

APORTES CIENTÍFICOS Y TECNOLÓGICOS DEL INIA A LAS **TRAYECTORIAS AGROECOLÓGICAS**

Editores: Georgina Paula García-Inza, José Paruelo y Roberto Zoppolo



Capítulo 24

TIC para sistemas agropecuarios más sostenibles

Guadalupe Tiscornia, Adrián Cal y Juan Manuel Soares de Lima

1. Introducción

El término “tecnologías de la información y comunicación (TIC)” se refiere a todas las tecnologías de la comunicación, incluyendo Internet, redes inalámbricas, teléfonos celulares, computadoras, *software*, videoconferencias, redes sociales, y otras aplicaciones y servicios de medios que permiten a los usuarios acceder, recuperar, almacenar, transmitir y manipular información en forma digital. También alude a la convergencia de la tecnología de los medios como audiovisual y redes telefónicas con redes de computadoras. Sin embargo, no existe una definición universalmente aceptada de TIC, teniendo en cuenta que los conceptos, métodos y herramientas involucrados en las TIC están evolucionando diariamente (Agricultural Information Management Standards, 2020).

Es evidente, en los últimos años, la inserción de las TIC en todos los órdenes de la vida y el sector agropecuario no es ajeno a esto. A nivel mundial, distintas tecnologías y mejoras en el procesamiento de datos se han venido incorporando al sector, con beneficios en distintas dimensiones. En el sector agropecuario, el uso de TIC permite el desarrollo de soluciones para abordar cuestiones como seguridad alimentaria, nutrición y agricultura sostenible. A través del uso de las TICs se han logrado innovaciones en los servicios de asesoramiento a los agricultores, análisis de precios del mercado de valores y productos básicos, recopilación de datos meteorológicos, sistemas de alerta temprana, servicios financieros, trazabilidad de productos agrícolas y recopilación de datos estadísticos agrícolas, entre otros.

1.1. A nivel global

El uso de TIC en agro también se conoce con el término e-Agricultura. En 2007, la FAO y un grupo de socios lanzaron la Comunidad de e-Agricultura,¹ la cual es un espacio que busca facilitar el intercambio de conocimiento y experiencias en proyectos donde se haya usado TIC para agricultura y desarrollo rural. Actualmente, la Comunidad de e-Agricultura cuenta con más de 15.000 miembros de más de 170 países (FAO, 2015).

Hay ejemplos de uso de TIC para cadenas de valor que buscan alentar el intercambio de información entre pequeños agricultores, expertos y tomadores de decisión. A modo de ejemplo, en Colombia está la Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario de Colombia (AGRONET).² Se trata de una red descentralizada que propone proveer a pequeños agricultores y tomadores de decisión información concisa, apropiada y estratégica sobre nuevas tecnologías, para producción sostenible y diversidad de cultivos en pos de incrementar la productividad y las oportunidades de mercado. La red se conforma de varias bases de datos y brinda herramientas de inteligencia de negocios y análisis de datos (FAO, 2015).

También se han desarrollado herramientas TIC para el manejo del riesgo, cuyo ejemplo es la Red de Estaciones Meteorológicas (REM) de Argentina. Esta es una red de estaciones meteorológicas automáticas creada por la Universidad de La Punta, que provee información en tiempo real acerca de la provincia de San Luis. Esta red facilita los pronósticos, a la vez que se crea una base de datos. Está siendo usada por la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA, Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica) estadounidense (FAO, 2015). En Argentina, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) desarrolló una plataforma dedicada a fruticultura de precisión llamada FRUTIC,³ que proporciona una guía para el manejo de plagas por los agricultores. El sistema combina información de estados fenológicos, presencia de plagas y enfermedades, datos de estaciones meteorológicas. A partir de estos se generan modelos de impacto de pestes y enfermedades, y se suministran recomendaciones a los productores (Palmer, s. f.).

1 <<http://www.fao.org/e-agriculture/>>.

2 <<https://www.agronet.gov.co/Paginas/inicio.aspx>>.

