden prestar en la gestión de sus explotaciones.
- c) Necesidad de una mirada integradora de los servicios. Hay servicios asociados a la Agricultura 4.0 que son provistos por distintas empresas, microempresas y *startups* y que muchas veces no son compatibles entre ellos, lo que impedirá, a la larga, un manejo integrado de los sistemas. Una infraestructura tecnológica que contempla una variedad de servicios y empresas necesariamente requiere intervención y regulación estatal para ser eficiente, evitar duplicación de esfuerzos y superar fallas del mercado.
- d) Anticipación a escenarios laborales complejos. La instalación de las TICs en las grandes explotaciones, así como servicios de éstas para medianas y pequeñas explotaciones, provocará una disminución de la demanda de trabajadores agrícolas con las competencias que tienen hoy la mayoría de ellos, y la demanda de recursos humanos se focalizará en trabajadores que posean un conjunto de competencias y habilidades distintas. Evidentemente es labor de la política pública anticiparse a esos escenarios para, por una parte, evitar problemas de empleabilidad de los trabajadores, y por otra, proveer recursos humanos con estas nuevas aptitudes para que sean funcionales a esas inversiones.
- e) Promoción de las externalidades ambientales positivas y/o reducción de externalidades negativas. Es labor del Estado promover un ambiente libre de contaminación, y al respecto las TICs tienen externalidades ambientales positivas importantes, en minimizar la aplicación de plaguicidas y evitar su deriva, y en promover la aplicación eficiente de fertilizantes, minimizando así la contaminación de las napas subterráneas y las emisiones de Gases Efecto Invernadero. Estos efectos no representan un beneficio privado directo para el agricultor, por lo que se requiere de instrumentos (o normativas) que lo incentiven, para avanzar así hacia una agricultura sustentable.
- f) Promoción del aprovechamiento de oportunidades por parte de la Agricultura Familiar Campesina (AFC). La AFC sí es objeto de políticas públicas especiales en Chile, dada la asimetría de información, capacidades y acceso a inversión con que este segmento cuenta en comparación a los grandes agricultores, así como por opciones estratégicas de desarrollo territorial y cultural.

Estos elementos mencionados, tanto en el documento BID referente a Argentina como en la propuesta de Estrategia de e-Agricultura para Chile desarrollado por UIT, fundamentan la necesidad de desarrollar agendas de trabajo (o políticas públicas) para abordar esta realidad, que además ha sido catalizada como efecto de la pandemia Covid 19.

2. Avances en la elaboración de una Agenda de Agricultura Digital en Chile

Como se ha mencionado en distintos puntos de este capítulo, en Chile existe un desarrollo de sistemas de información que están disponibles digitalmente para los actores, en materias de clima y meteorología, en hidrología y en información de mercado, entre otros. Así también, se han impulsado plataformas de redes a distintos niveles intentando articular a los actores y sus organizaciones para subsanar asimetrías de información y fallas de mercado. También hay importantes iniciativas de I+D+i desarrolladas por institutos de investigación y universidades, financiadas por fondos públicos (FIA, INOVA, FONDEF, entre otros)⁹.

En cuanto a mesas o agendas que articulen estas materias, entre los años 2004 y 2011 funcionó una mesa de trabajo de TICs en el Ministerio de Agricultura, en la que participaban representantes de cada uno de los servicios del Ministerio. La finalidad principal de esta mesa era coordinar el trabajo de las instituciones ministeriales en la materia, así como fortalecer a sus equipos técnicos a través de seminarios y visitas de expertos internacionales. La mesa no tuvo continuidad posterior debido al cambio de autoridades (UIT, 2019).

En el año 2018 se instaló una mesa de trabajo de Agricultura 4.0 en el Ministerio de Agricultura, bajo la coordinación de la Fundación para la Innovación Agraria. En esa mesa participan representantes de los servicios del Ministerio, y universidades con protagonismo en el tema. Esa mesa se reunió en algunas oportunidades y llegó a elaborar borradores de agenda de trabajo.

Finalmente, en octubre de 2020 el Ministro de Agricultura ofició a los servicios del ministerio coordinar el trabajo y así contar con una Estrategia de Desarrollo de la Agricultura 4.0 a nivel ministerial. En este contexto, se estructuró en primer lugar un Consejo Científico Asesor que tendrá por objetivo sistematizar y contextualizar la evidencia científica nacional e internacional disponible.

Adicionalmente, se conformó una Mesa Consultiva que tendrá un carácter no vinculante, integrada por representantes del sector público-privado, con el objetivo de facilitar la estructuración de una agenda de trabajo para el desarrollo de la Agricultura 4.0.

Por último, se estructuraron tres comités de trabajo que funcionan en paralelo. En primer lugar, el comité de trabajo en información de entorno, coordinado por el Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN), en donde participa la Red Agroclimática Nacional (RAN), CIREN, INDAP, INIA, INFOR, CNR, y ODEPA. Este comité deberá trabajar en una Política Nacional de Datos para la estandarización, recolección, y manejos de éstos. En segundo lugar, un comité de trabajo de capacitaciones, posicionamiento, y comunicaciones, coordinado por FUCOA, en donde participan FIA, INDAP, CNR, INIA, FUCOA, y ACHIPIA. Por último, un comité de trabajo en estudios técnicos, cuyo objetivo es definir líneas de desarrollo y apoyo estructurales, priorizar áreas de mayor factibilidad de desarrollo, y evaluar potenciales incentivos asociados a la adopción de la Agricultura 4.0. Este último comité de trabajo es coordinado por INIA, y participan FIA, INIA, y ODEPA.

⁹ Para mayores informaciones se sugiere revisar el documento Estrategia para el Desarrollo y Adopción de la e-Agricultura para Chile, de UIT. Este contiene un Anexo con el catastro de los principales proyectos I+D+i desarrollados en Chile hasta el año 2018.

La coordinación de este trabajo impulsado por el ministro se lleva desde el gabinete del Subsecretario de Agricultura, en conjunto con el equipo de Control de Gestión Ministerial. A finales de marzo de 2021 estas mesas estaban en proceso de instalación, no contándose todavía con agendas u otros documentos escritos acerca de estos esfuerzos de coordinación.

Bibliografía

- Argomedeo, R. M. (2015). Financiamiento estatal en Chile Programa Electrificación Rural (PER). En: Workshop on Energy Storage for Sustainable Development, April 16-17 2015, Rio de Janeiro.
- Asociación Nacional de Ingenieros Agrónomos Enólogos (2019). Reporte Vendimia 2019. Resumen ejecutivo. <https://www.winesofchile.org/wp-content/uploads/2019/08/Reporte-Vendimia.pdf>. Visitada en abril de 2021.
- Banco Interamericano de Desarrollo (2018). La revolución agrotech en Argentina. Financiamiento, oportunidades y desafíos. 100 p.
- CEPAL (2020). Universalizar el acceso a las tecnologías digitales para enfrentar los efectos del Covid 19. Informe especial Covid 19. Número 7.
- FEDEFRUTA (2018). Las tareas pendientes de Chile en Agricultura de Precisión. Revista del Campo. <https://fedefruta.cl/las-tareas-pendientes-de-chile-en-agricultura-de-precision/> Visitada en noviembre de 2019.
- Fundación para la Innovación Agraria (2011). De las comunidades virtuales al proyecto “Yo agricultor”. Serie I+D+i Plataforma Silvoagropecuaria, Servicios de Información para la Innovación. 123 p.
- IICA – BID – Microsoft (2020). Conectividad rural en América latina y El Caribe. Un puente al desarrollo sostenible en tiempos de pandemia. 120 p.
- ITU (2018). Measuring the information society. Volume 1. Statistical report. 204 p.
- _____(2017). Measuring the information society report 2017. Vol 1. 170 p.
- Martínez, Hugo (2019). Estrategia para el desarrollo y adopción de la e-Agricultura en Chile. Propuesta para el Ministerio de Agricultura de Chile. Trabajo realizado para la Unión Internacional de las Telecomunicaciones (ITU). Santiago de Chile, diciembre de 2019. 68 p.
- Ministerio de Energía (2019). Mapa de vulnerabilidad energética. Síntesis metodológica y resultados. División de Acceso y Desarrollo Social, mayo de 2019. 28 p.
- 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. 13 p.
- _____(2018). Rural 3.0. A framework for rural development. Policy Note. 27 p.
- 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. 163 p.
- Subsecretaría de Telecomunicaciones (2017). IX Encuesta de acceso y usos de Internet. Informe preparado por Brújula, investigación y estrategia. 66 p.
- Subsecretaría de Desarrollo Regional (2019). Mejoramiento de capacidades regionales en materia de desarrollo territorial rural – etapa evaluación de la situación del sector rural. Informe final, estudio desarrollado por Capablanca Ltda. y Qualitas Agroconsultores.
- Trivelli, C., y J. A. Berdegué (2019). Transformación rural. Pensando el futuro de América Latina y el Caribe. 2030 - Alimentación, agricultura y desarrollo rural en América Latina y el Caribe, No. 1. Santiago de Chile. FAO. 76p.
- World Economic Forum (2018). Readiness for the Future of Production Report 2018. Insight Report in collaboration with A.T. Kearney. 266 p.

Introducción

El siguiente informe presenta el estado de situación de la digitalización del sector agropecuario colombiano. Sobre la base de este análisis, se han compilado una serie de iniciativas a ser tomadas por los sectores público y privado en un plan de acción destinado a acelerar la transformación digital del sector.

Desde el punto de vista teórico, el informe retoma los conceptos y metodología planteados en el Informe Anual de la Economía Digital en Colombia 2017 comisionado por el MINTIC y la Cámara de Comercio de Bogotá. La investigación de campo que sirvió de diagnóstico a este estudio incluyó 393 encuestas de empresas del sector agropecuario, realizadas en la segunda mitad del 2017 como parte del desarrollo del Observatorio de la Economía Digital de Colombia y cuatro *focus groups* llevados a cabo en las ciudades de Bogotá (dos), Cali (uno) y Medellín (uno) en el curso de los meses de junio, julio y agosto del 2018, así como un taller de trabajo realizado en Bogotá a comienzos de septiembre del 2018.

El sector agropecuario colombiano

El sector agropecuario es uno de los que más ha cambiado en su participación en el PIB nacional, cambio que los analistas del sector asocian al proceso de apertura económica que vivió el país a inicios de la década del 90.

La participación del sector agropecuario en el PIB en la última década pasó de representar el 6.9 % del PIB en el 2008 al 6.1 % en el 2016, mientras que en el 2017 la misma volvió a aumentar al 6.3 %. Este último cambio está asociado a un mejor comportamiento de variables exógenas, tales como el clima más propicio que vivió el país durante el 2017 comparado con el 2016 al no tener afectaciones de fenómenos como las corrientes del Niño o la Niña y al programa estatal denominado Colombia Siembra. Al no fundamentarse estos cambios en la modernización del sector y en procesos productivos más eficientes y rentables, no se considera que esta tendencia al crecimiento vaya a continuar en los próximos años.

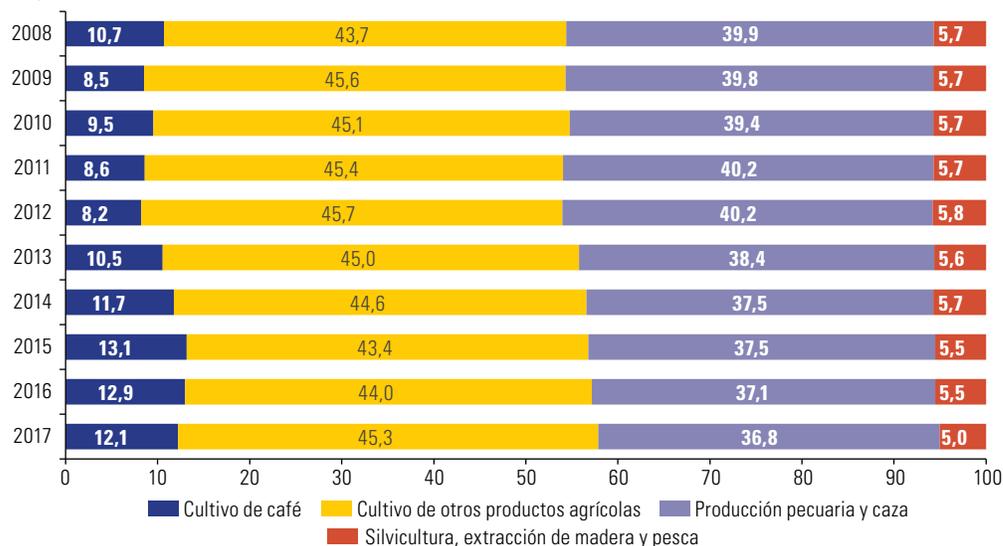
El sector agropecuario de Colombia está compuesto por establecimientos dedicados al cultivo de café y otros productos, la producción pecuaria y caza, la silvicultura, la extracción de madera y pesca. El análisis del sector agropecuario por subsectores indica que el cultivo de café ganó participación en el valor agregado del sector mientras que la producción pecuaria y la silvicultura y extracción de maderas vienen disminuyendo su cuota.

¹ Resumen del documento del mismo nombre, elaborado por los autores para el Ministerio de Telecomunicaciones de Colombia y la Cámara de Comercio de Bogotá.

Gráfico VI.1

Colombia sector agropecuario: valor agregado del sector por subsector

(En porcentajes)



Fuente: Departamento administrativo Nacional de Estadística (DANE).

En cuanto al uso del suelo dedicado a labores agropecuarias en el país, se observa que el 79 % de la dedicación es para uso pecuario y únicamente el 7 % es para uso agrícola, generando el 57,8 % del valor agregado del sector agropecuario.

Existen aproximadamente 23,781 establecimientos en el sector agropecuario. Una estimación en términos de la clasificación por tamaño indica que existen 123 empresas grandes (más de 200 empleados), 390 medianas (entre 51 y 200 empleados), 1,487 pequeñas (entre 11 y 50 empleados) y 21,781 microempresas (menos de 10 empleados)².

A. Adopción de tecnologías digitales maduras en el sector agropecuario colombiano

La medición de la adopción de tecnologías digitales maduras está basada en un índice compuesto que combina cuatro componentes: 1) penetración de tecnologías digitales en empresas (medida en términos de adopción de banda ancha, internet e informática de gestión), 2) digitalización de la cadena de suministros (medida, por ejemplo, en términos del número de empresas que usan canales electrónicos para la adquisición de insumos y de banca electrónica para realizar transacciones), 3) uso de tecnologías digitales en los estadios de procesamiento y transformación de producto en la cadena de valor (medida a partir del porcentaje de empleados que usan internet), y 4) digitalización de canales de distribución (cuantificada a partir del porcentaje de empresas que han desplegado canales electrónicos de ventas de sus productos).

El sector agropecuario colombiano es una de las industrias más rezagadas en términos de la adopción de tecnologías digitales maduras. El grupo de industrias más rezagadas incluye alojamiento y restaurantes, el sector agropecuario y la explotación de minas y canteras. En particular, las actividades agropecuarias registran un índice de adopción de tecnologías digitales maduras de 46, ocho puntos menor al promedio nacional.

² La estimación se realiza en base a encuesta MINTIC – CCB, del 2017. Cabe mencionar que se refiere a una categoría diferente a la del Censo Agropecuario. De acuerdo con el Censo, existen 2,7 millones de productores en Colombia, de los cuales, 724 mil son residentes en el área rural dispersa censada.

Cuadro VI.1

Colombia: índice de adopción de tecnologías digitales maduras por sector industrial (0-100), 2017

| Sector | Infraestructura | Insumos | Procesamiento | Distribución | Total |
|---|-----------------|---------|---------------|--------------|-------|
| Agricultura, ganadería, caza y silvicultura | 66 | 39 | 52 | 25 | 46 |
| Explotación de minas y canteras | 66 | 39 | 60 | 28 | 48 |
| Industrias manufactureras | 64 | 42 | 54 | 37 | 49 |
| Construcción | 70 | 54 | 65 | 37 | 57 |
| Comercio | 67 | 47 | 64 | 42 | 55 |
| Transporte, almacenamiento | 66 | 45 | 64 | 35 | 52 |
| Información y comunicaciones | 72 | 58 | 75 | 45 | 63 |
| Alojamiento y restaurantes | 62 | 33 | 48 | 38 | 45 |
| Actividades financieras | 72 | 49 | 77 | 39 | 59 |
| Educación | 72 | 54 | 75 | 42 | 61 |
| Salud | 73 | 48 | 76 | 41 | 60 |
| Total | 67 | 46 | 63 | 39 | 54 |

Fuente: Katz, R *et al*, Observatorio de Economía Digital de Colombia.

En lo que respecta a los índices de adopción de infraestructura, el sector agropecuario está cercano al nivel nacional (66 vs. 67). El 93 % de las empresas del sector agrícola y ganadero usan internet, 90 % lo hacen a través de una red contratada y 92 % tienen computadores y/o laptops. Sin embargo, el nivel de digitalización de la fuerza de trabajo es sensiblemente bajo: tan solo 57 % de los empleados utilizan internet para sus labores, lo que refleja en parte las características manuales de las actividades agropecuarias.

Por otra parte, en lo que se refiere a la cadena de suministros y los canales de distribución, el sector agropecuario tiene un desarrollo inferior al promedio nacional: tan sólo el 24 % de las empresas del sector realizan las compras de insumos a través de internet, trece puntos porcentuales más bajo que el promedio nacional. En el caso de la interacción digital con el gobierno los resultados del sector agrícola son ligeramente superiores: 73 % de empresas del sector usan internet para obtener información del gobierno (comparado con el 60 % a nivel nacional), mientras que 45 % interactúan digitalmente con el gobierno (versus 37 % en el promedio de sectores industriales).

En lo referente a la asimilación de tecnologías digitales maduras en los canales de distribución, el índice de digitalización del sector agropecuario es 25, reflejando entre otras variables el hecho de que solo 17 % de las empresas del sector usan internet para sus ventas mientras que el 38 % de las empresas lo registran a nivel nacional. Adicionalmente, solamente el 35 % de las empresas del sector reciben órdenes de compra por internet, comparado esto con 44 % a nivel nacional. Finalmente, en lo que respecta a la presencia en redes sociales, sólo 28 % de empresas del sector están presentes en las mismas mediante hojas empresariales (comparado con 57 % a nivel nacional).

Por otro lado, y contrariamente a la baja utilización de canales electrónicos para la venta de productos agropecuarios, las empresas del sector están utilizando en mayor medida la publicidad digital. Aun así, existe una oportunidad para aumentar el uso de la misma: solamente 27.9 % utilizan redes sociales y 26.7 % usan buscadores para publicidad digital.

Parte del rezago tecnológico del sector agropecuario es explicado por la dicotomía empresa grande y pyme. Tal como fuera documentado en los *focus groups*, las empresas grandes perciben la tecnología como una herramienta para apoyar en la gestión de sus operaciones. Por esta razón muchas de sus herramientas se enfocan en proveer información procesada de múltiples fuentes que les permita minimizar o estabilizar los riesgos en su proceso de producción a través de datos predictivos. En este sentido, las empresas de gran tamaño tienen una visión amplia del uso de la tecnología dentro de sus labores, las involucran dentro de su estrategia de eficiencia, reduciendo costos

operativos y facilitando la comunicación en lugares lejanos. Por otro lado, las empresas pequeñas y familiares tienen una relación informal con la tecnología, donde entienden las tecnologías de información y comunicaciones para fines administrativos, comunicación y ventas, actuando como herramientas de apoyo, sin tener un indicador que evalúe su uso.

Los resultados de encuestas son consistentes con la evidencia recogida en *focus groups*. Es en las empresas grandes donde el uso formal de páginas *web* se ve evidenciado, especialmente en el uso de campañas publicitarias enfocadas en el medio, donde se involucran no solo clientes internos, sino también externos. Por otra parte en las empresas pequeñas y medianas se observa un uso de Instagram, como plataforma de pauta y contacto. De todas maneras, si bien usan las páginas *web* como espacio de pauta, las empresas del sector reconocen que es imposible que se establezca una relación comercial solo por este medio. De acuerdo a los comentarios recogidos en los *focus group*, es necesario realizar contacto presencial que permita evidenciar a ambas partes su capacidad técnica, constitución y reputación.

En cuanto a la adquisición de tecnologías digitales maduras, en una proporción marginalmente superior al 50 %, las empresas del sector agropecuario adquieren aplicaciones tecnológicas para uso exclusivo (esto se refiere a la adquisición, por ejemplo, de programas de *software*). Sin embargo, como es de esperar, las microempresas, en lugar de adquirir sistemas para uso exclusivo, tienden a incorporar aplicaciones que son de acceso gratuito (*software* de código abierto) o pagan por un servicio compartido en la nube.

En cuanto al tipo de conexión, los participantes en los *focus groups* fueron claros en mencionar que, si bien la banda ancha fija es usada regularmente en las sedes operativas de las empresas por sus características de estabilidad y velocidad, la conexión inalámbrica es la más relevante. Entre los participantes de *focus groups*, sin distinción sectorial, destaca el uso de conexiones 4G, las cuales se mencionan en ocasiones pueden llegar a ser más avanzadas que las fijas. Este tipo de conexión se destacan en labores de campo y de venta, donde los empleados requieren responder a mensajes constantemente.

B. Adopción de tecnologías digitales avanzadas en el sector agropecuario colombiano

Como tecnologías digitales avanzadas, se consideran los pilares e indicadores mencionados en el cuadro VI.2.

El índice de adopción de tecnologías avanzadas indica que, con un índice de adopción de 4, el sector agropecuario de Colombia es el sector menos desarrollado del país. En todos los índices (infraestructura, procesamiento y distribución) el sector agropecuario es el más rezagado. (cuadro VI.3).

Las áreas donde el sector ha mostrado algún nivel de adopción son ciberseguridad y computación en la nube (esta última en lo referido a la agricultura de precisión). Adicionalmente, los participantes en los *focus groups* del sector han puntualizado la utilización creciente de drones recopilar información del terreno en el que trabajan e identificar zonas de interés. La existencia de proveedores de este tipo de servicio facilita el acercamiento a esta tecnología, en cuanto a costos y conocimiento. Los participantes de *focus groups* califican la tecnología avanzada como aquella que requiere un conocimiento profesional o específico para poder ser usada, y que les permite mejorar el desempeño de sus actividades, entregando un mejor producto/servicio a sus clientes o usuarios en el proceso. Por ejemplo, se mencionaron tecnologías de monitoreo que les permiten controlar el estado actual de su producción (cámaras de vigilancia, sensores, y sistemas satelitales).

Cuadro VI.2
Índice de adopción de tecnologías digitales avanzadas

| Pilar | Indicadores |
|-----------------|---|
| Infraestructura | Porcentaje de empresas con sistemas de ciberseguridad |
| | Porcentaje de empresas con sistemas de ciberseguridad en plan de implementación |
| | Porcentaje de empresas con computación en la nube |
| | Porcentaje de empresas con computación en la nube en plan de implementación |
| Procesamiento | Porcentaje de empresas con sensores/M2M/Internet de las cosas |
| | Porcentaje de empresas con sensores/M2M/Internet de las cosas en plan de implementación |
| | Porcentaje de empresas con robótica |
| | Porcentaje de empresas con robótica en plan de implementación |
| | Porcentaje de empresas con impresoras 3D |
| | Porcentaje de empresas con impresoras 3D en plan de implementación |
| | Porcentaje de empresas con realidad virtual |
| | Porcentaje de empresas con realidad virtual en plan de implementación |
| Distribución | Porcentaje de empresas con <i>big data</i> |
| | Porcentaje de empresas con <i>big data</i> en plan de implementación |
| | Porcentaje de empresas con inteligencia artificial |
| | Porcentaje de empresas con inteligencia artificial en plan de implementación |
| | Porcentaje de empresas con <i>block chain</i> |
| | Porcentaje de empresas con <i>block chain</i> en plan de implementación |

Fuente: Katz, R *et al*, Observatorio de Economía Digital de Colombia.

Cuadro VI.3
Colombia: índice de adopción de tecnologías digitales avanzadas por sector industrial (0-10), 2017

| Sector | Infraestructura | Procesamiento | Distribución | Total |
|---|-----------------|---------------|--------------|-------|
| Agricultura, ganadería, caza y silvicultura | 11 | 2 | 1 | 4 |
| Explotación de minas y canteras | 11 | 2 | 1 | 5 |
| Industrias manufactureras | 15 | 4 | 1 | 7 |
| Construcción | 21 | 5 | 2 | 9 |
| Comercio | 17 | 3 | 4 | 8 |
| Transporte, almacenamiento | 17 | 3 | 3 | 7 |
| Información y comunicaciones | 34 | 9 | 17 | 20 |
| Alojamiento y restaurantes | 12 | 2 | 2 | 6 |
| Actividades financieras | 20 | 3 | 3 | 9 |
| Educación | 24 | 9 | 6 | 13 |
| Salud | 23 | 4 | 2 | 10 |
| Total | 17 | 4 | 3 | 8 |

Fuente: Katz, R *et al*, Observatorio de Economía Digital de Colombia.

Las tecnologías usadas en la actualidad y reportadas en los *focus groups* incluyen Tecnologías de monitoreo (sensores inalámbricos, análisis de riesgo de plagas), Control de producción (sensores de humedad y temperatura, sensores de crecimiento de plantas), Tecnologías de seguridad (cámaras, dispositivos de seguridad biométrica), Tecnologías para predicción (estaciones meteorológicas, ARP). Las empresas grandes son las que lideran en implementación de tecnologías avanzadas, mientras que las condiciones geográficas y la falta de cultura digital en empresas pequeñas y medianas dificultan la adopción.

Dentro de las empresas grandes las más importantes implementaciones de tecnología se observan en áreas de robótica y sistemas satelitales. En el primer caso, la adopción se ha producido en las plantas de producción donde sistemas automatizadas procesan y empaacan la materia prima. En el segundo caso, los sistemas satelitales permiten evaluar el estado actual de un terreno y lo idóneo de este para un tipo de cultivo particular, para luego usar esta información como insumo para la rotación de cultivos. Sin embargo,

esto no significa que las empresas pequeñas carezcan de innovaciones tecnológicas, las cuales principalmente se enfocan en la producción, utilizando herramientas como internet de las cosas, drones, computación en la nube, sistemas de riego de precisión, y realidad virtual (como medio de dar a conocer su producción).

C. Gestión de tecnologías digitales avanzadas en el sector agropecuario colombiano

La asimilación de tecnologías digitales avanzadas en procesos productivos es un proceso de naturaleza diferente al necesario para la asimilación de tecnologías maduras. La asimilación de tecnologías digitales avanzadas en la producción de bienes implica repensar el modelo operativo de la empresa en su totalidad con el objetivo de cambiar radicalmente la estructura de costos y creación de valor. Dada la naturaleza disruptiva del cambio radical que implica asimilar tecnologías como la robótica, la inteligencia artificial, el Internet de las Cosas, o el *big data*, la gestión de tecnologías digitales avanzadas debe ser medida de acuerdo a indicadores diferentes a los de la gestión de las tecnologías maduras.

El análisis de la gestión de tecnologías digitales avanzadas está compuesto por tres pilares: la capacidad de desarrollo de una estrategia de transformación digital, el grado de liderazgo demostrado por la gerencia general de la empresa en el desarrollo e implementación de esa estrategia, y la disponibilidad de capital humano en la empresa capaz de desarrollar y poner en práctica la estrategia de transformación digital. Se resume entonces en tres pilares: Estrategia, Gobernanza y Capital humano; que pueden ser medidos en base a los diez indicadores que se muestran en el cuadro VI.4.

Cuadro VI.4
Componentes del índice de gestión de tecnologías digitales avanzadas

| Pilar | Indicadores |
|----------------|---|
| Estrategia | Porcentaje de empresas con una estrategia digital específica |
| | Porcentaje de empresas abiertas a una transformación digital |
| | Porcentaje de empresas que ya desarrollaron la estrategia y está implementada |
| | Porcentaje de empresas que ya desarrollaron la estrategia y está en proceso de implementación en dos años |
| | Porcentaje de empresas que están midiendo la transformación digital |
| | Porcentaje de empresas que han definido indicadores de desempeño |
| Gobernanza | ¿Quién dirige la estrategia digital de la empresa? |
| | ¿Quién es el responsable de desarrollar la visión empresarial de los negocios digitales de su organización? |
| Capital humano | Porcentaje de empresas cuyos empleados están preparados para una estrategia digital |
| | Porcentaje de empresas cuyos RRHH son adecuados/suficientes para desarrollar la transformación digital |

Fuente: Katz, R *et al*, Observatorio de Economía Digital de Colombia.

En cuanto a implementación de estrategia, tan solo 4 % de las empresas del sector agropecuario consideran que cuentan con una estrategia digital. Como es de esperar, el porcentaje es más alto en el caso de empresas grandes. En el caso de empresas grandes, las motivaciones más importantes de contar con estrategia son mejorar la comunicación y aumentar las ventas existentes. En el caso de pymes, los objetivos principales son desplegar nuevos canales de distribución y, en consecuencia, aumentar las ventas. Finalmente, en lo que se refiere a microempresas, las motivaciones principales son aumentar las ventas existentes y responder a la presión competitiva.

En materia de Gobernanza, en el caso de que exista una estrategia digital, la responsabilidad en su desarrollo e implantación recae en la mayoría de los casos en el Presidente o *Chief Executive Officer* (CEO).

Finalmente, en cuanto a Capital humano, solo 12.1 % de las empresas consideran que sus empleados están preparados para desarrollar una estrategia digital avanzada. La falta de capital humano no es uniforme entre las diferentes empresas que componen el sector. Por ejemplo, entre las empresas grandes, 50.6 % consideran que sus recursos humanos están al menos parcialmente preparados. En el caso de Pymes, este porcentaje se reduce a 11.6 %, mientras que en el caso de micro establecimientos, la proporción disminuye aún más a 7.2 %. Específicamente, las áreas en las que empresas del sector agropecuario consideran necesaria una mejora de recursos humanos son el desarrollo y gestión de sitios *web* y la publicidad digital.

D. Barreras a la transformación digital

Las principales barreras para la transformación digital son para las empresas grandes la resistencia al cambio, limitaciones presupuestarias y la falta de responsabilidad clara asignada a quien debe liderar la transformación digital. Para las pymes, las barreras principales son la falta de presupuesto y sentido de urgencia, mientras que para las micro la limitación presupuestaria es la principal barrera.

Asimismo, corresponde mencionar que el sector agropecuario demuestra ciertas barreras internas a la adopción de tecnologías digitales avanzadas que hacen difícil encarar de manera general la transformación digital. Por ejemplo, 67.1 % de las empresas del sector no realizan ningún análisis de retorno de la inversión, estudio de mercado o análisis de riesgo para evaluar su estrategia digital. Como es de esperar, esta carencia es más notable en el segmento de microempresas y pymes, donde el porcentaje de firmas que no hacen ningún tipo de análisis de impacto asciende al 67.9 % y 73.5 % respectivamente. Por otra parte, el porcentaje de empresas grandes el 51.3 % no realizan ningún análisis. Adicionalmente, es importante puntualizar el reducido número de empresas que realizan un análisis de retorno a la inversión en transformación digital, solo el 4.8 %. Adicionalmente, solo el 3.0 % de las empresas incluyen en su transformación digital indicadores de desempeño.

Como resultado del *Focus group*, las Pymes agropecuarias de Bogotá especifican las barreras cómo:

- Dificultades jerárquicas: Resistencia al cambio en los altos cargos (siempre han trabajado de la misma manera, no hay detrimento alguno en el negocio, no ven los beneficios claros); Cambio generacional en los negocios (falta de interés de mantenerlo y posibilidad de venta).
- Sustentar la inversión: Es difícil sustentar la inversión de *apps* o espacios de comunicaciones que no sean una fuente directa de generación de ingresos, reducción de costos o mayor eficiencia.
- Falta de infraestructura: La infraestructura en lugares retirados es deficiente o no existe, los empresarios se ven obligados a desarrollar su propia inversión.
- Falta de conocimiento: Si bien el personal de las empresas grandes cuentan con el conocimiento para implementar tecnologías, esto no es lo mismo con los campesinos que proveen los insumos para las empresas; por este motivo para cualquier implementación que los involucre es necesario desarrollar un programa de capacitación un poco más robusto y largo.

E. Plan de acción para el desarrollo de la digitalización

1. Objetivos

El análisis del estado de la digitalización del sector agropecuario realizado en los capítulos precedentes permite definir una serie de objetivos destinados a estimular la transformación digital del sector.

En primer lugar, el sector agropecuario debe acelerar la digitalización de la pequeña y mediana empresa. La brecha en adopción y asimilación de tecnologías digitales que separa estas firmas de las grandes empresas debe ser resuelta en la medida de que esto puede incrementar la eficiencia del conjunto del sector y, consecuentemente, resolver algunos de los problemas estructurales referidos a la agricultura y ganadería de Colombia.

En segundo lugar, es fundamental promover la agricultura de precisión para incrementar la productividad del sector agropecuario. Para ello, es prioritario resolver la brecha en la cobertura de banda ancha móvil en zonas rurales. Los *focus groups* y el taller de trabajo reiteraron la necesidad de abordar la asimetría existente en la provisión de servicios de telecomunicaciones entre zonas metropolitanas y rurales.

Asimismo, los *focus groups* permitieron identificar algunos requerimientos por parte del sector agropecuario, tanto desde la perspectiva del apoyo del sector público, como de asociaciones empresarias como las Cámaras de Comercio. En particular, en el caso del sector público los participantes de *focus groups* se refirieron a la actividad del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MINTIC). Cada *focus group* recomendó una serie de iniciativas específicas (cuadro VI.5).

Cuadro VI.5
Colombia sector agropecuario: barreras a la transformación digital

| Focus group | MINTIC/Ministerio de Agricultura | Cámaras de comercio |
|----------------------------|---|---|
| Pymes Bogotá | <ul style="list-style-type: none"> - Se esperaba el apoyo inicial del Ministerio de Agricultura - Consideran que MINTIC debe enfocarse en asegurar conectividad y mejorar las comunicaciones de las zonas rurales - Asesoría en nuevas tecnologías o prácticas que permitan diferenciación | <ul style="list-style-type: none"> - Se considera el capacitador ideal - Capacidad de brindar asesoría en la implementación de nuevas tecnologías - Perciben que cuentan con la experiencia y la cercanía a las regiones |
| Empresas grandes de Bogotá | <ul style="list-style-type: none"> - Dotar a los campesinos de tecnología: Para los empresarios sería positivo que los campesinos dispusieran de dispositivos para comunicarse en todo momento y para gestionar información - Asegurar conectividad en todas las zonas rurales del país | <ul style="list-style-type: none"> - Capacitación - Estrategias de educación y formalización para campesinos - Realizar un paquete enfocado al agro que incluya acompañamiento continuo para una correcta implementación |
| Medellín | <ul style="list-style-type: none"> - Capacitación de las tecnologías apropiadas para su empresa - Ejecución de ferias para el sector que les permita conectarse con otras empresas para compartir información y actualizarse con otras tecnologías | <ul style="list-style-type: none"> - Cursos más especializados que les permitan establecer procesos tecnificados para sus empresas - Acompañamiento permanente y personalizado - Necesidad de financiamiento de proyectos con asesoría continua - Respaldo de la cámara con certificaciones para entablar relaciones con otras empresas |
| Cali | <ul style="list-style-type: none"> - MINTIC debería apoyar espacio de comercialización | <ul style="list-style-type: none"> - Capacitación en temas de importación de tecnología - Que indaguen acerca de las necesidades de las personas - Que se convierta en un comunicador de las necesidades del sector al Presidente de la República |

Fuente: Focus groups.

