

## BREVE PANORAMA DE LA CIBERAGRICULTURA EN MÉXICO: EL DESAFÍO PARA EL SECTOR AGRÍCOLA

### BRIEF OVERVIEW OF CYBERAGRICULTURE IN MEXICO: THE CHALLENGE FOR THE AGRICULTURAL SECTOR

Paulina Elisa Lagunes Navarro<sup>1</sup>

**SUMARIO:** 1. Introducción. 2. Aspectos generales del derecho a la alimentación. 3. De lo tradicional a lo tecnológico: ciberagricultura. 4. La inteligencia artificial y su contexto en el Estado Mexicano. 5. Desafíos del sector agrícola mexicano. 6. Conclusiones. Fuentes consultadas.

#### RESUMEN

Durante años, los métodos y técnicas de producción agrícola se han mejorado a través del avance científico para alcanzar el bienestar social, erradicar el hambre en el mundo y garantizar el derecho de la sociedad a la alimentación. Una de las tecnologías es el uso de la inteligencia artificial en el sector agrícola, lo cual podría ser beneficioso para los agricultores, por ejemplo para la predicción de acontecimientos climatológicos, control de agroquímicos y empleo sustentable de los recursos naturales e insumos. En ese sentido, se realizará una revisión de la literatura en materia de ciberagricultura e inteligencia artificial en el sector agrícola. Por último, se identifican algunas áreas de oportunidad de la ciberagricultura en México.

#### ABSTRACT

For years, agricultural production methods and techniques have been enhanced by scientific advances to ensure social welfare, eradicate world hunger and guarantee the right to food. One such technology is the use of artificial intelligence in the farming sector, which could benefit farmers by, for example, predicting climate events, controlling pesticides and monitoring the sustainable use of natural resources and inputs. In this context, a review is carried out of the literature on the issues of cyberagriculture and artificial intelligence in the farming sector. Finally, some areas of opportunity in cyberagriculture in Mexico are discussed.

**PALABRAS CLAVE:** ciberagricultura; regulación; inteligencia artificial; México. **KEYWORDS:** cyberagriculture; regulation; artificial intelligence; Mexico.

<sup>1</sup> Doctora en Derecho. Investigadora en INFOTEC (Centro de Investigación e Innovación en Tecnologías de la Información y Comunicación). Correo: paulina.lagunesn@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3259-7772>

## 1. INTRODUCCIÓN

Una de las preocupaciones relevantes para los Estados ha sido la seguridad alimentaria, dado que está íntimamente relacionada con el derecho a la alimentación. Asimismo, dicha figura presenta diversos desafíos tales como el aumento poblacional, la crisis hídrica, el cambio climático, la inocuidad alimentaria por riesgo químico (vg. los plaguicidas); entre otros factores.

De tal manera que existen varios tratados internacionales que suscriben el papel fundamental del avance científico para contribuir al beneficio de la humanidad. Un ejemplo es el desarrollo de la ingeniería genética en variedades vegetales, como organismos genéticamente modificados.

Adicionalmente, en la Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información (CMSI) en Ginebra y, posteriormente, en Túnez (en 2003 y 2005, respectivamente) surge la necesidad por promover y fomentar el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) (Asamblea General de Naciones Unidas, 2002). En consecuencia, organizaciones internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (por sus siglas en inglés FAO) y la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) vislumbraron la oportunidad de coadyuvar a favor del uso de las TIC en la agricultura, lo cual originó el término de ciberagricultura (Conferencia regional de la FAO para Europa, 2018). Además de que su colaboración contribuye con los objetivos plasmados en Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, como la seguridad alimentaria, medio ambiente, salud, innovación, crecimiento económico;

entre otros (Sustainable Development Goal [SDG], 2017).<sup>1</sup>

De igual manera, la cuarta revolución industrial representa la innovación tecnológica para abordar las problemáticas o mejorar de las actividades productivas de la sociedad mediante el empleo de las TIC. De manera que las TIC adoptan un rol para innovar y mejorar los procesos de los productos agroalimentarios y, paralelamente, la calidad de vida de las personas.

No obstante, ante la convergencia tecnológica, varias empresas (vg. Microsoft) desarrollaron proyectos basados en las tecnologías de información para mejorar la productividad agrícola mediante el uso de sensores, inteligencia artificial (IA), drones, internet de las cosas (IoT), *big data*, *blockchain*, entre otros; pero ¿cuáles son los alcances, beneficios y/o riesgos para los campesinos ante la implementación de la ciberagricultura?, ¿es suficiente el sistema jurídico que tienen los Estados para promover y fomentar la ciberagricultura?

Otros aspectos para considerar son la desigualdad del avance regulatorio sobre IA; la protección de los datos agrarios; el tipo de responsabilidades que tendrían los sujetos implicados. A tal grado de cuestionar de quién es el expediente electrónico agrario.