3 <<https://inta.gob.ar/servicios/frutic-fruticultura-de-precision-0>>.

Hay TIC desarrolladas para suministrar información de precios y mercados, tal es el caso de la plataforma EcoMarketPeru, que conecta consumidores, empresarios y productores orgánicos agroecológicos. La plataforma relaciona a casi 3.000 familias de productores agroecológicos con mercados alternativos (FAO, 2015).

En Estados Unidos, tenemos el caso de la TIC eXtension Initiative,⁴ la cual permite a los agricultores acceder a tecnología y conocimiento agrícola a través de los servicios de extensión (Palmer, s. f.).

Con respecto a las TIC como herramientas económicas, se están desarrollando servicios financiero-móviles que permiten a los agricultores acceder a crédito, transferencia de pagos y acceso a seguros, entre otros. La innovación en TIC juega un rol importante en la producción agropecuaria y las cadenas de valor. Los sistemas de trazabilidad de alimentos que usan las TIC se han vuelto herramientas muy importantes, ya que facilitan el mercadeo y el acceso a mercados, especialmente suministrando información de precios y demanda. Asimismo, estas fortalecen la capacidad de pequeños productores de incrementar sus ganancias mejorando su posicionamiento en mercados locales e internacionales, y reduciendo costos comerciales y de transacción (FAO, 2015).

También, las TIC se han integrado con herramientas de sistema de información geográfica (SIG), de sensoramiento remoto, y tecnologías agrometeorológicas que permiten la planificación del uso de la tierra, pronósticos de cosecha, y sistemas de alertas tempranas, entre otros. A su vez, el uso de teléfonos móviles se ha vuelto muy común para el intercambio de información como vigilancia de enfermedades y seguimiento de plagas. Asimismo, las TIC ofrecen soluciones en etapas posteriores de la cadena de valor, por ejemplo, en poscosecha, transporte y almacenaje (FAO, 2015).

1.2. A nivel nacional

Las características geográficas y el reducido tamaño de Uruguay determinan que la infraestructura digital pueda alcanzar casi todos los rincones del territorio, si bien en muchas regiones la cobertura y/o el ancho de banda pueda ser limitante para determinados fines. Esto determina una

4 <<http://www.extension.org>>.

gran ventaja para el uso de las TIC en el medio rural, al menos como base potencial para su desarrollo y utilización.

En este sentido, en Uruguay existen desarrollos e implementaciones de las TIC aplicados al agro a distintos niveles: servicios de información agroclimática, servicios de información de recursos naturales, producción y comercialización, bioinformática, trazabilidad, gestión, modelos, monitoreos y alertas, y otras tecnologías (Berterreche *et al.*, 2017). A nivel empresarial, son muchas las ofertas existentes de sistemas de gestión y manejo de información, aunque su adopción por parte de los productores o técnicos es variable.

1.3. A nivel institucional

El INIA viene desarrollando, adaptando e implementando TIC aplicadas a distintos sistemas productivos desde hace varios años. Durante los primeros meses del año 2020 se realizó un relevamiento interno para identificar las distintas iniciativas relacionadas con Agrotic que se estaban llevando adelante en la institución. Como resultado de dicho relevamiento, se identificó que el 75% de los programas o unidades tiene algún relacionamiento con las TIC. Las iniciativas identificadas se categorizaron en: desarrollo de alertas, desarrollos de aplicaciones, automatismos o instalación de sensores. Se identificaron, además, las distintas instancias formales de intercambio interno o externo.

En lo que se refiere a iniciativas desarrolladas o implementadas por el INIA, de las 66 identificadas y categorizadas, la mayor cantidad están relacionadas con el desarrollo de aplicaciones (tanto web como celulares), seguido de la implementación de sensores a nivel de campo. Muchas de estas se llevan adelante en el marco de las actividades de las unidades o los programas de investigación (*software*, aplicaciones web y móviles, sistemas de alerta, etc.).