2. Iniciativas

A partir del análisis de diagnóstico y los requerimientos expresados en los *focus groups* y taller de trabajo, se han definido las áreas de acción más apropiadas para acelerar la digitalización del sector agropecuario colombiano.

a) Sector público

El sector público debe asumir una actitud proactiva tendiente a fortalecer el nivel de digitalización del sector. Si bien la tecnología ayudará a resolver algunos de los problemas estructurales que aquejan al sector, el sector público debe encarar proactivamente el desarrollo de la agricultura de precisión.

El desarrollo de la productividad del sector agropecuario está indisolublemente ligado a la introducción de agricultura de precisión. Este conjunto de tecnologías permite aumentar la eficiencia de maquinaria agrícola mediante el despliegue de sensores vinculados a servidores que reciben información sobre rendimiento del suelo, detección de hierbas, y control de regado de fertilizante. Asimismo, los sensores pueden monitorear condiciones de humedad. Redes inalámbricas móviles permiten vincular sensores a servidores y en consecuencia administrar centros de regado, cosechadoras, y todo tipo de maquinaria. Si bien la tecnología GPS (Global Positioning System) es un elemento fundamental de la agricultura de precisión, el despliegue de sensores es crítico. El impacto de la agricultura de precisión se efectiviza en términos de utilización más eficiente de la fuerza de trabajo, optimización de las ventanas agronómicas, y la disminución de pérdidas de cosecha.

En este sentido, el despliegue de redes móviles es fundamental para la implementación de sistemas de agricultura de precisión (es de notar, sin embargo, que parte de esta necesidad puede ser suplida al menos temporariamente por redes *Wi-Fi*). Es por ello, que corresponde al MINTIC generar las condiciones necesarias para maximizar el despliegue de redes móviles en zonas rurales. Esto será el resultado de políticas de servicio de banda ancha móvil universal, así como la generación de incentivos para que operadores privados puedan aumentar la cobertura de sus redes en zonas rurales.

Habiendo obtenido cobertura rural, la agricultura de precisión requiere además la capacidad de procesamiento de grandes bases de datos para alimentar la toma de decisiones. Expertos colombianos que participaron del taller de trabajo consideran que se necesitan por lo menos tres cosechas (en el curso de 2 o 3 años) para tener la información necesaria para que se puedan tomar decisiones a futuro. Sin los datos de origen no se pueden hacer pilotos para mostrar los beneficios de la agricultura de precisión. Es por ello que, aún bajo condiciones de despliegue de redes rurales, la agricultura de precisión es un proyecto de mediano plazo para Colombia. Los proveedores de tecnología digital, tanto grandes empresas como integradores de sistemas, firmas de *software*, y *start-ups* son una pieza clave en el desarrollo de plataformas de inteligencia artificial con aplicaciones en el sector agropecuario. El MINTIC debe enfocar una parte importante de su esfuerzo en promoción de *start-ups* enfocados en el desarrollo de agricultura de precisión.

Complementando los esfuerzos de conectividad, el estado debe facilitar el acceso a información geológica y climática que permite acrecentar la calidad de datos de base para la agricultura de precisión.

Finalmente, será de interés crear fondos para la compra de tecnología de producción que incluya capacitaciones acerca del uso e implementación de la misma, junto con seguimientos periódicos para monitorear el estado de la ejecución.

b) Sector privado

En paralelo con las iniciativas del sector público, el sector privado debe encarar esfuerzos orientados a estimular el nivel de digitalización del sector agropecuario. Uno de los vehículos más apropiados para estimular la digitalización de los pequeños y medianos productores es la coordinación entre productores grandes y cooperativas de pequeños agricultores.

El pequeño productor agropecuario carece de capacitación, no sólo en temas tecnológicos sino también sobre temas administrativos como lo son la realización de un costeo operativo. Esta es una barrera fundamental a encarar para incrementar la digitalización del sector. En este contexto, es importante continuar promoviendo la creación de programas de capacitación cortos y enfocados en ciertas áreas de agricultura y ganadería. Es fundamental crear espacios de capacitación de tendencias del sector en cuanto a tecnología, donde se detalle información acerca de los beneficios económicos y productivos de la implementación de la misma. En esta área, las cámaras de comercio pueden jugar un papel importante, ayudando en la estructuración de programas, desarrollando cursos de educación virtual, y coordinando con el sector público para otorgar certificados de participación en dichos programas a los profesionales asistentes.

c) Colaboración público privada

Sin embargo, la intervención pública debe ir más allá del tema tecnológico. Reconociendo que el pequeño productor enfrenta un sinnúmero de barreras a la digitalización, es imperativo llevar adelante un estudio que identifique e integre a todos los participantes en la cadena de valor agropecuaria con el objetivo de determinar quiénes son los agentes de cambio (en otras palabras los “jaloneadores” de la digitalización). Entre los posibles candidatos se incluyen las multinacionales que venden semillas, las federaciones de agricultores (cafeteros, paperos, etc.), los compradores de grandes volúmenes, y los gremios. Estos agentes de cambio, una vez identificados, deben ser encarados en asociaciones con el Estado para que colaboren en el esfuerzo de digitalización. Un área de intervención podría ser la construcción de centros de tecnología rural en las zonas de agricultura para estar más cerca de los productores. Estos centros podrían estar gestionados con base en una asociación público-privada. Estas asociaciones deben incluir apoyo a nivel local para conectividad o capacitación: por ejemplo, secretarías agrícolas u operadores locales pequeños.

La falta de capacitación de pequeños productores puede ser encarada mediante una coordinación de tres agentes: el sector público (mediante instituciones como el ICA), las Cámaras de Comercio y los desarrolladores de tecnología agropecuaria. EL ICA podría ayudar en la capacitación de los agricultores. Son los proveedores de tecnología los que tienen que capacitar los agricultores además realizar un acompañamiento en la implementación de hasta tres meses.

Las Cámaras de Comercio pueden cumplir un papel importante en este esfuerzo. Por ejemplo, el proyecto MEGA de la Cámara de Comercio de Bogotá, el cual contiene programas para el sector agrícola, pecuario y agroindustria, es un modelo a ser imitado más allá de la región central.

En paralelo con la asociación público-privada, la coordinación intra-estatal entre MINTIC, Ministerio de Agricultura, y otros entes relacionados debe ser encarada. Esta coordinación puede ser llevada adelante mediante la creación de mesas interministeriales, lideradas por el Ministerio de Agricultura. En particular, se recomienda la creación de grupos interdisciplinarios que reúnan a profesionales de la agricultura y técnicos para compartir experiencias en el área de digitalización del sector.

En conclusión, es fundamental continuar desarrollando la colaboración público-privada alrededor de instancias institucionales ya existentes como lo es el Sistema Nacional de Competitividad, Ciencia Tecnología e Innovación. Asimismo, es importante establecer mecanismos de vinculación entre instituciones nacionales de los sectores público y privado con instancias a nivel departamental y local. Estas últimas son aquellas que están más en contacto con el sector productivo y pueden, por lo tanto, establecerse como correa de transmisión en la implementación de este plan de acción.

Bibliografía

- Katz, R., Duarte, M., Callorda, F., Duran, D., y Miesl, C. (2018). Observatorio de Economía Digital de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Katz, R. (2015). Latin America 4.0: The Digital Transformation of the Value Chain. Miami, USA: gA Center of Digital Transformation, p. 24.

Introducción

El estudio exploratorio “Análisis de las políticas públicas e iniciativas privadas que apoyan el uso de las tecnologías digitales por las mipyme agrícolas y agroindustriales en el Triángulo Norte de Centro América y México” apuntó a identificar y analizar las políticas públicas y las iniciativas privadas adoptadas en dichos países para impulsar el desarrollo de tecnologías digitales en el sector agropecuario y agroindustrial, con énfasis en las unidades de producción de pequeña escala.

El objetivo del estudio fue desarrollar un diagnóstico que permitiera contar con elementos para la planeación de una agenda digital agroalimentaria en el territorio señalado, considerando los principales problemas identificados por los actores públicos y privados, involucrados tanto en el sector de tecnologías de la información, como en el sector agroproductivo, así como la propia población afectada por el bajo acceso o empleo de las tecnologías digitales para el desarrollo de sus actividades productivas.

El análisis conceptual para abordar el estudio se basó en la integración de las TIC en los distintos eslabones de la cadena de valor general abordada por los diferentes rubros agropecuarios. Para ello, se analizó en una primera instancia los pilares del entorno digital para que las TIC puedan ser adoptadas por los productores, para luego identificar su uso en las cadenas de valor agroalimentarias e identificar iniciativas públicas y privadas que estén fomentando el uso de tecnologías digitales en el sector agroproductivo de cada país. Así mismo, a fin de entregar el contexto institucional para el desarrollo de las TIC en cada uno de los países, se analizó el marco normativo y las estrategias digitales nacionales, sobre las que podrían desarrollarse agendas digitales específicas para el sector agroalimentario.

La metodología del estudio se planteó desde un enfoque cualitativo. Las fuentes de información provinieron de un análisis de gabinete de información secundaria (principalmente de las Encuestas de Hogar) y de colecta de datos en línea a través de dos cuestionarios: el primero dirigido a productores agropecuarios y emprendedores de mipymes agroindustriales; el segundo dirigido a actores claves vinculados a los sectores gubernamental, académico, de tecnologías de la información, de servicios financieros, así como organizaciones de productores agropecuarios, representantes de cámaras de comercio de productos agroalimentarios, de organismos de la sociedad civil y de cooperación internacional.

Ambas encuestas se diseñaron bajo un método de muestreo no probabilístico y de selección por bola de nieve y se diseminaron vía web. La difusión de la encuesta a productores y emprendedores agroalimentarios se hizo mediante jóvenes miembros de las Redes de Juventudes Rurales de Guatemala, Honduras y El Salvador, apoyados por la Corporación PROCASUR. En el caso de México, el cuestionario en línea se dispersó con apoyo de los jóvenes promotores del Programa Producción para el Bienestar de la SADER. En el caso de la encuesta a actores clave, se realizó un mapeo y se contactaron vía correo electrónico¹. En este sentido, la información primaria que se presenta solo es indicativa y corresponde a estadísticas descriptivas de la población encuestada. A pesar de dicha limitante, los datos colectados arrojan información valiosa que no es sencillo recolectar por la dispersión de la población y su propia dificultad para acceder a las TIC.

¹ En total se logró la respuesta de 1.809 productores agropecuarios y emprendedores (1.646 en México, 79 en El Salvador, 47 en Guatemala y 37 en Honduras). Respecto al cuestionario dirigido a actores clave, se colectaron respuestas de 724 personas: 534 en México, 82 en Guatemala, 55 en El Salvador y 53 en Honduras.

Por otro lado, haciendo uso de métodos cualitativos se llevaron a cabo, por un lado, grupos focales virtuales con participantes de la Redes de Juventudes Rurales de Guatemala, El Salvador y Honduras; por el otro, se realizaron entrevistas en línea con actores claves identificados, quienes desempeñan sus funciones tanto del ámbito público como privado.

En paralelo, se realizó una búsqueda de la oferta de plataformas informáticas para el sector agroproductivo a través de una exploración en Internet en cada uno de los países. La información se organizó con base en el uso que pueda tener en el sector agropecuario clasificándolas de acuerdo con su función en la cadena de valor.

Finalmente, con el objetivo de analizar las políticas, estrategias e institucionalidad desarrollados en cada uno de los países se revisaron los marcos normativos vigentes que están dando sustento a la construcción de las agendas digitales y sus posibles vinculaciones para aterrizar agendas digitales específicas para el sector agroalimentario.

A. Tecnologías digitales en las cadenas de valor agroproductivas

Desde la década de 1990, en diversos países de América Latina se pusieron en marcha un conjunto de políticas públicas orientadas a impulsar la construcción de la llamada “sociedad digital y de la información”, cuya meta se centró en extender la cobertura de conectividad e impulsar servicios de gobierno electrónico para que más grupos de la población pudieran acceder a ellos. En diversos sectores, el uso de las tecnologías de información y comunicación adquirió gran relevancia y llevó a los gobiernos a impulsar iniciativas para reducir las desigualdades de acceso a las TIC, que enfrentaban ciertos segmentos poblacionales a consecuencia de factores como el bajo desarrollo de habilidades para su manejo, lo costoso de su uso, así como el desconocimiento de la utilidad y ventajas de su aprovechamiento. No obstante lo anterior, la brecha digital prevalece en los sectores económicos más rezagados, entre ellos, el agroproductivo.

La agricultura digital es entendida como un campo emergente del desarrollo rural y agropecuario, a través de la mejora de los procesos de información y comunicación facilitados por las nuevas tecnologías (FAO-ITU, 2016).

Las tecnologías de información y comunicación para el sector agropecuario podrían clasificarse, de acuerdo con la siguiente tipología, como aquellas orientadas a:

- Comunicación básica: entendidas como aquellas que abren oportunidades de acceso e intercambio de información, como son la radio, televisión y teléfonos.
- Gestión productiva: referidas a aquellas empleadas para mejoras de la productividad de las explotaciones agropecuarias y mipymes agroindustriales, y que a su vez podrían clasificarse dado su amplio espectro.
- Comercialización y financiamiento: cuyo propósito es mejorar el acceso a mercados, servicios financieros e integración de cadenas de valor.
- Servicio público: destinadas a mejora en la provisión de los servicios públicos para el sector agropecuario y agroindustrial (CEPAL, 2013)

En el marco de este estudio, interesa identificar las tecnologías de información que favorezcan la integración de cadenas de valor agropecuarias y agroindustriales, debido a la relevancia actual de las mipymes en el medio rural.

La integración de cadenas de valor consiste, en términos generales, en transitar de una cadena productiva² a una cadena donde la articulación entre los involucrados los lleve a una alianza estratégica para ofertar bienes especializados al consumidor final, generando una ventaja competitiva y mayor valor. De acuerdo con el modelo de cadena de valor sostenible elaborado por FAO (2015) se pueden distinguir cuatro eslabonamientos básicos:

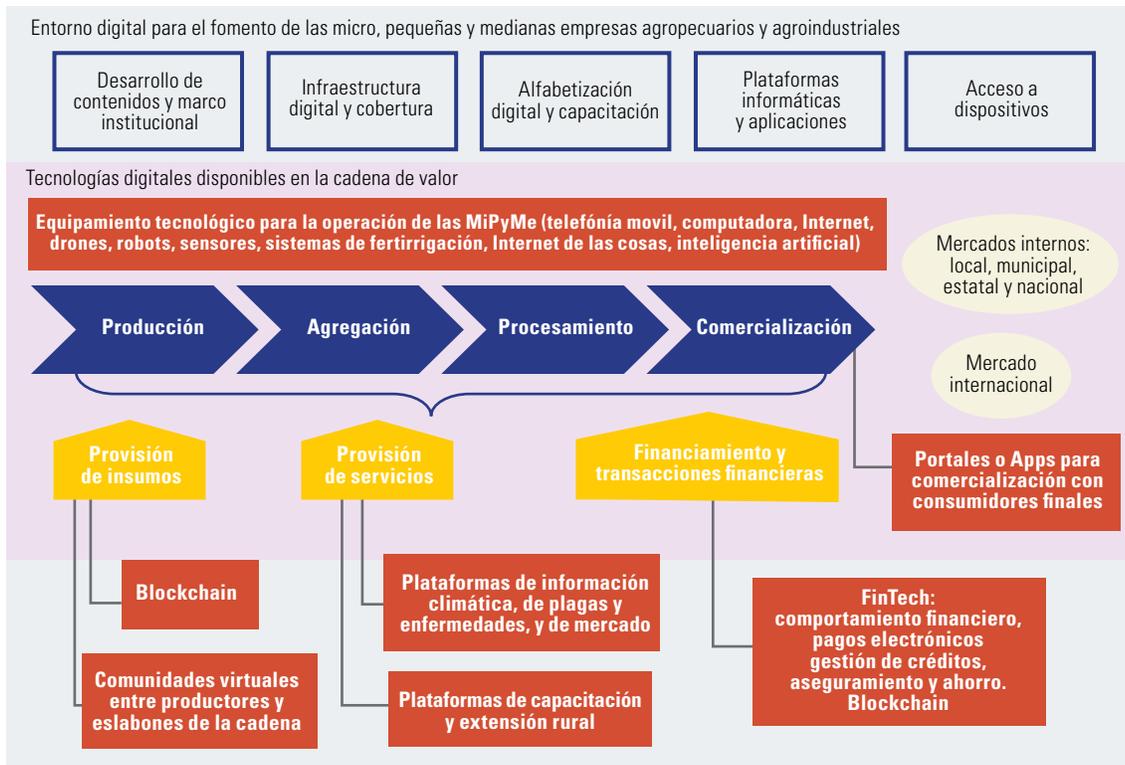
- i) Producción
- ii) Agregación/agrupamiento
- iii) Procesamiento/transformación
- iv) Comercialización/distribución

Cada uno de estos eslabonamientos, recurre a proveedores de: 1) insumos físicos para la producción, 2) servicios no financieros y 3) servicios financieros, especialmente para la comercialización/distribución. La inclusión financiera es una precondition que permite un mejor acceso a productos y servicios, para lograr un adecuado manejo y control de la estabilidad financiera de los emprendimientos.

En esta línea de análisis, las tecnologías digitales ofrecen soluciones en los distintos eslabones de la cadena de valor para optimizarla. No obstante, su aprovechamiento sólo es posible cuando el ecosistema digital del territorio³ en el que se enmarca, está lo suficientemente desarrollado, condición que representa un reto mayúsculo en los países de América Latina y el Caribe.

En el siguiente diagrama se ilustra el modelo de cadena de valor básico referido, destacando además las distintas tecnologías digitales disponibles a lo largo de la cadena, en donde el entorno digital se presenta como una superestructura de su implementación.

Diagrama VII.1
TIC y entorno digital productivo en la cadena de valor



Fuente: Elaboración propia a partir de FAO, 2013 y FAO, 2015.

² Entendida como el conjunto de interacciones eslabonadas que se llevan a cabo en el mercado entre diferentes actores, desde la producción hasta el consumo de un bien determinado.

³ El ecosistema digital es definido como el conjunto de infraestructuras y prestaciones (plataformas, dispositivos de acceso) asociadas a la provisión de contenidos y servicios a través de Internet (Katz, 2015).

La incorporación de tecnologías digitales en las cadenas de valor agropecuarias y agroindustriales, particularmente en aquellas donde intervienen productores de pequeña escala o microempresas rurales, requiere asegurar condiciones mínimas como: 1) bajos costos de conectividad; 2) dispositivos asequibles y adaptados a sus necesidades; 3) almacenamiento e intercambio de información; 4) modelos de negocios y asociatividad innovadores; y 5) democratización de la información relevante para la producción y comercialización, incluido el uso de redes sociales (World Bank, 2017).

B. Pilares del entorno digital para el fomento productivo

Las ofertas de tecnologías digitales solo pueden convertirse en una solución digital cuando se articulan con otros pilares complementarios, es decir, la incorporación tecnológica no ofrece *per se* soluciones si no descansa en un entorno digital que facilite la integración y adopción, reconozca el dinamismo y fomente economías de escala (GSMA, 2016b). En este sentido, para el estudio se propuso como marco de referencia el análisis de cinco pilares esenciales del entorno digital para el fomento productivo, a saber:

1. El desarrollo de contenidos,
2. La alfabetización y capacitación digital,
3. La creación de infraestructura y cobertura de los servicios digitales,
4. La generación de plataformas informáticas y aplicaciones (Apps), y
5. El acceso a los dispositivos tecnológicos.

1. El desarrollo de contenidos

El desarrollo de los servicios electrónicos y la economía digital ha aumentado desde la masificación del Internet. No obstante, de acuerdo con la FAO (2019), la oferta digital gubernamental ha sido, en términos generales, especialmente lenta en el sector agrícola. Aunque se ha observado que los países que priorizan el uso de las TIC en la agricultura, por lo general también tienen un mejor entorno empresarial y un mejor marco normativo y reglamentario para los agronegocios.

En este sentido, el pilar referido al desarrollo de los contenidos se puede definir como el diseño de la oferta de información, servicios o plataformas que permita el intercambio o la recolección de datos y su difusión, así como los responsables de su generación y usuarios, todo ello alineado con la solución del problema público en el que se pretende incidir.

El desarrollo de contenidos, parte de la identificación de la demanda, para entonces, desde un enfoque sistémico, diseñar los servicios o contenidos a ofrecer y el perfil de sus usuarios, de modo que estos se adapten a sus características y satisfagan sus necesidades.

En el campo de la agricultura, por ejemplo, actividades de capacitación digital centradas en desarrollar habilidades para manejar procesadores de textos, navegadores y planillas de cálculo constituyen operaciones que los agricultores no están habituados a realizar (aunque contribuyan a mejorar la gestión agropecuaria) y que no necesariamente se alinean a las demandas prioritarias percibidas. Así, siguiendo con el ejemplo, el aprendizaje en el manejo de aplicaciones e instrumentos interactivos que faciliten su integración a comunidades virtuales o de búsqueda de información de mercados, clima y alertas de plagas, resultarían de mayor interés para los productores y su motivación para emplear las tecnologías (CEPAL, 2012).

2. La alfabetización y capacitación digital

De acuerdo con la FAO (2019), el uso de tecnologías digitales requiere una alfabetización y conocimientos de aritmética elementales, así como conocimientos y aptitudes técnicas especiales. Además, las habilidades digitales requieren actualizarse periódicamente en respuesta a la introducción de nuevas tecnologías (dinamismo tecnológico) y a su repercusión en la economía digital y la sociedad digital (ITU, 2018). Por ello, la alfabetización digital constituye uno de los pilares para el entorno digital de fomento productivo.

La alfabetización digital puede ser definida como el conjunto de aspectos cognitivos que permiten al usuario tecnológico, por un lado, el saber hacer y el con qué (es decir, la operación en sí misma del dispositivo tecnológico y la identificación de las herramientas tecnológicas que cuentan con las funciones necesarias); y por el otro, el para qué, es decir, la comprensión de la solución que aporta la tecnología en la tarea que desea resolverse.

En términos simples, en el análisis de la alfabetización digital no basta con cuantificar las personas que puedan operar un teléfono inteligente y conectarse a Internet, sino que se requiere aprovechar dichas tecnologías para la resolución de problemas públicos o privados. Este último aspecto atraviesa por lo social, pues supone conocer la disponibilidad de contenidos y acceder a ellos, evaluarlos e incluso, también crear y compartir información a través de dispositivos digitales.

3. La expansión de la infraestructura y cobertura de los servicios digitales

Como se ha mencionado, uno de los pilares del entorno digital está basado en el despliegue de la infraestructura de telecomunicaciones que permita incrementar la cobertura de los servicios digitales. En este sentido, la expansión de la infraestructura no sólo debe buscar promover al máximo la inversión privada, sino también de atender a los grupos poblacionales y a las zonas más desfavorecidas o de acceso más costoso. Ello requiere a su vez, del desarrollo y mejoramiento de los marcos normativos y regulatorios (BID, 2017), así como de soluciones endógenas de carácter comunitaria (IICA-BID-Microsoft, 2021).

Dentro de este pilar, debe considerarse también la calidad de la conexión que se ofrece para que los usuarios puedan aprovechar plenamente los servicios de Internet. Esto implica buena continuidad de la señal y ancho de banda con velocidades eficientes para contenidos y operaciones relativamente complejas y con posibilidades de transmitir información, imágenes y voz adecuadas para la gestión avanzada en las empresas. En el medio rural y agropecuario con frecuencia existe una falta de infraestructura, incluida la infraestructura básica de tecnologías de la información, lo que en sí mismo constituye ya un obstáculo para la adopción de las tecnologías digitales en el sector (FAO 2019).

4. La generación de plataformas informáticas y aplicaciones (Apps)

Las plataformas informáticas se pueden definir, para fines de este estudio, como los sistemas informáticos integrados para hacer funcionar determinados módulos de *hardware* y *software*; en tanto que las Aplicaciones o Apps, se refieren a los *softwares* desarrollados para un dispositivo digital, usualmente aquellos que se ejecutan en los teléfonos móviles o en tablets, aunque no exclusivamente.

La oferta de sitios web, plataformas informáticas o Apps se ha incrementado en la última década. No obstante, las innovaciones y tecnologías digitales transformadoras no suelen estar diseñadas para funcionar a la escala a la que operan los pequeños agricultores (FAO, 2019), lo que resulta en un obstáculo para su aprovechamiento. Un ejemplo en el ámbito agrícola es la carencia de redes virtuales de interacción social para el pleno uso y la circulación de información y la retroalimentación entre agricultores; dadas las características de éstos, no parece bastar con la existencia de instrumentos como Facebook o WhatsApp, sino que es preciso el desarrollo de instrumentos interactivos que les permitan integrarse a comunidades virtuales específicas.

5. El acceso a los dispositivos tecnológicos

Si bien el acceso a la tecnología digital puede ofrecer ventajas considerables a los pequeños agricultores y otros negocios rurales al proporcionar vinculaciones con proveedores e información, establecer asociaciones estratégicas, tener acceso a servicios de apoyo tales como capacitación, servicios financieros, así como llegar a los mercados y clientes (FAO, 2019), un factor a considerar es que su acceso se ve afectado por las economías de escala.

Los costos relacionados con la infraestructura y adquisición de tecnologías digitales constituyen un importante desafío en las zonas rurales, donde los índices de pobreza son por lo general elevados. Así, los pequeños productores no organizados se encuentran en desventaja para acceder a ellas.

Además, la diversidad de tecnologías disponibles y la falta de normalización y de compatibilidad entre ellas, por ejemplo, para el intercambio de datos, también crea un obstáculo para su uso por parte de los productores, aunado a la carencia de servicios de asesoramiento independientes que ayuden a los usuarios a tomar estas decisiones (CEPAL, 2012).

C. Iniciativas públicas y privadas para el fomento de tecnologías digitales en el sector agroproductivo

Considerando los pilares anteriormente definidos, el estudio buscó identificar la oferta de tecnologías digitales disponibles en cada país y enfocadas al sector agroproductivo de pequeña escala, clasificándolas en bienes públicos, reservados o privados.

1. Sistemas de información agrícola como bienes públicos

Los bienes públicos poseen características de baja exclusión y rivalidad. Normalmente son provistos por el gobierno y financiados públicamente, ya que benefician potencialmente a todos los miembros de la comunidad y el 'disfrute libre' (free-riding) dificulta el cobro directo a los usuarios de estos servicios (FAO, 2020).

La información de acceso libre es considerada un bien público de gran importancia para la sociedad, principalmente porque permite que las personas puedan tomar decisiones. En el caso del sector agroproductivo, la disponibilidad de plataformas

de información permite a los productores acceder a datos útiles para desempeñar su actividad económica con mayor conocimiento y eficacia. Para los productores agropecuarios la información relacionada con la meteorología, alertas tempranas de desastres, los mercados de bienes agrícolas y pecuarios, los servicios o trámites y apoyos por parte del gobierno son determinantes en la gestión eficiente de sus unidades de producción.

Por ello, en el estudio se realizó una exploración a través de internet de la oferta de plataformas web y Apps en cada país, que resultó vasta y dinámica. La información se clasificó con base en el uso que pueda tener en el sector agropecuario en la cadena de valor.

2. Plataformas para la asociatividad y colaboración (bienes club o reservados)

Los bienes reservados o bienes club están ligados principalmente a los bienes que comparten las organizaciones sociales y/o económicas y se refiere a aquellos bienes que no presentan rivalidad (por lo menos hasta el punto en que las limitaciones de la capacidad instalada pueden influir en su costo marginal o en la posibilidad de suministros adicionales), pero son excluibles. El término 'bien reservado' se utiliza porque las condiciones de eficiencia pueden justificar el cobro de una tasa por ese bien. El término alternativo 'bien club' se utiliza porque en la mayoría de los clubes los miembros comparten sus beneficios y los no miembros pueden ser excluidos (FAO, 2020).

En el análisis de las herramientas o tecnologías disponibles para el desarrollo de la actividad agropecuaria se identifican aquellas que se refieren a la asociatividad y colaboración entre productores, y que pueden ser analizados como bienes club o reservados. Estas iniciativas promueven sistemas de transferencia tecnológica (horizontal e interactiva), economías de escala u otros temas de fortalecimiento organizacional, tanto en agricultura como en desarrollo rural (vinculados, por ejemplo, a mujeres, jóvenes, juntas de vecinos, etc.). La principal forma de acceder a estas tecnologías es a través de la organización de productores.

3. Tecnologías digitales y la automatización como bienes privados

Los bienes privados tienen características de alta exclusión y rivalidad, y como tal, estos bienes pueden ser eficazmente provistos por el sector privado a través de los mecanismos de mercado (FAO, 2020).

En este apartado se analizó el equipamiento de tecnologías digitales en las unidades de producción para el desempeño de las actividades agroproductivas, información que fue recabada tanto de fuentes secundarias como las encuestas de hogares, como por los datos reportados por los entrevistados a través de la aplicación de la encuesta diseñada para este propósito.

A partir de la encuesta realizada no se identificaron productores o mipymes que utilicen drones o lleven a cabo actividades de agricultura de precisión, automatización, navegación de maquinaria con GPS o blockchain, posiblemente debido a la escala productiva y socioeconómica de los productores que se priorizó para este estudio.

D. Políticas, estrategias e institucionalidad

Los marcos regulatorios y las políticas públicas deben estar encaminadas a incrementar la capacidad de las personas y organizaciones que integran los sectores para adoptar y aprovechar los beneficios que ofrecen las TIC. Las políticas públicas deben tener un enfoque transversal y englobar a un conjunto de sectores como son las finanzas digitales (pagos digitales, regulación de plataformas de financiamiento, etc.), la digitalización de las acciones de la administración pública y el gobierno (trámites electrónicos, transparencia y participación digital, etc.). Así, el ecosistema digital alcanza al conjunto de sectores de una economía y los cambios producidos en él plantean importantes desafíos a los marcos regulatorios existentes en los países. Esto implica que los regímenes regulatorios heredados del pasado que tradicionalmente han dirigido los mercados de comunicaciones ya no son eficaces frente a una innovación tan rápida, y en muchos casos, ya no son necesarios, dada la emergencia de la competencia dinámica (GSMA, 2016).

Los países que priorizan el uso de las TIC en la agricultura tienden a tener un mejor entorno empresarial y un mejor marco normativo y reglamentario para los agronegocios (FAO, 2019); pero la introducción sin más de las tecnologías no basta para obtener resultados, es necesario que los sistemas sociales, económicos y normativos ofrezcan las condiciones básicas y los habilitadores de la transformación digital. Lo que hace necesario trabajar particularmente para conseguir que se creen las condiciones necesarias para la transformación digital en las zonas rurales

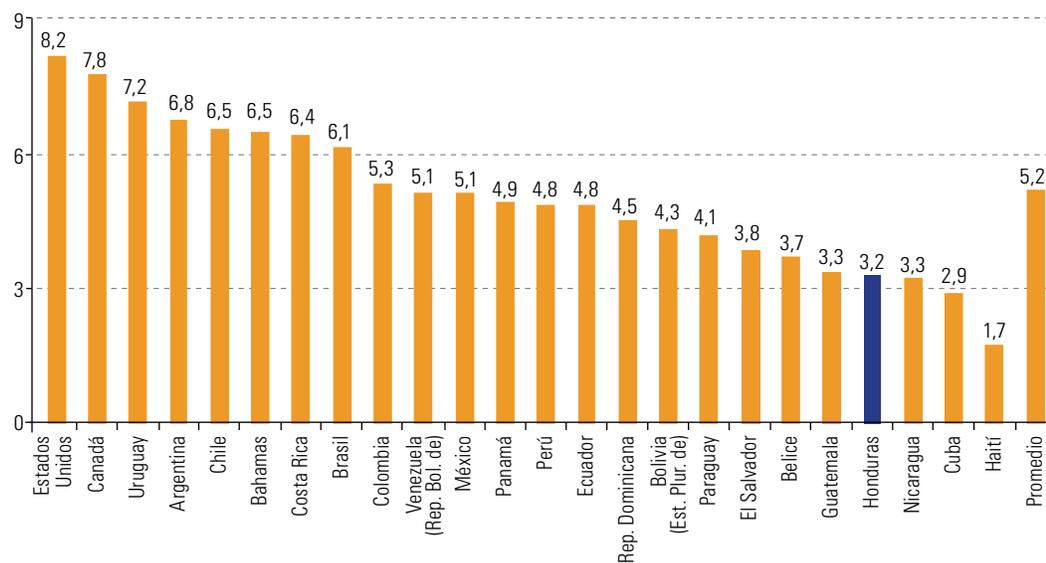
De acuerdo con Sotomayor y otros (2021), la digitalización de las actividades productivas en América Latina ha sido promovida por el sector privado, vía venta de maquinaria y equipos que incorporan tecnologías digitales y que se usan en explotaciones agrícolas, empresas agroindustriales y canales de distribución; no obstante, dicho proceso ha ocurrido en distintos países sin necesariamente contar con un marco ordenador que permita optimizar recursos e implementar una estrategia.

Más aún, el actual contexto global derivado de la pandemia por la enfermedad COVID-19 ha promovido la digitalización en todos los sectores y ha impulsado a los gobiernos a incrementar la infraestructura y oferta de servicios por medio de las TIC (Sotomayor y otros, 2021). No obstante, es necesario reconocer que la digitalización de la agricultura no depende de la masificación de las TIC, sino de atender problemas estructurales para los que el uso de algunas tecnologías digitales puede facilitar soluciones.

E. Las TIC en el sector primario del Triángulo Norte y México

El Índice de Desarrollo de las TIC (IDI por sus siglas en inglés) que reporta la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) constituye un referente para valorar de manera homologada el estado de las TIC en países de todo el mundo. El último dato reportado del IDI corresponde a 2017 y evaluó aspectos claves de las TIC en materia de acceso, utilización y competencias, considerando 176 economías a nivel global (ITU, 2017). En el gráfico VII.1 se muestran los valores de países seleccionados de la región de las Américas, destacando los cuatro países analizados en este capítulo. Honduras se ubica muy por debajo del promedio regional, con un índice de 3,3, ocupando la posición 32/35 a nivel de la región y el lugar 129/176 a nivel global, seguido de Guatemala cuyo índice es de 3,4, ocupando la posición 31/35 a nivel de la región y el lugar 125/176 en la escala global. Por su parte, El Salvador alcanza un valor de 3,8, ocupando la posición 28/35 a nivel de la región y el lugar 119/176 a nivel mundial. Finalmente, México se ubica justo en el promedio regional, con un índice de 5,2 ocupando el lugar 18/35 de la región y en el ranking global, el 87/176.

Gráfico VII.1
Índice de Desarrollo de las TIC en países seleccionados de las Américas, 2017



Fuente: Elaboración propia con datos de International Telecommunication Union (ITU, 2017).

A continuación, se presenta un análisis del uso de las tecnologías digitales en el sector agroproductivo por país.

1. El Salvador

a) Características del sector agropecuario

El Salvador es un país de ingreso medio-bajo, presenta un Índice de Desarrollo Humano (IDH) de 0,66 (2014) y es el país más pequeño de Centro América, con una superficie de 21.041 km². El 14% de hogares del país sufren pobreza por ingresos, el 35,2% viven pobreza multidimensional y el 19,2% de hogares sufre inseguridad alimentaria y con subalimentación, el 12,4% (DIGESTYC, 2019).