Por tal motivo, el propósito del presente trabajo es reflexionar sobre el panorama de la ciberagricultura en México, con énfasis en el uso de la inteligencia artificial; así como

<sup>1</sup> *Sustainable Development Goals* se conocen en español como *Objetivos de Desarrollo Sostenible* (ODS).

identificar algunos posibles desafíos, desde una perspectiva sustentable y jurídica.

## 2. ASPECTOS GENERALES DEL DERECHO A LA ALIMENTACIÓN

El derecho a la alimentación es un derecho humano reconocido en varios tratados internacionales como Declaración Universal de los Derechos Humanos (DUDH, artículo 25.1), Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (PIDESC, artículo 11), entre otros.<sup>2</sup> A mayor abundamiento, el Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas (CES-UN) emitió la Observación General 12 sobre el artículo 11 del PIDESC que establece varios elementos que constituyen al referido derecho como: disponibilidad, adecuación, sostenibilidad, acceso económico y físico a los alimentos; inocuidad alimentaria, valor nutricional de los alimentos, y que sea culturalmente aceptable (CES-UN, 1999, pp. 3 y 4).

De lo anterior se desprenden los conceptos de “seguridad alimentaria” y “soberanía alimentaria”. A continuación, se proporciona una breve contextualización de estos:

1) La seguridad alimentaria fue definida, en 1996, en la Cumbre Mundial de la Alimentación, como: “[...] Cuando todas las personas, en todo momento, tienen acceso físico y económico a suficiente alimento, seguro y nutritivo, para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias, con el objeto de llevar una vida activa y sana” (Programa Especial para la Seguridad

<sup>2</sup> Dentro del derecho mexicano, el artículo 4º, párrafo tercero, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) establece el derecho a la alimentación nutritiva, suficiente y de calidad.

Alimentaria Centroamérica y Proyecto Food Facility Honduras, 2011, p. 2; Fisher González, 2015).

Este concepto se conforma de cuatro dimensiones: la disponibilidad de alimentos, el acceso de alimentos, la utilización y estabilidad de los alimentos (Morán, 2014). Mismos que son señalados en la “Observación General 12. El derecho a la alimentación adecuada (art. 11)”, en donde el cumplimiento de estos garantiza el derecho a la alimentación sana y adecuada (CES-NU, 1999). Adicionalmente, una de las dimensiones que se ha incluido recientemente es la sostenibilidad (Medina Rey et al., 2021, p. 7).

Estas dimensiones están interconectadas debido a que la disponibilidad de los alimentos no implica únicamente el abasto y la cantidad de estos, sino que debe estar presente en todo momento sin importar las circunstancias (estabilidad); además de que los alimentos deben aportar valor nutricional y ser inocuos para consumo humano. Esto último lleva a las prácticas agrícolas donde se promueve el uso y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales e insumos. De tal manera que se respeten, protejan y garanticen otros derechos humanos como el medio ambiente, salud, agua; entre otros.

2) La soberanía alimentaria fue redefinida, en 2007, en el Foro para la Soberanía Alimentaria de Nyéléni (2016). Al respecto, Medina Rey, et al. (2021) definen la soberanía alimentaria como

[...] El derecho de los pueblos de definir su propio sistema alimentario, sus políticas

y estrategias sostenibles de producción, distribución y consumo de alimentos nutritivos, culturalmente adecuados y accesibles. Que estos sean producidos de forma sostenible y ecológica, que garanticen el derecho a la alimentación para toda la población, que esté basado en la pequeña y mediana producción y que respete sus propias culturas y la diversidad de los modos campesinos, pesqueros e indígenas de producción agropecuaria, de comercialización y de gestión de los espacios rurales. Además, que la mujer desempeñe un papel fundamental, sin que ello implique autarquía, proteccionismo o acabar con el comercio agrícola y pesquero internacional (p. 6).

En ese sentido, este concepto brinda la oportunidad a los campesinos de decidir sobre las herramientas o tecnología que emplearán para mejorar sus métodos y técnicas de producción agrícola y ello también contribuye a respetar sus decisiones, identidad y cultura. Además de considerar que el Estado debe promover el comercio justo entre los agricultores nacionales e internacionales con la finalidad de que se tenga igualdad de oportunidades.

No obstante, en el caso del Estado mexicano se presentan diversos factores: 1) los tratados de libre comercio (principalmente, el Tratado de Libre Comercio de América del Norte [TLCAN]; hoy en día, Tratado de México, Estados Unidos y Canadá, T-MEC) han sido la manera por la cual se subsana la deficiencia alimentaria que tiene México; 2) sin embargo, acorde a la recomendación de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la autosuficiencia alimentaria se

alcanza cuando el país produce el 75% de sus alimentos para autoconsumo (Moreno-Sáenz, 2016, p. 119).