Son de destacar también los sistemas de información y gestión del conocimiento como los desarrollados por la Unidad GRAS⁵ y las bibliotecas INIA.⁶

5 <<http://www.inia.uy/gras>>.

6 <<http://www.ainfo.inia.uy/consulta/>>.

1.4. Relacionamiento con otros organismos en el área de TIC

El INIA se ha vinculado con otros organismos e instituciones, gracias a lo cual se generan intercambios de información y conocimiento desde sus inicios. Muchos de los productos, herramientas o desarrollos relacionados con las TIC, fueron gestados mediante la colaboración y el relacionamiento interinstitucionales, tanto nacionales como internacionales.

En el año 2015 fue creado, con fondos de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII), un centro tecnológico enfocado en el uso de las TIC en áreas o sectores especialmente relevantes para la economía del país. El centro Information and Communication Technologies for Verticals (ICT4V) fue concebido con el objetivo de alcanzar rápidamente niveles de excelencia en investigación e innovación, y traducir esto en un impacto real sobre los principales retos sociales y objetivos económicos. El término “verticales”, que refiere al conjunto de empresas que aplican tecnología en un determinado sector, como puede ser el agropecuario, enfoca las actividades del centro en el agregado de valor. Teniendo esto en cuenta, el principal objetivo del ICT4V consiste en aumentar significativamente la capacidad de innovación a nivel nacional y regional y aportar a la mejora de la competitividad; contribuir en todas las etapas de los procesos de innovación y jugar un rol importante en el desarrollo de competencias de alto nivel. Busca acercar empresas, institutos de investigación y organismos del Estado a la academia –todas las universidades están representadas–, en pos de crear valor en distintos sectores verticales como el agro, la industria, las finanzas, la salud y la energía, entre otros.⁷

El INIA es socio estructural del ICT4V desde sus inicios –lo que implica la posibilidad de participar en todas las actividades transversales del centro, además de en la gobernanza–, participando en proyectos verticales del agro, y colaborando en consultorías realizadas por el centro, *workshops*, seminarios y otros.

Como ejemplos de actividades llevadas adelante en conjunto con el ICT4V se destacan las Jornadas Uruguayas de Nuevas Tecnologías en el Agro, “Hay campo para las TIC”, llevadas a cabo en septiembre de 2017. En esta jornada se presentaron casos de éxito de la aplicación de las tecnologías de la información y la comunicación en el sector agropecuario

7 <www.ict4v.org/es/conocer/socios>.

y toda su cadena de valor, tanto desde el punto de vista técnico como a partir de sus impactos en la eficiencia, la productividad y la generación de valor y nuevas oportunidades en el sector. En lo que se refiere a proyectos, desde el INIA se ha participado en distintas iniciativas que involucran automatismos (para volver los sistemas más eficientes), mejoras en el acceso a información a través del procesamiento de lenguaje natural (PLN, área de investigación que estudia cómo usar computadoras para entender y manipular el lenguaje natural escrito o hablado) (Chowdhury, 2003), entre otros.

Finalmente, el INIA también participa de distintas instancias formales de relacionamiento e intercambio a nivel nacional, regional y global, lo que enriquece nuestro abordaje de los problemas y la búsqueda de posibles soluciones basadas en TIC aplicadas al sector agropecuario.

2. Situación actual

Para toda la producción agropecuaria, independientemente del tipo, tamaño y sistema de producción, es importante la incorporación de información para la toma de decisiones. Disponer de información, productos o herramientas que ayuden al productor a tomar mejores decisiones sin duda redundan en una optimización de la producción. A nivel internacional, y a modo de ejemplo, en el II Simposio Internacional sobre Agroecología se presentaron dos interesantes herramientas de e-Agricultura: una es un sitio web español llamado CONECT-e, sobre conocimiento ecológico tradicional.⁸ Esta es una plataforma interactiva que recoge y transmite conocimientos tradicionales sobre plantas, animales, hongos, variedades tradicionales de cultivos o ecosistemas. La segunda es una aplicación celular para viticultores, llamada Grape Mundo,⁹ que los apoya en producir uvas libres de residuos para exportación.