Aunque el sector agropecuario desempeña un papel menor en la economía de El Salvador aportando el 5,6% al PIB (siendo más bajo que en la mayoría de los países vecinos), la agricultura sigue jugando un papel importante para la producción de alimentos básicos, el desarrollo de las zonas rurales del país y la generación de empleo e ingresos (BID, 2020).

El IV Censo Agropecuario del país (2007-2008) registra 395.588 productores y productoras, de los cuales un 18% son comerciales y grandes productores y productoras. Mientras que 325.044 explotaciones (82%) figuran como pequeños productores y productoras, cuya superficie de cultivo es menor a tres hectáreas.

Los principales cultivos comerciales son el café, la caña de azúcar y el algodón, todos orientados principalmente al mercado externo. El café ha sido el producto agrícola más relevante del sector durante décadas, aunque su producción alcanza niveles bajos. Los otros productos importantes en la economía agropecuaria salvadoreña son maíz, sorgo, frijoles, leche, huevos y carne de ave. Sin embargo, dada la urbanización relativamente avanzada del país, la demanda de tales productos excede la oferta interna y, con excepción de la caña y el café, representan bienes de importación neta.

Por otra parte, el cambio en el modelo económico orientado a la exportación ha provocado un fuerte impacto en el sector agrícola, principalmente en la agricultura familiar. Se ha detectado que en las zonas rurales la mayor fuente de ingreso proviene de actividades ajenas a la finca familiar, como trabajos asalariados, remesas de familiares producto de la alta migración, lo que ha propiciado un aumento de las importaciones de alimentos en los últimos años, incrementando la dependencia del país en el sector agroalimentario. Las consecuencias de estos procesos han aumentado la inseguridad alimentaria de la población rural (FAO, 2012).

b) Acceso a TIC en el sector agropecuario

De acuerdo con Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples (EHPM) 2018, el equipamiento de TIC con mayor penetración en los hogares es el teléfono móvil, presente en el 96,4% de los hogares. Al analizar la información por sector productivo, se observan tendencias de acceso similares: en los hogares con actividades agropecuarias y no agropecuarias⁴. No obstante, las brechas son mayores en cuanto al acceso a Internet y computadora (cuadro VII.1).

Cuadro VII.1

Equipamiento de TIC en los hogares según sector productivo donde se emplean sus miembros, 2019

(En porcentajes)

| Equipamiento de TIC | Nacional | Agropecuario | No agropecuario |
|---------------------|----------|--------------|-----------------|
| Teléfono móvil | 96,4 | 93,9 | 96,5 |
| Televisión | 88,2 | 82,7 | 88,4 |
| Radio | 29,2 | 35 | 28,9 |
| Teléfono fijo | 14,5 | 7,6 | 14,8 |
| Internet | 19,8 | 7,2 | 20,3 |
| Computadora | 14,2 | 5,7 | 14,6 |

Fuente: Elaboración propia con datos de EHPM 2018 (DIGESTYC, 2019).

Por su parte, para el año 2018 la proporción de usuarios de Internet alcanzó el 46,7% de la población, valor aún bajo en comparación con el promedio en la región de las Américas, que según estimaciones de la ITU en ese mismo año llegó al 77% en la región y a nivel mundial se reportó en 51% (ITU, 2020).

Respecto a los individuos que emplean TIC, se observa que el uso de celular está generalizado entre la población ocupada independientemente del sector productivo en el que se emplean; no obstante, en el caso del Internet, los usuarios de sectores no agropecuarios representan más del doble de la proporción de usuarios del sector agropecuario, y en el uso de la computadora la proporción se cuadruplica (gráfico VII.2).

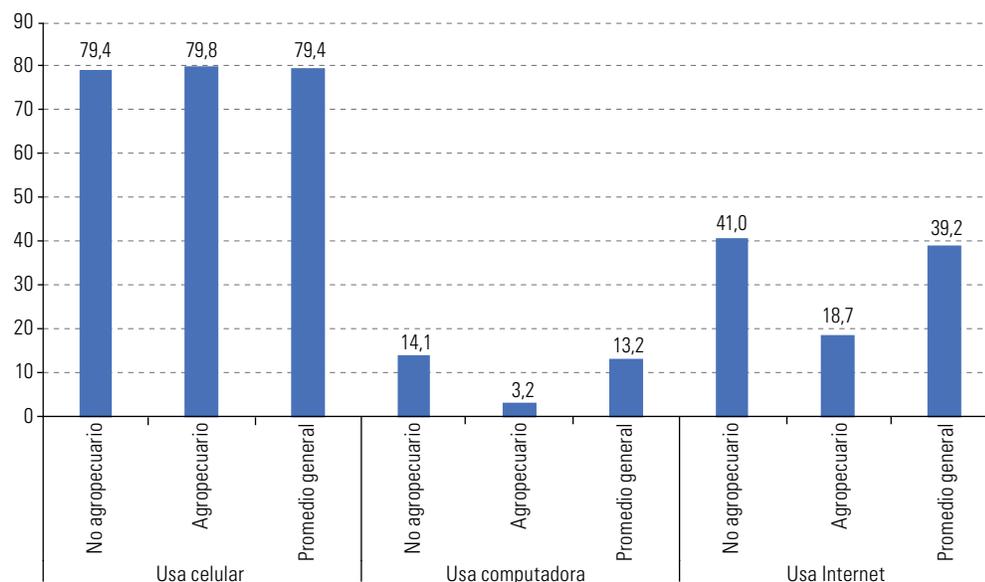
Respecto al lugar donde la población hizo uso del servicio de Internet, se observa que en los hogares no agropecuarios la conexión mediante el teléfono móvil fue reportado en el 64% de ellos, seguido de la conexión en casa con el 28,9%. Por su parte, en los hogares agropecuarios la conexión vía teléfono móvil asciende al 83,4%, y el acceso desde casa disminuye al 13,5%, por lo que la asequibilidad al servicio está directamente relacionada con las tarifas de los servicios de internet móvil y fijo, así como con la infraestructura disponible.

⁴ Debido a que las opciones de respuesta de la boleta no desagregan las actividades del sector primario en subsectores productivos, la información reportada corresponde a valores *proxy* del sector agropecuario.

Gráfico VII.2

Porcentaje de usuarios de TIC según sector productivo, 2019

(En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia con datos de EHPM 2018 (DIGESTYC, 2019).

Los usuarios de Internet ocupados en el sector agropecuario reportaron un uso promedio semanal de nueve horas, mientras que en aquellos de sectores no agropecuarios el tiempo promedio ascendió a 12 horas. Además, cerca de la mitad los usuarios del sector agropecuario (47,9%) declaró que la frecuencia de uso del Internet es de al menos una vez a la semana, aunque no diariamente. Por su parte el 54,1% de los usuarios de sectores no agropecuarios reportó utilizar el servicio al menos una vez al día, aspectos que dan cuenta de las brechas preexistentes para los usuarios del sector agroproductivo y que repercute en su nivel de alfabetización digital.

De acuerdo con las entrevistas y el grupo focal realizado, para los productores agropecuarios organizados en cooperativas, no basta con tener los dispositivos tecnológicos, pues también se requiere una inversión adicional para contratar a personal que brinde soporte técnico y dé mantenimiento a los equipos. Asimismo, reconocieron que el sector tiene muchas necesidades que no han sido solventadas desde hace décadas. No obstante, a raíz de pandemia la agenda digital se convirtió en una prioridad para la comercialización, gestión de créditos y la asistencia técnica; además reconocen que los productores agrícolas de gran escala sí están aprovechando las ventajas de las tecnologías digitales.

No obstante, integrantes de la Red de Juventudes Rurales de El Salvador destacaron la importancia de la organización para visibilizar necesidades comunes y buscar soluciones de acción colectiva; por ejemplo, la Campaña “Mujeres al teléfono” que otorgó dispositivos a las personas para estar en mayor coordinación, dado el contexto de la pandemia por Covid-19, o la Confederación de Federaciones de la Reforma Agraria Salvadoreña (CONFRAS) que proporcionó recargas de internet móvil para que sus miembros pudieran acceder al servicio mediante sus teléfonos inteligentes.

Las acciones de innovación tecnológica más valoradas por los productores entrevistados para impulsar en sus unidades de producción fueron: 1) la capacitación en tecnologías digitales agroproductivas y 2) la participación en comunidades virtuales de productores, proveedores y clientes. Por otro lado, las afectaciones climáticas fueron el mayor problema reportado en el desarrollo de la actividad agropecuaria, por lo que las tecnologías digitales orientadas a proporcionar información para mitigar sus impactos resultan especialmente útiles para el sector agroalimentario.

En línea con lo anterior, en el cuadro VII.2 se describe la oferta de plataformas digitales y Apps enfocadas al sector agroproductivo identificadas en El Salvador. La mayoría de ellas promueven el acceso a información para mejorar el desempeño de la agricultura.

Cuadro VII.2

Plataformas informáticas para el sector agroproductivo en El Salvador, 2020

| Tipo de oferta | Descripción de las principales plataformas |
|-----------------------|---|
| Acceso a información | Plataformas de iniciativas públicas y privadas que ofrecen información sobre el manejo productivo de los cultivos como el cacao o el café. Entre ellas, se encontraron las desarrolladas por FAO e IICA. |
| Asistencia técnica | Plataformas de iniciativas privadas que buscan apoyar la gestión de las explotaciones agrícolas en términos productivos. InstaCrops es una plataforma latinoamericana, en El Salvador el proyecto se asocia con riego de precisión. |
| Servicios comerciales | Plataformas para la colaboración entre organizaciones impulsada para articular productores a lo largo de la cadena de valor. SmartAgro es una de las plataformas identificadas |
| Financiamiento | Plataformas que buscan preponderantemente facilitar el acceso al financiamiento: el Banco de Fomento Agropecuario y el Banco agrícola han desarrollado App para interactuar con los productores en los servicios que les ofrecen. |

Fuente: Elaboración propia.

Según la información colectada, las Apps de WhatsApp y Facebook son las más populares entre los productores y trabajadores agroproductivos, quienes las ocupan para anunciar ventas, compras de insumos o informarse de capacitaciones o eventos. Un ejemplo es el Programa Centroamericano para la Gestión Integrada del Café (PROCAGICA) del IICA, que usa WhatsApp para difundir información y brindar asistencia técnica, enviando cotidianamente mensajes a los productores suscritos sobre la producción del café.

También se identificaron iniciativas del Programa Mundial de Alimentos (PMA) para impulsar el comercio digital con productores de pequeña escala que enfrentan dificultades para acceder al mercado debido a la dispersión de las localidades donde habitan y el bajo desarrollo de capacidades digitales de los productores.

El Instituto Salvadoreño de Transformación Agraria (ISTA) impulsa un programa de desarrollo e innovación agropecuario en las cooperativas del sector, que considera un componente de ayuda a la comercialización de sus productos para los cual están considerando un apoyo en las TIC para un mejor desempeño en sus actividades.

Desde el ámbito gubernamental, se señalaron esfuerzos del MAG para proveer información diaria de precios de productos agrícolas y agroindustriales e impulsar sistemas electrónicos de trazabilidad del ganado y productos agrícolas, así como la categorización de productores a nivel nacional en la plataforma de Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria.

Desde el ámbito de iniciativas de la sociedad civil, la Fundación para la Innovación Tecnológica Agropecuaria (FIAGRO) desarrolló la plataforma Agromóvil, para facilitar información agropecuaria sobre precios de mercado, condiciones climatológicas, alertas sobre plagas y enfermedades, entre otras, a redes de productores, técnicos y otros actores involucrados en el sector agrícola. Así mismo, FIAGRO está participando en un levantamiento de información de campo sobre las condiciones de uso de las TIC en los productores agrícolas y en un proyecto piloto para impulsar el comercio digital de productos agropecuarios, este último en alianza con el PMA.

Por otra parte, la Fundación para el Desarrollo Socioeconómico y Restauración Ambiental (FUNDESYRAM), en alianza con otras instituciones, ha creado la Red Agroecológica de El Salvador, en la que participan más de 70 organizaciones de productores agrícolas que han incorporado dentro de sus programas de fortalecimiento la digitalización de las cadenas de valor agroproductivas.

De igual manera, derivado de la pandemia, Alianza Cacao en El Salvador impulsó una estrategia de trabajo desde dispositivos digitales articulando a más de 600 productores de cacao vía WhatsApp, primero capacitando a los productores en el uso de la App y luego brindando asistencia técnica productiva y de vinculación con 111 MYPES participantes de la cadena de agronegocios.

Por su parte, el Banco de Fomento Agropecuario también ha impulsado proyectos de inclusión financiera como App BFA Móvil, a través de su Comité Nacional de Educación e inclusión financiera, haciendo uso de tecnologías digitales.

Existen otros esfuerzos, no necesariamente exclusivos del sector agropecuario, orientados al fomento de las tecnologías digitales. Uno es la Estrategia para la Inclusión Digital de la MYPE, impulsado por CONAMYPE del Ministerio de Economía. Otro es el Programa de Innovación Tecnológica (PROINNOVA) de FUSADES que busca fomentar la adopción de tecnología en la industria salvadoreña y la innovación en emprendimientos. Finalmente, también la Cámara Salvadoreña de las TIC (CasaTIC) es un actor relevante para la economía digital en el país.

c) Hacia la construcción de una agenda agroalimentaria

De acuerdo con BID (2017), las principales brechas regulatorias en el desempeño de El Salvador para desarrollar las TIC se presentan en las siguientes áreas:

- En cuanto al marco legal e institucional, las leyes de TIC y banda ancha se encuentran en proceso de desarrollo.
- En cuanto a regulación sobre desarrollo y acceso a la infraestructura, lo más atrasado se encuentra en el uso de un fondo de servicio universal para desplegar la banda ancha y la regulación para la compartición de la infraestructura.
- Respecto a la regulación de la competencia y regulación al consumidor, los mayores retrasos están en el punto de intercambio de tráfico entre redes de operadores de telecomunicaciones, regulación del *roaming* nacional y la regulación de la protección de datos de usuarios de las telecomunicaciones.

En relación con las políticas públicas para la economía digital, el país avanzó durante el año 2020 con su Agenda Digital 2020-2030, superando uno de los escollos que se detectaban hasta el año 2017.

Además, el marco legal sectorial se encuentra muy desfasado (la Ley de Telecomunicaciones data de 1997) y dado que el sector ha evolucionado significativamente en los últimos 20 años, la Agenda Digital 2020-2030 se ha propuesto abordar de manera integral el marco legal existente, modificando o desarrollando las leyes habilitantes relacionadas a la protección de datos personales, comercio electrónico, gobierno digital, identidad digital, entre otras.

De acuerdo con la percepción de los actores clave encuestados, el desarrollo de una agenda digital agroalimentaria favorecería: 1) el acceso a mercados e integración de cadenas de valor; 2) el desarrollo de capacidades digitales de la población agropecuaria; y 3) mejorar la disponibilidad de información del sector agroalimentario. Por su parte, los principales obstáculos mencionados señalan la baja capacidad gubernamental para ofrecer servicios digitales (46,3% de las respuestas) seguido de la escasa cobertura de conectividad que se tiene en el medio rural, y las bajas capacidades digitales de los productores agropecuarios.

Por otro lado, desde el punto de vista de los actores clave encuestados, actualmente los principales impulsores de la agenda digital para el sector agroalimentario en El Salvador son los organismos de cooperación internacional (38,9%); seguido de las fundaciones u organismos de la sociedad civil (20,4%); las universidades y centros de investigación (18,5%) e incluso las propias organizaciones de productores agropecuarios (16,7%).

Algunos actores claves también señalaron el rol de liderazgo que ha tenido la Secretaría de Innovación (respaldada desde la presidencia del país), para el impulso de una Agenda Digital Nacional; no obstante, se percibe que las instituciones públicas nacionales aún no han logrado articularse para impulsar acciones específicas dirigidas al sector agropecuario. Asimismo, los jóvenes participantes en el grupo focal mencionaron que, a pesar del impulso gubernamental a la digitalización, la planeación de la estrategia digital parece tener un enfoque hacia los territorios urbanos, prevaleciendo una amplia brecha en cuanto a la alfabetización digital y acceso a herramientas tecnológicas entre la población rural y urbana.

Finalmente, se identificó la articulación de algunos organismos de cooperación internacional con el gobierno, a través de la Secretaría de Innovación y en el marco de la Agenda Digital emitida por el actual gobierno, para brindar asistencia técnica. Tal es el caso de la FAO en El Salvador que está apoyando en el desarrollo del Ecosistema Nacional de Innovación Agrícola, con un horizonte temporal de 5 años y cuyos ejes estratégicos son:

- Identidad Digital (Registro del Estado Familiar, Identidad Digital Nacional, Persona);
- Innovación, Educación y Competitividad (Innovación, Conectividad, cobertura y acceso, Educación y Alfabetización en Tecnología, Smart Cities, Educación y Alfabetización en Tecnología, Fintech, Inclusión Digital);
- Modernización del Estado, y
- Gobernanza Digital.

No obstante, dadas las condiciones por la actual pandemia, los programas aún no logran ejecutarse completamente.

d) Consideraciones finales

Entre las estrategias propuestas por los distintos actores clave entrevistados para disminuir la brecha digital de los pequeños productores y de las mipymes agroproductivas se mencionan:

- Mejorar la calidad y cobertura de Internet en zonas rurales, para ello, se pueden promover alianzas entre el gobierno y las compañías que prestan servicios de Internet para mejorar el servicio.
- Fortalecer esquemas de asociatividad de los pequeños productores y mipymes para el uso colectivo de tecnologías digitales más sofisticadas con el fin de fomentar economías de escala. Ello sumado con programas de capacitación en tecnologías digitales básicas
- Crear programas de subsidio para el equipamiento con tecnologías digitales básicas (teléfonos inteligentes y computadoras) dirigidos a los pequeños agricultores y mipymes agroindustriales organizadas.
- Fortalecer capacidades de los técnicos extensionistas y profesionistas agrícolas en tecnologías digitales y dotarlos de equipamiento.
- Promover programas de certificación en competencias digitales para el sector agrícola, para impulsar formación de jóvenes y técnicos especialistas en TIC.
- Fomentar la creación de plataformas informáticas articuladas y con información accesible para los productores sobre precios, alertas de clima y vinculación entre actores de la cadena de valor.

Por otro lado, se recomienda impulsar una agenda digital agroalimentaria desde un enfoque territorial, por ejemplo, en cuatro regiones: Zona 1. Café; Zona 2. Caña; Zona 3. Maíz y frijol; y Zona 4. Otros sectores más diversificados como frutas y legumbres: con ello, se articularía la vocación productiva del país y el perfil de los productores agropecuarios en torno a cadenas de valor y territorios.

2. Guatemala

a) Características del sector agropecuario

En Guatemala el sector agroindustrial representa aproximadamente el 13,9% del total del PIB nacional, estando la producción agrícola del país dirigida principalmente hacia el mercado internacional (más del 60% del PIB Agrícola), con sistemas industrializados. Por otra parte, el sector genera 2,3 millones de empleos correspondientes al 31,9% de la PEA (INE, 2019).

El crecimiento del sector agrícola ha sido modesto, manteniéndose generalmente por debajo del PIB general y apenas por encima de la tasa de crecimiento poblacional, aunque el valor de las exportaciones de productos agropecuarios se ha incrementado a partir del 2001 debido a las mejoras en los precios internacionales. Los principales productos agrícolas de importancia económica por su relevancia en las exportaciones son el café, azúcar, banano y cardamomo. En los últimos años otros productos agropecuarios manufacturados han experimentado un rápido crecimiento, como los productos alimenticios y el caucho natural. Guatemala presenta una balanza comercial negativa aún y cuando la política de comercio favorece el entorno comercial exportador (WBG, 2015).

En Guatemala se han descrito cinco tipos de productores agrícolas (MAGA-FAO, 2012). Como se puede observar en el siguiente cuadro, al año 2012 la mayor concentración de productores se encontraba en condiciones de infrasubsistencia (8,1%) y subsistencia (39,5%), sumando entre ambos un 47,6%. Si se agregan los campesinos sin tierra, la proporción alcanza el 60,2% de los agricultores.

Cuadro VII.3
Tipología de los agricultores

| Tipología | 2012 | |
|----------------------|-------------------|------------|
| | Número de hogares | Porcentaje |
| Sin tierra | 164 097 | 12,6 |
| Infrasubsistencia | 105 856 | 8,1 |
| Subsistencia | 513 395 | 39,5 |
| Excedentarios | 171 420 | 13,2 |
| Pequeños comerciales | 228 621 | 17,6 |
| Grandes comerciales | 115 988 | 8,9 |
| Total | 1 299 377 | 100,0 |

Fuente: MAGA-FAO, 2012.

En la producción de alimentos es necesario destacar la enorme significancia de la agricultura familiar a la seguridad alimentaria, aportando el 68% de la producción nacional de maíz y el 33% de la producción nacional de frijol. En Guatemala había 1.007.000 unidades productivas correspondientes a la agricultura familiar, las cuales presentaban una superficie promedio de 1,02 ha (Guzmán y Salcedo, 2014).

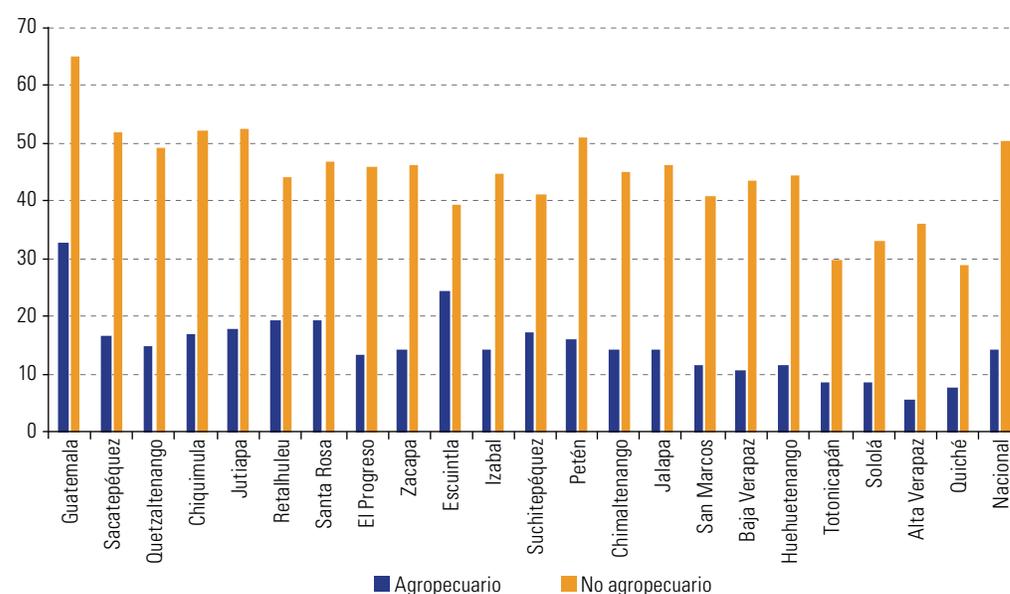
b) Acceso a TIC en el sector agropecuario

De acuerdo con los resultados del XII Censo Nacional de Población y del VII de Vivienda de Guatemala 2018, el porcentaje de la población de 7 años o más usuaria de Internet llegó solo al 29,3% del total (INE, 2018). Además, destacan las grandes brechas de desigualdad en su uso entre las áreas rurales y urbanas: solo el 3,5% de la población en áreas rurales reportó ser usuario de Internet, mientras que en las áreas urbanas el 27,4% declaró utilizar dicha tecnología.

Asimismo, al distinguir los usuarios provenientes de hogares cuyos miembros se dedican a actividades en el sector agropecuario, se observan marcadas diferencias respecto a los usuarios de hogares no agropecuarios (ver gráfico VII.3)

Gráfico VII.3

Usuarios de Internet según hogares agropecuarios y no agropecuarios por departamento, 2019
(En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia con datos del XII Censo de Población 2018 (INE, 2018).

Los equipamientos de TIC con mayor penetración en los hogares son el teléfono celular, presentes en el 82% de los hogares y el televisor, disponible en el 70,5% de ellos. No obstante, las brechas de acceso para dichas tecnologías en hogares agropecuarios y no agropecuarios resultan tan altas como para otras TIC, con diferencias desde 15 hasta 30 puntos porcentuales. Por su parte, el porcentaje de hogares con acceso a Internet se sitúa en el 17,3%, mientras que el de aquellos que cuentan con al menos una computadora representa el 21,3% del total (cuadro VII.4).

Cuadro VII.4

Equipamiento de TIC en hogares agropecuarios y no agropecuarios, 2018
(En porcentajes)

| Equipamiento de TIC | Nacional | Agropecuario | No agropecuario |
|---------------------|----------|--------------|-----------------|
| Radio | 65,3 | 55,0 | 70,0 |
| Televisor | 70,5 | 48,5 | 80,4 |
| Computadora | 21,3 | 5,3 | 28,4 |
| Internet | 17,3 | 3,0 | 23,6 |
| Celular | 82,0 | 68,6 | 88,0 |

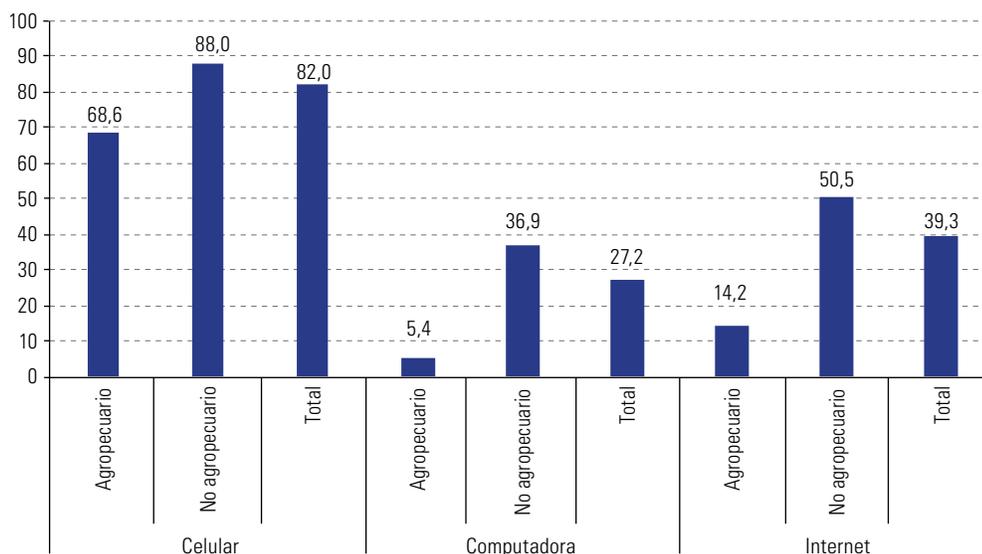
Fuente: Elaboración propia con datos del XII Censo de Población 2018 (INE, 2018).

Una de las posibles explicaciones de esta brecha de equipamiento de TIC en los hogares es la propia falta de infraestructura eléctrica: el 88,1% de los hogares guatemaltecos cuenta con red de energía eléctrica, no obstante que el indicador desciende a 75,7% al enfocarnos sólo en los hogares del sector agropecuario. Alta Verapaz presenta el valor más bajo de electrificación en los hogares agropecuarios, alcanzando sólo el 33,6% de ellos.

De acuerdo con la información colectada a través del Grupo Focal con miembros de la Red de Juventudes Rurales en Guatemala, la falta de acceso a energía eléctrica en comunidades rurales también repercute en la educación de las niñas y jóvenes pues no se puede acceder a centros de computación en las escuelas, limitando a esta población en el aprendizaje de tecnologías digitales, lo que posteriormente podría limitar sus oportunidades laborales.

Respecto a los individuos que emplean TIC, se observa que, a pesar de que el uso de celular está generalizado entre la población guatemalteca, prevalece un rezago en el sector agropecuario que muestra una brecha de 20 puntos porcentuales respecto a los usuarios de sectores no agropecuarios. Esta desigualdad se profundiza en el uso de computadora, donde los usuarios de hogares no agropecuarios representan hasta siete veces la proporción de usuarios del sector agropecuario, mientras que en el uso del Internet, la proporción se triplica (gráfico VII.4).

Gráfico VII.4
Porcentaje de usuarios de TIC según sector productivo, 2018



Fuente: Elaboración propia con datos del XII Censo de Población 2018 (INE, 2018).

En este sentido, el análisis de las condiciones de alfabetización digital en el sector agropecuario debe partir del nivel de alfabetización de la población en general. Guatemala tiene uno de los niveles de analfabetismo más altos entre los países de Centroamérica. El 18,5% de la población de 7 años o más es analfabeta, es decir, casi 1 de cada 5 personas, con una brecha de género de casi 6,7 puntos porcentuales, situando la proporción de hombres en situación de analfabetismo del 15% y el de las mujeres del 21,7%.

Bajo dicho contexto, en el acceso a las TIC también se observan brechas importantes al analizar el acceso a TIC de la población en condiciones de analfabetismo, mismas que se agravan al focalizar la mirada en los usuarios del sector agropecuario que no saben leer o escribir. Estas diferencias son marcadas incluso en el uso del teléfono celular, la TIC con mayor penetración en el país. Como se observa en el cuadro VII.5, del total de la población analfabeta, solo el 51,1% utiliza celular; la proporción es menor aún al observar la población analfabeta usuaria de computadora e internet.

Cuadro VII.5

Usuarios de TIC según condición de alfabetización, 2018

| TIC | Alfabetos | Analfabetos |
|-------------|-----------|-------------|
| Celular | 86,7 | 51,1 |
| Computadora | 31,3 | 0,5 |
| Internet | 44,9 | 2,6 |

Fuente: Elaboración propia con datos del XII Censo de Población 2018 (INE, 2018).

Otro tema relevante señalado por los jóvenes en el Grupo Focal como una barrera de acceso a la alfabetización digital es el idioma. La oferta de herramientas digitales se encuentra en español e incluso en inglés, lo que culturalmente excluye a los grupos indígenas, que en Guatemala supera el 40% de la población total. Aunque se identificó que las aplicaciones con notas de voz son útiles para que la población rural indígena y aquella que no sabe leer o escribir pueda mantenerse comunicada.

De los productores encuestados para este estudio el 76,5% reportaron que la conexión a Internet la realizan preponderantemente desde el teléfono celular a través de datos móviles. Además, el principal obstáculo reportado por los productores para acceder a las TIC es la carencia de recursos para invertir en ellos (46,1%); seguido de la ausencia de infraestructura para la conexión a Internet (42,3%); y finalmente, asociado al campo de desarrollo de capacidades, el 17% de ellos mencionó el desconocimiento del manejo de las tecnologías digitales como otra limitante para su adopción.

La síntesis de las plataformas digitales y Apps enfocadas al sector agroproductivo identificadas en Guatemala se muestra en el cuadro VII.6. La mayoría de ellas orientadas a favorecer el acceso a información para la actividad agrícola.

Cuadro VII.6

Plataformas informáticas para el sector agroproductivo en Guatemala, 2020

| Tipo | Descripción de las principales plataformas |
|--|--|
| Acceso a información | Se identificaron 15 plataformas de iniciativas públicas y privadas que ofrecen información sobre precios de mercado de productos agropecuarios, alertas climatológicas e información para el manejo productivo de los cultivos. Entre ellas, se encontraron las desarrolladas por el MAGA, ANACAFÉ, FAO, IICA, por mencionar algunos. |
| Asistencia técnica (incluyendo administración y gestión) | Se encontraron 8 plataformas de iniciativas fundamentalmente privadas que buscan apoyar la gestión de las explotaciones agrícolas tanto en términos productivos como administrativos. Algunas de ellas son: Farmforce, InstaCrops, AgriTec, Yara CheckIT, AgriTask y SofOs Smart Agroindustria. |
| Colaboración | Se identificó una plataforma para la colaboración entre organizaciones impulsada por el MAGA, el MINTRAB y MINECO con asistencia técnica de la FAO. |
| Servicios logísticos y comerciales | Se trata de plataformas que buscan preponderantemente facilitar la comercialización, incluyendo la exportación e importación. |
| Financiamiento | Se identificaron iniciativas que fomentan la inclusión financiera de los pequeños productores como el FIDA y apoyar buenas prácticas agropecuarias (BID y SAFE). |

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, se encontró una serie de iniciativas de alcance supranacional, que representa un ejemplo de buenas prácticas de tecnologías digitales, entre ellas se mencionan las siguientes:

- Cacao Móvil, desarrollada por Lutheran World Relief, está orientada a asesorar a los productores agrícolas y se encuentra disponible para El Salvador, Nicaragua, Honduras, Guatemala, Ecuador y Perú.
- Coffee Cloud, desarrollada por ANACAFÉ e ICAFÉ, orientada al manejo de plagas y enfermedades en el café y alertas meteorológicas y está disponible para El Salvador, Guatemala, Honduras y Costa Rica.
- Café Chajulense, desarrollado por Farmforce, orientada a la digitalización de registros de certificación y trazabilidad. Su principal público objetivo son las cooperativas cafetaleras.
- Olam, desarrollado por Digital Origination OFIS, Traceability, orientada a la digitalización de registros de certificación y trazabilidad. Su principal público objetivo son los comerciantes.

Se identificaron aplicaciones de información climática desarrollada por la cooperación internacional y el sector privado. Entre las impulsadas por la cooperación internacional se pueden mencionar AgriConecta y Syngenta, ambos proyectos promovidos por USAID en alianzas con actores institucionales del país. Además, los actores mencionaron también otras iniciativas como Farm Grow de Rain Forest Alliance en Guatemala, y SAT4Farming donde convergen instituciones como Rainforest Alliance, Grameen Foundation, Touton, Satelligence, University of Ghana y Waterwatch Projects, y otras plataformas como E-Milpa (creada por Sic4Change) que se enfocan en el Corredor Seco de Guatemala.

Por otro lado en el fortalecimiento de capacidades institucionales el USDA ha capacitado a la región centroamericana en sistemas de información de mercados agrícolas, a través de FEWSNET, institutos de estadística, Ministerios de Agricultura, Secretarías de Agricultura y otros involucrados en sistemas de información agrícola. Actualmente la información se publica a través de SIECA.

Desde el ámbito público, se identifican esfuerzos del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación orientados a proveer información de precios de mercado. No obstante, a raíz de la pandemia ocasionada por la enfermedad Covid-19, las instituciones de gobierno, por ejemplo, FONAGRO, se vieron en la necesidad de hacer uso de plataformas para videollamadas y reuniones con organizaciones de productores. En aquellos casos, donde no había conexión la comunicación se llevó a cabo por teléfono, situación que dejó ver la relevancia de incrementar servicios digitales para la población agropecuaria y en los procedimientos administrativos que aún no se han digitalizado.

Desde el sector académico se señalaron como impulsores de plataformas digitales o investigación a la Universidad de San Carlos de Guatemala, al Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, y a la Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas de la Universidad Rafael Landívar. Respecto a esta última se mencionan mecanismos de colaboración para analizar las condiciones del clima y emisión de alertas técnicas, así como recomendaciones para el manejo agronómico de diversos cultivos en regiones de alta vulnerabilidad al suroriente de Guatemala, todo ello desde un enfoque de la seguridad alimentaria y nutricional.

Desde el ámbito privado y comercial, se identificaron algunas iniciativas de asistencia técnica gratuita para cafeticultores vía WhatsApp y Facebook. La estrategia de venta contempla identificar a productores líderes e influyentes, para dispersar sus testimonios sobre el uso de insumos agrícolas vía redes sociales, y captar más clientes.