Bajo ese tenor, a través del tiempo se han desarrollado varios avances científicos para ser aplicados al sector agrícola con la finalidad de atender a las necesidades de los agricultores, consumidores y de los Estados.

### 3. DE LO TRADICIONAL A LO TECNOLÓGICO: CIBERAGRICULTURA

En la sección anterior se mencionaron dos conceptos fundamentales para la agricultura: la “seguridad alimentaria” y “soberanía alimentaria” siendo la base y el medio para garantizar el derecho a la alimentación. Además de que la actividad agrícola es un factor relevante para la economía de un país.

Por tal motivo, el desarrollo científico ha sido encaminado para auxiliar y beneficiar a la humanidad en sus actividades con la finalidad de mejorar la calidad de vida de las personas, lo cual ha sido sustentado en diversos ordenamientos jurídicos como la Carta de la Organización de los Estados Americanos (Carta de la OEA, artículo 34, inciso d) y el PIDESC (artículos 11.2, inciso a, y; 15.1, inciso b), que establecen el papel fundamental de la ciencia en mejorar los procesos de producción de los alimentos y las prácticas agrícolas.

Así mismo, en 2015, México se adhirió a los 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS) inscritos en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, entre los cuales se encuentra el ODS 2, Hambre cero (SDG, 2017). Cabe mencionar que el principio

del desarrollo sostenible se encuentra establecido en diversos instrumentos jurídicos internacionales (vg. Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo) y nacionales (vg. en el artículo 25, párrafo primero, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos [CPEUM]), el cual tiene como propósito “[...] Satisface[r] las necesidades presentes sin comprometer las opciones de las necesidades futuras [...]” (López Ricalde et al., 2005, p. 3).

Adicionalmente, en la CMSI, en su Plan de Acción se estipula la línea de acción C7: Aplicaciones de las TIC: ventajas en todos los aspectos de la vida, donde se mencionan las medidas que se han de tomar en materia de ciberagricultura, las cuales son:

[1] G)arantizar la difusión sistemática de información, utilizando las TIC, en la agricultura, ganadería, piscicultura, silvicultura y alimentación, con el

fin de proporcionar rápido acceso a conocimientos e información completos, actualizados y detallados, especialmente en las zonas rurales, [2]] Las asociaciones de los sectores público y privado deben tratar de aprovechar al máximo las TIC como instrumento para mejorar la producción (cantidad y calidad) (Naciones Unidas y Unión Internacional de Telecomunicaciones [UN y UIT], 2004).

Pero ¿a qué se refiere el concepto de ciberagricultura?, su descripción versa en el diseño, elaboración y aplicación para utilizar las TIC en el ámbito rural; específicamente en temas relacionados con la agricultura y la alimentación; asimismo, se consideran las actividades de pesca, forestales y ganaderas. Cabe mencionar que, para ello, se requiere la interacción entre varios entes (como sector privado, sector público, academia, organizaciones no gubernamentales, agricultores; entre otros) que proporcionan diversos productos, servicios e infraestructura en la materia

Tabla 1. Evolución de la ciberagricultura

Etapa	Descripción
Agricultura 1.0	Parte de la población se dedicaba a la actividad agrícola; sin embargo, su productividad era baja.
Agricultura 2.0	En 1950, surge la Revolución verde, la cual dio lugar a la implementación de diversas prácticas agrícolas como: el mejoramiento genético, la utilización de agroquímicos y fertilizantes sintéticos, y el uso de maquinaria especializada, lo cual provocó un incremento en los rendimientos.
Agricultura 3.0	En 1990, surge la agricultura de Precisión que empleaba el Sistema de Posicionamiento Global (PSG).
Agricultura 4.0	Después del 2010, surge la etapa denominada agricultura inteligente o agricultura digital, la cual se basaba en diversas tecnologías como: redes de sensores, sensores en maquinaria, naves no tripuladas, procesamiento de imágenes satelitales, sistemas de tecnología de información basados en la nube, análisis de Big Data, aplicaciones móviles y tractores autónomos.
Agricultura 5.0	Por último, para esta etapa, se emplea el uso de la robótica y la inteligencia artificial; así como biotecnología moderna, biología sintética, ciudades inteligentes, entre otros.

Fuente: Elaboración propia a partir de MELGAR (2018, pp. 33 y 34), y; CEMA, (2017)

mencionada (Conferencia regional de la FAO para Europa, 2018, p. 1).

De tal forma que la agricultura ha evolucionado a través del tiempo desde las prácticas tradicionales a una biotecnológica. En la tabla 1 se describen sus etapas (Melgar, 2018, pp. 33-37 y CEMA, 2017).

De esta forma, y de conformidad con la tabla 1, se puede observar que la ciberagricultura puede adoptar distintos términos, como agricultura digital, agricultura de precisión, entre otros. Así mismo, se observó que la evolución para mejorar la actividad agrícola, en cuanto al incremento de producción y rendimiento, ha sido en función de procurar el desarrollo sustentable y garantizar la seguridad alimentaria, específicamente, mediante el uso de las TIC.