Un rol importante que juegan las TIC en la producción agroecológica es el apoyo a la comercialización. Tal es el caso del estudio realizado por Santini y Ghezán (2019), del que surge la importancia de incorporar canales de comercialización específicos para productos agroecológicos, donde los productores se conectan con consumidores locales, con la idea de difundir una alimentación más saludable mediante el uso de TIC.

8 <<https://www.conecte.es/index.php/es/>>.

9 <<https://grapemundo.com/>>.

A nivel nacional, y en lo que respecta a la utilización de TIC en el sector agropecuario, si bien existen distintas propuestas de TIC aplicadas al agro, la adopción está lejos de ser generalizada, dependiendo muchas veces del tamaño y del respaldo financiero de la empresa agropecuaria. En general, dentro de determinado rubro, son las empresas agropecuarias más grandes las que adoptan tecnología, quedando postergados los productores más pequeños. En este sentido, es mucho el trabajo que queda a realizar para difundir y jerarquizar las distintas propuestas y alternativas de TIC, teniendo en cuenta, siempre, los distintos tipos de público objetivo a los cuales se apunta.

En términos generales, los diferentes rubros productivos determinan distintos grados de adopción. En agricultura, una actividad más concentrada en relativamente pocas empresas grandes, el uso de diferentes combinaciones *hard/soft* en lo que se denomina “agricultura de precisión” es ampliamente difundido. La agricultura por ambientes, el monitoreo de cultivos mediante imágenes, el uso altamente extendido de monitores de siembra y cosecha incorporados en la maquinaria, son ejemplos de uso de tecnologías de la información en este rubro. En el otro extremo, en ganadería, donde hay casi 16.000 productores familiares, según el Censo General Agropecuario 2011 (Sganga, Gonzalez y Rodriguez, 2014), la utilización de herramientas digitales es mucho más reducida.

En la ganadería es de destacar la existencia de un sistema de trazabilidad individual del ganado, implementado desde el año 2005, con identificadores por radiofrecuencia (RFID, por sus siglas en inglés) que permiten el rastreo individual durante toda la vida del animal, e incluso dentro de la planta frigorífica (ICA, 2009). Esta plataforma de información ganadera, llevada adelante por el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) de Uruguay, ha posibilitado la generación de un importante número de *softwares* y aplicaciones móviles que facilitan la gestión ganadera sobre la base de esta información. Relacionado con esto, el Sistema Nacional de Información Ganadera (SNIG) del MGAP ha desarrollado la App “SNIG Productor”,¹⁰ mediante la cual se puede consultar información de animales individuales en torno de: sexo, raza, edad, y movimientos del animal. Esta aplicación para dispositivos móviles es de descarga gratuita.

10 <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mgap.snig.snigproductor&hl=es_UY>.

Es claro que la actividad agropecuaria es altamente dependiente de factores ambientales que condicionan su producción y, por lo tanto, la viabilidad de las empresas. En este sentido, poder contar con información que ayude a planificar, prever posibles efectos adversos y tomar decisiones más informadas es de gran importancia.

A modo de ejemplo, el estrés térmico puede producir pérdidas económicas relevantes en nuestros sistemas de producción por afectación en los animales. En el caso del estrés por calor en ganado bovino, y como se menciona en el Capítulo 21 de este libro, los animales sufren mermas en la producción (leche y carne) e impactos a nivel fisiológico y metabólico, que pueden causar su muerte (GRAS, 2019; La Manna *et al.*, 2020). Por otro lado, entre los corderos que mueren en los primeros 30 días de vida, el 68% fallece antes de las 72 horas posnacimiento, siendo el complejo inanición-exposición (pérdida de calor, hipotermia, agotamiento de reservas, otros) el responsable del 62% de las muertes, y donde factores ambientales como incremento del viento, abundantes precipitaciones y bajas temperaturas pueden potenciar los efectos adversos (Alfonso *et al.*, 2018; Tiscornia *et al.*, 2020).