Existen otros esfuerzos, no necesariamente relacionados con el sector agropecuario, para mejorar la infraestructura. Tal es el caso del BID en Guatemala que está impulsando la conectividad en escuelas, hecho que incide también en los territorios aledaños a las instituciones educativas.

Desde el Ministerio de Gobernación se mencionó que se están realizando esfuerzos para promover la seguridad cibernética y la adopción de estándares internacionales para el combate contra la ciberdelincuencia. Lo anterior ha implicado el desarrollo de ciertas acciones como la presentación de iniciativas de ley al Congreso de la República e incluir campañas de protección en temas de prevención de delitos cibernéticos.

c) Hacia la construcción de una agenda agroalimentaria

De acuerdo con un estudio del BID (2017), las principales brechas regulatorias para el fomento de las TIC en Guatemala se presentan en las siguientes áreas:

- En cuanto al marco legal e institucional, las leyes de TIC y banda ancha se encuentran en proceso de desarrollo.
- Respecto a la regulación sobre desarrollo y acceso a la infraestructura, lo más atrasado se encuentra en el apagón tecnológico⁵ y en la regulación para la compartición de la infraestructura.
- En regulación sobre la competencia y protección al consumidor, los mayores retrasos están en la regulación del *roaming* nacional entre operadores móviles y en la regulación para la protección de datos de usuarios de telecomunicaciones.

Sobre las políticas públicas para la economía digital, el país ha avanzado en su Estrategia Digital Nacional y en su plan de gobierno abierto, pero presenta retrasos en su plan nacional de Banda Ancha, lo que está en línea con lo planteado por el BID (2019) que sitúa al país en una posición 61 de 65 países analizados.

Guatemala ha definido en varias iniciativas la agenda digital. En el año 2007 se elaboró el documento conocido como GuateSI que describía las iniciativas relacionadas a la Sociedad de la Información. Posteriormente, se desarrollaron propuestas de políticas públicas del tema, como la realizada por Agexport en 2011 y la agenda de gobierno abierto que sirvió de base para las acciones desde el 2012 en el tema de gobierno y tecnología. En septiembre del 2013 se presentó un diagnóstico inicial de la agenda digital de Guatemala a la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología de parte del gobierno. Ya en el 2015, se contaba con un inventario inicial de más de 700 sitios web de todos los sectores. Estos instrumentos son una muestra de la gran variedad de iniciativas y logros de los guatemaltecos en el mundo digital.

Con la finalidad de avanzar hacia la transformación digital en Guatemala, en el año 2017, se realizó el lanzamiento de la Agenda Nación Digital 2016-2032 y que ha sido relanzada por la nueva administración del país. La Agenda tiene por visión “reducir considerablemente la brecha digital en Guatemala y contribuir al desarrollo tecnológico, económico y social a través del uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación –TIC.”

La Agenda Nación Digital 2016-2032, no sólo pretende proveer la infraestructura tecnológica al país, sino que busca unificar esfuerzos multisectoriales que faciliten el acceso a productos y servicios a la población, lo que plantea el reto para la integración de diferentes actores institucionales: sociedad civil, academia, organismos internacionales, sector privado y de gobierno.

⁵ Apagón tecnológico es la transición de TV analógica a TV digital.

Sobre el desarrollo de una Agenda Digital para el sector agroalimentario, se han identificado múltiples iniciativas que apuntan hacia su construcción: se trata de proyectos principalmente impulsados por el MAGA en coordinación con otras instituciones:

- En el año 2018, FAO en conjunto con el MAGA, el MINTRAB y el MINECO desarrollaron la plataforma y App ChispaRutal.gt que permite a los emprendedores rurales acceder a servicios dedicados a fortalecer sus capacidades empresariales, conseguir asesoría personalizada y conectarse con otros emprendedores rurales para impulsar sus actividades o sus proyectos de empresa.
- En el año 2018, el MAGA con la cooperación de Taiwán desarrollaron APP MAGA. Esta permite a los diferentes productores del país conocer los precios de los diferentes productos agropecuarios. Así, se monitorean desde precios de agricultura, ganadería, pesca, entre otros productos que están bajo la tutela del Ministerio.
- En diciembre del 2019, el MAGA en conjunto con la UE lanzaron el Sistema de Gestión para Importaciones y Exportaciones (SIGIE) con el objetivo de agilizar los trámites de solicitudes y autorizaciones y permisos. Por medio de este sistema se pueden hacer trámites para solicitudes y emisiones en forma electrónica de constancias tanto en materia fitosanitaria como zoonosanitaria permisos, autorizaciones de importación y certificaciones de exportación.
- Actualmente el MAGA está desarrollando una App para asegurar la trazabilidad de los productos agrícolas.

No obstante, desde el punto de vista de actores clave entrevistados, los principales impulsores de los temas digitales son las universidades y centros de investigación (30,5%), los organismos de cooperación internacional (28%) y las propias organizaciones de productores agropecuarios (24,4%). Asimismo, el 25% de ellos indicó que existen mecanismos de colaboración institucionales con otros actores para promover la digitalización en el sector agroalimentario, mientras que el resto señaló no tenerlos o desconocer si existen

En síntesis, pese a la existencia de iniciativas públicas y privadas orientadas a promover el uso de tecnologías digitales en el sector agroalimentario, de la investigación realizada en Guatemala no se identificó algún documento rector específico o instrumento de política que pueda servir como eje articulador entre los distintos actores involucrados para la implementación de un Agenda Digital Agroalimentaria.

De la información captada con actores clave encuestados, los principales objetivos a alcanzar con el desarrollo de una Agenda Digital Agroalimentaria, son aquellos asociados a mejorar: 1) la generación de información sectorial oportuna (39%); 2) el acceso a mercados e integración de cadenas de valor (37%); y 3) el desarrollo de capacidades digitales de la población agropecuaria (34%).

Entre los principales obstáculos para poner en marcha dicha agenda, el 50% de los actores claves consultados identificó la baja capacidad gubernamental para ofrecer servicios digitales como el principal obstáculo, seguido de la escasa regulación en torno al uso de las TIC en el sector agropecuario y, finalmente, la escasa cobertura de conectividad que se tiene en el medio rural, asociado con la poca infraestructura existente en el país.

Finalmente, de acuerdo con la valoración de los actores clave consultados las tecnologías prioritarias para beneficiar a los productores agrícolas de pequeña escala son los teléfonos inteligentes, seguido de las estaciones agrometeorológicas. No obstante, más allá de las tecnologías factibles para los pequeños productores, también es relevante identificar los canales para su transferencia: en este sentido, los técnicos extensionistas,

los líderes comunitarios y las organizaciones de productores que agrupan a colectivos u organizaciones más pequeñas constituyen buenos ejemplos de potenciales impulsores de una agenda digital sectorial aterrizada en el territorio, la Asociación Nacional de Café, que cuenta con oficinas y técnicos regionales, así como la Federación de Cooperativas Agrícolas de Productores de Café de Guatemala (FEDECOCAGUA) y la Confederación Ganadera son ejemplos de este tipo de organizaciones “puente” con los pequeños productores que podrían ser aliados en la implementación de la agenda digital agroalimentaria.

d) Consideraciones finales

Las principales estrategias para promover el uso de las tecnologías digitales entre los productores agroalimentarios de pequeña escala en Guatemala se resumen a continuación:

- Incrementar infraestructura de conectividad a internet en zonas rurales.
- Desarrollar softwares sencillos y de bajo consumo de datos para diseminar la información agrometeorológica, de buenas prácticas agrícolas y de precios del mercado, considerando herramientas de inclusión para la población indígena y analfabeta.
- Implementar un programa de fortalecimiento de capacidades a los productores agropecuarios en el uso y aprovechamiento de las tecnologías digitales.
- Capacitar a los técnicos extensionistas y actores gubernamentales en las tecnologías digitales. Incluso aprovechando los centros de capacitación técnica como INTECAP para incrementar la alfabetización digital entre la población.
- Consolidar un marco de colaboración digital entre Gobierno, Cooperación Internacional, Sector Privado y Sociedad Civil para impulsar la agenda digital agroalimentaria que contribuya a mejorar la competitividad del sector.

No obstante lo anterior, se identifica la relevancia de fortalecer aspectos estructurales en el medio rural que anteceden al desarrollo de una Agenda Digital Agroalimentaria y que están relacionados con:

- Fortalecer el sistema de extensión rural y la asociatividad de los pequeños productores y mipymes.
- Garantizar servicios de infraestructura básica: el acceso a la red de electricidad a la población rural, así como la mejora y ampliación de los caminos y carreteras.
- Incrementar las tasas de alfabetismo entre la población rural e indígena.
- Contar con información del sector agropecuario y las mipymes agroproductivas (tanto de sus condiciones socioeconómicas como del uso de las TIC), a partir del levantamiento de censos, encuestas o la conformación de padrones, a fin de mejorar la planeación de las intervenciones públicas sectoriales.

3. Honduras

a) Características del sector agropecuario

Honduras es uno de los países más vulnerables al cambio climático de América, pues presenta un alto riesgo debido a la reducción y cambios proyectados en la disponibilidad y calidad del recurso hídrico, que incluso podría afectar el acceso sostenible de la población a cantidades adecuadas y a los medios de subsistencia, así como al desarrollo socioeconómico y preservación de los ecosistemas.

Es un país de ingreso medio-bajo, con una población en 2018 de 9,56 millones de habitantes, de la cual el 47,3% vive en el área rural (4,52 millones). Enfrenta desafíos significativos, con cerca del 66% de la población viviendo en la pobreza al año 2016 (WBG, 2020).

El sector agropecuario es importante para la economía de Honduras, ya que en los últimos 10 años ha aportado en promedio el 12,34% del Producto Interno Bruto (PIB), aunque ha reducido su participación en el mismo periodo en un 25,4%. Pese a lo anterior, el sector representa el 35,6% del valor total de las exportaciones. De la población económicamente activa al 2019 (4,6 millones), el 30,3% (1,4 millones) tiene como ocupación la agricultura y un porcentaje importante se ocupa de la producción de granos básicos y la caficultura. (TGE, 2020).

El café, el algodón y la caña de azúcar son sus principales productos agrícolas tradicionales y se exportan principalmente a Estados Unidos y a Europa occidental. Los cultivos de caña de azúcar (5,28 millones de toneladas) y algodón se localizan en las tierras bajas. El maíz, arroz, frijoles y frutas tropicales son los principales cultivos para el consumo interno. Entre los cultivos de frutales destacan el plátano (banano), mango, piña, manzana, aguacate, coco y papaya. La producción se localiza en la meseta central. El principal socio comercial, tanto para exportación como importación, ha sido Estados Unidos, a partir de la entrada en vigor del tratado de libre comercio con este país.

Se estima que en el país existen 270.632 explotaciones agropecuarias que cubren 3,26 millones de hectáreas. Por el número de explotaciones, el estrato predominante es el de menos de 5 hectáreas (agricultura familiar), correspondientes al 70,6% de las explotaciones y el 8,6% de la superficie, con un promedio de 1,47 ha por unidad de producción (INE, 2008).

La agricultura familiar representa un sector significativo del país por su contribución al PIB Agrícola (56,5%), a la seguridad alimentaria (75% del consumo interno), a la generación de empleo agrícola (76%), a la mitigación de la pobreza y a la conservación de la biodiversidad y de las tradiciones culturales. Dada la alta incidencia de la agricultura familiar en la seguridad alimentaria, en el año 2010 se lanzó la Estrategia Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional (ENSAN) para el periodo 2010-2022 y en el año 2017, la Estrategia Nacional de Agricultura Familiar (ENAF) 2017-2030. Cabe destacar que aproximadamente 1,2 millones de personas, el 11% de la población total, se encuentra en situación de malnutrición (FAO, 2018).

b) Acceso a TIC en el sector agropecuario

Según los últimos datos de Honduras reportados por la ITU, hacia el año 2017 el 31,7%, de la población hondureña era usuaria de los servicios de Internet, un valor muy por debajo del promedio en la región de las Américas, que para ese mismo año alcanzó el 72,4% de la población y según estimaciones de la ITU, hacia 2019 llegó al 77% en la región y al 51% de la población a nivel mundial (ITU, 2020).

Dado la baja disponibilidad de información sobre el acceso y uso de las TIC en el sector agropecuario de Honduras, se utilizan los datos Encuesta Permanente de Hogares de Propósitos Múltiples (EPHPM), 2017⁶ (INE, 2017) desagregando el análisis entre aquellos hogares cuyos miembros reportaron haberse ocupado en actividades económicas agropecuarias; ello, como un medio para aproximar el diagnóstico de la penetración de las tecnologías digitales en el sector agropecuario.

⁶ Si bien en el sitio web del INE se encuentra los tabulados generales sobre el uso de las TIC en los hogares para los años 2018 y 2019, los microdatos que permiten desagregar los hogares por sector productivo están disponibles hasta 2017.

De acuerdo con la EPHPM 2017, los equipamientos de TIC con mayor penetración en los hogares a nivel nacional son la televisión, presentes en el 74,5% de los hogares y la radio, disponible en el 31,9% de ellos. Las brechas de acceso para dichas tecnologías en hogares rurales y urbanos resultan tan altas como para otras TIC, con diferencias desde 20 hasta 50 puntos porcentuales (cuadro VII.7).

Cuadro VII.7
Equipamiento TIC en hogares rurales y urbanos, 2017

| Equipamiento | Nacional | Rural | Urbano |
|---------------|----------|-------|--------|
| Televisión | 74,5 | 43,4 | 93,0 |
| Radio | 31,9 | 59,0 | 35,6 |
| Teléfono fijo | 12,2 | 1,0 | 20,2 |
| Computadora | 16,9 | 4,9 | 28,4 |

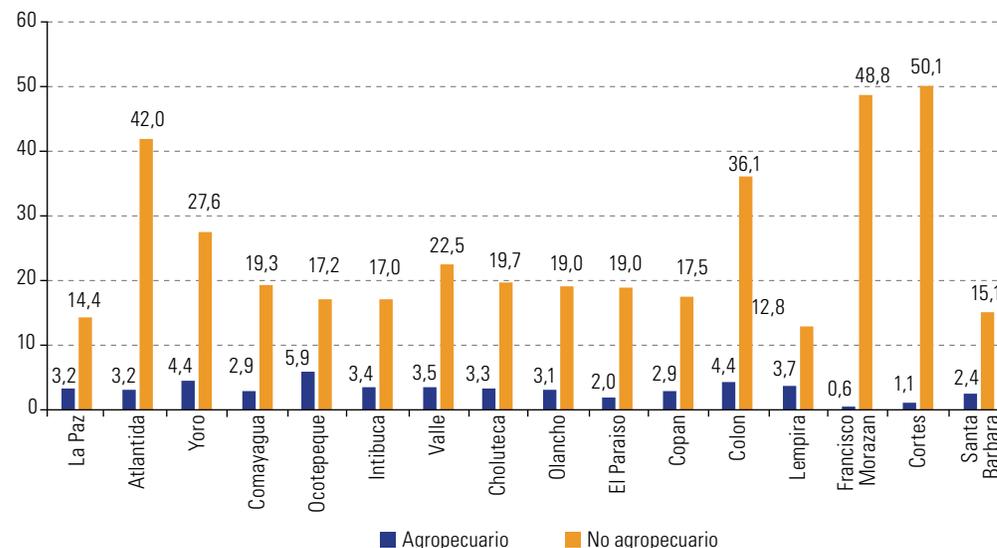
Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta Permanente de Hogares de Propósitos Múltiples, 2017 (INE, 2017).

Por su parte, el porcentaje personas con teléfono móvil se sitúa en el 95,1% a nivel nacional y es ligeramente mayor en usuarios provenientes de hogares agropecuarios (1 punto porcentual), es decir, el teléfono celular, a diferencia de otras TIC, no presenta grandes brechas de acceso entre usuarios del sector productivo agrícola de los no agrícolas. A nivel territorial tampoco se observan brechas muy amplias. Los departamentos con menor número de usuarios de teléfono celular son Cortés, Lempira y Francisco Morazán (Cuadro II.2).

Respecto al uso de Internet, se observan grandes brechas de desigualdad a nivel territorial y entre el sector productivo en el que se emplean los usuarios del servicio. Mientras que en el 34,2% de ellos son miembros de hogares con actividades no agropecuarias, sólo el 2,2% de las personas que usan Internet provienen de hogares que se ocupan en el sector agropecuario.

En el gráfico VII.5, se muestran las proporciones de usuarios por departamento y sector productivo de ocupación en el hogar. Se observa que en los departamentos de Francisco Morazán, Cortés y El Paraíso reportan el menor número de usuarios de Internet en hogares agropecuarios, a pesar de ser territorios con disponibilidad de redes de transmisión de microfibras y fibra óptica (ver Mapa II.2.), lo que plantea la posibilidad de que la baja conexión al servicio obedezca principalmente a razones de asequibilidad. Por el contrario, Ocotepeque, Yoro y Colón reportan los mayores valores de usuarios de Internet, aunque todos por debajo de 6%.

Gráfico VII.5
Usuarios de Internet según hogares agropecuarios y no agropecuarios por departamento, 2017
(En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta Permanente de Hogares de Propósitos Múltiples, 2017 (INE, 2017).

Respecto al uso de computadora, el cuadro VII.8 deja ver a nivel nacional menos del 1% de los usuarios ocupados en el sector agropecuario reportaron haber utilizado esta tecnología en el mes anterior a la encuesta, aspecto que repercute en la alfabetización digital de la población agropecuaria.

Cuadro VII.8

Servicio con el que se conecta a Internet según sector productivo, 2020

| Servicio | Agropecuario | No agropecuario | General |
|---------------|--------------|-----------------|---------|
| Cable | 16,7 | 48,2 | 46,3 |
| Wifi | 9,2 | 6,8 | 6,9 |
| Módem | 0,2 | 0,3 | 0,3 |
| Datos móviles | 73,9 | 44,8 | 46,5 |

Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta Permanente de Hogares de Propósitos Múltiples, 2017 (INE, 2017).

El 45,6% de los usuarios de Internet ocupados en el sector agropecuario reportaron un uso promedio semanal, pero no todos los días, de dicho servicio. Por su parte el 68,1% de los usuarios de sectores no agropecuarios reportó utilizar el servicio al menos una vez al día.

De acuerdo con la FAO y el BID (2019) la mayor parte de las unidades agropecuarias, que son familiares y se ubican en zonas alejadas del país, están limitadas sólo al uso de algunas herramientas tales como teléfono móvil, radio, televisión y aplicativos como el WhatsApp en lugares con señal de Internet. Así también lo refleja la información colectada a través del Grupo Focal con miembros de la Red de Juventudes Rurales de Honduras, especialmente a partir de la pandemia cuando los productores agropecuarios recurrieron a la tecnología digital y Apps como WhatsApp o Facebook para comunicarse, vender o comprar, debido a la restricción de la movilidad.

En síntesis, como principales problemáticas para hacer uso de tecnologías digitales en las actividades agropecuarias se identificaron:

- La baja calidad de la señal en aquellos territorios donde hay cobertura de la red.
- La falta de acceso a celulares inteligentes por parte de los productores o bien su desconocimiento en su empleo, pues el uso cotidiano es para llamadas y mensajes o videos y redes sociales.
- Los altos costos del servicio de Internet por datos móviles o fijos (cuando sí existe infraestructura en el área); ello supone que, a pesar de la alta penetración de celulares, esporádicamente los productores agropecuarios recargan datos para conectarse a Internet y si lo hacen es principalmente con fines lúdicos.

Otro tema relevante, señalado por los jóvenes del Grupo Focal como una barrera para la digitalización de la agricultura es que en términos generales el enfoque digital aún no está adoptado por el gobierno del país, es decir, no se ha visibilizado un gobierno electrónico o alguna plataforma para que los productores puedan solicitar servicios o realizar trámites. Adicionalmente, se percibe que el sistema de extensión de la SAG está muy debilitado en su capacidad institucional y ello puede afectar el impulso de una Agenda Digital Agroalimentaria que logre articularse territorialmente con los productores.

Respecto al uso de tecnologías disruptivas, en Honduras se han identificado tres empresas que ofrecen servicios especializados para la toma de decisiones sobre el manejo de cultivos usando drones: DITOP, GEOTECH e Green Technology HN. Las dos primeras ofrecen servicios topográficos y de desarrollo de sistemas de información geográfica; la última brinda servicios específicos para el sector agropecuario utilizando drones para la medición de área y perímetros de terrenos, conteo de plantas de la

plantación, mediciones de volumen de los reservorios de agua y ensilaje, medición y monitoreo de uniformidad y salud de los cultivos, y producción de mapas de inundación para poder identificar aguas estancadas en plantaciones (FAO-BID, 2019).

En cuanto a la oferta de plataformas digitales y Apps enfocadas al sector agroproductivo identificadas en Honduras, una síntesis se muestra en el cuadro II.9, prevaleciendo aquellas que facilitan el acceso a información productiva para el sector agroalimentario.

Cuadro VII.9

Plataformas informáticas para el sector agroproductivo en Honduras, 2020

| Tipo | Descripción de las principales plataformas |
|--|---|
| Acceso a información | Se identificaron plataformas de iniciativas públicas y privadas que ofrecen información sobre precios de mercado de productos agropecuarios, alertas climatológicas e información para el manejo productivo de los cultivos, principalmente del café y cacao; entre las principales, las desarrolladas por SAG, IHCAFÉ, Luthern World Relief e IICA, por mencionar algunas. |
| Asistencia técnica (incluyendo administración y gestión) | Se encontraron plataformas de iniciativas fundamentalmente privadas que buscan apoyar la gestión de las explotaciones agrícolas tanto en términos productivos como administrativos. Algunas de ellas son: Agenda Cafetalera, InstaCrops y AgriTec. |
| Servicios logísticos y comerciales | Se trata de plataformas que buscan preponderantemente facilitar la comercialización, incluyendo la exportación e importación. Se identificaron 6, entre ellas: Chocolate4all de Heifer Honduras, Trumodity y Chocolat Halba. |
| Financiamiento | Se identificaron iniciativas principalmente privadas y no exclusivas del sector agropecuario, a excepción de la App de Banrural. |

Fuente: Elaboración propia.

Desde el ámbito de la cooperación internacional se identifican esfuerzos directos e indirectos de fomento a la digitalización del sector. El más mencionado por los actores claves consultados son los programas de transformación digital impulsados por el BID. Uno de ellos es el Programa de Gobierno Digital, desarrollado en coordinación con la Secretaria de Coordinación General de Gobierno (SCGG) y orientado a ofrecer trámites y servicios de manera digital a la ciudadanía. El otro es el Programa Integral de Desarrollo Rural, en alianza con la SAG, que busca fomentar el uso de tecnologías digitales en el Corredor Seco para la producción agrícola, incluyendo el mejoramiento de la resiliencia a los efectos del cambio climático. El acuerdo de colaboración entre el BID y el Gobierno hondureño se alcanzó a finales del 2019.

A partir de la información recabada en la encuesta y entrevistas con actores claves se identificaron importantes iniciativas públicas y privadas en torno al uso de tecnologías digitales básicas y disruptivas. Si bien, existen esfuerzos de fomento a la digitalización del sector en general, se observan múltiples iniciativas bajo un enfoque de cadena de valor de los principales cultivos de exportación del país como son el café y el cacao.

Entre los primeros, se pueden mencionar proyectos de cooperación internacional, en alianza con instancias gubernamentales, como: el Proyecto EUROSAN, el Servicio Nacional de Pequeños Negocios y Emprendimientos (SENPRENDE) (que actualmente impulsa un Plan de Digitalización de las mipyme conjuntamente con la Organización de los Estados Americanos y la empresa Kolau para contribuir con el cierre de la brecha digital y ayudar a mitigar el impacto COVID entre las mipyme del país).

La Asociación Hondureña de la Industria de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes, una asociación que agrupa a empresas distribuidoras de productos para la fertilización y sanidad agropecuaria, en alianza con CropLife Latin America ofrece cursos virtuales sobre buenas prácticas agrícolas y manejo integrado de plagas a través del Programa CuidAgro.

Desde el sector de organizaciones de la sociedad civil también existen iniciativas como la Fundación Agrolíbano, que impulsa un proyecto de alfabetización digital en las zonas rurales al sur de Honduras.

La Fundación para el Desarrollo Empresarial Rural (FUNDER) cuenta con un sistema de información de precios similar al SIMPHA denominado AGROCEL. Este sistema puede ser consultado a través de celulares. La principal barrera para la sostenibilidad del sistema es la falta de disposición a pagar por la información que se recibe a nivel de los pequeños agricultores (FAO-BID, 2019a).

Respecto a las iniciativas organizadas en torno a alguna cadena de valor agroproductiva, se identificaron para el café las siguientes:

- Programa INFOMAS de Technoserve, que está generando un mapeo de las fincas productivas a nivel nacional en café, recopilando información estadística agropecuaria en el sector e informando al productor sobre las condiciones climáticas para que puedan actuar oportunamente.
- Lutheran World Relief (LWR) e IHCAFE, a través de una plataforma de asistencia técnica para acercar a los técnicos extensionistas con los productores de café.
- SAT-Café es un aplicativo desarrollado por la FAO y utilizado en Honduras para monitorear los riesgos asociados a la roya del café (FAO-BID, 2019a).
- La fundación CONDUCAFE capacita virtualmente en el tema de catación de café, variedades, enfermedades, etc., a través de la App Agenda Cafetera. El proyecto se llama Iniciativa por los jóvenes en la caficultura hondureña. Se han impartido cursos a 3 promociones con participantes de diversos países como: Guatemala, El Salvador, Nicaragua, Colombia y su difusión se hace vía redes sociales.

Para la cadena de valor de cacao se identificó la plataforma cacao móvil (<https://www.cacaomovil.com/>), impulsada por de Lutheran World Relief, IMA World Health y organizaciones de productores y socios locales, quienes buscan desarrollar soluciones digitales para los productores de cacao en sistemas agroforestales a través del uso de herramientas digitales que promueven la gestión del conocimiento, y la creación de redes y comunidades de aprendizaje.

Además, en el sector ganadero, los jóvenes del Grupo Focal señalaron que sí existen plataformas informáticas desarrolladas, por ejemplo, Rural Pro, para el manejo sostenible del ganado, pero desde su punto de vista sólo es accesible para los grandes productores. De igual manera en el sector palma ellos diagnostican mayores condiciones de digitalización a nivel de las grandes empresas. Así, las mayores restricciones digitales se localizan en los productores pequeños y en los cultivos más tradicionales.

Finalmente, otras iniciativas encaminadas a la alfabetización digital están siendo impulsadas por el Instituto Hondureño de Ciencia Tecnología y la Innovación (IHCIETI) a través de proyectos con las escuelas primarias rurales y comunidades. Por su parte, CONATEL impulsa programas para mejorar la conectividad rural, otorgar un subsidio a servicios de acceso universal y desarrollar portales de contenido. Otro ejemplo es el Centro de Desarrollo Empresarial mipyme en la Región Lempa: una iniciativa no gubernamental que busca impulsar el emprendimiento, el mercadeo y la competitividad y productividad de las mipymes de la Región Lempa, aunque no está focalizada al sector agrícola exclusivamente.

c) Hacia la construcción de una agenda agroalimentaria

De acuerdo con un estudio del BID (2017), las principales limitantes normativas identificadas en el fomento de las TIC en Honduras se presentan en las siguientes áreas:

- Mercado de banda ancha móvil poco competitivo, con servicios poco asequibles y con poca adopción. Para el 40% de la población con menos ingresos, una tarifa básica de banda ancha móvil representa el 42% de los ingresos, mientras que una tarifa básica de banda ancha fija representa un 85% de los ingresos. Esta baja asequibilidad es un factor determinante para que solo el 11% de los habitantes esté suscrito a servicios de banda ancha móvil y el 1%, a banda ancha fija. Una de las causas principales de este tipo de escenario suele ser la poca competencia en el mercado.
- Menos espectro radioeléctrico asignado a la prestación de servicios de banda ancha móvil que lo recomendado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). Los operadores de telecomunicaciones móviles necesitan que el Gobierno les asigne más frecuencias de espectro radioeléctrico para poder ofrecer servicios de transmisión de banda ancha móvil de mayor velocidad y calidad.
- Operación limitada del Fondo de Inversiones de Telecomunicaciones y Tecnología de la Información y las Comunicaciones (FITT). La operación limitada de los Fondos de Acceso o Servicio Universal como el FITT desaprovechan la oportunidad de dedicar recursos generalmente recaudados a los operadores de telecomunicaciones para desplegar infraestructura de telecomunicaciones en zonas comercialmente poco atractivas y para estimular su uso (BID, 2017).

No obstante, como se mencionó antes, la asistencia técnica brindada por FAO y el BID al Gobierno Hondureño, con el estudio “Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicación en el Sector Agropecuario Hondureño”, representa la antesala de una Agenda Digital Agroalimentaria, que logró un convenio de cooperación en 2019 para la puesta en marcha del Programa Integral de Desarrollo Rural.

En línea con lo anterior, desde el punto de vista de los actores claves entrevistados, los principales impulsores de la Agenda Digital Agroalimentaria son los organismos de cooperación internacional (57,7%), las universidades y centros de investigación (23,1%) y el propio gobierno, desde la Secretaría de Agricultura (21,2%).

Además, el 57% de los entrevistados que sí existen mecanismos de colaboración institucionales entre los impulsores de la agenda digital y otros actores involucrados; es decir, a diferencia de El Salvador, Guatemala y México, no sólo existen esfuerzos para impulsar la Agenda, sino que se reconoce la existencia de instancias articuladoras de alianzas entre las distintas instancias promotoras. No obstante, respecto a la valoración sobre la coordinación que existe entre los distintos programas de capacitación y/o extensión para desarrollar las capacidades en la agricultura digital entre los productores, el 53,8% de los actores claves consideró que se centra en bajos niveles de coordinación.

Finalmente, los tres principales objetivos de desarrollo que los actores claves identifican al impulsar una Agenda Digital Agroalimentaria están asociados al mejoramiento: 1) en el acceso a mercados e integración de cadenas de valor (48%); 2) de las capacidades digitales de la población agropecuaria (30%) y 3) de la capacidad y cobertura de los servicios de extensionismo y su vinculación con las instancias de investigación (23%).

Por otra parte, los principales obstáculos para poner en marcha una Agenda Digital Agroalimentaria en el país son: la escasa cobertura de conectividad que se tiene en el medio rural, asociado con la poca infraestructura existente en el país; seguido de la baja capacidad gubernamental para ofrecer servicios digitales.

En general, la oferta digital está percibida en un nivel bajo de desarrollo, principalmente debido a la poca disponibilidad de plataformas digitales públicas para el desarrollo de la actividad agropecuaria y a la escasa oferta de instrumentos de política pública para la adopción de tecnologías y la alfabetización digital en el sector primario.

d) Consideraciones finales

La penetración de las tecnologías digitales en Honduras aún se ubica en un nivel muy bajo en comparación con el promedio de la región de las Américas y de los otros países del Triángulo Norte. El rezago se hace más evidente al enfocarnos en hogares cuyos miembros realizan actividades agropecuarias.

Entre las estrategias señaladas por los actores clave para asegurar que las tecnologías digitales sean accesibles al sector agroproductivo de pequeña y mediana escala, destacan las siguientes:

- Incrementar la infraestructura de conectividad en las zonas rurales, incluso haciendo uso de escuelas o bibliotecas públicas para establecer puntos de acceso a Internet, computadoras y capacitación digital. También podrían establecerse alianzas con los gobiernos subnacionales para coinvertir en el desarrollo de puntos de acceso públicos.
- Crear redes de integración de las cadenas de valor. Ello permitiría la creación de esquemas de asistencia técnica con productos diferenciados, según las necesidades de cada grupo de productores y ofrecer capacitaciones sobre tecnologías digitales específicas de acuerdo con la tipología de estos.
- Impulsar esquemas de financiamiento para digitalización de las mipymes y los agricultores, tanto en dispositivos como en capacitación. Asimismo, apoyar el empalme generacional para que los jóvenes se involucren en las actividades productivas de su familia.
- Fomentar los sistemas de extensión, las prácticas universitarias e investigaciones del sector académico, la agenda de digitalización con los pequeños productores y mipymes. Para ello es necesario el desarrollo de profesionales capacitados en las TIC con orientación a la agricultura.
- Consolidar un marco de colaboración digital entre el Gobierno, la Cooperación Internacional, las organizaciones de productores, el sector privado y la sociedad civil, para impulsar la Agenda Digital Agroalimentaria
- Incluir en las leyes y regulaciones vigentes la visión del uso de las TIC. Un ejemplo es la Ley de Agricultura Familiar, para asegurar que este marco legal favorece el impulso y adopción de TIC en este sector.

4. México

a) El sector agropecuario

El sector agroalimentario en México tiene una importancia relevante para la economía del país ya que representa aproximadamente el 8% del PIB Nacional (sector primario 3,4%; la agroindustria, 4,6 %), además de generar alrededor de 7 millones de empleos.

El PIB primario está integrado por la agricultura (63,4%), la ganadería (30,6%), el aprovechamiento forestal (3,1%), la pesca (2,6%) y los servicios relacionados (0,3%); la agroindustria comprende la industria de los alimentos, las bebidas y el tabaco.

La apertura relativa del sector agropecuario en el país ha generado una dinámica de competencia hacia la exportación, que ha fortalecido la producción de ciertos cultivos y ha debilitado las capacidades de algunos otros (principalmente los rubros de la Agricultura Familiar). De 1993 a 2011, el crecimiento del sector primario en México estuvo por debajo del crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) total, así como del sector manufacturero y terciario. A partir de 2012, el sector agropecuario comenzó a consolidarse, logrando tasas de crecimiento por encima del PIB total del país, así como del resto de los sectores (Díaz & Lozano Meade, 2019).

En cuanto a las explotaciones del sector rural, de acuerdo con el último Censo Agropecuario 2007, en México existe un universo de 5.325.223 de Unidades Económicas Rurales (UER), aunque la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019 establece el marco censal en 4.650.783. En todo caso, considerando la cifra de referencia del año 2007, en el cuadro VII.10 se presenta la estratificación de las UER de México y su descripción, realizado por FAO-SAGARPA en el año 2012. Dicho estudio estableció como criterio de estratificación el valor de las ventas realizadas por las unidades económicas del medio rural (ya que permite determinar el tamaño económico de las UER a partir de su propio desempeño), y por tanto, su vinculación a los mercados

Cuadro VII.10
Estratificación de las Unidades Económicas Rurales (UER) en México

| Estrato | UER | | Descripción |
|---|-----------|------------|--|
| | Número | Porcentaje | |
| E1: UER familiar de subsistencia sin vinculación al mercado | 1 192 029 | 22,4 | El 80,1% se encuentra en pobreza alimentaria. Superficie de Suelo promedio de 2,8 ha. |
| E2: UER familiar de subsistencia con vinculación al mercado | 2 696 735 | 50,6 | Presenta ventas de actividades primarias que no superan los USD 4.246/año, lo cual corresponde (aproximadamente) al costo de oportunidad de la mano de obra en el medio rural. Las UER de este estrato presentan emprendimientos no agropecuarios de menor escala, así como la venta de mano de obra asalariada, lo que complementa el ingreso familiar. El 82,6% se encuentra en pobreza alimentaria. Superficie de Suelo promedio de 5,0 ha. |
| E3: UER en transición | 442 370 | 8,3 | Presentan un promedio de ventas de USD 5.687/año. Presentan problemas de dotación de activos productivos. Un 34,5% se encuentra en pobreza alimentaria. Superficie de Suelo promedio de 10,6 ha. |
| E4: Empresarial con rentabilidad frágil | 528 355 | 9,9 | Presenta un promedio de ventas de USD 11.689/año. Superficie de Suelo promedio de 15 ha, de las cuales 12,3 son de temporal y 2,7 de riego. |
| E5: Empresarial pujante | 448 101 | 8,4 | Presenta un promedio de ventas de USD 43.264/año. Superficie de Suelo promedio de 35 ha, de las cuales 22,2 son de temporal y 12,8 de riego. |
| E6: Empresarial dinámico | 17 633 | 0,3 | Presenta un promedio de ventas de USD 900.000/año. Superficie de Suelo promedio de 135,3 ha, de las cuales 26,9 son de temporal y 108,4 de riego. |
| Total | 5 325 223 | 100,0 | |

Fuente: Elaboración propia, con datos de FAO-SAGARPA, 2012.