En las siguientes secciones, se enfoca a la agricultura 5.0, específicamente con la tecnología de la IA en el Estado mexicano; así como sus aplicaciones en las actividades agrícolas a nivel global y sus desafíos en dicho país.

#### **4. CONTEXTO MEXICANO Y LA APLICACIÓN DE LAS TIC EN SECTOR AGRÍCOLA**

A partir del 2013 (en México) se reconoció el derecho al acceso a las TIC en el artículo 6º, tercer párrafo, de la CPEUM; incluidos los servicios de telecomunicación y radiodifusión.

En consecuencia, se generó la Estrategia Digital Nacional 2013-2018 (2013), que se enfoca en materia de telecomunicaciones

y acceso a las TIC. Asimismo se centraba en cinco objetivos: transformación gubernamental, economía digital, transformación del modelo educativo, salud universal y efectiva e innovación cívica y participación ciudadana.

Aunado a lo anterior, en el artículo 27, fracción XX, de la CPEUM se estipula como obligación del Estado mexicano promover el desarrollo rural integral bajo el fin de generar el bienestar de los campesinos, comercio justo, apoyos económicos e infraestructura, capacitación y formación, entre otros recursos; además de que esto garantiza la seguridad y, por ende, el derecho a la alimentación.

En ese sentido, una de las TIC que se aplica al sector agrícola es la inteligencia artificial. De tal manera que, a partir del 2018, se publicó el informe titulado: Hacia una Estrategia de IA en México: aprovechando la revolución de la IA, donde se consideraban diversos temas claves que coadyuvaban con la estrategia para la IA bajo cinco ejes: gobierno y servicios públicos, habilidades y educación, investigación y desarrollo, datos e infraestructura digital, y ética (Veronese y Nunes Lopes Espiñeira Lemos, 2021, p. 16).

A nivel internacional, se publicó la "Recommendation of the Council on Artificial Intelligence", elaborada por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2019), la cual pretende ser un instrumento orientador para los países, organizaciones e individuos sobre los aspectos a considerar para la regulación de los sistemas de IA; así mismo, estipula principios cuyo propósito es que la IA beneficie a la sociedad procurando

no sólo la capacidad humana sino también otros aspectos como la disminución de la desigualdad, la protección al medio ambiente, entre otros.

Años más tarde, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) publicó, en 2021, la Recomendación sobre la Ética de la Inteligencia Artificial, la cual establece varias directrices como la evaluación del impacto ético, gobernanza y administración éticas, política de datos, desarrollo y cooperación internacional, medio ambiente y ecosistemas, género, cultura, educación e investigación; comunicación e información, economía y trabajo, salud y bienestar social (UNESCO, 2021, pp. 26-39).

Un aspecto a destacar de esta recomendación tiene que ver con la directriz del medio ambiente y ecosistemas, ya que contempla la evaluación de impacto ambiental de los sistemas de IA en su ciclo de vida (UNESCO, 2021, pp. 31). En este no sólo se considera la huella de carbono de tal tecnología sino también observar el gasto energético y el uso del agua para su sistema de enfriamiento, que generan un impacto significativo en el medio ambiente (Mi et al., 2023; Deymi-Dashtebayaz y Valipour Namanlo, 2019; Silva-Llanca et al, 2023) y, por ende, se debe reflexionar sobre el balance entre los beneficios y riesgos del uso de la IA frente a los posibles conflictos socioambientales que pudieran suscitarse (vg. el uso del recurso hídrico ante su escasez).

Un ejemplo es el proyecto del Centro de Datos de Google en Chile, donde se observó el gasto de agua para enfriar

su infraestructura y esto derivó en que tuvieran que replantear su proyecto, dado que el país enfrenta escasez del recurso hídrico (Mazumdar, 2024a; Mendoza, 2024, y; Reuters, 2024).

Dicho lo anterior, en México, el 6 de septiembre de 2021, se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Estrategia Digital Nacional 2021-2024, la cual se enfoca en temas de fortalecimiento de infraestructura de conectividad y acceso a internet, administración pública y austeridad (Acuerdo por el que se expide la Estrategia Digital Nacional 2021-2024, 2021).

Adicionalmente, el Programa Sectorial de Agricultura y Desarrollo Rural 2020-2024 (2020), vinculado con el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2024 y la Estrategia Digital Nacional 2021-2024, establece dentro de sus tres objetivos acciones relacionadas con la TIC para impulsar la capacidad de la producción agrícola, mejorar el uso y aprovechamientos de los recursos (como el agua); entre otras (subobjetivos: 1.1.6, 1.3.1, 1.3.6, 2.4.5, 3.1.1 y 3.4.7).