El hecho de disponer de herramientas de consulta diaria que permitan prever, a partir de las condiciones ambientales, situaciones de estrés térmico y anticiparse a tomar medidas de previsión, minimizando los problemas productivos y de bienestar, resulta por demás interesante. En este sentido, desde el INIA, y también en colaboración con otras instituciones, se pusieron a disposición productos que permiten, a nivel país, acceder a información de las condiciones climáticas, tanto para estrés calórico en ganado bovino de carne y leche (mediante el índice de temperatura y humedad ITH)¹¹ como para estrés por frío en el caso de la sobrevivencia de corderos recién nacidos (Chill Index).¹²

Según Tittonell (2019), transitar hacia una producción sostenible a través de los principios de la agroecología implica transiciones a diferentes escalas, niveles y dimensiones: social, biológica, económica, cultural, institucional y política. Estas transiciones pueden implicar una optimización de prácticas de manejo, una sustitución de insumos, o bien el rediseño del sistema. En varias de estas etapas, las TIC son susceptibles

11 <<http://www.inia.uy/gras/Alertas-y-herramientas/Prevision-ITH-Vacunos#:~:text=Las%20condiciones%20predisponentes%20al%20estr%C3%A9s,m%C3%A1s%20utilizado%20a%20nivel%20mundial>>.

12 <<http://www.inia.uy/gras/Alertas-y-herramientas/Prevision%20Corderos>>.

de contribuir a lograr los objetivos propuestos mediante el acceso y la optimización de la información. Adicionalmente, y teniendo en cuenta que la transición agroecológica puede comenzar a distintos niveles de industrialización o degradación de los sistemas (Tiftonell, 2019), es posible que muchos productores ya estén incorporando tecnologías y que esto esté aportando a la implementación de prácticas con bases agroecológicas.

3. Propuestas tecnológicas

Los sistemas de información para la toma de decisión disponibles en la página web de la Unidad GRAS del INIA¹³ se basan en el principio general de que, para mejorar la planificación y la toma de decisiones, es necesario considerar tres grandes tipos de información: 1) información generada en el pasado, 2) información de la situación actual, y 3) perspectivas más probables del futuro. Para ello se combina una serie de productos, alertas y herramientas modernas de acceso y manejo de información que sea fácilmente entendible y, por lo tanto, utilizable. Y disponer de información de manera accionable se aplica a distintas escalas productivas y niveles de intensificación, por lo que también resulta particularmente útil en procesos de transición agroecológica.

En este sentido, son trascendentales la disponibilidad y el acceso a datos e información. Desde el INIA, está disponible la información agroclimática en tiempo real de las estaciones automáticas¹⁴ y toda su base de datos, proveniente de las estaciones convencionales.¹⁵ Estas bases de datos, de más de 40 años, permiten evaluar comportamientos históricos de las distintas variables registradas, lo cual ayuda a detectar comportamientos anómalos y a evaluar períodos de recurrencia de determinados eventos. Adicionalmente, el monitoreo de algunas variables relacionadas con las condiciones óptimas de aparición de algunos patógenos permite estimar posibles niveles de infección y el adecuado momento de visita a predios para identificar su efectiva presencia. Finalmente, el seguimiento diario de variables climáticas, como son las unidades Richardson, horas o porciones de frío, heliofanía y humedad, resulta extremadamente

13 <<http://www.inia.uy/gras>>.

14 <<http://www.inia.uy/gras/Clima/Estaciones-on-line>>.

15 <<http://www.inia.uy/gras/Clima/Banco-datos-agroclimatico>>.

útil a la hora de definir un momento de intervención o aplicación, a fin de optimizar el manejo de plagas y enfermedades.

Relacionado con lo anterior, también está disponible la información de distintas variables del balance hídrico a nivel nacional¹⁶ y, adicionalmente, toda la base histórica del porcentaje de agua disponible (PAD) a nivel de grilla está accesible en el catálogo de datos abiertos.¹⁷ En caso de no tener información a nivel predial, estos datos permiten monitorear la saturación del suelo y relacionar esto con aplicaciones de productos químicos y posibles situaciones de escorrentía. Si existe información registrada en el predio, el INIA brinda la herramienta “CuantAgua”,¹⁸ como estimador predial de agua disponible en el suelo.