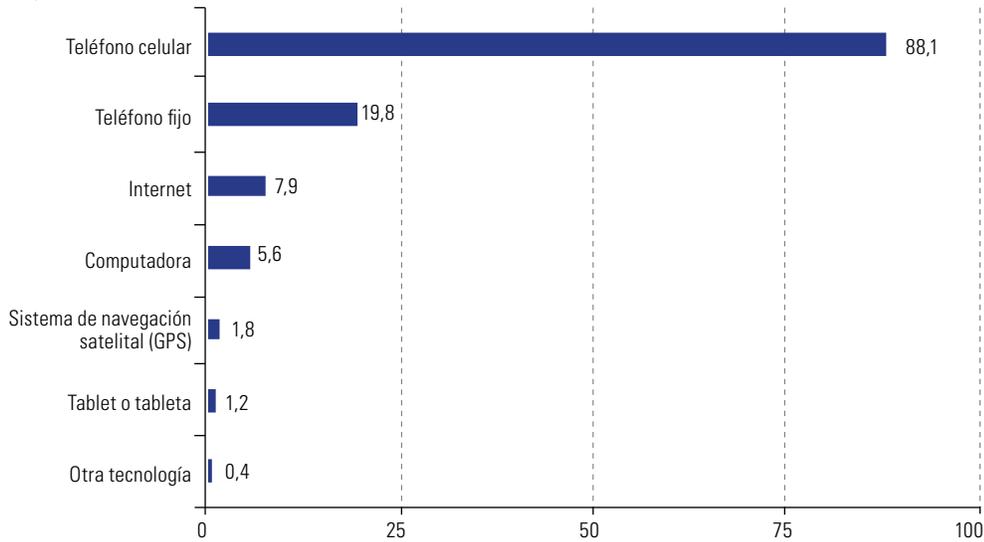
b) Acceso a TIC en el sector agropecuario

De acuerdo con la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019 (INEGI, 2019a), el 37,7% de las unidades de producción (UP) hace uso de tecnologías informáticas de comunicación en las actividades agropecuarias. El teléfono celular es la TIC de mayor penetración en el sector, presente en el 88,1% de las UP; por su parte, el uso de Internet se reportó en apenas en el 7,9% de ellas. Asimismo, el 58,9% de las UP que hacen uso de Internet declararon realizar consultas de páginas del gobierno.

Gráfico VII.6

Tipo de tecnología empleada por las unidades de producción agropecuarias, 2019

(En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia con datos de la ENA 2019 (INEGI, 2019a).

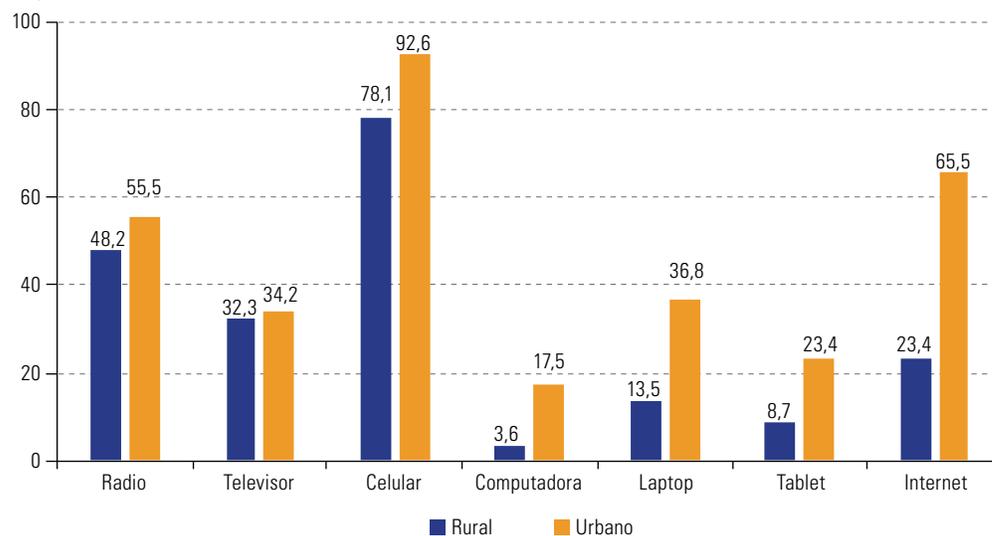
En cuanto a las brechas territoriales, se observa que en los estados de Veracruz, Chiapas, Puebla, Estado de México, Oaxaca y Guerrero, los cuales concentran poco más del 50% de las UP del país, muestran aún un nivel bajo en el uso de las TIC, particularmente del Internet (entre el 4,7 y 10,2% de UP usuarias). La entidad federativa en donde las UP tienen mayor acceso a Internet se localiza en el estado fronterizo de Coahuila, al norte de México, con un 40,6%; mientras que la entidad cuyas UP reportan menor conexión es Tlaxcala con 0,8%.

Por su parte, el Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT) realizó recientemente un estudio para identificar la cobertura del servicio móvil en las zonas agrícolas donde se ubican las unidades de producción agropecuarias; así, a partir de la información reportada por los concesionarios al IFT y las bases de datos de la SADER para el ciclo agrícola 2017-2018, se logró identificar las redes de tecnologías 3G y 4G disponibles para los productores del sector (IFT, 2019a).

Entre los principales hallazgos identificados destacan que el 99,8% de las UP de agricultura temporal (es decir a cielo abierto y sin riego) y el 100% de las UP de agricultura protegida en el estado de Aguascalientes cuenta con cobertura de servicio móvil (IFT, 2019a); lo que da cuenta del bajo uso de TIC en Chiapas, factor que podría estar incidiendo positivamente en que el 60,8% de las UP del estado hagan uso de alguna TIC. Por el contrario, en el estado de Chiapas, se registran municipios con un alto número de UP, como las Margaritas y Tenejapa, que cuentan con cobertura del servicio de 5% y 3% de sus UP, respectivamente (IFT, 2019a); lo que da cuenta del bajo uso de TIC en Chiapas.

Por su parte, de acuerdo con la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) 2019 (INEGI, 2019b), el equipamiento de TIC en los hogares con mayor penetración en los hogares son el teléfono móvil, presentes en el 78,1% de los hogares rurales. Las mayores brechas de acceso entre los hogares urbanos y rurales se observan en el uso de computadora, laptop, tablet y de conexión a Internet.

Gráfico VII.7
Equipamiento de TIC en hogares rurales y urbanos. 2019
(En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia con datos de ENDUTIH 2019 (INEGI, 2019b).

En conclusión, se observa que la penetración del Internet en México aún se ubica en un nivel por debajo (56,4%) del promedio de la región de las Américas que en 2018 reportó el 68,7% de Internet en casa (ITU, 2020).

Por otro lado, se destaca que en 14,8% de los hogares rurales señala como motivo de ausencia del servicio la falta de proveedor o infraestructura en la localidad; el 13,1%, el desinterés o la no necesidad y, finalmente, el 12% refiere desconocer su uso como un motivo para prescindir del Internet. En línea con lo anterior, y de acuerdo con la ITU (2019, pág. 335), entre las principales razones por las que los individuos en México no utilizaron Internet en el año 2018, se reportaron: 1) el desconocimiento en su uso (60,7%); 2) la percepción de que no necesitan Internet (14,4%); mientras que el 24,9% mencionó otras razones, datos que dejan ver la necesidad de incrementar servicios de alfabetización digital entre la población adulta.

Finalmente, otro indicador que da cuenta del bajo nivel de adopción tecnológica es el porcentaje de hogares rurales y urbanos que han realizado ventas o compras por Internet en los últimos 12 meses. Como se observa en el gráfico VII.8, dichas actividades comerciales caen casi a la mitad en los hogares rurales, respecto a los urbanos.

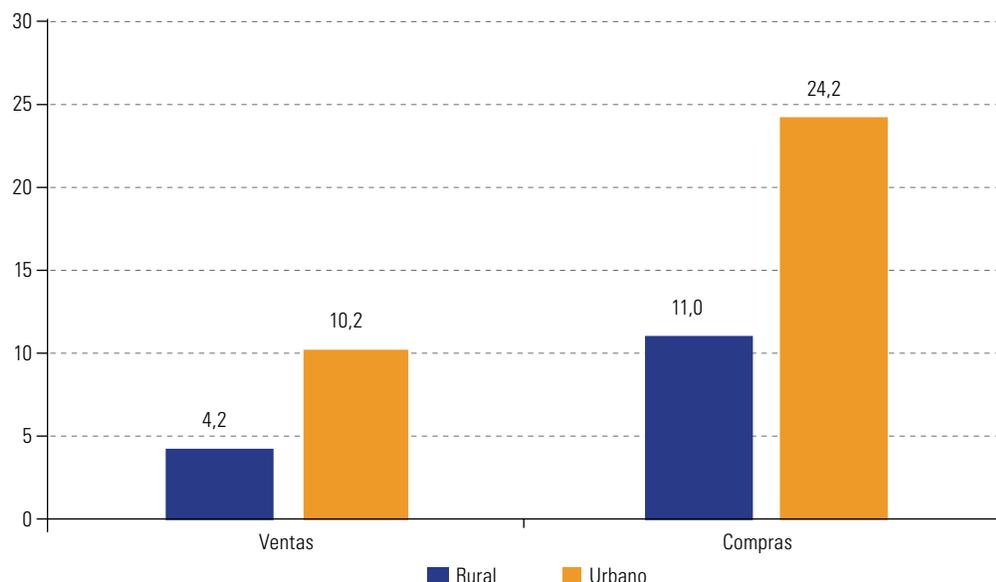
Los dispositivos tecnológicos de mayor demanda según la valoración de los representantes de organizaciones agropecuarias y los distribuidores de insumos, maquinaria y equipo para la producción encuestados son el teléfono inteligente, seguido de las computadoras y maquinaria con GPS. La tecnología más avanzada tiene poca demanda, lo que se alinea con las restricciones de asequibilidad reportadas por los productores en la información primaria y secundaria analizada, además de la poca asistencia y capacitación a la que tienen acceso los productores agropecuarios.

Durante la investigación se identificó una iniciativa que ya está articulando diversos actores privados y de organismos internacionales, empleando múltiples soluciones tecnológicas para desarrollar un ecosistema digital para el sector agroproductivo. En el cuadro VII.11 se describe la información general de la iniciativa.

Gráfico VII.8

Usuarios que han realizado ventas o compras por Internet según área de los hogares, 2019

(En porcentajes)



Fuente: Elaboración propia con datos de ENDUTIH 2019 (INEGI, 2019b).

Cuadro VII.11

Cuadro informativo de la plataforma AgroApp

Plataforma AgroApp

La Plataforma Integral de Economía Digital (PIED), en alianza con el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), el Consejo Nacional Agropecuario (CNA) y la Asociación de Almacenes Generales de Depósito A.C. (AAGEDE), está desarrollando una plataforma integral para la gestión, promoción y comercialización de los productos y servicios del sector agropecuario, cuyo objetivo es mejorar la competitividad de los productores del sector, fortalecer las cadenas agroproductivas, así como promocionar y comercializar productos y/o servicios del sector a través de Internet, mediante un ecosistema digital informático y transaccional.

El flujo operativo sigue las siguientes etapas:

Flujo de información

1. Creación de perfiles de productores y ubicación a partir de una base de datos de 180.000 productores.
2. Identificación de la oferta
3. Validación y certificación: control de calidad
4. Promoción en Marketplace (publicación de oferta en Internet)
5. Comercialización (B2B)



Transacción comercial

1. Medios de pago (monedero electrónico, SPEI, tarjeta bancaria)
2. Logística y distribución para la entrega
3. Control y seguimiento en tiempo real (Big data)

Algunos de los principales beneficios promovidos por esta iniciativa son:

- Identificación de productores, ciclos, ubicación de parcelas, etc.
- Información en tiempo real de la producción disponible para la comercialización.
- Integración logística tanto de productores, proveedores de insumos y servicios para la producción, transporte, comercialización, seguros de protección, créditos productivos y consumidores finales.
- Potencial reducción de las tasas de interés en financiamiento al reducir el riesgo de operación.
- Trazabilidad de la producción.
- Esquema de Blockchain con información de campo.
- Estandarización de la información para generar sistemas interoperables.
- Cooperación entre los participantes en agronegocios (públicos y privados).
- Acceso a nuevos nichos de mercado nacionales e internacionales.
- Segmentación de prospectos para los distintos productos o servicios agropecuarios.
- Mayor seguridad en las transacciones comerciales a través de contratos inteligentes.
- Inclusión financiera y digital para los agricultores de todas las regiones del país.
- Organización sectorial y regional que permita aprovechar las oportunidades del mercado.
- Red de productores organizada.

La plataforma está en estatus de integración tecnológica y planea presentarse oficialmente durante el 2021.

Fuente: Elaboración propia a partir de entrevistas con actores clave.

A partir de la exploración de la oferta de plataformas informáticas y Apps en México, identificaron herramientas digitales disponibles para el sector agropecuario que se resumen en el cuadro VII.12.

Cuadro VII.12
Plataformas informáticas para el sector agroproductivo identificadas en México

| Tipo | Descripción de las principales plataformas |
|--|---|
| Acceso a información | Se identificaron 60 plataformas públicas y privadas, algunas con desarrollos de Apps para dispositivos móviles. De las públicas destacan las desarrolladas por el SIAP, SADER, INIFAP que ofrecen información del sector y hacen uso de imágenes satelitales. Entre las iniciativas privadas se identificaron múltiples herramientas relacionadas información sobre plagas y enfermedades, uso de fertilizantes, alertas de lluvia. |
| Asistencia técnica (incluyendo administración y gestión) | Se trata de herramientas que buscan apoyar la gestión de las explotaciones agrícolas tanto en términos productivos como administrativos. Fundamentalmente son iniciativas privadas. |
| Servicios logísticos y comerciales | Se trata de plataformas que buscan preponderantemente establecerse como puntos de venta y de contacto entre consumidores finales y los productores agropecuarios, destacando características como la producción orgánica, el comercio justo, la pequeña agricultura. Se identificaron iniciativas preponderantemente de la iniciativa privada. |
| Servicios financieros | Se identificaron iniciativas de banca comercial fundamente y otras de banca de desarrollo dirigidas al sector agropecuario, aunque estas últimas con poco desarrollo de Apps. |

Fuente: Elaboración propia.

En México, el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la SADER es un referente nacional para la generación de información agropecuaria y pesquera que disemina a través de medios electrónicos a distintos actores públicos y privados. En el siguiente cuadro informativo se resumen sus competencias y herramientas tecnológicas desarrolladas por dicha institución gubernamental.

Cuadro VII.13
Cuadro informativo sobre el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera en México

| Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) |
|--|
| <p>El Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) es un órgano desconcentrado de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER); encargado de recopilar, analizar, validar y difundir información estadística y geoespacial oficial del Sector Agroalimentario en México.</p> <p>Sus atribuciones son:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Proveer información confiable, oportuna y relevante a los agentes económicos (productores, comercializadores, consumidores) y tomadores de decisiones del sector agroalimentario de México. – Definir y coordinar la integración de la Balanza Nacional de Disponibilidad-Consumo. – Diseñar y coordinar el Sistema Nacional de Información del Sector Agroalimentario y Pesquero de México (normas y lineamientos). – Suscribir acuerdos y convenios con los agentes nacionales e internacionales, públicos y privados para el intercambio de información. – Administrar el Sistema Nacional de Información para el Desarrollo Rural Sustentable (SNIDRUS). – Administrar la Estación de Recepción de Imágenes Satelitales y la Mapoteca Manuel Orozco y Berra. <p>Entre las principales herramientas digitales del SIAP, destacan:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Página del SIAP en Internet (www.gob.mx/siap) – Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON-NG) – Boletines de información estadística del sector agroalimentario – Publicaciones anuales del Panorama Agroalimentario – Seguimiento diario de precios del sector primario <p>Tecnología satelital: Estación de Recepción México (ERMEX)</p> <p>Se trata de una estación terrena receptora de imágenes de observación de la Tierra, con 7 años de funcionamiento y 16 años de información satelital. Es un proyecto conjunto entre la SADER, a través del SIAP y la Secretaría de la Defensa Nacional. Se reciben imágenes satelitales con el fin de contar con un acervo histórico que permita monitorear los cambios en el territorio.</p> <p>Innovación tecnológica: sistemas aéreos no tripulados</p> <p>El SIAP emplea tecnología como los Sistemas Aéreos no Tripulados (UAS por sus siglas en inglés) para observar y monitorear al campo mexicano. Esta tecnología permite tener un panorama global de los cultivos posibilitando la detección de cambios sutiles que no pueden ser fácilmente identificados en el terreno.</p> <p>El SIAP también emplea esta tecnología para el monitoreo de las superficies agropecuarias afectadas en caso de siniestro por la ocurrencia de fenómenos naturales, tales como inundaciones, heladas, fuertes vientos, lluvia severa y granizadas, lo que permite la cuantificación de daños oportunamente con una gran exactitud.</p> |

Fuente: SIAP, 2020.

c) Hacia la construcción de una agenda agroalimentaria

De acuerdo con la CEPAL, México es uno de los países que más ha avanzado en materia de normatividad (CEPAL, 2018) en cuanto a regulaciones sobre la protección de los consumidores, privacidad y protección de datos, ciberseguridad y acceso universal. Las mayores debilidades en términos normativos se encuentran en el área de ciberseguridad, área que está siendo analizada y estudiada actualmente.

Por otra parte, un estudio del BID (2017) establece que las mayores brechas regulatorias se encuentran en que el país no cuenta con un Ministerio o viceministerio especializado en generar políticas públicas para el área, no contar con una Estrategia para la Economía Digital actualizada y no contar con un Plan Nacional de Banda Ancha actualizado.

En México, el 25 de noviembre del año 2013, el entonces presidente de los Estados Unidos de México lanzó la Estrategia Digital Nacional (EDN) como su plan de acción para fomentar la adopción y el desarrollo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) e insertar a México en la Sociedad de la Información y el Conocimiento.

Al parecer, dicha agenda no logró los objetivos planteados en conectividad, interoperabilidad, inclusión y habilidades digitales, aunque en cuanto al marco jurídico y datos abiertos se produjeron avances significativos. Tampoco se concretaron los dos objetivos en digitalización en cuanto a lograr en 2018 la misma conectividad que Chile (líder de América Latina) y alcanzar el promedio de digitalización que tienen los países de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) de 59,29 puntos (Vázquez, 2019).

El actual gobierno, en enero del año 2020, planteó que “la tecnología es una herramienta que tiene que acompañar la política pública y de gobierno” de forma racional y organizada, por tanto, la esencia de la estrategia es la coordinación y viabilidad de los sistemas de gobierno, logrando transversalidad entre todas las Secretarías (López, 2020). Así, se definieron los siguientes ejes de acción:

- Coordinación de la política tecnológica en la Administración Pública Federal: todos los proyectos de contratación e implementación de TIC son aprobados y evaluados por una instancia técnica central.
- Mayor impulso y eficiencia en el aprovechamiento de la infraestructura de TIC: acorde a la política de Austeridad Republicana, se optimizan los recursos de la Administración Pública Federal mediante acuerdos para compartir infraestructura y recursos tecnológicos.
- Política Nacional de fomento a las compras de TIC: en coordinación con la SHCP se participa en la formulación de políticas y estándares para el uso y adquisición de programas, bienes informáticos y tecnológicos, y desarrollos informáticos mediante Contratos Marco.
- Análisis técnico de proyectos de TIC: cada proyecto tecnológico es revisado minuciosamente para determinar su viabilidad, así como su alineación a la política nacional.
- Gobierno electrónico: se promueve la innovación, apertura, transparencia, colaboración y participación ciudadana para mejorar la inclusión digital a través de prácticas de gobierno electrónico.
- Innovación tecnológica: para aprovechar el potencial de las TIC y extender la cobertura de servicios gubernamentales mediante convenios con centros integradores de servicios y sucursales del Banco del Bienestar.

- Autonomía e independencia tecnológica: priorizando el software libre y los estándares abiertos, abriendo la posibilidad de desarrollar sistemas propios y compartidos, diversificando las opciones tecnológicas y fomentando la competencia e incentiva de las mipyme. Por otra parte, fomentar el máximo aprovechamiento de sistemas e infraestructura, desarrollando una política transversal para el desarrollo y aprovechamiento de sistemas e infraestructura en la Administración Pública Federal.
- Cambio de paradigma en la relación entre proveedores y la Administración Pública Federal, transparentando y realizando procesos de licitación competitivos.

Finalmente, el programa prioritario “Internet para Todos” que se desprende del Eje “Economía” del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024, pretende hacer posible la integración de la población a la tecnología de Internet y telefonía móvil en el territorio nacional, extendiendo la inclusión financiera y asegurando la posibilidad de llevar los programas de bienestar social directamente a los beneficiarios (CEDN, 2020).

Por su parte, la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) ha señalado la necesidad urgente de invertir en TIC para proyectos agrícolas, pues en los últimos años se han identificado los impactos positivos de las TIC para la agricultura. La SADER reconoce que existen diversos desafíos y barreras para el despliegue de las TIC en el sector agrícola en México (IFT, 2019). No obstante, lo anterior, existen importantes factores que facilitan la transformación digital de la agricultura, como son:

- Uso de Internet, redes sociales y la telefonía móvil entre los agricultores;
- Oficiales de extensión agraria;
- Aptitudes digitales entre la población rural, y
- Cultura de fomento del espíritu agroempresarial digital y la innovación digital (IFT, 2019).

A partir de la consulta a los actores claves, se señalaron como los principales objetivos de desarrollo de la Agenda Digital Agroalimentaria: 1) la generación de información sectorial oportuna (31%); 2) el acceso a mercados e integración de cadenas de valor (30%); 3) el desarrollo de capacidades digitales de la población agropecuaria (28%).

Por otra parte, los principales obstáculos para su puesta en marcha son: primero, la escasa cobertura de conectividad que se tiene en el medio rural, asociado con la poca infraestructura existente en el país; segundo, la poca capacidad gubernamental para ofrecer servicios digitales, consecuencia del bajo presupuesto disponible; y tercero, la falta de acceso a equipos de cómputo y otros equipos digitales por parte de los productores agroalimentarios.

Asimismo, desde el punto de vista de los entrevistados, los principales impulsores de la digitalización en el sector agroalimentario son las universidades y centros de investigación (29,8%), las organizaciones de productores agropecuarios (27,3%) y el gobierno federal desde la SADER (23%).

De los actores claves encuestados, sólo el 26% indicó tener mecanismos de colaboración institucionales con otros actores interesados en impulsar el uso de tecnologías digitales en el sector, el resto señaló no tenerlos o desconocer si existen: es decir, a pesar de identificar esfuerzos encaminados a impulsar una agenda de digitalización para el sector se hace evidente la necesidad de crear un eje articulador que permita organizar o coordinar alianzas entre los distintos participantes.

De los mecanismos de colaboración señalados por los entrevistados se menciona que compartir información es uno de los más importantes, y convenios específicos para el desarrollo de proyectos multilaterales, por ejemplo, entre centros de investigación como el INIFAP con gobiernos estatales y el CONACYT. Además, el INIFAP está colaborando con la SADER, particularmente con la Subsecretaría de Autosuficiencia Alimentaria en el Desarrollo de las plataformas digitales para impulsar las tecnologías en el medio rural, que los productores adopten y adapten tecnologías agroecológicas. La información está siendo digitalizada con las tecnologías generadas para colocarla en una plataforma de consulta.

Otro ejemplo de alianzas identificado es el Sistema Estratégico de la Caña de Azúcar SIE-CAÑA, que está implementando el CONADESUCA en la Secretaría de Agricultura. Mediante un trabajo colaborativo entre los Comités de Producción y Calidad Cañera de los Ingenios y el CONADESUCA se realiza la actualización del SIE-CAÑA para poder monitorear el desarrollo del campo cañero mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica y la incorporación de capas de información del desarrollo del cultivo a través del uso de imágenes satelitales que procesa el CONADESUCA.

Finalmente, los entrevistados señalaron como los servicios digitales de uso extendido en el sector: la consulta de información agrometeorológica, de precios y mercado, de plagas y enfermedades; seguido de servicios para la compra de insumos, maquinaria, equipo para la producción agropecuaria; aunque también se mencionaron la capacitación y la asistencia técnica. Como se mencionó anteriormente, destaca el reconocimiento tanto de actores clave institucionales como de productores agropecuarios a las distintas herramientas digitales desarrolladas por el SIAP.

d) Consideraciones finales

La penetración de las tecnologías digitales en el sector agroalimentario en México se mantiene en un nivel bajo para los productores de pequeña escala, particularmente los que están ubicados al sur del país, hecho que contrasta con los grandes agroproductores de exportación.

Entre las estrategias señaladas por los actores clave para asegurar que las tecnologías digitales sean accesibles al sector agroproductivo de pequeña y mediana escala, destacan las siguientes:

- Cobertura de Internet de bajo costo y de buena calidad en zonas rurales.
- Capacitación a los productores y extensionistas en torno a la agricultura digital.
- Teléfonos inteligentes con subsidio para los productores de pequeña escala.
- Alianzas interinstitucionales, particularmente con universidades y centros de investigación para pilotear estrategias de asistencia técnica digital a los productores.

No obstante, se reconoce que se requiere una política de desarrollo agropecuario y territorial, que fortalezca el sistema de extensionismo rural (con un componente tecnológico) y fomente el acceso a servicios financieros y precios de garantía para los pequeños productores.

Los productores encuestados en este estudio califican la oferta digital como poco desarrollada, principalmente por la oferta pública de programas para la adquisición de nuevas tecnologías y de programas para capacitación y de plataformas digitales públicas para el desarrollo de la actividad agroalimentaria.

F. Comentarios finales

1. El desarrollo de las TIC en el sector agroalimentario

El valor del Índice de Desarrollo de las TIC para los países del Triángulo Norte se reporta por debajo del promedio de la Región de las Américas, siendo Honduras el más retrasado de los países analizados en este capítulo y antepenúltimo de la región, sólo seguido por Cuba y Haití. Por su parte, México se ubica justo en el promedio regional, con un índice de 5,2 ocupando el lugar 18/35 de la región. En todos los casos, existen brechas importantes de acceso al uso de las TIC cuando se distingue su análisis entre los ámbitos rurales y urbanos y más aún al concentrar la mirada en el sector agropecuario.

Los equipamientos de TIC con mayor penetración en los hogares de los cuatro países son el teléfono móvil. Considerando lo anterior y la problemática de asequibilidad al servicio de internet que reportan los usuarios, tanto la información secundaria revisada como en la información primaria generada para este estudio, las estrategias para fomentar el uso de herramientas digitales deben considerar el desarrollo de Apps de bajo consumo de datos.

El desarrollo de plataformas informáticas y aplicaciones se está llevando a cabo en El Salvador, Honduras y Guatemala fundamentalmente a partir del impulso de los organismos internacionales y las organizaciones no gubernamentales nacionales. Las iniciativas de plataformas informáticas para la actividad agropecuaria tienden a apoyarse en financiamientos de organismos multilaterales, con el riesgo de interrumpirse una vez que se agotan los recursos, lo que desincentiva la participación de los productores en nuevos proyectos. Por lo anterior, es necesario incursionar en un modelo de negocio que haga autosustentables los procesos de digitalización en el sector agroalimentario.

Entre los hallazgos de buenas prácticas identificadas, se destacan las Apps y plataformas digitales de uso supranacional, con un enfoque de escalabilidad, como cacao móvil y Coffee Cloud. Esto es bajo una mirada de cadena de valor y para los cultivos de mayor importancia económica. Sin embargo, en los cuatro países analizados las mayores restricciones de tecnologías digitales se localizan en los productores pequeños y en los cultivos más tradicionales (maíz y frijol). La inclusión de productores de subsistencia en la digitalización requiere, en consecuencia, la atención de problemas estructurales urgentes, como son la inseguridad alimentaria, capacitación y financiamiento. En el caso de Guatemala, además, se requiere incrementar las tasas de alfabetización de la población rural para evitar que la brecha digital se acreciente.

2. La digitalización agroalimentaria bajo un esquema de cadenas de valor

La Agenda Digital Agroalimentaria debe considerar su desarrollo en torno a las cadenas de valor, porque los distintos actores institucionales y agroproductivos ya están orgánicamente interesados en torno a un producto específico, lo que facilita su organización y participación.

No obstante, la adopción de las tecnologías digitales desde un enfoque de cadenas de valor requiere de mecanismos institucionales específicos que contribuyan a la coordinación de los diferentes actores participantes, con acceso a información oportuna sobre el desempeño de la actividad agropecuaria relacionada con la producción, mercado, medioambiente, demanda de los consumidores finales, servicios financieros, entre otros. Lo anterior, se hace particularmente necesario en el contexto actual en donde los

efectos del cambio climático hacen imprescindible la consulta de información oportuna para el manejo efectivo del sector desde los distintos ámbitos públicos y privados.

Los gobiernos tienen un rol fundamental en la creación y habilitación de un entorno regulatorio para normar aspectos relevantes como son: la infraestructura para la banca digital, el comercio electrónico, el uso del espacio aéreo para drones y sensores, así como la protección de los consumidores, privacidad y protección de datos, ciberseguridad y acceso universal.

3. Las instancias de promoción de una Agenda Digital Agroalimentaria

El impulso de una Agenda Digital Agroalimentaria debe ser entendida como un medio, y no como un fin, para alcanzar los objetivos de desarrollo en el sector agropecuario, particularmente para la población que se encuentran en condiciones de mayor marginación. Por ello, se vuelve tan relevante la definición de una estrategia nacional de agricultura digital que señale las áreas de intervención, el aparato institucional involucrado y el presupuesto público para su implementación y que esté alineada con las prioridades y objetivos sectoriales.

El modelo de Agenda Digital Agroalimentaria requiere contemplar el involucramiento del sector público, privado, ONG-sociedad civil y la comunidad técnica de las TIC. De acuerdo con los actores claves consultados, el arreglo institucional es determinante, porque de ello depende que la Agenda sobreviva a los cambios de gobierno de los distintos países y sea realmente adoptada de manera interinstitucional. En este sentido, en los cuatro países destaca el planteamiento de establecer una instancia de construcción de la Agenda Digital Agroalimentaria público – privada, coordinada por el gobierno, pero con un fuerte liderazgo de la sociedad civil, universidades, etc., que permita una mirada a largo plazo, independizando la Agenda Digital Agroalimentaria de los ciclos políticos de las administraciones⁷.

Dado el nivel de articulación que se tiene en Centroamérica por el Sistema de Integración Centro Americana (SICA) se podría facilitar el desarrollo de una Agenda Digital Regional Agroalimentaria conjunta en una iniciativa de escala regional. En esta línea ya existen iniciativas impulsadas por el Consejo Agropecuario Centroamericano con la asistencia técnica de la FAO (a implementarse en el 2021). Se trata, por un lado, de la creación de un módulo de formación dirigido a centros técnicos o unidades de asistencia empresarial de instituciones públicas para la transferencia de buenas prácticas, en acceso a mercados por medio de tecnologías digitales para mipyme y asociaciones de la agricultura familiar; y por el otro, del piloto del módulo para extensionistas agrarios o técnicos de asistencia empresarial a mipyme o agricultura familiar.

4. El rol de las juventudes rurales en la digitalización agroalimentaria

El rol de las juventudes rurales en la promoción de las tecnologías digitales es fundamental, pues son actores claves para vincular a la población adulta con las nuevas herramientas digitales. No obstante, los jóvenes centroamericanos y mexicanos enfrentan grandes retos como la carencia de tierras, la falta de oportunidades laborales en el medio rural, las condiciones de desigualdad entre los núcleos urbanos y rurales, la migración y la cooptación por parte del crimen organizado.

⁷ Por ejemplo, un consorcio formado por universidades, organizaciones de productores, empresas privadas, etc.

Las instancias como la Red de Jóvenes Rurales apoyadas por PROCASUR constituyen una oportunidad de establecer capacidades en los territorios (alfabetización digital hacia otras generaciones), a un costo relativamente moderado, aprovechando el gran capital social y cultural que pueden entregar en sus comunidades. Incluso, podrían ser la base para un programa más amplio de extensión horizontal.

Asimismo, los técnicos extensionistas, los líderes comunitarios y las organizaciones de productores que agrupan a colectivos u organizaciones más pequeñas constituyen potenciales impulsores de una agenda digital sectorial aterrizada a lo local que, en alianza con las juventudes, podrían fortalecer esquemas de alfabetización y promoción de las nuevas tecnologías digitales.

Bibliografía

- BID (2017). La gobernanza de las telecomunicaciones: hacia la economía digital. Washington, D.C., EEUU: Banco Interamericano de Desarrollo.
- BID (2019). Promoción del desarrollo digital en Guatemala. Retos y acciones. Banco Interamericano de Desarrollo. Sector de Instituciones para el Desarrollo. División de Conectividad, Mercados y Finanzas. Documento Para Discusión N° IDB-DP- 721. Banco Interamericano de Desarrollo.
- BID (2020). Análisis de Políticas Agropecuarias en el Salvador. Agromonitor Políticas Agropecuarias en América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo, División de Medio Ambiente, Desarrollo Rural y Administración de Riesgos por Desastres.
- CEPAL (2012). Principales barreras para la adopción de las TIC en la agricultura y en las áreas rurales. Santiago, Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- CEPAL (2013). Information and communication technologies for agricultural development in Latin America Trends, barriers and policies. Santiago, Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- CEPAL (2018). Monitoreo de la Agenda Digital para América Latina y el Caribe. ELAC2018. Santiago: Naciones Unidas.
- Díaz, E. y G. Lozano Meade (2019). Retos y tendencias en el sector agropecuario de México. Recuperado el 16 de Noviembre de 2020, de EY: <https://go.ey.com/2AHKaCQ>.
- DIGESTYC (2019). Encuesta Nacional de Hogares de Propósitos Múltiples 2018. El Salvador: Dirección General de Estadística y Censos.
- FAO (2012). La FAO y la Agricultura Familiar. El caso de El Salvador. Colaboración entre FAO, CENTA y MAG. San Salvador, El Salvador: FAO.
- FAO (2013). ITC uses for inclusive agricultural value chains. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- FAO (2015). Desarrollo de cadenas de valor alimentarias sostenibles: principios rectores. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- FAO (2018). Panorama de la Pobreza Rural en América Latina y el Caribe. Soluciones Del Siglo XXI Para Acabar Con La Pobreza En El Campo. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Santiago: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- FAO (2019). Tecnologías Digitales en la Agricultura y las Zonas Rurales. Documento De Orientación. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO (2020). Glosario. Obtenido de <http://www.fao.org/3/y2006s/y2006s0g.htm>.
- FAO-BID (2019). Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicación en el Sector Agropecuario Hondureño. Programa Cooperativo FAO – BID.
- FAO-ITU (2016). E-agriculture strategy guide. Piloted in Asia-Pacific countries. Bangkok: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y Unión Internacional de Telecomunicaciones.
- FAO-SAGARPA (2012). Diagnóstico del sector rural y pesquero: Identificación de la Problemática del Sector Agropecuario y Pesquero de México. Ciudad de México, México.
- GSMA (2016). Seven reasons why Mexico is ripe to become a global leader in mAgri initiatives. Obtenido de GSMA Latin America: <https://www.gsma.com/latinamerica/magri-mexico/?lang=es>.