Al respecto, se presentan algunos ejemplos de aplicación de la IA en el sector agrícola son:

- Alice es un asistente inteligente desarrollado por la startup brasileña Solinftec, la cual constituye y procesa datos provenientes de máquinas, empleados, estaciones climáticas, entre otras fuentes. Con tal información, este asistente logra calcular y emitir recomendaciones a los agricultores en tiempo real. Inicialmente, se empleó en

cultivos de caña de azúcar, pero puede emplearse en otros (Nir Kshetri, 2020, pp. 63-68).

- Iniciativa española Decypher, el cual es un proyecto que pretende combinar la biología sintética con la IA y el aprendizaje automático con la finalidad de generar dos compuestos naturales ubicados en las plantas (terpenoides y flavonoides) que se encuentran en la naturaleza, pero en baja proporción y sobre los cuales existe una gran demanda en varias industrias (Consejo Superior de Investigaciones Científicas [CSIC], 2023).

## 5. DESAFÍOS DEL SECTOR AGRÍCOLA MEXICANO

El uso de las TIC en el sector agrícola abre una gran gama de posibilidades para atender la situación de la seguridad alimentaria; sin embargo, es necesario reflexionar sobre algunos desafíos que implica el uso de la IA en dicho sector. Para ello, se reflexiona sobre dos áreas de oportunidad para México, como:

### 1) Brecha digital

De conformidad con la Encuesta Nacional Agropecuaria 2019, se señala que el teléfono celular es el que tiene un mayor uso en las actividades agropecuarias, seguidas por el teléfono fijo, internet (en donde consultan páginas gubernamentales), computadora, sistema de navegación satelital, tabletas y otro tipo de tecnología (Instituto Nacional de Estadística y Geografía-Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [INEGI- SADER], 2019, p. 27).

No obstante, en México, una de las problemáticas se encuentra en materia de cobertura de internet pues existen zonas rurales que no tienen conectividad (Estrategia IFT 2021-2025, 2020, pp. 32, 61, 139, 153 y 201). En consecuencia, el Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT) elaboró la Estrategia IFT 2021-2025. Hoja de ruta, de diciembre 2020, en la que considera diversos objetivos de los que destacan: “Promover el despliegue, desarrollo y uso eficiente de redes e infraestructura que faciliten el desarrollo del ecosistema digital y fomenten la inclusión digital [...] Promover el desarrollo del ecosistema digital y la adopción de nuevas tecnologías y casos de uso digitales” (2020, p. 23). Aunado a que la Estrategia Digital Nacional 2021-2024 considera la infraestructura y promover el internet para todos (Acuerdo por el que se expide la Estrategia Digital Nacional 2021-2024, 2021).

### 2) Regulación de la libre circulación de datos no personales en el sector agrícola

El tema de la legislación es trascendente a la hora de abordar asuntos relacionados con las TIC; por tal motivo, se requiere una sincronización entre los ámbitos jurídico y tecnológico (Ramón Fernández, 2020, p. 125). Anteriormente, se mencionaron las diversas TIC que se han empleado en el sector agrícola (tabla 1) con la finalidad de generar, recolectar, almacenar y analizar datos que proporcionen información sobre el entorno y ofrecer estrategias para optimizar el uso y aprovechamiento de los recursos naturales e insumos de manera sostenible.



No obstante, el uso de las TIC, específicamente la inteligencia artificial, son herramientas que pueden auxiliar en la mejora de los procesos de producción agrícola; sin embargo, un aspecto a considerar es la libre circulación de los datos no personales del sector agrícola, obtenidos por procesos de datos agregados y anonimizados empleados para el análisis de datos a gran escala (Reglamento UE 2018/1807 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de noviembre de 2018, relativo a un marco para la libre circulación de datos no personales en la Unión Europea [Reglamento 2018/1807], 2018, p. 2).

En ese sentido, la Unión Europea consideró el impacto de las TIC en el sector agrícola y se elaboró un Código de conducta de la UE sobre el intercambio de datos agrarios por acuerdo contractual (COPA & COGECA et al., 2020), donde se destaca la importancia del valor que tienen los datos que son recopilados, transferidos, procesados y analizados en el sector agrario; así como la necesidad de regirse bajo el principio de transparencia y normas justas. Además de que el intercambio de los datos se relaciona con temas de privacidad, protección de datos, propiedad intelectual, propiedad de los datos, confianza, seguridad, almacenamiento, conservación y manejabilidad (COPA & COGECA et al., 2020, p. 3).

Adicionalmente, la innovación de tal documento es la clasificación de los datos agrarios acordes al ente involucrado. Es decir, independientemente de la clasificación común (vg. datos: personales, anónimos, disponibles públicamente, en bruto, primarios y agregados) establece

la clasificación de los datos agrarios, los cuales se dividen en cinco: de explotación (subdivididos en: agronómicos, de conformidad, del ganado), de la maquinaria, de servicio, de suministros agrarios (insumos) y del proveedor de servicios agropecuarios (COPA & COGECA et al., 2020, p. 13).