Por otro lado, también es importante la información a futuro a la que se pueda acceder. En este sentido, el INIA ofrece herramientas como el pronóstico de deoxinivalenol (DON) en trigo¹⁹ o el sistema de alerta a roya asiática (SARAS),²⁰ donde se muestran mapas de predicción del riesgo para los siguientes cinco días. Estas herramientas permiten prever visitas al campo cuando las condiciones ambientales son adecuadas para la aparición de estos problemas y ser así más eficientes en las aplicaciones de agroquímicos en los cultivos de trigo y soja. De esta manera se enfocan las aplicaciones cuando son realmente necesarias.

Para el ámbito ganadero, ya se mencionó la disponibilidad de información a futuro sobre variables que afectan directamente el bienestar animal y su productividad. Esta información orienta a productores y técnicos para tomar las medidas necesarias para minimizar los efectos del estrés y evitar pérdidas en bienestar y producción animal. Idealmente, las medidas que se implementen de sombra, abrigo o refugio para mitigar los efectos ambientales en los animales deberían ser estructurales de los sistemas. En este sentido, y pensando en transiciones hacia sistemas agroecológicos, la incorporación de especies arbóreas nativas o la protec-

16 <<http://www.inia.uy/gras/Monitoreo-Ambiental/Balance-H%C3%ADdrico/Balance-h%C3%ADdrico-suelos-Uruguay>>.

17 <<https://catalogodatos.gub.uy/>>.

18 <<http://www.inia.uy/gras/Alertas-y-herramientas/cuantagua>>.

19 <[http://www.inia.uy/gras/Alertas-y-herramientas/Pron%C3%B3stico-DON-para-trigo-#:~:text=Los%20niveles%20de%20DON%20en,para%20consumo%20animal%20\(ganado\)](http://www.inia.uy/gras/Alertas-y-herramientas/Pron%C3%B3stico-DON-para-trigo-#:~:text=Los%20niveles%20de%20DON%20en,para%20consumo%20animal%20(ganado))>.

20 <<http://www.inia.uy/estaciones-experimentales/direcciones-regionales/inia-la-estanzuela/saras-sistema-de-alerta-a-roya-asi%C3%A1tica>>.

ción de ambientes de bosque existentes, así como la provisión de agua de buena calidad y en cantidad, parecen iniciativas por demás interesantes.

Finalmente, también se tienen disponibles herramientas como SIGRAS web²¹ y aplicación para móviles,²² como sistema de gestión de la información. SIGRAS web es un sistema de información geográfica web elaborado por la Unidad GRAS del INIA, cuya principal característica es que permite realizar búsquedas individuales y cruzadas dentro y entre las distintas capas de información incluidas en el mismo. Este sistema incluye diferentes bases de datos, con capas de información geográfica de clima, cartografía básica (caminería, localidades, límites administrativos, etc.), suelos, Google Maps y otras que se irán incorporando. La información geográfica está en formato *Shapefile* y la mayor parte de ella puede ser descargada libremente. Por otra parte, SIGRAS App es una aplicación para teléfonos móviles que brinda información actual e histórica del estado de la vegetación mediante el uso de índices espectrales, como el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI, por sus siglas en inglés), agua en el suelo, climatología, suelo y cartografía general, entre otros, para el área en donde el usuario se encuentre posicionado u otra ubicación que seleccione. Esta aplicación para dispositivos móviles está disponible para sistemas operativos Android y iOS. Además, dispone de algunas herramientas y alertas tales como pronósticos de heladas y precipitaciones, un sistema para estimación personalizada de agua en el suelo (CuantAgua), previsión de condiciones ambientales para corderos recién nacidos y pronósticos de DON en trigo. Esta información, utilizada de manera conjunta y complementaria a otra existente, contribuye a la toma de decisión a distintas escalas, regional y predial.