- GSMA (2016b). Un nuevo marco regulatorio para el ecosistema digital. Obtenido de: <https://www.gsma.com/latinamerica/es/resources/new-regulatory-framework-digital-ecosystem/>.
- Guzmán, L. y S. Salcedo (eds.) (2014). Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe: Recomendaciones de Política. Roma, Italia: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- IFT (2019a). Cobertura del Servicio Móvil en las Zonas Agrícolas de México en el Año 2019. Ciudad de México, México: Instituto Federal de Telecomunicaciones.
- IFT (2019b). Uso de las TIC y actividades por Internet en México: Impacto de las características sociodemográficas de la población. Ciudad de México, México: Instituto Federal de Telecomunicaciones.
- IICA- BID - Microsoft (2021). Habilidades Digitales en la Ruralidad: Un Imperativo Para Reducir Brechas en América Latina y el Caribe. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Organismo del Sistema Interamericano especializado en desarrollo agropecuario y rural. Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Principal fuente de financiamiento para el desarrollo de América Latina y el Caribe. MICROSOFT. <http://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/14462/BVE21030190e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- INE (2008). Encuesta Agrícola Nacional 2007-2008. Instituto Nacional de Estadística de Honduras. Obtenido de: <https://www.ine.gob.hn/publicaciones/EAN/tenencia-EAN-2007-2008.pdf>.
- INE (2017). Encuesta Permanente de Hogares de Propósitos Múltiples. Instituto Nacional de Estadística de Honduras.
- INE (2018). XII Censo Nacional de Población y del VII de Vivienda de Guatemala 2018. Instituto Nacional de Estadísticas de Guatemala.
- INE (2019). Encuesta Nacional de Empleo e Ingresos (ENEI). 1-2019. Principales Resultados. Datos recolectados en el mes de mayo de 2019. Instituto Nacional de Estadísticas de Guatemala.
- INEGI (2019a). Encuesta Nacional Agropecuaria. México. Obtenido de INEGI: https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ena/2019/doc/rrdp_ena2019.pdf.
- INEGI (2019b). Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares. México.
- ITU (2017). ICT Development Index 2017. Obtenido de <https://www.itu.int/net4/ITUD/idi/2017/index.html>.
- ITU (2018). Conjunto de herramientas para las habilidades digitales. Geneva: ITU.
- ITU (2020). Measuring digital and development: Facts and Figures 2020. Geneva.
- Katz, R. (2015). El ecosistema y la economía digital en América Latina. (E. E. LATINA, Ed.) España: Fundación Telefónica.
- López, O. A. M. (2020). Presentan objetivos y diagnóstico de la Coordinación de Estrategia Digital Nacional; limpian corrupción en dependencia. Obtenido de Sitio Oficial de Andrés Manuel López Obrador: <https://lopezobrador.org.mx/2020/01/31/presentan-objetivos-y-diagnostico-de-la-coordinacion-de-estrategia-digital-nacional-limpian-corrupcion-en-dependencia/>.
- MAGA-FAO (2012). Programa de Agricultura Familiar para el Fortalecimiento de la Economía Campesina PAFFEC 2012-2015. Guatemala.
- SIAP (2020). Panorama Agroalimentario 2020. Ciudad de México.
- Sotomayor, O., A. Rodríguez, M. Rodríguez y P. Wander (2021). Digitalización del sistema alimentario de América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. En: CIDES, Ciudad del Saber y FAO (2021). Sistemas Alimentarios en América Latina y el Caribe: Desafíos en un escenario pospandemia. Panamá, pp. 199 - 222.
- TGE (2020). The Global Economy. Obtenido de: <https://www.theglobaleconomy.com/download-data.php>.
- Vázquez, E. (2019). La Estrategia Digital Nacional en el nuevo gobierno. Obtenido de U-gob: <https://u-gob.com/la-estrategia-digital-nacional-en-el-nuevo-gobierno/>.
- Vázquez, E. (2019). La Estrategia Digital Nacional en el nuevo gobierno. Obtenido de U-gob: <https://u-gob.com/la-estrategia-digital-nacional-en-el-nuevo-gobierno/>.
- WBG (2015). Agricultura para la prosperidad de los territorios rurales en Guatemala. INFORME N°: AUS7583. World Bank Group.
- WBG (2020). Honduras: Panorama General. Obtenido de: World Bank Group: <https://www.bancomundial.org/es/country/honduras/overview>.
- World Bank (2017). ICT in agriculture. Connecting Smallholders to Knowledge, Networks, and Institutions Updated Edition.

Introducción

Las tecnologías digitales juegan un rol muy relevante en la agricultura y el desarrollo rural, a través de la cadena digital, y de las cadenas alimentarias, en las etapas de captura de información; Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i); provisión de información y transferencia de tecnología; en las comunicaciones entre los propios actores rurales; y en el proceso productivo propiamente tal.

En las publicaciones revisadas para el caso de este artículo se desarrollan muchos usos de estas tecnologías en distintos niveles de las cadenas, todas de mucha utilidad para el resultado final sobre los agricultores y comunidades rurales. Estas van desde plataformas, sensores (Internet de la Cosas) y drones; hasta Big Data, Cloud Computing e Inteligencia Artificial. Algunas operan de manera directa en el proceso productivo agropecuario, como la información para la toma de decisiones de las plataformas y las maquinarias de agricultura de precisión; y otras operan sobre los actores que realizan la investigación y desarrollo, como la Big Data y la Inteligencia Artificial, para llegar a la agricultura a través de insumos, maquinarias o servicios desarrollados en los centros de investigación.

Existen múltiples formas de articular los contenidos de un capítulo de diagnóstico de políticas en agricultura digital. Puede ser desde la estructura de las cadenas, desde la demanda de servicios por parte de los actores, o desde la oferta de tecnologías, entre muchas otras. Para este capítulo referente a la situación del Uruguay, se optó por privilegiar una mirada que fuera intencionada para la elaboración de alguna agenda o política al respecto.

Así, el tipo de bienes o servicios a que se refiere cada eslabón se estima que es útil para direccionar la acción pública, ya sea desde la provisión de infraestructura, acción normalmente ajena al quehacer de las secretarías de agricultura y ganadería; la información general de acceso público, desarrollada por servicios públicos que normalmente no es apropiable por actores o grupos de actores en particular; las plataformas reservadas (bienes club) para el fortalecimiento organizacional o transferencia de tecnologías, que pueden ser una interesante línea de fomento; y finalmente los bienes claramente privados intraprediales, donde la mirada del estado normalmente se limita a la I+D+i, o algunos instrumentos de fomento o eventualmente subsidios.

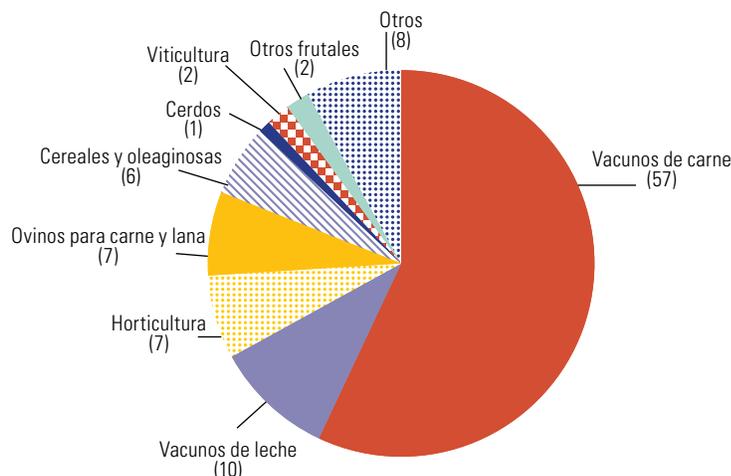
Gran parte de este capítulo está basado en un trabajo desarrollado por ICT4V (ICT4V, 2017), y en el manuscrito facilitado por FAO, elaborado por la Dirección General de Desarrollo Rural del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP, 2020). Se revisaron también otros textos, publicaciones e información de páginas web que son citadas tanto en el pie de página como registradas en la bibliografía al final del capítulo.

Agricultura en el Uruguay

Según el Censo Agropecuario del año 2011 en Uruguay hay 41.356 explotaciones agropecuarias, de las cuales 25.285 (61 %) pertenecerían a la categoría de pequeñas explotaciones. La normativa define como pequeñas explotaciones a las que cumplen con: i) realizar las labores agrícolas con la contratación de, como máximo, dos asalariados equivalentes a un tope de 500 jornales zafrales no familiares al año, ii) explotar hasta 500 hectáreas de tierras como máximo bajo cualquier forma de tenencia, iii) residir a no más de 50 kilómetros de distancia del predio agropecuario y iv) tener ingresos familiares nominales extra prediales menores o iguales a 14 Unidades Contributivas Básicas (MGAP-DGDR, 2020).

Al observar el rubro principal que produce cada agricultor, se muestra que hay una presencia muy alta de los rubros ganaderos. Dominando los vacunos de carne, seguidos muy de lejos por los vacunos de leche y los ovinos. En cuanto a rubros agrícolas, la horticultura (7%) y los cereales y oleaginosas (6%), son los más importantes.

Gráfico VIII.1
Rubros principales de los productores agropecuarios en el Uruguay

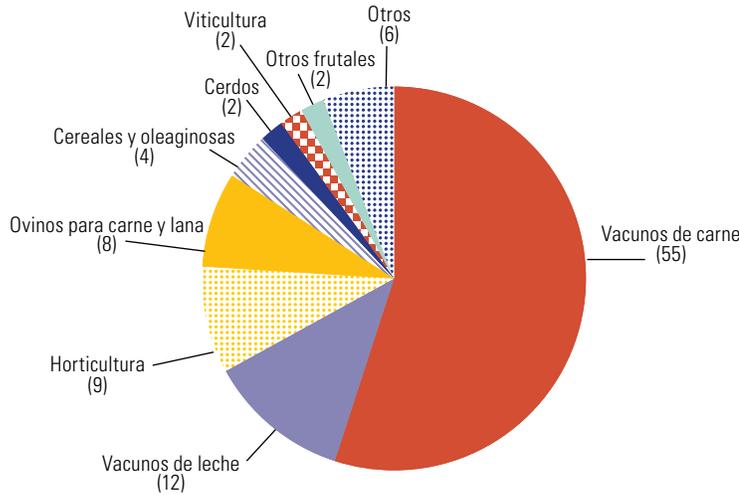


Fuente: Elaboración con datos MGAP-DGDR, 2020.

Al observar igual proporción, pero para el caso de la agricultura familiar, se ve que sigue siendo la ganadería de carne por lejos la más importante. Se observa a diferencia de los agricultores en general una leve tendencia mayor hacia el vacuno de leche que al de carne, una mayor tendencia a la horticultura en cultivos, y una clara menor presencia de los cereales y oleaginosas.

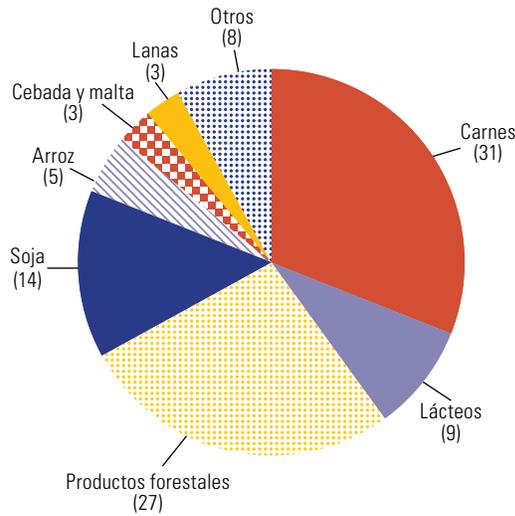
El sector agropecuario del Uruguay es fundamentalmente exportador. Los altos niveles de producción, en productos ganaderos y agrícolas, asociado a una baja población consumidora en el mercado interno justifican esta dependencia de la producción agropecuaria de la demanda de los mercados internacionales. En el año 2019 el valor de las exportaciones agroindustriales desde Uruguay fue de US\$ 7.072 millones, cifra que habría caído a US\$ 5.857 millones en 2020, como producto de la inestabilidad dada por la pandemia, sumada al déficit hídrico presentado durante el verano (Cortelezzi, 2020). En el año 2019 el mayor aporte al valor de las exportaciones fue de las carnes (principalmente bovina), seguido de cerca por los productos forestales, y más atrás la soja y los lácteos (gráfico VIII.3).

Gráfico VIII.2
Rubros principales de los pequeños productores agropecuarios en el Uruguay



Fuente: Elaboración con datos MGAP-DGDR, 2020.

Gráfico VIII.3
Distribución del valor de las exportaciones agroindustriales del Uruguay, 2019



Fuente: Elaboración con datos de Cortolezzi, 2020.

La estructura productiva de los campos del Uruguay genera una demanda de uso de las tecnologías digitales en los rubros pecuarios, carnes y lácteos principalmente, aunque también las grandes superficies cultivadas con cereales y oleaginosas se ajustan a una oferta existente en agricultura de precisión. El sector forestal también es un alto demandante de ofertas de tecnologías digitales, asociada a la logística y la operación de las faenas forestales.

La industria de las TIC en el Uruguay

En Uruguay la industria de las TIC se presenta como un sector muy dinámico. Un importante número de empresas ofertan diversas herramientas digitales, gran parte de las cuales se agrupan en la Cámara Uruguaya de Tecnología de la Información (CUTI).

En la economía digital, Uruguay se orienta principalmente en promover la industria de producción de software (58% del sector TIC).

Estados Unidos es el destino principal de las exportaciones uruguayas de software y servicios TIC (58,1%), seguido por Argentina (5,7%), España (5,4%), Colombia (4,5%) e Irlanda (4,5%). Mercados como Irlanda, Suiza y Japón comienzan a surgir como destino de exportaciones, lo cual refleja el potencial y la capacidad del sector para atender una demanda de clientes más allá del continente americano. Según una encuesta de la Cámara, en el año 2016 el sector logró un crecimiento de las exportaciones respecto al año anterior, mientras que las ventas en el mercado interno se mantuvieron relativamente estables. Este incremento permitió que la facturación total del sector de las tecnologías de la información (TIC) alcanzara en el 2016 los US\$ 1.158 millones, un monto 2,9% superior al registrado en igual periodo de 2015 y equivalente al 2,2% del PIB (INEFOP, 2019)¹. Este valor es relevante si se considera que es aproximadamente el doble del valor de las exportaciones de lácteos, y del orden del 55% del aporte al valor de las exportaciones que realizan las carnes uruguayas.

Las empresas ofertantes de estas tecnologías pueden dividirse en dos categorías: a) pequeñas, medianas y grandes, que se agrupan en la Cámara Uruguaya de Tecnologías de la Información (CUTI) y b) startups o proyectos innovadores que surgen del ecosistema emprendedor (MGAP–DGDR, 2020).

La industria agropecuaria es un área importante para el desarrollo de software y servicios TIC pues es el sector productivo y exportador más relevante del país. Esta industria cuenta con un importante mercado para exportar sus desarrollos pues éstos también son aplicables a las explotaciones de Argentina, Bolivia, Paraguay y el sur de Brasil.

A. Infraestructura y condiciones básicas para la agricultura 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. Debido a que los países desarrollados ya están cerca de la saturación, la mejor oportunidad para generar crecimiento económico a través de la conectividad está en los países en desarrollo (UIT, 2018²)³. Sin embargo, para que la agricultura y la ruralidad puedan ejercer un 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, aunque no discrimina entre territorios rurales y urbanos. El ICT Development Index (IDI) combina once indicadores en materia de acceso, utilización y competencias, y refleja aspectos clave del desarrollo de las TIC pues permite hacer comparaciones entre países y a lo largo del tiempo. De acuerdo al informe sobre “Medición de la Sociedad de la Información” de la UIT del 2017 (ITU, 2017), en América Latina y el Caribe Uruguay lidera el ranking con el lugar 42, seguido por Argentina (51), Chile (56), Costa Rica (60),

¹ Instituto Nacional de Empleo y Formación Profesional (INEFOP). 2019. *Servicios agrotecnológicos en Paysandú: necesidades y oportunidades de desarrollo*. Estudio elaborado por Qualitas Agroconsultores para INEFOP y la Intendencia Departamental de Paysandú. 163 p.

² ITU. 2018. *Measuring the information society report 2018*. Vol 1. 204 p.

³ Según GSMA un 10% de aumento en la penetración de la Internet móvil tiene el potencial de elevar el PIB en un 1,2%, mientras que un 10% de aumento en la digitalización de un país puede provocar un incremento del PIB de un 1,9%.

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)⁴. Más allá de que siempre resulta útil la comparación entre los países de la región, el que estos indicadores sean compuestos, y que tampoco discriminen entre los tipos de territorios, hace necesario observar las distintas condiciones básicas para poder contribuir a orientar la mirada de eventuales estrategias o agendas de desarrollo de la agricultura digital.

En cuanto a la situación en los territorios rurales de la región, el IICA y otras instituciones señalan que "... incluso en países en mejor situación, como Chile, Costa Rica y Uruguay, solo cerca de la mitad de los hogares rurales están conectados." (IICA–BID–Microsoft, 2020). Así, la brecha digital entre territorios rurales y urbanos parece ser importante en toda la región, más allá de los estándares país en general.

Las condiciones básicas habilitantes para el desarrollo de estas tecnologías constituyen el primer elemento de la brecha digital entre los territorios. Éstas son el acceso a energía eléctrica en primer lugar, la cobertura del servicio de Internet - incluido el costo de acceder a esta para el usuario -, el acceso a equipos y el nivel de alfabetización digital de la población rural.

1. Cobertura de energía eléctrica en el territorio uruguayo

En materia de electrificación en territorios rurales, la cobertura en el Uruguay sería bastante alta. "Entre 2010 y 2019 la energía eléctrica llegó a 8.000 familias del medio rural y Uruguay se consolidó como el país más electrificado de América Latina, con una tasa cercana al 99,9 %. Según informa el sitio web de la empresa estatal, el sistema eléctrico de Uruguay cuenta con 1,5 millones de usuarios y solo restan 1.400 hogares para que el 100 % de la población esté conectada a la red. Esta cifra representa el 1 % del total de usuarios del sistema"⁵. Importantes avances al respecto se han generado en parte gracias al Programa de Electrificación Rural. Este programa contribuye con el financiamiento de entre un 30 y un 50% de las obras. La finalidad del subsidio es apoyar a los pobladores y productores rurales, particularmente a aquellos que tienen dificultades de afrontar el costo de una obra de electrificación, para viabilizar su realización⁶.

La cobertura de electricidad en el Uruguay no parece ser una limitante relevante. Sin embargo, en cuanto al precio de ésta para los usuarios residenciales, la tarifa de este país es la más alta en la región. "Según datos compilados por el regulador peruano de inversión en energía y minería, Osinergmin, Uruguay tiene la tarifa residencial más alta para los usuarios que consumen hasta 125 kWh al mes y Paraguay la más barata"⁷. "Uruguay sigue siendo el país más caro en la electricidad en los hogares, con 260 dólares por megavatio, y le sigue Brasil con 186 dólares y Chile, con 177" (El Telégrafo, 2018).

Para el caso de Uruguay, la conectividad de Internet podría no ser una limitante importante, dado el bajo consumo eléctrico que ella demanda. Sí lo es, por ejemplo, para el caso del riego tecnificado, en donde resulta de alta rentabilidad el uso de paneles fotovoltaicos en la implementación de sistemas de riego por aspersión (INEFOP, 2019).

⁴ 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. (Informe sobre la Medición de la Sociedad de la Información de 2017).

⁵ Uruguay Presidencia, publicado el 22 de enero de 2020. En: www.presidencia.gub.uy, visitado en enero de 2021.

⁶ Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM). <https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/politicas-y-gestion/programas/programa-electrificacion-rural-0> Visitado en enero de 2021.

⁷ Bnamericas, publicado el 23 de octubre de 2019. En: <https://www.bnamericas.com/es/noticias/precios-de-la-electricidad-en-latinoamerica-comparacion-de-paises> Visitado en enero de 2021.

2. Acceso a Internet en territorios rurales

Según CEPAL, el 66,7% de los habitantes de Latinoamérica y el Caribe tenían conexión a Internet en el año 2019. “El tercio restante tiene un acceso limitado o no tiene acceso a las tecnologías digitales debido a su condición económica y social, en particular su edad y localización” (CEPAL, 2020).

En cuanto a nivel socioeconómico, CEPAL en la misma publicación menciona que en Uruguay poco más del 40% de los hogares del primer quintil tendría acceso a Internet, situándolo en el grupo más alto para ese segmento en la región, junto con Brasil, Chile y Costa Rica. En cuanto a cobertura en las zonas rurales, CEPAL menciona que esta no llegaría al 50% en Chile, Costa Rica y Uruguay, aun siendo los países de la región con mayor cobertura. Sin embargo, el informe IICA – BID – Microsoft (2020) muestra gráficamente que para el año 2017, Uruguay tenía una cobertura de Internet de poco más de un 60% de su población rural.⁸

En materia de comparaciones de acceso a Internet de territorios rurales en la región, estas tres instituciones desarrollaron un Índice de Conectividad Significativa rural (ICSr), que combina el uso regular de Internet (acceso regular y permanente), dispositivo apropiado, datos suficientes y velocidad adecuada de conexión. Este índice se estimó para siete países (no incluye Uruguay), y a partir de una correlación con el índice de Desarrollo de Banda Ancha, elaborado por el BID, se extrapoló para el resto de los países de la región (IICA–BID–Microsoft, 2020). El resultado muestra que Uruguay estaría en el grupo de los países de Conectividad Media, junto a Argentina, México, Trinidad y Tobago y República Dominicana.

Según el Informe de Telecomunicaciones a diciembre de 2018⁹, en el territorio uruguayo existía una cobertura del 91,1% con tecnología 3G, y un 56,4% de éste con tecnología 4G. En el cuadro VIII.1 se observa que la cobertura según Departamento para el caso de la tecnología 4G aún posee brechas importantes, desde 35,5% del territorio con cobertura en Artigas, hasta el 100% de cobertura en Montevideo. Para el caso de la cobertura de 3G es mucho más uniforme, variando entre 83,7% en Lavalleja y un 100% en Montevideo y Canelones. Según información de prensa de mayo del 2020, al mes de diciembre de 2019 la cobertura de 4G se habría incrementado a un 82,5% del territorio, siendo la cobertura más baja la del Departamento de Tacuarembó, con un 59,9%.¹⁰

Noticias de Uruguay Presidencia, de mayo de 2019, mencionaban que en esa fecha un 75% de los hogares del país contaban con conexión vía fibra óptica, y que ese tipo de conexión “será universal”.¹¹

Hay tres operadores que prestan el servicio de Internet móvil en el Uruguay, y al año 2018, Antel (empresa del Estado) cubría el 87% de la demanda, Movistar el 10% y Claro el 3%.

En cuanto al costo que significa para los usuarios la conexión a Internet, medido en porcentaje del ingreso familiar destinado a este ítem, en Uruguay se alcanzaría el menor valor de la región, representando poco más de un 2% del ingreso del primer quintil para el Internet móvil, y cerca de un 5% para el Internet fijo (CEPAL, 2020).

⁸ Página 36 del documento citado, Gráfico 6.

⁹ Unidad Reguladora de Servicios de Comunicaciones (URSEC). 2018. Evolución del sector telecomunicaciones en Uruguay. Datos estadísticos, diciembre de 2018. 114 p.

¹⁰ Dpl news, 11 de mayo del 2020. <https://digitalpolicylaw.com/cobertura-lte-llega-a-82-5-en-uruguay-y-la-fibra-optica-sigue-creciendo/> Visitada en enero de 2021.

¹¹ <https://www.presidencia.gub.uy/comunicacion/comunicacionnoticias/telecomunicaciones-y-energias-renovables#:~:text=Comunicaci%C3%B3n-Uruguay%20alcanzar%C3%A1%20el%20100%20de%20cobertura%20de%20tecnolog%C3%ADa%20de%20fibra,31.05.2019%20%3A39h.&text=En%20cuanto%20a%20los%20avances,y%2096%20de%20Treinta%20y%20Tres.> Visitada en enero de 2021.

Cuadro VIII.1

Cobertura de Internet por tecnología (3G, 4G) en el territorio del Uruguay, a diciembre de 2018

(En porcentajes)

| Departamento | Territorio cubierto | | |
|----------------|---------------------|------|--------------------------|
| | 3G | 4G | 4G dic 2019 ^a |
| Treinta y tres | 88,8 | 53,2 | 81,6 |
| Tacuarembó | 84,7 | 39,2 | 59,9 |
| Soriano | 98,8 | 84,4 | 96,3 |
| San José | 99,7 | 93,2 | 99,6 |
| Salto | 91,5 | 47,5 | 84,5 |
| Rocha | 96,4 | 54,2 | 90,4 |
| Rivera | 89,7 | 42,2 | 80 |
| Río Negro | 96 | 74,2 | 93 |
| Paysandú | 94,4 | 66 | 85,5 |
| Maldonado | 85,4 | 59,1 | 78,3 |
| Lavalleja | 83,7 | 41,1 | 78,4 |
| Florida | 95,7 | 55,8 | 83,2 |
| Flores | 98 | 98 | 95,1 |
| Durazno | 91,9 | 56,6 | 76,6 |
| Colonia | 99,3 | 98 | 99,1 |
| Cerro Largo | 83,8 | 43,2 | 71 |
| Canelones | 100 | 89,5 | 99,2 |
| Artigas | 84,5 | 35,5 | 81,1 |
| Montevideo | 100 | 100 | 100 |
| Total | 91,1 | 56,4 | 82,5 |

Fuente: URSEC, 2018.

^a dpl, 2020.

En cuanto a su costo medido en porcentaje del PIB, y en dólares de Estados Unidos, UIT muestra el valor de una canasta (Banda ancha móvil, prepago, 500 MB por mes) para el año 2017. En ambas mediciones, Uruguay presenta el precio más bajo en la región, 0,27% del PNB per cápita y 3,49 dólares. Le siguen Argentina con 0,71% del PNB per cápita y 7,76 dólares, y Costa Rica, con 0,84% del PNB per cápita y 7,75 dólares. Es decir, el costo de los usuarios para acceder a Internet en el Uruguay es considerablemente más bajo que en el resto de los países de la región.

3. Alfabetización digital

El aumento de cobertura de Internet tiene una relación directa con el crecimiento del PIB de los países, aunque las desigualdades dentro de un mismo país en cuanto a las aptitudes básicas y generales se corresponden con patrones históricos de desigualdad económica, lo que se traduce en brechas entre los distintos sectores sociales de los países (UIT, 2018). Con esa afirmación, la brecha socioeconómica rural urbana en los países de la región, incluido Uruguay, se repetiría en cuanto a las aptitudes digitales de la población.

El nivel de conectividad y su capacidad de aporte al crecimiento y desarrollo de los países no es algo automático, pues se requiere de capacidades digitales específicas en la población para aprovechar estas tecnologías.

Las capacidades digitales específicas, para ciertas labores de manejo de la información, son reportadas por UIT para grupos de países, siendo en general más amplias las brechas entre países desarrollados y países en desarrollo, que entre territorios urbanos y rurales (cuadro VIII.2).

Cuadro VIII.2

Distribución de las capacidades digitales específicas en la población, 2017

| Capacidad digital específica | Porcentaje de la población | | | | |
|---|----------------------------|----------------------|----------------------|-------------|------------|
| | Promedio mundial | Países desarrollados | Países en desarrollo | Zona urbana | Zona rural |
| Copiar y mover archivos y carpetas | 52 | 58 | 43 | 54 | 41 |
| Enviar e mail con archivos adjuntos | 52 | 63 | 36 | 54 | 37 |
| Usar herramientas de copiar y pegar | 48 | 54 | 38 | 48 | 34 |
| Trasferir archivos entre PC y otros equipos | 43 | 53 | 28 | 49 | 36 |
| Encontrar y bajar información, instalar y configurar software | 35 | 44 | 22 | 38 | 28 |
| Conectar e instalar nuevos dispositivos | 33 | 42 | 22 | 30 | 19 |
| Usar fórmulas básicas en planilla electrónica | 33 | 40 | 24 | 37 | 25 |
| Crear presentaciones electrónicas | 28 | 34 | 20 | 30 | 20 |
| Escribir programas computacionales | 5 | 6 | 4 | 5 | 3 |

Fuente: Elaboración propia, con datos UIT, 2018.

En el reporte por país de la Unión Internacional de las Telecomunicaciones (UIT), se resalta que el programa Uruguay Digital "... se ha implementado durante más de una década, ha estado en el centro de varias agendas, es decir, en 2008, 2010 y 2015, que se adaptaron de acuerdo con la evolución y las necesidades del sector. En términos de objetivos concretos, las alianzas públicas y privadas lograron asegurar que los precios siguieran siendo asequibles, que todos los niños que asistían a las escuelas públicas tuvieran acceso a una computadora personal y que todos los hogares estuvieran conectados con fibra óptica, entre otros." (UIT, 2018).

Dentro del proceso de alfabetización digital, el Plan Ceibal juega un rol muy relevante a nivel de todo el país. "Plan Ceibal se creó en 2007 como un plan de inclusión e igualdad de oportunidades con el objetivo de apoyar con tecnología las políticas educativas uruguayas. Desde su implementación, cada niño, niña y adolescente que ingresa al sistema educativo público en todo el país accede a una computadora para su uso personal con conexión a Internet gratuita desde el centro educativo. Además, el Plan Ceibal provee un conjunto de programas, recursos educativos y capacitación docente que transforma las maneras de enseñar y aprender"¹². El acceso a computadores personales se basa en el proyecto One Laptop per Child (OLPC) del Instituto Tecnológico de Massachussets, que busca promover la inclusión digital con el fin de disminuir la brecha con respecto a otros países, como entre ciudadanos uruguayos, de manera de posibilitar un mayor y mejor acceso a la educación y la cultura (ICT4V, 2017). Entre 2007 y 2018 el Plan Ceibal ha entregado 2 millones de laptops y tablets; ha actualizado 550 mil dispositivos, alcanzando a la totalidad de estudiantes y docentes de educación primaria y educación media básica; ha conectado un 100% de los centros educativos (2.931 instituciones) con red wifi a junio de 2020; entre otros importantes logros (www.ceibal.edu.uy).

El Programa Jóvenes a Programar, del Plan Ceibal, organiza cursos de programación para jóvenes de todo el país, y se lleva a cabo con el apoyo de la Cámara Uruguaya de Tecnologías de la Información (CUTI), el BID y las principales empresas tecnológicas. Esta iniciativa apunta a ampliar las posibilidades de inserción laboral en un rubro con alta demanda de recursos humanos calificados (ICT4V, 2017). Esta línea de trabajo además muy coherente con el liderazgo exportador en la industria de las TIC que tiene Uruguay en la región.

Contribuyendo también a la alfabetización digital a nivel de formación de técnicos, en el año 2014 se crea la Universidad Tecnológica del Uruguay (UTEC), propuesta de educación terciaria tecnológica. Se enfoca a áreas prioritarias de la industria uruguaya,

¹² <https://www.ceibal.edu.uy/es/institucional> Visitada en enero de 2021.

que incluye tecnologías aplicadas a la agricultura y la agroindustria, como lechería, recursos hídricos, energías renovables, mecatrónica, entre otros (ICT4V, 2017). Tiene entre sus objetivos centrales hacer más equitativo el acceso a la oferta educativa especialmente en el interior del país (<https://utec.edu.uy/>).

En contexto de pandemia, el elemento de alfabetización digital, que juega en conjunto con el acceso a una buena conectividad, ya sea como círculo vicioso, (en cuanto a que a menor conectividad menor aprendizaje) o virtuoso, opera como un multiplicador del efecto pandemia en la brecha urbano rural del desarrollo. Según IICA-BID- Microsoft (2020), basándose en datos de PISA 2018, en Uruguay un 82% de los estudiantes de zonas rurales tendrían acceso a Internet en el hogar, el segundo porcentaje más alto dentro de los países de la región, después de Chile (86%). En base a estas cifras, para el caso del Uruguay se podría esperar que para el mediano plazo esta coyuntura de educación a través de medios digitales no se traduzca en un aumento en la brecha de desarrollo entre zonas urbanas y rurales.

B. Bienes públicos, sistemas de información

Una vez que se cuenta con acceso a la conectividad rural, y que existen elementos básicos de alfabetización digital, la población puede hacer uso de los sistemas de información que se entregan directamente. Estos corresponden a bienes públicos que resultan útiles para que empresas y centros de investigación generen recomendaciones y también desarrollen aplicaciones técnicas que puedan llegar a ser incluso bienes privados. Se trata de información extrapredial 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 información agroclimática, el Instituto Uruguayo de Meteorología (INUMET), a través de su página web (<https://www.inumet.gub.uy/>), entrega información de balance hídrico, mapas de temperatura, mapas de precipitación y registro de precipitación para seguros hortícolas. INUMET también entrega una ficha, con validez para los últimos cinco días, con los datos agroclimáticos para las zonas Norte, Este, y Centro-sur del país.

Existe también la Unidad de Agroclima y Sistemas de Información (GRAS) del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), que provee información en su web basada en datos de sus estaciones meteorológicas, información de INUMET, CPTEC (Brasil) y el IRI (International Research Institute for Climate and Society) de los Estados Unidos. La información que entrega es: Pronóstico meteorológico, Estado actual del tiempo, Estaciones on-line, Información satelital, Lluvias registradas, Banco datos agroclimático, Estaciones agroclimáticas INIA, Variable agroclimáticas INIA, Perspectivas climáticas trimestrales, Vigilancia El Niño La Niña, Informes agroclimáticos, Caracterización agroclimática (ICT4V, 2017). Esta información, con este nivel de procesamiento, así como la información base que entrega la página de INUMET, es de mucha utilidad para la toma de decisiones, tanto de los agricultores como de los asesores y las empresas agropecuarias.

Está también el Sistema Nacional de Información Agropecuaria (SINIA) que dispone de datos de tiempo y clima a través de una sala de mapas web montada sobre una herramienta Big Data Raster llamada Data Library (ICT4V, 2017). Esta información resulta de gran utilidad para las iniciativas de Investigación Desarrollo e innovación en el ámbito agropecuario.

El Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP), en su Dirección Nacional de Recursos Naturales (DGRN), trabaja con visualizadores geográficos y procesa con tecnologías digitales información de recursos naturales: suelo, aptitud para cultivos; plantas de almacenajes de grano y obras de riego, entre otras. También maneja plataformas que procesan información agrícola, ganadera, y de estadísticas agropecuarias. Estos datos son de mucha utilidad para los trabajos de análisis de la situación de los recursos y para promover su uso sustentable, por parte del Ministerio y otros actores ejecutores de políticas públicas.