De forma análoga, se alude al expediente electrónico, pero en materia agraria la pregunta sería ¿a quién le pertenecen los datos obtenidos y procesados por las TIC? ¿al agricultor, al proveedor?, es aquí cuando la figura del originador de los datos “propietario” adquiere su importancia pues es él quien puede reclamar la licencia sobre estos y decir su uso (COPA & COGECA et al., 2020, p. 6.).

Bajo ese tenor, en México no hay una normativa que regule la libre circulación de datos no personales en rama del derecho distinta a la propiedad intelectual. Es decir, ¿en qué momento se reconoce un dato no personal agrícola como parte de un derecho de propiedad del campesino? Esto llevaría a reflexionar sobre la constitución del dato en el ámbito jurídico y si el Estado mexicano puede proteger los derechos de los campesinos como el de la justa distribución de los beneficios que deriven de la utilización de los datos agrícolas ante el impacto económico que perciben las empresas tecnológicas que prestan el servicio.

## 6. CONCLUSIÓN

En el sector agrícola convergen diversos tipos de tecnología pues ello depende de la cultura y el acceso que tengan los

campesinos para hacer uso de estas y aprovechar sus beneficios. No obstante, no todos los campesinos tienen las mismas condiciones para emplear e implementar las TIC y obtener mayores rendimientos en su actividad productiva. Ello es una problemática pues el Estado es el responsable de promover el comercio justo entre los productores nacionales e internacionales.

Adicionalmente, el uso de las TIC es una alternativa para alcanzar el desarrollo sustentable en el sector agrícola, dado que la IA es una herramienta que auxiliaría la producción agrícola al predecir algunos eventos climatológicos, a controlar el uso y aprovechamiento de recursos naturales como el agua o el control de los agroquímicos, entre otras actividades.

En ese sentido, es necesario promover la cultura tecno-jurídica para reflexionar sobre las implicaciones de la IA en el sector agrícola para defender y salvaguardar los derechos de los campesinos que pudieran ser vulnerables en cuanto hace a su propiedad, privacidad, responsabilidad, entre otros aspectos. Así como determinar qué datos pertenecen al campesino y cuáles al proveedor; con la finalidad de proteger el conocimiento tradicional que pudiera tener el agricultor y, en su caso, que el agricultor pueda gozar del reparto justo y equitativo de los beneficios por sus conocimientos; además de ofrecer la confianza sobre la tecnología en caso de alguna eventualidad que afectara su patrimonio.

Por último, es primordial que el Estado mexicano formule normas o directrices sobre el uso de la IA en el sector agrícola

y modificar la ley orgánica de las administraciones públicas para coordinar sus funciones para tal labor, con la finalidad de atender los diversos desafíos jurídicos. Además de que países con mayor desarrollo tecnológico avanzan en la capitalización de los datos en diversos sectores, lo cual provocaría la dependencia tecnológica de los países que no estén velando por el fortalecimiento de su soberanía tecnológica y la regulación de las TIC.

## REFERENCIAS

- Acuerdo por el que se expide la Estrategia Digital Nacional 2021-2024. (06 de septiembre de 2021). *Diario Oficial de la Federación*. <https://bit.ly/3AI2M8A>
- Asamblea General de Naciones Unidas. (31 de enero de 2002). 56/183. *Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información, Resolución aprobada por la Asamblea General [sobre la base del informe de la Segunda Comisión (A/56/558/Add.3)*. [http://www.itu.int/net/wsis/docs/background/resolutions/56\\_183\\_unga\\_2002-es.pdf](http://www.itu.int/net/wsis/docs/background/resolutions/56_183_unga_2002-es.pdf)
- Carta de la Organización de los Estados Americanos [Carta de la OEA]*. (13 de diciembre de 1951). [https://www.oas.org/dil/esp/afrodescendientes\\_manual\\_formacion\\_lideres\\_anexos.pdf](https://www.oas.org/dil/esp/afrodescendientes_manual_formacion_lideres_anexos.pdf)
- CEMA (2017). Digital Farming: what does it really mean? And what is the vision of Europe's farm machinery industry for Digital Farming?. CEMA aisbl - European Agricultural Machinery. [https://www.cema-agri.org/images/publications/position-papers/CEMA\\_Digital\\_Farming\\_-\\_Agriculture\\_4.0\\_13\\_02\\_2017\\_0.pdf](https://www.cema-agri.org/images/publications/position-papers/CEMA_Digital_Farming_-_Agriculture_4.0_13_02_2017_0.pdf)
- Conferencia regional de la FAO para Europa. (2018). *Anexo para la Web del documento ERC/18/3: La ciberagricultura: uso de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para el fomento de sistemas alimentarios sostenibles e inclusivos y la integración del comercio*. <http://www.fao.org/3/MW402ES/mw402es.pdf>
- Consejo Económico y Social - Naciones Unidas [CES-NU]. (1999). *El derecho a una alimentación adecuada (art. 11): E/C.12/1999/5, CESCR Observación general 12*. <https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2001/1450.pdf>
- Consejo Superior de Investigaciones Científicas [CSIC]. (19 de octubre de 2023). Un nuevo proyecto europeo combina inteligencia artificial y biología sintética para la obtención de compuestos vegetales. CSIC-gobierno de España. <https://www.csic.es/es/actualidad-del-csic/un-nuevo-proyecto-europeo-combina-inteligencia-artificial-y-biologia-sintetica-para-la-obtencion-de-compuestos-vegetales>
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos [CPEUM]. (5 de febrero de 1917). *Diario Oficial de la Federación* (última reforma 22 de marzo de 2024). <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf>
- COPA & COGECA et al. (2020). *Código de conducta de la UE sobre el intercambio de datos agrarios por acuerdo contractual*. [https://www.cema-agri.org/images/publications/brochures/EU\\_Code\\_of\\_conduct\\_2019\\_Spanish\\_version.PDF](https://www.cema-agri.org/images/publications/brochures/EU_Code_of_conduct_2019_Spanish_version.PDF)
- Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal. (30 de noviembre de 2018). *Diario Oficial de la Federación*. [https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/loapf/LOAPF\\_ref61\\_30nov18.pdf](https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/loapf/LOAPF_ref61_30nov18.pdf)
- Deymi-Dashtebayaz, M. y Valipour Namanlo, S. (2019). Potentiometric and economic analysis of using air