La producción agropecuaria con base agroecológica no escapa a la lógica de manejo de información. Más aún, en predios en donde la mirada es sistémica e integral, la necesidad de información generada por distintas fuentes y a diferentes escalas es aún mayor. Esta mirada sistémica requiere de las distintas fuentes y escalas, pero además, de la integración de esa información que permita modelar posibles escenarios y así evaluar la interacción de los distintos elementos del sistema. De esta manera, los productores dispuestos a transitar hacia una producción sostenible

21 <http://www.inia.uy/gras/Alertas-y-herramientas/sigras-web>

22 <http://www.inia.uy/gras/Alertas-y-herramientas/sigras-app>

a través de los principios de la agroecología podrán tomar las decisiones adecuadas y potenciar mecanismos naturales favorables.

4. Mejoras a partir del uso o de la implementación de las tecnologías propuestas

Son varios los factores que vienen promoviendo el uso de TIC en el sector agropecuario. Algunos de ellos son:

- Avances en las comunicaciones (conectividad) y terminales móviles que permiten llevar los sistemas de información a los centros productivos.
- Abaratamiento de equipos, sensores e insumos informáticos en general.
- Madurez y creciente oferta de aplicaciones de gestión empresarial (gestión de clientes, de insumos, control de producción, información de áreas de interés, etc.).
- Aceptación por parte de los empresarios y técnicos como consecuencia del cambio generacional.
- Escasez de mano de obra para tareas específicas.
- Demanda/necesidad/regulaciones, de condiciones laborales menos adversas, más saludables, más atractivas.
- Sustitución del trabajo rutinario.

Es evidente, entonces, que el futuro del agro se encamina en esa línea, y cada vez más el sector irá incorporando distintos aspectos de las TIC en sus sistemas. Ya sea por necesidad, en el caso de la falta de mano de obra, o por aspirar a un aumento en su productividad o a una mejor calidad de vida, el productor agropecuario necesita de sistemas de información y gestión que le permitan ser más eficiente en su actividad. Las TIC juegan un papel central en esto.

Los productores que llevan adelante transiciones agroecológicas no son ajenos a esta realidad, siendo aún más relevante, ya que la información juega un papel central en el manejo de estos predios. Estos son predios donde son muchas las dimensiones que se tiene que considerar.

Es esperable, por lo tanto, que la incorporación de más información y más tecnología en los sistemas de producción redunde en beneficios en todas las dimensiones consideradas. Dentro de la dimensión agronómica o productiva, la disponibilidad de sistemas, tecnologías o herramientas que nos brinden información del pasado, de la situación actual y de los escenarios futuros más probables nos permite prever y tomar las me-

didadas de manejo más adecuadas en el momento justo. Esto, sin duda, conlleva un aumento en los rendimientos y, por lo tanto, un beneficio también en la dimensión económica. En lo que respecta a la dimensión ambiental, ayuda a ser más eficientes y reducir la cantidad de productos químicos incorporados al predio, o a generar impactos positivos en el bienestar animal, mediante el monitoreo de variables agroambientales. Finalmente, en lo relativo a la dimensión social, la incorporación de tecnologías como son los sistemas de monitoreo y alerta, automatización y robotización, afecta positivamente la calidad de vida de los productores contribuyendo a un alivio de las tareas repetitivas o de los controles presenciales.

La incorporación de las TIC en los sistemas agropecuarios se visualiza entonces como una oportunidad para los productores agropecuarios – incluyendo a los que están implementando transiciones hacia sistemas agroecológicos– de beneficiarse a nivel multidimensional. A pesar de esto, y como ya se mencionó, la adopción de tecnología a nivel nacional está lejos de alcanzar lo deseable. En ese contexto, institutos de investigación como el INIA tienen un gran trabajo por delante en generar más y mejor información, herramientas de procesamiento, productos y alertas que contribuyan en este sentido. Es importante también que todo esto sea accesible, útil y accionable, permitiendo su inclusión en los procesos de toma de decisión. Finalmente, es necesario implementar una difusión exitosa y sistemas de transferencia adecuados para lograr la adopción.

