

Aproximaciones Bioéticas de la Agricultura Inteligente: Una Reflexión contextualizada desde la Justicia, Autonomía, Sostenibilidad y Vulnerabilidad

Bioethical Approaches to Smart Agriculture: A Contextualized Reflection on Justice, Autonomy, Sustainability, and Vulnerability



DOI: <https://doi.org/10.17981/econcuc.Econ.6495>

Resumen

Artículo de Reflexión

Fecha de recepción: 08/06/2025
Fecha de devolución: 15/08/2025
Fecha de aceptación: 23/10/2025
Fecha de publicación: 05/12/2025

Wilfrido Javier Arteaga Sarmiento 
Universidad Militar Nueva Granada
Cajicá, Cundinamarca (Colombia)
Wilfrido.artega@unimilitar.edu.co 
Est.wilfrido.artega@unimilitar.edu.co 

La agricultura inteligente ha cambiado la forma en que se producen alimentos gracias a la tecnología de vanguardia y a la inteligencia artificial, esto ha mejorado la producción y ha ayudado a cuidar el medio ambiente. Sin embargo, también se han generado problemas éticos relacionados con la justicia social, la autonomía de los productores, la sostenibilidad y la vulnerabilidad de las comunidades rurales. El propósito de este artículo es identificar, organizar e interpretar críticamente, en la literatura existente en el periodo comprendido entre 2014 a 2024, las principales categorías bioéticas, desde una perspectiva reflexiva y contextualizada. Metodológicamente, se desarrolló una revisión documental cualificada de carácter interpretativo, basada en el análisis de la literatura académica indexada y en una reflexión ético-normativa apoyada en marcos de la bioética global, la bioética ambiental y la ética de la tecnología. El análisis permitió identificar cuatro categorías bioéticas predominantes: sostenibilidad, justicia, vulnerabilidad y autonomía, y evidenciar que, pese al énfasis en la eficiencia ecológica y tecnológica, persisten profundas desigualdades en el acceso, la apropiación y el diseño de estas innovaciones, que afectan de manera desproporcionada a pequeños productores, mujeres rurales y comunidades con limitaciones estructurales. Se puede concluir que, la agricultura inteligente no constituye un proceso neutral ni universalmente beneficioso, sino un campo de disputas éticas y políticas que exige marcos de gobernanza tecnológica inclusivos, participativos y bioéticamente fundamentados, capaces de reconocer a los actores humanos y no humanos como sujetos éticos y de garantizar justicia, sostenibilidad y autonomía en la transformación digital del agro.

Palabras clave: Agricultura inteligente, Bioética, Justicia social, Autonomía, Sostenibilidad, Vulnerabilidad social, Tecnologías agrícolas, Gobernanza tecnológica, Inteligencia artificial en agricultura, Innovación agrícola sostenible.

Abstract

Smart agriculture has reconfigured the agri-food sector by implementing cutting-edge technologies powered by artificial intelligence, promoting narratives of productive optimization and environmental sustainability. However, such implementations generate bioethical dilemmas related to social justice, producers' autonomy, sustainability, and the vulnerability of rural communities. The purpose of this article is to identify, organize, and critically interpret, within the existing literature published between 2014 and 2024, the main bioethical categories from a reflective and contextualized perspective. Methodologically, a qualified documentary review of an interpretive nature was conducted, based on the analysis of indexed academic literature and a normative ethical reflection supported by frameworks of global bioethics, environmental bioethics, and the ethics of technology. The analysis made it possible to identify four predominant bioethical categories: sustainability, justice, vulnerability, and autonomy, and to demonstrate that, despite the emphasis on ecological and technological efficiency, profound inequalities persist in access to, appropriation of, and design of these innovations, disproportionately affecting small-scale producers, rural women, and communities facing structural limitations. It can be concluded that smart agriculture does not

Para citar este artículo:

Arteaga, J. (2025). Aproximaciones Bioéticas de la Agricultura Inteligente: Una Reflexión contextualizada desde la Justicia, Autonomía, Sostenibilidad y Vulnerabilidad. *Económicas CUC*, 46(2), e6495. DOI: <https://doi.org/10.17981/econcuc.Econ.6495>

JEL: O33, Q16, Q56, I38, D63.

constitute a neutral or universally beneficial process, but rather a field of ethical and political disputes that requires inclusive, participatory, and bioethically grounded technological governance frameworks, capable of recognizing both human and non-human actors as ethical subjects and of guaranteeing justice, sustainability, and autonomy in the digital transformation of agriculture.

Keywords: Armed conflict, Catatumbo, humanitarian crisis, forced displacement, illicit economies, socioeconomic development.