Es importante tener en cuenta que la información productiva y climática es determinante para la operación de los seguros agrícolas en el Uruguay, pues el costo de las primas para los agricultores y el éxito global de esa industria dependen directamente de su calidad y precisión.

La información económica y productiva es provista por la Oficina de Programación y Políticas Agropecuarias (OPYPA) y la Dirección de Estadísticas Agropecuarias (DIEA). Se refiere a información de los censos agropecuarios así como resultados de encuestas por rubro y boletines, que son de utilidad para la toma de decisiones de los agricultores, como también para el análisis y diseño de políticas agropecuarias.

Otras instituciones que proveen información que puede ser de utilidad directa para los actores de las cadenas agropecuarias son el Instituto de Promoción de Inversiones y Exportaciones (Uruguay XXI), el Instituto Nacional de la Carne (INAC), y el Instituto Nacional de la Leche (INALE). La información que proveen estas entidades se refiere a datos de producción, comercialización y oportunidades de inversión y exportaciones (ICT4V, 2017).

El informe de ICT4V (2017) también hace mención a una serie de iniciativas de Bioinformática y Trazabilidad, que si bien no se refieren al uso de tecnologías digitales por parte de los agricultores, sí juegan un rol muy relevante en I+D+i y en gestión de políticas públicas (fito y zoonositarias, de innovación y fomento, uso sustentable, fiscalización, etc.), que en definitiva contribuyen también al desarrollo productivo sustentable por parte de los agricultores del Uruguay.

En términos de brechas necesarias de cubrir, se observa que para la operación eficiente de los seguros agrícolas se requeriría más precisión en la información para los distintos territorios. Aunque siempre se podrá considerar insuficiente la precisión de eventos climáticos y rendimientos productivos esperados en el territorio, es una preocupación mencionada por algunos actores del sector productivo (INEFOP, 2019).

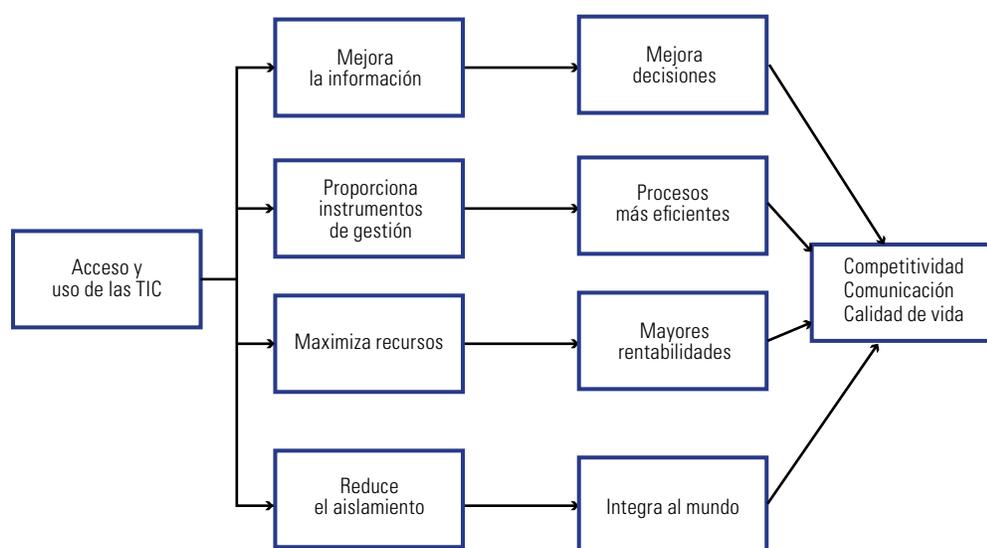
C. Bienes reservados, redes de trabajo asociativo

Lo bienes reservados, también llamados bienes club, si bien técnicamente podrían ser asequibles públicamente, a través de barreras para el ingreso segmentan un grupo de beneficiarios a los que les beneficia un trabajo asociativo, ya sea en información técnica económica (transferencia tecnológica horizontal y/o interactiva), comercialización asociativa, de productos, insumos y servicios, y materias relativas a organizaciones rurales, tanto productivas como de representación. Muchas veces estas plataformas tienen un lado público, por el cual se promueven productos y servicios para ser demandados por otros actores, pero cuentan con un lado reservado en el que se realiza el trabajo asociativo internamente.

Acerca de las comunidades virtuales de agricultores, FIA-BID (2011) mencionan que “hoy más que nunca se vive una suerte de infintoxicación”. Es decir, existe un exceso de información y la mayor parte de las veces ella está disponible en formatos poco comprensibles para los usuarios. Las comunidades virtuales por rubro buscan además identificar información útil y crear los formatos y canales adecuados para su entrega. Si bien este es un elemento válido también para las plataformas de bienes públicos, desarrolladas en el punto anterior, al trabajarse a nivel de bien club se puede hacer mucho más específica la selección de información, y más direccionada a los temas comunes de sus integrantes. A esto se suma la posibilidad de interacción entre los actores, para desarrollar economías de escala, para compra de insumos y servicios, como para la venta de productos. Es decir, se pueden abordar las clásicas fallas de mercado que afectan a los pequeños productores, tanto en información técnica como económica para la toma de decisiones.

Diagrama VIII.1

Causa efecto del uso de las TIC en comunidades virtuales agrícolas



Fuente: FIA-BID, 2011.

En Uruguay hay experiencias de plataformas que colaboran con la gestión de cultivos a través de una web, como es el caso de la cooperativa Unión Rural de Flores (URF). La herramienta de la URF es un sistema de gestión web en el cual los asesores de la empresa ingresan los datos de una chacra, operaciones y aplicaciones realizadas, y entregan las recomendaciones, los datos se manejan centralizadamente en el centro de ventas y a partir de dicha información el productor puede retirar solicitar y retirar insumos. El sistema opera para alrededor de 60 mil hectáreas (ICT4V, 2017). La empresa cooperativa busca “ser la herramienta productiva que le permita a nuestros productores fortalecer y desarrollar de manera sustentable sus empresas, brindándoles servicios eficientes e innovadores y agregando valor a la cadena agropecuaria”¹³.

En general, la mayor parte de las cooperativas de agricultores han ido incluyendo gradualmente el uso de las herramientas TIC para su trabajo asociativo, en las labores de compra y venta de productos e insumos y también en transferencia tecnológica. La Asociación de Cooperativas (ALCICO), que agrupa a cuatro unidades en la zona de Colonia de Sacramento, realiza acciones para sus socios en transferencia de tecnología, producción y comercialización de semillas forrajeras, comercialización de ganado y de

¹³ https://web.facebook.com/unionrural.deflores/?_rdc=1&_rdr. Visitada en febrero de 2021.

granos, entre otros servicios. ALCICO desarrolla una plataforma digital para brindar más y mejores servicios a sus clientes a través de celulares y computadores personales. De esta forma buscan bajar sus costos operativos y facilitar el acceso a sus servicios a un mayor número de productores¹⁴.

En Uruguay también hay casos de empresas que prestan el servicio de ayuda a la coordinación del trabajo de productores técnicos, contratistas y proveedores de insumos en comunidades agrícolas, como la empresa San Diego (Lugus) (MGAP-DGDR, 2020). La mencionada mipyme busca proveer de un asistente para la gestión productiva de las comunidades agrícolas, colaborando en “aumentar la productividad agrícola a través del fortalecimiento de las redes humanas que intercambian experiencias de gestión e innovación y logran mejores resultados sosteniendo modelos fuertemente cooperativos y colaborativos”¹⁵.

La herramienta de Gestión Integra Decisor CREA Analytics, es una plataforma desarrollada por el proyecto de Conservación de Capital Natural (FUCREA – FOMIN). Cuenta con tres módulos que manejan la información histórica de los agricultores, información del ejercicio actual y construye escenarios posibles en base a las variables y metas de producción (ICT4V, 2017). La herramienta está a disposición de más de 600 productores que trabajan en los grupos CREA desde 1966.

En el mencionado texto de MGAP-DGDR (2020), se señalan otros oferentes privados de servicios que proveen la articulación de actores de la cadena agroalimentaria, como son rural.com.uy, mipyme que articula la compra y venta de ganado; Mercado Granjero, *startup* que intermedia la compraventa de productos hortícolas locales; y Zafrales.com, *startup* que intermedia la contratación de trabajadores para la zafra.

La utilidad de este tipo de plataformas muchas veces va vinculada al desarrollo de organizaciones de productores, u otro tipo de actores del sector rural. La existencia de un grupo de WhatsApp que intercambie información acerca de oferta y demanda de productos e insumos ya es un instrumento que puede escalar a plataformas como las mencionadas en los ejemplos para Uruguay, y que pueden contribuir a eliminar las asimetrías clásicas de información de las que sufren los pequeños productores agropecuarios. También grupos de *WhatsApp* pueden ser útiles para apoyar la transferencia de tecnología, como los grupos desarrollados por el Instituto Plan Agropecuario en el Departamento de Rocha (Sotomayor y otros, 2021).

D. Bienes privados, procesamiento de información predial y automatización

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 difundido nuevos modelos y técnicas de producción, modelos de negocios y cadenas de valor, que transformarán la producción global (WEF, 2018).

¹⁴ <https://www.alcico.com.uy/>. Visitada en marzo de 2021.

¹⁵ <http://www.lugusnet.com/>. Visitada en febrero de 2021.

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 tiene 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. Uruguay ha sido el país de Latinoamérica con menor porcentaje de población viviendo en zonas rurales, situación que sigue en descenso. La población rural pasó de 8,2% en 2004, a 5,3% en 2011 (INEFOP, 2019), lo que redundará en una escasez de mano de obra para las labores de producción primaria. La automatización de las labores, como el uso de drones para hacer seguimiento del ganado, o la robotización de los tambos lecheros, son inversiones que se están llevando a cabo en el sector agropecuario.

Haciendo una historia de la innovación en el sector agropecuario en Argentina, el BID plantea que el desarrollo de las agrotecnologías en ese país tiene rasgos específicos que singularizan su trayectoria (BID, 2018). Considerando que la agricultura de la zona pampeana de Argentina es similar a la de cultivos de secano en el Uruguay, es interesante observar las características de estas nuevas tecnologías. Según este texto, los principales determinantes de los procesos innovadores vinculados a estas nuevas tecnologías son:

- Proceso innovador de características diferentes. Lo tradicional es que las tecnologías agropecuarias sean gatilladas desde la demanda, y en este caso parece ser impulsada desde la oferta, la que además provendría de sectores distintos a la agricultura.
- Dificultades para identificar los impactos económicos con claridad. La mayoría de las Nuevas Tecnologías Digitales (NTD) son facilitadoras, pero solo en el caso de unas pocas es factible establecer una relación inequívoca entre su uso y un beneficio específico.
- Nuevos actores. Desarrolladores independientes y empresas de distinto tipo, desde *startups* hasta mipymes consolidadas en los mercados de algunos de los componentes de las nuevas tecnologías —como *software*, controladores de flujo, sensores y servicios de gestión y asesoramiento—, que ven oportunidades de expandir sus negocios en el sector.
- Marco institucional. Las NTD están siendo desarrolladas dentro de un sistema institucional donde el protagonismo es fundamentalmente del sector privado.

Estas determinantes sugeridas en el texto del BID es relevante tenerlas en cuenta al momento de desarrollar políticas o agendas públicas que busquen apoyar o impulsar el desarrollo de la agricultura digital.

La información satelital es un importante factor para el desarrollo de modelos que estiman el crecimiento de las pasturas a nivel predial y en Uruguay este es un tema clave para la planificación en el manejo del ganado. En el año 2010 el Instituto Plan Agropecuario, en convenio con la Facultad de Ciencias y la Universidad de Buenos Aires, inició un trabajo sobre distintos predios en todo el país de mediciones mensuales con el uso del Programa G, herramienta que permite consultar la productividad del campo natural, simular la producción ganadera bovina y proyectar una presupuestación forrajera (ICT4V, 2017).

La agricultura de precisión es un concepto agronómico basado en la existencia de variabilidad dentro del campo y se basa en tecnologías GPS, sensores, satélites e imágenes aéreas; la finalidad es determinar distintas productividades dentro del campo y por tanto diferenciar su manejo, en cuanto a siembra, fertilización, aplicación de agroquímicos. En el Uruguay es un sistema de aplicación importante para los cultivos de secano; si bien al 2017 no había información específica de su cobertura, se estimaba que entre un 10 y un 20% de la superficie agrícola operaba bajo estos sistemas (ICT4V, 2017).

En la agricultura de precisión de Uruguay y Argentina se ha implementado la tecnología ISOBUS en todas las marcas de sembradoras del mercado nacional, tanto de granos finos como gruesos (INEFOP, 2018). “La conectividad ISOBUS de Dickey-john permite potenciar la capacidad de las máquinas para realizar tareas como aplicación variable de fertilizantes y semillas, y monitoreo de siembra avanzado con capacidad de contar saltos y dobles. También facilita la singulación, calidad del espaciamiento entre semillas, falla de densidad de siembra y falla de siembra total, control de densidad en aplicación de fertilizantes por motores hidráulicos (reemplazando mandos mecánicos) y corte de secciones surco por surco o por módulos.”¹⁶

La existencia de distintos actores en la cadena -propietarios, arrendatarios, asesores técnicos y contratistas- de alguna manera complejiza la aplicación de este tipo de tecnologías en el campo. (INEFOP, 2018). Una superficie relevante del cultivo de granos en Uruguay se realiza en tierras arrendadas, lo que resta valor tanto al conocimiento del historial de manejo de la explotación, como a la posibilidad de rentabilizar esa información específica a futuro. El hecho de que el servicio sea prestado por contratistas (en lugar de ser desarrollado con maquinaria propia), donde además intermedian los asesores técnicos de los agricultores, hace necesario una mirada de cadena para sincronizar el uso de estas tecnologías. Éstas generan beneficios a los agricultores pues optimizan el manejo de sus predios y disminuyen costos. Así mismo, ellas impactan en el medio ambiente pues hacen posible la aplicación precisa de fertilizantes y plaguicidas, evitando las externalidades negativas sobre el suelo y el entorno.

En el ámbito pecuario, los tambos robotizados son una realidad, garantizando la higiene de la leche desde la ubre al tanque de frío y respetando el bienestar animal. A la vez, ellos juegan un papel importante ante la escasez y el creciente costo de la mano de obra. Los procesos robóticos también incluyen el amamantamiento de terneros, sin la necesidad de personal ni apartador de vacas. La principal diferencia entre un tampo robotizado y los tambos convencionales es que realizan tres ordeñas por día, y se estima un aumento en 10% de la producción diaria con menor uso de mano de obra. El robot entrega además información sanitaria y productiva de la vaca (ICT4V, 2017).

En ganadería de carne, el sistema de trazabilidad ganadera individual de Uruguay, pionero en la región, permite conocer la historia de vida del vacuno desde que nace hasta que es faenado en una planta frigorífica. Este sistema ha jugado un rol principal en la diferenciación de la carne uruguaya en los mercados mundiales, los cuales son cada vez más exigentes y están preocupados por consumir cortes cárnicos de calidad, pagando más por los cortes cárnicos Premium que incluyan toda la información correspondiente al animal. Este sistema ha requerido el desarrollo de identificadores electrónicos, así como la tecnología adecuada para proveer toda la información requerida, la que constituye el verdadero núcleo estratégico y operativo de la trazabilidad ganadera (INEFOP, 2018).

¹⁶ <http://solocampo.com.ar/index/ag-tech-y-erca-lanzan-la-primera-sembradora-isobus-de-produccion-nacional/>. Visitada en febrero de 2021.

En base a esta experiencia, basada en una política zoonosanitaria y de calidad de las carnes, se han desarrollado sistemas de seguimiento de los animales dentro del predio, como es el caso de Chipsafer, “plataforma que permite el seguimiento, ubicación y medición del estado sanitario del rodeo vacuno”. Esta aplicación, desarrollada por la ingeniera Victoria Alonso-Pérez, fue premiada en 2014 por el Banco Interamericano de Desarrollo por ser el proyecto más innovador del año en América Latina y el Caribe. El proyecto consiste “en un sistema de monitoreo a distancia que también permite evitar el robo de ganado y lo que lo hace diferente es que el sistema se recarga solo. Puede transmitir información sin tener que ser recargado y es activo”¹⁷. Esta empresa presta servicios en Brasil, Argentina y Uruguay.

En el ámbito forestal también existen importantes experiencias de mipymes que prestan servicios a las grandes compañías. Un ejemplo es Actualred, empresa localizada en Paysandú, que tiene una fuerte presencia en el área forestal, siendo proveedor tanto de UPM-Forestal Oriental como de Montes del Plata, entre otros grupos de inversión y gestión forestal instalados en el Uruguay. Estas empresas utilizan ampliamente la solución desarrollada por Actualred, de nombre Magna, que permite monitorear en tiempo real la eficiencia operativa de las labores viales (construcción y mantenimiento de caminos internos en monte), silvícolas (laboreos, aplicación de PQs, plantación, etc.), cosecha mecanizada, transporte y acopio de madera (INEFOP, 2018). La empresa Actualred desarrolla y provee servicios en la agricultura de precisión, tanto en Uruguay como en Paraguay, elaborando dispositivos TIC que se acoplan a la maquinaria que desarrolla labores de siembra y cosecha de granos.

En el mencionado estudio de MGAP-DGDR (2020) se muestra el listado de empresas que proveen soluciones específicas para el sector. En el cuadro VIII.3 se muestran nueve experiencias de soluciones ofertadas a nivel predial que son parte de esa lista, las que casi en su totalidad se refieren a mipymes y *startups*. En el listado se incluyen las soluciones que pueden ser demandadas directamente por los actores de la cadena, aunque cabe recordar, como se menciona en la introducción del capítulo, que con frecuencia estas unidades prestan servicios que finalmente llegan al productor agropecuario a través de equipamiento incorporado en las maquinarias y/o equipos, o a través del servicio prestado por los contratistas.

Un estudio realizado por BID Lab para América Latina (2020), identifica para Uruguay la presencia de 19 emprendimientos de Agtech que han surgido en los últimos años. De estos, un 42% se refieren al sector ganadero, un 42% a agricultura en general y un 16% a cultivos extensivos. Como se observa en el cuadro VIII.3, mucho del desarrollo de la agricultura de precisión para cultivos se basa en innovaciones importadas a través de compañías de maquinaria agrícola.

A modo de conclusión de este punto del capítulo, Uruguay dispone de un ecosistema de políticas públicas, promoción de la innovación, asociaciones de empresas tecnológicas sólidas, absolutamente favorable para un desarrollo integrado de la agricultura de precisión, donde se puedan conjugar: maquinaria agrícola 4.0; robotización ganadera; desarrollo de software especializados en agricultura de precisión y servicios agrotecnológicos con drones, entre otros. El liderazgo regional que posee la industria de las TIC en Uruguay, sumado a la importancia de la ganadería y agricultura en la economía del país, son un campo fértil para la focalización exitosa de las políticas de innovación en la materia. No obstante ello, la aplicación de estos desarrollos se focaliza en las grandes compañías forestales y ganaderas y llega de manera muy marginal a los pequeños productores.

¹⁷ www.chipsafer.com. Visitada en febrero de 2021.

Cuadro VIII.3

Empresas ofertantes de TIC de procesamiento de información predial y automatización, para agricultores familiares y medios en Uruguay

| Actor | Rubros recomendados | Tipo | Tecnologías utilizadas | Usuario meta | Contacto |
|--------------|---------------------|---------|---|--------------------------|---|
| Droneuy | Varios | Startup | Diseño, fabricación y cursos de Drones | Productor familiar/medio | http://droneuy.com +598-2902-8270 info@droneuy.com |
| Actualred | Arroz/soja/forestal | Pyme | Monitoreo y control de maquinaria agrícola Plataforma digital (app y web) | Medio | http://www.actualred.com +598-4724-1958 |
| Sensordata | Arroz/soja/forestal | Pyme | Monitoreo y control de maquinaria agrícola Plataforma digital (app y web) | Medio | https://sensordata.com.uy +598-2904-2061 |
| Smartway | Arroz/soja/forestal | Pyme | Monitoreo y control de maquinaria agrícola Plataforma digital (app y web) | Medio | https://www.onsmartway.com +598-2202-2689 |
| Focus | Ganadero | Pyme | Sistema Mu – Monitoreo del entore durante el proceso de reproducción natural | Medio | https://focusingeneria.com.uy/proyectos.php +598-9942-0660 |
| Irricontrol | Granos | Startup | Herramienta para determinar cuándo y cuánto regar | Medio | http://www.irricontrol.com.uy inf@irricontrol.com.uy |
| Agronostico | Granos | Pyme | Plataforma digital (web y app). Toda la información de su cultivo en un solo sitio. Meteorología. Estado del suelo. Estado del cultivo. Imágenes satelitales | Productor familiar/medio | http://goalbit-solutions.com/agronostico/ +598-9960-2515 |
| Droneuy | Granos | Startup | Detección de malezas | Productor medio | http://droneuy.com +598-2902-8270 info@droneuy.com |
| Sistema Tero | Ganado vacuno | Media | Información histórica de cada animal a través de la extracción de datos del lector Baqueano | Medio | https://tero.uy +598-2900-0909 info@bqn.com.uy |

Fuente: Extraído de MGAP-DHDR, 2020.

E. Políticas, estrategias e institucionalidad

Como se ha desarrollado a través del capítulo, Uruguay cuenta con los mejores rankings entre los países de la región en cuanto a conectividad, y hay iniciativas públicas y privadas que contribuyen a ese desarrollo.

En cuanto a conectividad, si bien en la determinación del ICSr es clasificado en el grupo de conectividad media, en el resto de los rankings y menciones en documentos de diversas instituciones figura dentro de los países líderes en la región. De cualquier manera, las proyecciones en cuanto al avance de cobertura en Internet que se mencionan por autoridades nacionales hacen concluir que en el mediano plazo el acceso a Internet, tanto en conectividad como en costo, no sería una gran limitante para el desarrollo de las TIC en el Uruguay. En materia de alfabetización digital, que es un importante componente de la infraestructura para el desarrollo de las TIC, Uruguay a través del Plan Ceibal cuenta con un potente instrumento destinado a eliminar esa brecha, que ha venido cubriendo indistintamente territorios urbanos y rurales. Las políticas de fomento para el desarrollo de técnicos y profesionales adiestrados en el desarrollo de software y otras técnicas asociadas a la digitalización, las que además ponen un énfasis en el interior del país, contribuyen también a la alfabetización digital en un nivel más especializado.

En materia de bienes públicos existe una oferta de plataformas que prestan utilidad al desarrollo de Investigación y Desarrollo en el sector agropecuario, y que es suficiente y confiable para el funcionamiento de los seguros agropecuarios. Sin embargo, tanto para bajar el costo de las primas como para mejorar el posicionamiento de las empresas de seguros, es necesario aumentar la precisión territorial de la información disponible. Esto implica más sensores y más estaciones de medición, así como su integración en red.

En cuanto al uso de plataformas para redes de trabajo asociativo, habría un avance en el uso de las TIC por parte de las cooperativas y otras organizaciones de productores que históricamente vienen trabajando de manera convencional, tanto para compra y venta de productos e insumos, como para acciones de transferencia tecnológica. En cuanto a la presencia de instituciones públicas en el uso de estas herramientas para interactuar con los productores, si bien el Instituto Plan Agropecuario realiza un trabajo relevante con grupos de pequeños agricultores, no se observa aún un uso sistemático de las TIC para el impulso de esa importante labor pública.

En cuanto al desarrollo de sistemas de procesamiento de información predial y automatización, el sistema privado opera de manera adecuada con el desarrollo de la industria TIC en el Uruguay, sector que cuenta con el apoyo de las instituciones que promueven la innovación, como la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII), y la Agencia Nacional de Desarrollo (ANDE).

1. Avances en la elaboración de agenda digital para el sector agropecuario

En 2018 Uruguay XXI, la Agencia de promoción de exportaciones y atracción de inversiones, identificó las redes tecnológicas con potencial de agendas de desarrollo para la atracción de inversiones y la promoción de las exportaciones en AgTech, y en agosto de ese año convocó a distintas instituciones, públicas y privadas a discutir los resultados y propuestas de ese trabajo. A partir de esa reunión se conformó una mesa de trabajo con el objetivo de avanzar en el desarrollo de la iniciativa AgTech en Uruguay. Sin embargo, esa instancia ha carecido de un liderazgo institucional que oriente el trabajo de las instituciones a través de una agenda que permita la suscripción de compromisos y su seguimiento.

En la consultoría con la que Uruguay XXI identificó el potencial para la atracción de inversiones en I+D en agrotecnologías se destaca “la ubicación estratégica con acceso al mercado regional y la presencia en el país de cadenas de base agrícola competitivas, con productos de alta calidad y seguridad alimentaria, representativas de cadenas similares regionales, pero que a su vez constituyen un mercado en sí mismas (para productos/servicios de Agrobiotecnología y Agritech). Existen en el país ejemplos de compañías internacionales, pero también locales con actividades de manufactura de alimentos, productos veterinarios y más recientemente subproductos del Cannabis, que aunque no muy numerosos, constituyen una base para el desarrollo de este ecosistema innovador.” (Mordezki y Peterson, 2018). A El hecho de que exista una demanda importante de agrotecnologías desde las cadenas alimentarias internas del Uruguay, el que este tipo de agricultura sea similar a la de gran superficie agrícola del Cono Sur (de Argentina, Bolivia, Brasil y Paraguay), sumado a la buena capacidad interna en el desarrollo de TIC, convierte al Uruguay en un interesante centro de atracción de inversiones para el desarrollo de agrotecnologías para la región.

De cualquier manera, más allá de que la Mesa instaurada a sugerencia de Uruguay XXI no habría tenido una continuidad regular, el desafío sigue vigente y las instituciones que componen la mencionada Mesa continúan realizando sus labores de fomento, que no se superponen y parecen complementarse. Al respecto, es importante mencionar la iniciativa Desafío Ag Tech, que es impulsada por el MGAP bajo el alero de la Mesa Ag Tech. Se trata de la identificación de siete temas importantes en los que el sector agropecuario demanda el desarrollo de soluciones TIC que pueden ser desarrolladas por mipymes y startups. De esta manera se hacen explícitas demandas específicas para que estas unidades concursen en la búsqueda de soluciones. Los temas incluidos en el desafío, que cerró su recepción de soluciones en octubre de 2020 son:

- Desafío seguros agrícolas
- Presencia de aves en cultivos agrícolas
- Optimizar uso de agua y monitorear cercos eléctricos en ganadería
- Diagnóstico de gestación de bovinos
- Monitoreo de la disponibilidad de pasto
- Monitoreo para la producción forestal
- Acortar cadenas hortofrutícolas

Es importante destacar esta iniciativa, ya que opera como una articulación explícita entre la investigación y desarrollo agropecuario tradicional con el desarrollo de la industria TIC, en donde instituciones de investigación sectoriales como INIA reconocen la necesidad de articularse con una industria importante en el Uruguay como la industria TIC, e instituciones como la CUTI se acercan institucionalmente a las demandas tecnológicas del sector agropecuario.

Otra labor importante impulsada por el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca dice relación con el reforzamiento del trabajo de transferencia de tecnologías a pequeños productores. Para estos efectos se está elaborando el Programa de Desarrollo Productivo II, en el contexto de la cooperación técnica del BID Agricultura Competitiva Sostenible y Resiliente al Cambio Climático (ATN/OC-1667-UR). Un aspecto clave del programa es establecer acciones concretas para promover y adoptar el uso de las TIC (soluciones digitales) a nivel de los sistemas productivos para mejorar los niveles de innovación, productividad y optimizar las acciones de asistencia técnica orientada principalmente a productores de pequeña escala. Este programa puede ser una gran contribución tanto a la mejora en la alfabetización digital de los pequeños productores, como a su articulación para acciones de transferencia tecnológica y asociatividad.

En resumen, si bien no existe una mesa de Agricultura Digital que funcione de manera concertada, con una agenda, roles y metas acordadas entre los actores, las instituciones impulsan importantes líneas de desarrollo, las que se ejecutan en forma colaborativa entre los actores.

Bibliografía

- Banco Interamericano de Desarrollo (2018). La revolución agrotech en Argentina. Financiamiento, oportunidades y desafíos. 100 p.
- BID Lab (2020). Mapa de innovación AgTech en América Latina y el Caribe. 66 p.
- CEPAL (2020). Universalizar el acceso a las tecnologías digitales para enfrentar los efectos del COVID – 19. Informe especial COVID – 19. Número 7.
- Cortezzi, A. (2020). Situación y perspectivas de las cadenas agroindustriales 2020 – 2021. En: Anuario OPYPA 2020. Análisis sectorial y cadenas productivas. P. 15-41.
- FIA-BID (2011). De las comunidades virtuales al proyecto Yo Agricultor. Serie FIA IDI, Plataforma Agropecuaria. 123 p.
- ICT4V (2017). Estudio prospectivo al año 2050: TIC y verticales. Fase 1: Estado de situación. Vertical Agro-forestal y alimentos. Noviembre de 2017.
- IICA – BID – Microsoft (2020). Conectividad rural en América latina y El Caribe. Un puente al desarrollo sostenible en tiempos de pandemia. 120 p.
- INEFOP (2019). Servicios agrotecnológicos en Paysandú: necesidades y oportunidades de desarrollo. Estudio elaborado por Qualitas Agroconsultores para el Instituto Nacional de Empleo y Formación Profesional y la Intendencia Departamental de Paysandú. 163 p.
- ITU (2018a). Measuring the information society report 2018. Vol 1. 204 p.
- _____(2018b). Measuring the information society. Volume 2. ICT Country profiles. 244 p.
- _____(2017). Measuring the information society report 2017. Vol 1. 170 p.
- MGAP-DGDR (2020). Guía para la incorporación sistemática de TIC en sistemas y cadenas productivas agropecuarias. Primer producto de: Agricultura competitiva sostenible y resiliente al Cambio Climático. Programa cooperativo FAO-BID.
- Mordezki, M; Peterson, A. 2018. *¿Iniciativa agritech? Plan para la atracción de IED y proyectos I+D*. Consultoría contratada por Uruguay XXI y BID. Presentación.
- 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. 13 p.
- Sotomayor, O., A. Rodríguez, M. Rodrigues y P.Wander (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, pp. 199 - 222.
- URSEC (2018). Evolución del sector telecomunicaciones en Uruguay. Unidad Reguladora de Servicios de Comunicaciones. Datos estadísticos, diciembre de 2018. 114 p.
- World Economic Forum. 2018. Readiness for the Future of Production Report 2018. Insight Report in collaboration with A.T. Kearney. 266 p.

Luiz Beduschi, Hugo Martínez, Ximena Quezada, Eduardo Ramírez, Adrián Rodríguez, Mônica Rodrigues, Octavio Sotomayor y Paul Wander

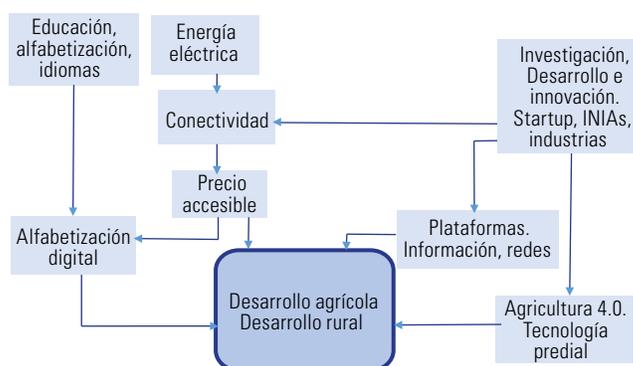
A. Elementos generales

La digitalización genera cambios positivos en la economía incluyendo los sistemas alimentarios. Los efectos de innovaciones digitales son variados y en diferentes ámbitos. En general tienen impacto positivo en productividad y fortalecen los vínculos con los mercados de productos y de servicios. Sin embargo, se aprecia una gran diferenciación entre grupos de productores y territorios con ventajas en adaptar estas innovaciones y, por otro lado, grupos y territorios que se encuentran estructuralmente impedidos o, con altas restricciones, para desplegar innovaciones digitales en sus modelos de producción y vinculación al mercado. Aquí hay un espacio especialmente importante para el despliegue de políticas públicas con enfoque territorial.

Para que el uso de las tecnologías digitales en la agricultura y en las zonas rurales sea una realidad se deben dar la condición base de la presencia de infraestructura, que incluye la existencia de conectividad a un precio accesible y la alfabetización digital, y una vez resuelta esa restricción, la existencia de las herramientas: plataformas de información y redes de trabajo digital, y oferta de dispositivos y maquinaria que permitan el uso de tecnologías de la llamada Agricultura 4.0 en el sistema alimentario. Para el desarrollo o adaptación de estos servicios y tecnologías —ya sean plataformas de información y trabajo, o implementos para uso en la producción— para el uso en los países de la región, las políticas y estrategias de Investigación, Desarrollo e innovación (I+D+i) son un elemento también fundamental para la presencia de estas herramientas digitales en los territorios.

En el diagrama IX.1 se muestra un modelo de flujo que muestra las potenciales barreras/oportunidades para la utilización de estas herramientas digitales hacia el objetivo de las políticas sectoriales, que son el desarrollo agrícola y el desarrollo rural. En el lado izquierdo de la figura se muestra el flujo necesario para que se presenten las condiciones básicas (infraestructura), y en el lado derecho las herramientas digitales mencionadas.

Diagrama IX.1
Flujo de barreras/oportunidades para el uso de las herramientas digitales en el desarrollo agrícola y rural



Fuente: Elaboración propia.

En los nueve países estudiados la situación de las condiciones básicas, conectividad y alfabetización es diversa, y en parte esta condiciona la presencia efectiva de herramientas digitales accesibles a los actores rurales, especialmente a la Agricultura Familiar. En el cuadro IX.1 se presenta una mirada comparativa general, acerca de los aspectos mencionados anteriormente, y también dos columnas que se refieren a la existencia de Agendas Digitales, nacionales y sectoriales. En los siguientes puntos del capítulo se desarrollan cada uno de estos temas.

B. Infraestructura digital: acceso y alfabetización

En los ecosistemas digitales existen un conjunto de bienes públicos que son necesarios para que el potencial impacto de la innovación digital se exprese de manera eficiente, amplia y eficaz. El acceso a internet y alfabetización digital aparecen hoy como bienes públicos de primera necesidad para un desarrollo inclusivo en los territorios rurales.

En cobertura de internet en territorios rurales, la baja densidad de población en zonas lejanas a centros urbanos parece ser la principal limitante. Así, países con gran superficie tienen altos costos para llegar a las últimas millas a proveer internet solo a unos pocos habitantes, lo que sería el caso de Argentina, Brasil y México. Sin embargo en países de menor superficie, como Guatemala y Honduras, la llegada de la conectividad también es deficiente, aunque en este caso se puede deber a la falta de electrificación rural, el alto precio, o sencillamente al bajo interés de los habitantes (asociada a los problemas de alfabetización, educación, y por tanto baja alfabetización digital) que deriva en que demanden menos el servicio a los oferentes. Es un fenómeno multicausal, que se daría muchas veces por combinación de factores.

En cuanto al costo que debe pagar el usuario por el servicio, tal como se menciona en el capítulo II del presente libro, México y Colombia serían los más accesibles medidos en dólares norteamericanos; y México, Uruguay y Chile lo serían al medirlo en porcentaje del PIB *per cápita* gastado por los usuarios. En El Salvador, Argentina, Honduras y Guatemala el costo alcanza valores muy altos, tanto medido en dólares norteamericanos como en porcentaje del *per cápita* gastado por los usuarios.