- and water-side economizers for data center cooling based on various weather conditions. *International Journal of Refrigeration*, 99, 213-225 <https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2019.01.011>.
- Estrategia Digital Nacional 2013-2018. (2013, noviembre). [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/17083/Estrategia\\_Digital\\_Nacional.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/17083/Estrategia_Digital_Nacional.pdf)
- Fisher González, V. (2015). Agricultura y alimentación: el principio precautorio a la luz del derecho comparado y nacional. *Revista de IUDEX*, (3), 103- 123.
- Gobierno de España- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2019). *Estrategia de digitalización del sector agroalimentario y forestal y del medio natural del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación*. [https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/planes-estrategias/estrategia-digitalizacion-sector-agroalimentario/estrategia\\_digitalizacion\\_sector\\_agroalimentario\\_forestal\\_medio\\_rural\\_ve\\_tcm30-509645.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/planes-estrategias/estrategia-digitalizacion-sector-agroalimentario/estrategia_digitalizacion_sector_agroalimentario_forestal_medio_rural_ve_tcm30-509645.pdf)
- Gobierno de España; Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2019). *I Plan de acción 2019-2020 Estrategia de digitalización del sector agroalimentario y forestal y del medio rural*. [https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/planes-estrategias/estrategia-digitalizacion-sector-agroalimentario/plan-accion-2019-2020-estrategia-digitalizacion\\_tcm30-524904.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/planes-estrategias/estrategia-digitalizacion-sector-agroalimentario/plan-accion-2019-2020-estrategia-digitalizacion_tcm30-524904.pdf)
- Instituto Federal de Telecomunicaciones [IFT]. (2020). *Estrategia IFT 2021-2025*. <https://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/transparencia/estrategia20202025.pdf>
- Instituto Federal de Telecomunicaciones [IFT]. (2022). *Cobertura del servicio móvil en las zonas agrícolas en México 2022*. <https://bit.ly/48VkBxv>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía-Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [INEGI-SADER]. (2019). *Encuesta Nacional Agropecuaria 2019*, [https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ena/2019/doc/rrdp\\_ena2019.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ena/2019/doc/rrdp_ena2019.pdf)
- Kshetri, N. (2020). Artificial Intelligence in Developing Countries. *IT Professional*, 22(4), 63-68, doi: 10.1109 / MITP.2019.2951851.
- López Ricalde, C. D. et al. (2005). Desarrollo sustentable o sostenible: una definición conceptual. *Horizonte Sanitario*, 4(2), 1-6.
- Mazumdar, S. (2024b, 30 de junio). Google granted approval for Uruguay data center amid water concerns. *Digital Infra Network*. <https://digitalinfranetwork.com/news/google-granted-approval-for-uruguay-data-center-amid-water-concerns/>
- Mazumdar, S. (2024a, 4 de marzo). *Water wars: Court halts Google data center in Chile amid climate controversy*, *Digital Infra Network*. <https://digitalinfranetwork.com/news/water-wars-court-halts-google-data-center-in-chile-amid-climate-controversy/#:~:text=Water%20wars%3A%20Court%20halts%20Google%20data%20center%20in%20Chile%20amid%20>