Referencias

Agricultural Information Management Standards

(2020), “Information and Communication Technologies (ICT) | Agricultural Information Management Standards (AIMS)”. Disponible en: <<http://aims.fao.org/information-and-communication-technologies-ict>> [Consulta: 27 de enero de 2021].

Alfonso, M., De Barbieri, I., De Brum, F., Tiscornia, G., Saravia, C., Van Lier, E., Olivera, J., Casaretto, A., Marchelli, J., Fierro, S., Bidegain, M. y De los Santos, B.

(2018), “Previsión de condiciones ambientales para corderos recién nacidos”, en *Revista INIA Uruguay*, 53, pp. 15-17.

Berterreche, M., Soares de Lima, J. M., Domínguez, G. y Pivel, C.

(2017), *Estudio prospectivo al año 2050: TIC y verticales. Fase 1: estado de situación*, Vertical Agro-Forestal y Alimentos, 64 pp.

Chowdhury, G. G.

(2003), “Natural language processing”, en *Annual Review of Information Science and Technology*, 37(1), pp 51-89. Disponible en: <<https://doi.org/10.1002/aris.1440370103>>.

FAO

(2015), *e-agriculture 10 year Review Report Implementation of the World Summit on the Information Society (wsis) Action Line C7. ICT Applications: e-agriculture*. Disponible en: <www.fao.org/publications>.

FAO

(2007), *E Technical Consultation on Agricultural Information and Knowledge Management E-AGRICULTURE*. Disponible en: <http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/kce/Doc_for_Technical_Consult/E-AGRICULTURE_-_English.pdf>.

GRAS

(2019), “Programa nacional de producción de leche; Programa nacional de producción de carne y lana; UCTT. Anticiparnos a las condiciones de estrés en bovinos de carne y leche”, en *Revista INIA Uruguay*, 58, p. 23.

IICA

(2009), “Un nodo de cooperación sobre: la experiencia de Uruguay en trazabilidad bovina”. Disponible en: <https://www.inac.uy/innovaportal/file/5046/1/libro_trazabilidad_espanol_con_tapa_definitivo.pdf>.

La Manna, A., Canozzi, M. E. A., Tiscornia, G., Otaño, C. y Lapetina, J.

(2020), “Previsión de estrés calórico en bovinos. Producción Animal”, en *Revista INIA Uruguay*, 2020, 63, pp. 6-10.

Palmer, N.

(s. f.), *Las TIC y la agricultura en el contexto del «crecimiento verde» Ndubuisi Ekekwe, Institución Africana de Tecnología*. Disponible en: <<http://www.fao.org/3/a-aq000s.pdf>>.

Santini, S. y Ghezan, G.

(2019), *Uso y resignificación de las TIC en una red de comercio electrónico de alimentos agroecológicos*.

Sganga, F., González, M. y Rodríguez, S.

(2014), *Producción Familiar Agropecuaria uruguaya y sus Productores Familiares a partir de los datos del Censo General Agropecuario y el Registro de Productores Familiares*, 11 pp. Disponible en: <<http://www2.mgap.gub.uy/portal/afiledownload.aspx?2,10,821,O,S,O,10981%3BS%3B1%3B76>>.

Tiscornia, G., Porcile, V., Bidegain, M., De los Santos, B., De Brum Rodríguez, F., Van Lier, E., Olivera, J., Casaretto, A., Marchelli, J., Fierro, S., Saravia, C. y De Barbieri, I.

(2020), “Comportamiento histórico del Índice de enfriamiento (Chill index) para ovinos durante la estación fría”, en *Revista INIA Uruguay*, 61, pp. 23-27.

Tittonell, P.

(2019), “Las transiciones agroecológicas: múltiples escalas, niveles y desafíos”, en *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo*, 51(1), pp. 231-246.