La alfabetización digital, definida como la capacidad o habilidad para el uso de las TIC, por cierto determina que se haga uso de Internet una vez que se cuenta con conexión. Esta alfabetización requiere condiciones básicas, un nivel alto de alfabetismo de la población, y el nivel educativo de la misma. Desde esa mirada, el analfabetismo es una limitante importante en países como Guatemala y Honduras, así como en zonas del Brasil. El Censo Agropecuario de 2017 de Brasil evidenció que 12% de los productores familiares concluyó la educación media, y apenas 2,7% posee educación superior completa. Estas mediciones son aún más bajas en las regiones Norte y Nordeste.

Las mejoras en educación, a las que se podría sumar algún nivel de entrenamiento en el uso de las TIC, para agricultores y trabajadores rurales, son políticas e instrumentos relevantes para ir adaptando a los habitantes rurales a este cambio tecnológico. En Honduras y Guatemala existen iniciativas gubernamentales, apoyadas por el BID, que capacitan a los agricultores en el uso de las TIC focalizados a la producción agrícola y a la resiliencia al Cambio Climático. En los países centroamericanos existen también iniciativas supranacionales que trabajan en las cadenas del café y el cacao con los agricultores y sus cooperativas. Todas estas iniciativas contribuyen a la alfabetización digital de los productores agrícolas.

Cuadro IX.1

Resumen de la situación en los países en las categorías de servicios y políticas digitales agropecuarias

| Pais | | Infraestructura (conectividad y alfabetización digital) | Plataformas de información y redes | Agricultura 4.0 (agricultura de precisión, robótica, otros) | Investigación Desarrollo e innovación en agricultura digital | Agenda digital nacional | Agenda de agricultura digital |
|-------------|-------------|--|--|--|---|-------------------------|---|
| México | Estado | Media | Alta | s.i | s.i. | Sí | Expresión de voluntad |
| | Observación | Acceso desigual por territorios | Información climática, sanitaria y económica. Apoyo privado a gestión administrativa | | | | Se observa interés de la SADER y la IFT en desarrollar una Agenda Digital Agroalimentaria |
| Honduras | Estado | Baja | Media | Baja | Baja | No | En diseño |
| | Observación | La conectividad rural es débil, por electrificación y cobertura, baja alfabetización | Numerosas en clima. Transferencia tecnológica por cadenas (café, cacao). Algunas supra nacionales | No se observa | No especificada | | Hay avances en la elaboración de una agenda |
| Guatemala | Estado | Baja | Media | Baja | Baja | Sí | No |
| | Observación | Por poca cobertura electrificación, baja alfabetización, dificultad por idiomas | Numerosas en clima. Transferencia tecnológica por cadenas (café, cacao). Algunas supra nacionales | No se observa | No especificada | | |
| El Salvador | Estado | Media | Media | Baja | Baja | Sí | No |
| | Observación | Alto costo para el usuario | Plataformas de acceso a financiamiento y de asistencia técnica (café, cacao) | No se observa | No especificada | | |
| Brasil | Estado | Media | Alta | Alta | Alta | Sí | Sí |
| | Observación | Acceso desigual por territorios, baja alfabetización en zona norte | Gestión de negocios, <i>Market place</i> , información fito y zoonosanitaria. Transferencia tecnológica en algunos estados | Agricultura de precisión, ganadería de precisión | EMBRAPA y alta presencia de startups | | Agenda diseñada en 2019, con plan de acción en 2020 |
| Argentina | Estado | Media | Alta | Alta | Alta | Sí | No |
| | Observación | Desigualdad territorial | Información de clima, agrológica, mercados, y transferencia tecnológica | Agricultura de precisión, ganadería de precisión, riego | Alta presencia de startups, empresas de maquinaria, aportes de INTA | | No habría coordinación formal entre los actores |
| Chile | Estado | Media/alta | Media | Media | Media | Sí | En diseño |
| | Observación | Buena en hogares rurales, débil en las explotaciones | Información agrológica, climática y de mercados | Riego, casos en ganadería y agricultura | Presencia media de startups, aporte de INIA y Ues | | Se crearon grupos de trabajo convocados por Ministerio de Agricultura |
| Uruguay | Estado | Alta | Media/Alta | Alta | Alta | Sí | No |
| | Observación | Buena cobertura, buena alfabetización | Información climática, agrológica, plataformas privadas de gestión y transferencia tecnológica | Agricultura de precisión, ganadería de precisión, gestión forestal | startups, exportación de servicios, aportes de INIA y Ues | | Se intentó su implementación, pero no hubo institución que liderara nitidamente la coordinación |
| Colombia | Estado | Alta | Alta | Baja | s.i. | Sí | Sí |
| | Observación | Dentro del universo de las 27.000 empresas analizadas | En cuanto a cifras, Baja en comparación con otros sectores de la economía de Colombia | En comparación con otros sectores de la economía de Colombia | | | Agenda para el ámbito de las 27.000 empresas agropecuarias, bajo el liderazgo de CCB y MinTIC |

Fuente: Elaboración propia.

En Uruguay se ejecuta desde el año 2007 el Plan Ceibal. Desde su implementación, cada niño, niña y adolescente que ingresa al sistema educativo público en todo el país accede a una computadora para su uso personal con conexión a Internet gratuita desde el centro educativo. Además, Plan Ceibal provee un conjunto de programas, recursos educativos y capacitación docente que transforma las maneras de enseñar y aprender. En Argentina entre 2010 y 2012 se desarrolló un plan similar, llamado Conectar Igualdad, de entrega de equipos y de capacitación a nivel escolar en el territorio; este Plan se retomó a raíz de la pandemia en el 2020.

En síntesis, en los países centroamericanos y en Brasil, los temas de educación y analfabetismo parecen estar limitando de manera sustantiva el uso de la conectividad por pequeños productores en zonas importantes. A su vez, los problemas de acceso a Internet parecen ser un desafío para todos los países, aunque de mayor dificultad en países con geografía extensa y compleja, como Argentina, Brasil y México, además de zonas en las que no habría cobertura eléctrica en Centroamérica y también en el Nordeste brasileño.

En países como Uruguay y Chile, si bien la cobertura de Internet se sigue presentando como un desafío, al parecer las políticas habrían estado mejorando esa cobertura en los últimos años. Particularmente el liderazgo de Uruguay, tanto en conectividad como en alfabetización digital, resulta poco explicable que no se haya reflejado en el mencionado trabajo de IICA-BID-Microsoft (2020), en el que se clasifica dentro de los países de “Cluster de conectividad media”.

C. Plataformas de información y comunidades virtuales

Las plataformas de información climática, de hidrología y suelos, además de las que proveen de información de mercado, tienen una presencia importante en todos los países de la región. Corresponden en su gran mayoría a bienes públicos provistos por el estado, aun cuando hay plataformas que prestan servicios de información un tanto más especializadas correspondientes a startups privados, particularmente en Argentina y Uruguay.

La articulación público privada en la provisión de estos datos no es homogénea entre los distintos países. En Chile existe articulación a través de una Red Agrometeorológica Nacional, aunque según opinión de los actores ésta requiere muchos puntos más de toma de datos y sería insuficiente para hacerse cargo de la diversidad agrológica. En el caso de Argentina, no existe esta colaboración público privada a nivel nacional, sin embargo en opinión de INTA lo que provee la institucionalidad pública es suficiente para la toma de decisiones en el territorio. En el caso de Uruguay, si bien se estima que la calidad y cobertura territorial de datos es buena para efectos de pronóstico, para la operación eficiente de los seguros agrícolas se requeriría una mayor precisión territorial.

En los países de Centroamérica muchas veces la colaboración de organismos multilaterales y de países como Estados Unidos sirve para proveer de sistemas de información climática y de precios de productos. Estos en ocasiones tienen iniciativas subregionales, el Sistema de Información Centroamericano (SICA) provee un buen nivel de articulación para políticas actuales y potenciales. La vulnerabilidad al Cambio Climático es un elemento común que poseen estos países que puede tener un tratamiento conjunto.

En el caso de los países estudiados en Centroamérica, el enfoque de cadenas de valor, particularmente en café y cacao, es bastante nítido en cuanto a la provisión

de servicios, tanto de gestión como de asistencia técnica. Existen varias plataformas por rubros que además son supranacionales, que son operadas por organizaciones de productores, organismos multilaterales y ONGs internacionales.

La transferencia de tecnología a través de plataformas también está presente en Brasil. A través de las empresas ATER, en los estados de Minas Gerais, Santa Catarina y Paraná se desarrollaron *softwares* propios para apoyar las actividades de orientación técnica de los responsables en campo, lo cual ha contribuido para la difusión de tecnologías digitales entre pequeños productores rurales.

En Argentina, el INTA desarrolló una Agencia Virtual como una herramienta de gestión innovadora que, desde las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, propone una actualización de las formas de consulta e intercambio entre técnicos y usuarios. En situación de pandemia, la demanda por este servicio por parte de los agricultores ha crecido sustantivamente.

En general, en cuanto a plataformas de entrega de información la provisión parece suficiente observada desde la demanda de los agricultores. Sin embargo, es un área que desde la oferta siempre podrá entregar más beneficios para la toma de decisiones, los que una vez percibidos por los usuarios con seguridad serán utilizados de manera más masiva. Se requerirá, entonces una articulación desde la oferta que pueden desarrollar las startup sobre la base de instrumentos que ya proveen para otros sectores de la economía, por tanto una articulación con los institutos de investigación tradicionales (INIAs), que dominan la realidad tecnológica del sector, tienen una mayor credibilidad para emitir juicios técnicos pues son entidades públicas y tienen una mayor independencia de los proveedores de tecnología, y por tanto pueden identificar bien las oportunidades que estas tecnologías pueden representar para la agricultura, principalmente a nivel de mipymes.

D. Cobertura de la Agricultura 4.0 a nivel predial

Como se ha tratado en otros capítulos de esta publicación, la cobertura de la agricultura de precisión, la robótica y otros dispositivos de aplicación predial se justifica en la medida que haya una demanda importante en el territorio. Esto es, rubros con una superficie y número de productores importante para el caso de tecnologías específicas, que rentabilice el desarrollo, adaptación o importación de los equipos; o que se trate de tecnologías aplicables horizontalmente a distintos rubros, de manera que se genere una demanda potencial que permita escalas que generen incentivos a la oferta.

Adicionalmente, por ser los beneficios privados fundamentalmente ahorros marginales de costos, la escala de trabajo de la explotación debe ser lo suficientemente grande para que ese ahorro sea atractivo para el agricultor. Con esa consideración, es bastante lógico que la agricultura de precisión se haya instalado de manera importante en Brasil, Argentina y también en Uruguay.

En Argentina y Uruguay el proceso de agriculturización se dio de la mano de la aparición de los pooles de maquinaria, gracias a los cuales inversionistas ajenos a la agricultura inicialmente, incursionaron en el sector principalmente en el cultivo de la soja. Las empresas contratistas de maquinaria entonces proveen los servicios de siembra, pulverización y cosecha, y asociado a esos equipos, se ha incluido dispositivos digitales para hacer más eficiente su operación. En el caso de Brasil es más frecuente que los grandes agricultores sean propietarios de la maquinaria.

En los trabajos sobre Brasil y de Uruguay se menciona que muchas veces los medianos productores no valoran la inclusión de los dispositivos digitales, y lo consideran un agregado menor de la maquinaria de baja utilidad. Esto, en Uruguay muy asociado al arriendo de tierras para el cultivo, donde el uso eficiente del recurso a largo plazo no es prioridad para el que produce sólo por una temporada.

Estos dispositivos digitales muchas veces son provistos por startups locales que se asocian a las empresas de maquinaria y/o a los contratistas. También juegan un rol en este tema EMBRAPA en Brasil e INTA en Argentina. El principal aporte de las instituciones tradicionales de investigación en este proceso (las mencionadas más INIA en Uruguay), es la provisión de la información base (clima, suelos, hidrología) que permite la operación de estos equipos y dispositivos de agricultura de precisión.

En el caso de Chile, la alta diversificación de rubros en el caso de la agricultura empresarial, dificulta la agregación de un mercado que pueda ser interesante para la entrada de estas tecnologías de cultivo. Si bien la fruticultura es un sector de gran importancia, esta se compone de varios rubros: uva de mesa, manzanos, paltos, arándanos, cerezos, entre varios otros; para los que por ejemplo maquinarias de cosecha mecanizada y manejo de cultivo y post cosecha son específicas para cada rubro frutal. Esta dispersión de rubros dificulta rentabilizar el desarrollo, adaptación o importación de equipos. Esto asociado también a que el nivel de mecanización en la fruticultura primaria en el país es bajo.

En Chile, así como en toda la zona de agricultura mediterránea, el factor de producción horizontal (común a todas las especies frutales) que sí tiene el nivel de agregación suficiente son los sistemas de riego tecnificado, y efectivamente ahí se presentan las aplicaciones de Agricultura 4.0 más masivas. También en la post cosecha existen equipos que procesan grandes volúmenes de distintos agricultores, lo que permite rentabilizar las innovaciones de punta, como en el caso de la post cosecha de las cerezas, por ejemplo. En el caso de las viñas asociadas a una producción más a granel (no para los vinos de mayor valor, donde la labor se realiza a mano), también se desarrolla una cosecha mecanizada, que puede ser atractiva para la digitalización desarrollada por startups.

Otro instrumento de uso bastante horizontal para los rubros agrícolas y ganaderos de la región son los drones, que se usan crecientemente para captura de información, como vigilancia del ganado, en Argentina y Uruguay; como así también para aplicación de agroquímicos en cultivos de alta rentabilidad como algunas especies frutales.

En cuanto a la ganadería de precisión, la labor de los institutos de investigación en Argentina, Brasil y Uruguay es muy relevante, a la par de los desarrollos provistos por las startups. Trabajos en temas sanitarios y productivos del ganado, así como sistemas y modelos que estiman la provisión de forrajes a nivel predial, son herramientas importantes provistas en gran medida por estas instituciones de investigación. En la zona sur de Chile algunas explotaciones lecheras de gran tamaño también usan estas tecnologías.

La agricultura 4.0, entonces, en la región se habría desarrollado principalmente como el paso siguiente a la mecanización o tecnificación de la agricultura (siembra, pulverización, cosecha, ordeña y riego), sobre la cual principalmente las startups y empresas de maquinaria, con apoyo de la institucionalidad pública para la información territorial, han agregado el elemento digital.

Cabe destacar también, que si bien la rentabilidad privada que obtienen los agricultores por el uso de estas tecnologías es la principal fuerza que orienta la adopción de estas tecnologías, estas presentan muchas veces externalidades ambientales positivas que son importantes, como el menor uso de agroquímicos y minimización de la deriva en su aplicación con agricultura de precisión, y la menor compactación de suelos por la aplicación con drones. Este elemento puede fundamentar también la necesidad de incluir este desarrollo en la mirada de las políticas públicas.

Para la extensión de este tipo de agricultura hacia los medianos y pequeños productores, se requerirá, entonces, resolver los temas de escala de trabajo, y la demostración más directa de los beneficios económicos que tienen estas tecnologías a nivel de explotación predial. También se requerirá acompañar este avance con el fortalecimiento del capital humano, tanto básico como avanzado, para irlo adecuando a esta realidad creciente.

E. La importancia de los datos

En la literatura revisada se identifican, a grandes rasgos, tres riesgos que presenta el desarrollo de las tecnologías de información sobre el sistema alimentario y la ruralidad. La primera es la que justifica toda esta reflexión llevada a cabo a través de este libro y muchas otras publicaciones: la simetría con que pueden penetrar estas tecnologías entre los sectores y territorios amenaza con agrandar las brechas actuales entre países, territorios y tipos de agricultores. Los países de la región deben anticiparse a esta realidad resolviendo las asimetrías que se han analizado en este libro.

Una segunda preocupación se refiere particularmente al desarrollo de herramientas que operan de manera autónoma, sin presencia del estado, a través de los territorios y los países, lo que si bien perfecciona la eficiencia evitando la presencia de intermediarios, queda ajena a las políticas y normativas tributarias, ambientales, de seguridad, entre otras. Particularmente el foco se pone en el desarrollo del blockchain, que entrega mucha transparencia y eficiencia en el funcionamiento de las cadenas, por ejemplo para sistemas de trazabilidad, pero que presenta riesgos tanto al no saber quienes son los actores que realizan estas transacciones (su situación jurídica, tributaria, etc.), así como por la posibilidad de la llamada colusión tácita que podrían realizar algunos actores a través de la misma transparencia que presentan los datos del sistema. Es un tema recientemente abierto a la discusión: “Es necesario más trabajo para entender los riesgos que poseen las tecnologías digitales sobre el poder de mercado, la posibilidad de colusión, y mayormente la formación de monopolios digitales. Los gobiernos necesitarán fortalecerse para efectivamente regular la economía digital.” (FAO, 2020). Para responder a estos desafíos la FAO y otras organizaciones internacionales han propuesto la creación de un espacio que facilite la discusión sobre digitalización de la agricultura, denominado “Plataforma Internacional para la Alimentación y la Agricultura Digital” (FAO, 2020). Este foro incluirá a los gobiernos, las organizaciones de productores, el sector privado, los organismos internacionales y científicos y la sociedad civil, para examinar como maximizar los beneficios de la digitalización y como minimizar riesgos.

La tercera preocupación, y que se genera a nivel de producción primaria principalmente, se refiere a la privacidad/propiedad/uso de los datos capturados principalmente por las herramientas clasificadas aquí como de Agricultura 4.0. “Agricultores y operadores pueden tener válidas preocupaciones sobre la propiedad, privacidad, seguridad y uso equitativo de los datos producidos a la luz del uso de estas tecnologías, y esas preocupaciones pueden dificultar la adopción de estas tecnologías.” (Bahn y otros, 2021).

Por el lado de los beneficios, la Big Data que se alimenta con esta información es diferente a la información “análoga” con la que se viene trabajando desde décadas para generar información para políticas agropecuarias y desarrollo tecnológico; esta puede ser colectada y analizada en grandes volúmenes, y desarrollar una mirada sitio-específica por ejemplo de la variación climática y los rendimientos productivos, pudiéndose realizar una recomendación productiva mucho más precisa. Las grandes compañías colectan información de las operaciones de sus clientes, así como de sus datos de suelos y clima específicos, los analizan y luego en muchos casos mejoran de manera importante su

entrega de insumos y servicios para los agricultores, preservando el uso de los recursos naturales y minimizando el uso de fertilizantes y pesticidas. La venta de esos insumos y servicios mejorados para los productores también genera mayores ingresos a las compañías, los que frecuentemente son protegidos por patentes y derechos, de manera que sea un incentivo para encadenar con la investigación y desarrollo tecnológico (FAO, 2020).

Sin embargo, la propiedad de los datos genera preocupaciones, ya que el espectro cubierto desde datos públicos a personales es muy amplio. En un lado del espectro, como se mencionó, están los datos libres a los que todos acceden, y que sirven para el desarrollo de tecnologías más dirigidas a los objetivos de los productores, y en el otro lado del espectro están los datos privados, de información más personal generalmente relacionado con datos del individuo. “Más trabajo es necesario para crear sistemas dirigidos a la preocupación de la privacidad, que no minen la innovación y el progreso tecnológico” (FAO, 2020).

Las políticas de datos, que por ejemplo permitan compartir información referente a climas y suelos, que alimente la Big data y permita un desarrollo sitio-específico de las tecnologías, son claramente beneficiosas para todos los actores, son un bien público sin rivalidad en su uso. Sin embargo, más razonable parecería ser limitar la libertad de uso de información considerada sensible, la que puede ser personal, y también referente a datos productivos actuales. Por ejemplo, que un poder comprador importante conozca el volumen cosechado por un agricultor, sin que este tenga conocimiento de la situación de abastecimiento de materia prima que tenga esa industria, puede generar una asimetría de información en la negociación de los precios.

Por ejemplo, en la Agenda para la Digitalización del sector Agroalimentario y Forestal y del Medio Rural de España, se incluye el apoyar un Código de Conducta, como uno de los aspectos principales para fomentar el intercambio de datos y la expansión de tecnologías en el sector agroalimentario y en el medio rural, generando la confianza en el uso de los datos a través de una adecuada gobernanza que permita la protección de la privacidad, los derechos de propiedad y la seguridad en su intercambio y uso. (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2019).

Otro ejemplo de acuerdos para sumar datos para beneficio del sector agropecuario es la Red Agroclimática Nacional (RAN) de Chile, que integra en un solo portal en Internet: Agromet, la información proveniente de varias redes previamente existentes, para entregar información de manera uniforme, consistente y con cobertura a lo largo de todo el país. Es coordinada por el Ministerio de Agricultura y concentra los datos aportados por las estaciones de INIA, y por gremios de la industria agropecuaria como la Asociación de Exportadores de Fruta y la Asociación Vinos de Chile, entre otras.

Estas políticas de datos son un elemento relevante a ser resuelto por las agendas digitales agroalimentarias de los países, así como posiblemente por instrumentos o agendas supranacionales o regionales.

F. Sistemas de innovación en tecnologías digitales en los países de la región

El sector público en los diferentes países de la región se encuentra desplegando acciones que favorecen las innovaciones digitales en los sistemas agroalimentarios. Sin embargo, muchas de las acciones se están implementando de una manera más bien aleatoria y dispersa. Generar una estrategia que permita una mejor coordinación público - privada, y de centros de investigación y universidad con actores territoriales de la pequeña y mediana empresa y productores de alimentos; parece ser un espacio de trabajo que se debería desarrollar en los siguientes años.

Muchas de las innovaciones aplicadas en la llamada Agricultura 4.0 de aplicación predial, así como otras que operan en extender la cobertura de las señales 3G o 4G, pueden ser y son de hecho importadas por los países de la región, algunas de las cuales ni siquiera requerirían ajustes técnicos para su aplicabilidad. Esto se da especialmente en las tecnologías que van desde la post cosecha hacia adelante en la cadena. Sin embargo, se requiere el desarrollo de la I+D+i en nuestros países, tanto por que las tecnologías están más direccionadas a resolver los problemas locales, como porque el valor que se captura de los desarrollos se queda en los países, y además contribuye a la llamada derrama tecnológica, que es la externalidad positiva del escalamiento en el desarrollo de la investigación.

La I+D+i se sitúa en todos los eslabones de esta relación digitalización-agricultura: en la conectividad en territorios rurales; en la creación de plataformas de servicios para la agricultura y el desarrollo rural; en la captura, análisis y entrega de información para la toma de decisiones; y en el desarrollo de implementos de la llamada Agricultura 4.0 a nivel predial.

La particularidad que tiene el tema con respecto al desarrollo tecnológico tradicional del sector es que combina dos áreas de la innovación: la innovación digital con la innovación agropecuaria. Esto se traduce en las singularidades que plantea BID (2018) para el caso de Argentina: tecnologías gatilladas desde la oferta, dificultades de identificar los beneficios con claridad, nuevos actores (*startups*), y un marco institucional asociado a la innovación desde el sector privado.

A lo anterior se agrega lo descrito por BID Lab (2020), referido a las condiciones para ese desarrollo: mercado local de gran escala, ecosistemas favorables a los emprendimientos de base tecnológica, masa crítica de profesionales dedicados principalmente a la agricultura extensiva¹, tendencia a mayor especialización (apuntando más a verticales, o cadenas).

La I+D+i en agricultura digital en la región podría pasar entonces por:

- **Articulación de los actores de la innovación digital (*startups*) con los de la innovación agropecuaria.** Esto implica reconocer el necesario complemento entre los dos mundos, y más que intentar generar esas capacidades en uno de los actores, desarrollar esta conversación. En el caso de Uruguay, se resalta el llamado “Desafío Ag Tech”, en el que el ministerio de Ganadería y Agricultura (principalmente a través de INIA) identifica las demandas en las que estas tecnologías podrían colaborar, y convoca a las *startups* a proponer soluciones innovadoras (capítulo de Uruguay). En Brasil, el Plan de Acción de la Cámara Agro 4.0 plantea entre sus ejes: “aproximar las empresas de base tecnológica, *startup* e integradoras de los pequeños, medios y grandes productores” (capítulo de Brasil).
- **Apuntar a los verticales (o cadenas) más masivas, hoy y en el futuro.** En efecto, según BIDLab (2020), Uruguay tiende a focalizar sus proyectos de innovación en ganadería, Chile en cultivos permanentes (frutales y viñas), y Argentina en cultivos de secano. Brasil, por su parte, tiende a especializarse en ganadería y cultivos de secano.
- **Promover los ecosistemas favorables a la innovación.** Implicaría acercar, incluso físicamente, el trabajo de las *startups* con las instituciones tradicionales de investigación, con los agricultores y las agencias de innovación, a través de enfoques de *Cluster* o *Hubs*; estos modelos facilitan esta articulación para el desarrollo, y promueven también la mencionada derrama tecnológica, que ayuda a alimentar el círculo virtuoso.

¹ Este elemento es particular para la Argentina, en que la llamada agricultura extensiva es la que más demanda estas tecnologías. Para otros países pueden ser cultivos intensivos, ganadería, entre otros.

Para el caso de los países de Centroamérica y México en el presente libro no se identifica el tema de la I+D+i, sin embargo sí se dibuja con claridad el enfoque de cadena agroalimentaria, y la conveniencia de una mirada subregional, en cuanto a la focalización en las cadenas del café y el cacao, y en la gestión subregional de la resiliencia al Cambio Climático.

Para hacerse cargo de los tres elementos mencionados, es de gran importancia la coordinación entre las instituciones de Investigación Agropecuaria (INIAs) y las universidades, con las startups Pymes y empresas digitales, y la industria (tanto de maquinarias agropecuarias como la agroindustria procesadora). Las primeras, INIAs y universidades, pueden identificar bien las demandas de la producción primaria, y probar los desarrollos en el campo; las segundas, startup y Pymes digitales pueden identificar y extender la oferta de tecnologías desde la mirada urbana e industrial; y las industrias pueden en definitiva implementar y poner en el mercado las tecnologías. A los gobiernos les cabría una función de coordinar a los actores y de proveer la infraestructura básica y de información general (clima, suelos, hidrología) para que esta articulación sea posible. En tal sentido, es relevante la reciente creación de la Red Iberoamericana para la Digitalización de la Agricultura y la Ganadería (RIDAG), en la que participan los Institutos de Investigación Agrícola de la región, más universidades y centros tecnológicos seleccionados.

G. Agendas de agricultura digital en los países

Como se observa en el cuadro inicial y los puntos anteriores de este texto, y en profundidad en los capítulos referentes a los países estudiados, la situación de instrumentos que fomenten la agricultura digital en la región es diversa.

En algunos países hay grandes debilidades en acceso y alfabetización, más allá de los grandes agricultores, ya sea por no tener cobertura de energía, por baja alfabetización y educación o por acceso propiamente tal (asociado a cobertura territorial y al costo para el usuario). En cuanto a la información entregada por plataformas abiertas en general la cobertura es suficiente, aunque en plataformas para transferencia tecnológica hay diferencias. Finalmente, en cuanto a Agricultura 4.0 e I+D+i, se observa diferencias importantes entre países, asociadas principalmente al tamaño del mercado y la escala de producción.

En cuanto a la necesidad de agendas, como se fundamenta en los capítulos del presente libro, esta es recomendable para, a través de la articulación de los actores, resolver asimetrías entre coberturas urbanas y rurales, para aminorar las brechas entre grandes y pequeños agricultores, para anticipar escenarios de cambio en las aptitudes laborales que pueden ser complejos, y para articular la oferta y demanda de innovaciones para la digitalización de los sistemas agroalimentarios. También estas agendas podrían aportar en la coordinación de políticas de datos, que contribuyan a alimentar la información (Big data), en beneficio de todos los actores del sector agroalimentario.

En España existe de 2019 la Agenda para la Digitalización del Sector Agroalimentario y Forestal y del Medio Rural, cuyo objetivo es definir las líneas y medidas estratégicas necesarias para impulsar la transformación digitalización de los sectores agroalimentario y forestal y del medio rural, así como los instrumentos necesarios para su ejecución, de manera que se eliminen o se reduzcan las barreras técnicas, legislativas, económicas y formativas existentes en la actualidad. Incluye como Objetivos estratégicos: i) Reducir la brecha digital, tanto la urbana-rural como entre pequeñas y grandes empresas, ii) Fomentar

el uso de datos como motor de impulso sectorial, iii) Impulsar el desarrollo empresarial y nuevos modelos de negocio. (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2019).

En la región, de los países estudiados sólo Guatemala y Honduras aún no cuentan con una Agenda Digital Nacional, lo que parece ser la base para propender a una buena conectividad, a la alfabetización digital de la población y el desarrollo de innovaciones digitales para la economía y los servicios gubernamentales. En cuanto a líneas de trabajo asociadas al uso y desarrollo de estas herramientas digitales aplicadas al sector agroalimentario, en la totalidad de los países hay iniciativas, de servicios gubernamentales y de la cooperación internacional. Sin embargo, las agendas de agricultura digital sólo están validadas desde la institucionalidad pública para el caso de Brasil, y para el segmento agroalimentario de empresas medianas y grandes de Colombia.

Brasil es el único país con una agenda digital agropecuaria nacional en operación, y es liderada por la Cámara del Agro 4.0, creada en el año 2019. Esta mesa de trabajo responde al rol de importante *player* que tiene Brasil en el mercado agropecuario mundial. Su plan de Acción, definido en diciembre de 2020, busca “promover acciones encaminadas al desarrollo y generación de soluciones aplicadas a la agricultura brasileña, la expansión de Internet en el campo y la promoción y difusión de tecnologías y servicios innovadores en el ambiente rural”.

Colombia cuenta con una agenda desarrollada en conjunto entre el Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (MinTIC) y la Cámara de Comercio de Bogotá. Es un documento elaborado en base a un diagnóstico de la situación de las empresas agropecuarias, aunque tiene la particularidad de trabajar con un universo de 23.781 establecimientos agropecuarios, de las más de 600 mil unidades productivas presentes en el país. Se trata entonces de empresas de mayor tamaño, lo que se observa en los altos niveles de conectividad y uso de Internet. Si bien no es comparable esta focalización a la analizada para los otros países, es un instrumento interesante, que puede ser el punto de partida para desarrollar a este sector, y luego expandir la mirada a las explotaciones más pequeñas.

En Honduras, la asistencia técnica brindada por FAO y el BID al Gobierno Hondureño, con el estudio “Aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicación en el Sector Agropecuario Hondureño”, representa la antesala de una Agenda Digital Agroalimentaria, que logró un convenio de cooperación en 2019 para la puesta en marcha del Programa Integral de Desarrollo Rural. Los tres principales objetivos de desarrollo que los actores claves identifican al impulsar una Agenda Digital Agroalimentaria son: El acceso a mercados e integración de cadenas de valor; las capacidades digitales de la población agropecuaria; y la capacidad y cobertura de los servicios de extensionismo y su vinculación con las instancias de investigación.

En Chile, a finales de 2020 el ministro de Agricultura convocó a los servicios del ministerio para coordinar el trabajo y así contar con una Estrategia de Desarrollo de la Agricultura 4.0 a nivel ministerial. En este contexto, se estructuró, en primer lugar un Consejo Científico Asesor que tendrá por objetivo sistematizar y contextualizar evidencia científica nacional e internacional disponible.

En 2018 Uruguay XXI, Agencia de promoción de exportaciones y atracción de inversiones del Uruguay, identificó las redes tecnológicas con potencial de agendas de desarrollo para la atracción de inversiones y la promoción de las exportaciones en AgTech, y en agosto de ese año convocó a distintas instituciones, públicas y privadas a discutir los resultados y propuestas de ese trabajo. A partir de esa reunión se conformó una mesa de trabajo con el objetivo de avanzar en el desarrollo de la iniciativa AgTech en Uruguay. Sin embargo, esa instancia no cuenta todavía con un liderazgo institucional que oriente el trabajo de las instituciones a través de una agenda que permita la suscripción de compromisos y su seguimiento. Aun así, sin una agenda

para coordinación permanente de las instituciones, se desarrollan en el país iniciativas específicas para temas de agricultura digital que articulan a muchos de los actores para los fines particulares de estos programas (Plan Ceibal y Desafío Agtech, entre otros).

En Argentina, México, El Salvador y Guatemala, no se identifican acciones gubernamentales tendientes a conformar una mesa de actores para una Agenda digital agropecuario. Si bien en estos países existen líneas de política en el tema digital, y también articulaciones puntuales entre servicios y actores sectoriales y los del mundo de las TIC, no se observan esfuerzos por la construcción de una agenda digital agropecuaria o agroalimentaria propiamente tal.

Desde la mirada regional, parece aún prematuro pensar en una Agenda Regional de Agricultura Digital, toda vez que en la mayoría de los países aún se opera en base a una Agenda Digital Nacional, y programas o líneas de trabajo del sector agroalimentario que abordan de manera dispersa estos tópicos. Parece ser más recomendable en esta etapa colaborar con los países en el desarrollo de estos instrumentos, en la línea de lo ya desarrollado en Brasil. Sin perjuicio de esto, el desarrollo de líneas de trabajo regionales o subregionales que aborden algunas de estas temáticas sí parecen ser necesarios en esta etapa, abordando temas específicos, desde propuestas de códigos de conducta en el uso de los datos, de manera de propender a información ordenada y de acceso masivo para el desarrollo sectorial, hasta proyectos y programas subregionales que se hagan cargo de incrementar la escala de las demandas dispersas para facilitar la oferta de soluciones tecnológicas de la agricultura digital.

Bibliografía

- Bahn, R.A.; Yehya, A.A.K.; Zurayk, R. (2021) Digitalization for Sustainable Agri-Food Systems: Potential, Status, and Risks for the MENA Region. *Sustainability* 2021, 13, 3223. <https://doi.org/10.3390/su13063223>.
- Banco Interamericano de Desarrollo (2018). La revolución agrotech en Argentina. Financiamiento, oportunidades y desafíos. 100 p.
- BID Lab (2020). Mapa de innovación AgTech en América Latina y el Caribe. 66 p.
- FAO. (2020). The State of Agricultural Commodity Markets 2020. Agricultural markets and sustainable development: Global value chains, smallholder farmers and digital innovations. Rome, FAO. <https://doi.org/10.4060/cb0665en>.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2019) Agenda para la Digitalización del sector Agroalimentario y Forestal y el Medio Rural. Gobierno de España, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Documento borrador. 75 p.

La crisis sanitaria generada por la pandemia de enfermedad por coronavirus (COVID-19) ha acelerado el proceso de digitalización de la sociedad: avances que se preveía demorarían años en concretarse, se han producido en pocos meses. Las tecnologías digitales han sido esenciales para el funcionamiento de la economía y la sociedad durante la emergencia. Puede decirse que estamos frente a un verdadero cambio cultural, pues esta tendencia incide en todos los ámbitos y sectores sociales.

Los países de la región han adoptado medidas para impulsar el uso de soluciones tecnológicas y cautelar la continuidad de los servicios de telecomunicaciones. Sin embargo, el alcance de esas acciones ha estado limitado por diversas brechas digitales, muy restrictivas en el mundo de la agricultura y la ruralidad. Estas innovaciones incluyen todos los eslabones del sistema alimentario. Para analizar ese proceso, en este trabajo se identifican los cambios y avances en curso en nueve países de la región, con especial énfasis en las políticas públicas y la inclusión de los pequeños agricultores. Con ello se busca proponer nuevas ideas para promover un proceso de digitalización que ayude a acelerar una transición hacia un sistema alimentario más inclusivo y sostenible.