- climate%20controversy,-March%204%20C%202024&text=A%20Chilean%20court%20granted%20environmentalists,the%20impact%20of%20climate%20change.
- Medina Rey, J.M. et al. (2021). ¿Seguridad alimentaria, soberanía alimentaria o derecho a la alimentación? Estado de la cuestión. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 18, 1-19.
- Melgar, M. (2018). Agricultura digital o agricultura 4.0. *Sugar Journal*, 81(5), 33-37. <https://cengicana.org/files/2018091813553326.pdf>
- Mi, R., Bai, X., Xu, X. y Ren, F., (2023) Energy performance evaluation in a data center with water-side free cooling, *Energy and Buildings*, 295, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.113278>.
- Morán, C. L. et al., (2014). Percepción del derecho a la alimentación en el salvador. Perspectiva desde la biotecnología, *Colección investigaciones 39 de la Universidad Tecnológica de El Salvador*. [https://www.utec.edu.sv/vips/uploads/investigaciones/derecho\\_alimentacion\\_el\\_salvador.pdf](https://www.utec.edu.sv/vips/uploads/investigaciones/derecho_alimentacion_el_salvador.pdf)
- Moreno-Sáenz, L. I. et al. (2016). Dependencia de México a las importaciones de maíz en la era del TLCAN, *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(1), 115-126.
- Naciones Unidas y Unión Internacional de Telecomunicaciones [UN y UIT]. (2004). *Plan de Acción - Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información, Ginebra 2003-Túnez 2005 WSIS-03/GENEVA/5-S. del 12 de mayo*. [https://www.itu.int/dms\\_](https://www.itu.int/dms_)  
[pub/itu-s/md/03/wsis/doc/S03-WSIS-DOC-0005!!PDF-S.pdf](https://www.itu.int/dms_)
- NYÉLÉNI (20 de septiembre de 2016). *Los objetivos del foro*, <https://nyeleni.org/es/los-objetivos-del-foro/>
- OECD (2019) *Recommendation of the Council on Artificial Intelligence*, OECD/LEGAL/0449. (última modificación 2 de mayo de 2024). <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/oecd-legal-0449>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO]. (2022). Recomendación sobre la Ética de la Inteligencia Artificial, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura: Francia. [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137\\_spa](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137_spa)
- Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales* [PIDESC]. (16 diciembre 1966). <https://www.ohchr.org/es/instruments-mechanisms/instruments/international-covenant-economic-social-and-cultural-rights>
- Programa Especial para la Seguridad Alimentaria - PESA - Centroamérica y Proyecto Food Facility Honduras. (2011). Seguridad alimentaria y nutricional. *Conceptos básicos*, FAO, 3ª ed., 1-8. <http://www.fao.org/3/at772s.pdf>
- Programa Sectorial de Agricultura y Desarrollo Rural 2020-2024 (25 de junio de 2020). *Diario Oficial de la Federación*. <https://bit.ly/3CwSrSe>
- Ramón Fernández, F. (2020). Inteligencia artificial y agricultura: nuevos retos en el sector agrario, *Campo jurídico. Revista de derecho agroambiental e*

- teoría do direito*, 8 (2), 123-139, DOI: <https://doi.org/10.21902/revistacampjur.v8i2.662>
- Reglamento (UE) 2018/1807 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de noviembre de 2018, relativo a un marco para la libre circulación de datos no personales en la Unión Europea (Texto pertinente a efectos del EEE) [Reglamento 2018/1807]. (28 de noviembre de 2018). *Diario Oficial de la Unión Europea*, <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2018-81888>
- Resolución del Parlamento Europeo, de 20 de octubre de 2020, con recomendaciones destinadas a la Comisión sobre un régimen de responsabilidad civil en materia de inteligencia artificial 2020/2014 (INL)*. (20 de octubre de 2020). Parlamento Europeo, [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2020-0276\\_ES.pdf](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2020-0276_ES.pdf)
- Reuters. (27 de febrero de 2024). *Chile partially pulls Google data center permit, seeks tougher environmental checks*, Reuters. <https://www.reuters.com/world/americas/chile-partially-pulls-google-data-center-permit-seeks-tougher-environmental-2024-02-27/>
- Sustainable Development Goal [SDG]. (2017). *Resolution adopted by the General Assembly on Work of the Statistical Commission pertaining to the 2030 Agenda for Sustainable Development* (A/RES/71/313). [Archivo PDF]. <https://documents.un.org/doc/undoc/gen/n17/207/67/pdf/n1720767.pdf>
- Veronese, A. y Nunes Lopes Espiñeira Lemos, A. (2021). *Trayectoria*
- normativa de la inteligencia artificial en los países de Latinoamérica con un marco jurídico para la protección de datos: límites y posibilidades de las políticas integradoras, *Revista Latinoamericana de Economía y Sociedad Digital*, (2), 1-31. DOI: 10.53857/MZBU2371