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos diez años, la agricultura inteligente se ha posicionado como una de las propuestas más llamativas para renovar profundamente la forma en que producimos alimentos. Tecnologías como sensores, inteligencia artificial, robótica o sistemas de análisis de datos masivos (big data) han irrumpido con fuerza en el campo, prometiendo no solo mejorar los niveles de productividad, sino también reducir el impacto ambiental y hacer un uso más eficiente de los recursos. No obstante, la incorporación de estas tecnologías también plantea dilemas éticos específicos en contextos agrícolas, relacionados con la equidad en el acceso, la autonomía de los productores, la protección de datos y el impacto social y ambiental de las innovaciones

Rose & Chilvers. (2018) ya advertían que el discurso de la llamada Agricultura 4.0 tiende a centrarse en lo técnico, pero suele omitir las implicaciones sociales y éticas de fondo. Para ellos, y para muchas otras voces críticas, innovar responsablemente implica mucho más que evitar riesgos: requiere abrir espacios reales de participación a quienes están directamente implicados en el uso y los impactos de estas tecnologías. En esa misma línea, **Zampati. (2022)** recoge los temores de varios agricultores europeos ante el manejo de sus datos: sin claridad jurídica ni ética sobre el destino de la información que producen, sienten que pierden el control y la autonomía sobre sus propios procesos productivos.

Colombia no es ajena a este debate. Investigaciones como las de **Ovalle Másmela, Romero-Perdomo & Uribe Galvis. (2023)** muestran que, aunque existen esfuerzos públicos y privados por incorporar tecnologías digitales al agro, persisten desigualdades profundas. La falta de conectividad, de formación técnica y de acceso a dispositivos digitales afecta sobre todo a pequeños productores, quienes suelen quedar al margen de estos procesos. En este escenario, surge la pregunta de investigación que orienta este trabajo: ¿cómo se configuran y qué implicaciones tienen, desde una perspectiva bioética, los dilemas asociados a la justicia, la autonomía, la sostenibilidad y la vulnerabilidad en la agricultura inteligente?

Al mismo tiempo, autores como **Ryan. (2019)** llaman la atención sobre los riesgos que conlleva dejar la innovación en manos de grandes corporaciones. En su análisis, la acumulación de datos y el uso de algoritmos opacos refuerzan dinámicas de poder que históricamente han puesto al productor en una posición subordinada frente al mercado, con escasas posibilidades de incidir.

Karunathilake et al. (2023), por su parte, reconocen que la agricultura de precisión abre posibilidades interesantes: permite monitorear en tiempo real lo que ocurre en un cultivo o prever con más certeza la producción. Aun así, indican en que estos

avances solo son sostenibles si se encuentran soportados por instituciones sólidas que velen por el acceso equitativo a las herramientas, la participación democrática y el respeto por los derechos de los productores. En este mismo sentido, **Luma-Osmani et al. (2020)** consideran que no es pertinente hablar de ética tecnológica sin poner de manifiesto las implicaciones sociales de cada decisión técnica: se requiere una mirada causal que relacione lo que se diseña con sus impactos reales.

Bajo este escenario, el presente artículo propone una reflexión contextualizada y crítica sobre las implicaciones bioéticas de la agricultura inteligente, a partir de una lectura analítica de la literatura científica publicada entre 2014 y 2024. Para ello, se identifican y discuten las principales categorías bioéticas que emergen, particularmente justicia, autonomía, sostenibilidad y vulnerabilidad, con el propósito de construir un marco interpretativo que permita interrogar, desde una perspectiva ética, el modelo tecno productivo que se consolida en el sector agrícola. La reflexión se orienta a problematizar no solo los beneficios asociados con la digitalización del campo, sino también los riesgos y tensiones que esta puede generar, con miras a aportar referentes para una gobernanza tecnológica más justa, inclusiva y contextualizada.

Así mismo, el presente artículo se estructura en cuatro secciones: i) Referentes teóricos, donde se abordan las definiciones de cada una de las categorías bioéticas emergentes de los estudios internacionales analizados, ii) Metodología implementada para la selección de los estudios incluidos en el presente artículo de reflexión, iii) Análisis y Resultados, donde se coloca en evidencia las cuatro categorías bioéticas fundamentales en el debate contemporáneo sobre agricultura inteligente y finalmente, iv) Conclusiones

ESTADO DEL ARTE

La literatura contemporánea sobre agricultura inteligente ha crecido de manera significativa durante la última década, concentrándose principalmente en los beneficios técnicos asociados a la digitalización del agro, la eficiencia productiva, la optimización de recursos y la reducción del impacto ambiental. Sin embargo, como muestran diversos estudios críticos, este crecimiento no ha sido acompañado de un desarrollo equivalente en la reflexión ética sistemática sobre las implicaciones sociales, políticas y morales de dichas tecnologías (**Klerkx et al. 2019; Rose & Chilvers 2018; Clapp & Ruder 2020**).

Desde el campo de la bioética, este vacío resulta especialmente problemático, en tanto que la agricultura inteligente no se limita a introducir herramientas neutras, sino que reconfigura relaciones de poder, formas de conocimiento, condiciones de trabajo y modos de vida rurales. Tal como advierte Van Rensselaer **Potter. (1971)**, toda innovación tecnocientífica que incida sobre la vida humana, animal o ecosistémica, debe ser evaluada no solo por su eficacia, sino también por los valores que promueve y las consecuencias que genera a largo plazo.

En este sentido, el estado del arte revela una fragmentación analítica: mientras algunos trabajos abordan la sostenibilidad desde una lógica predominantemente ambiental o productivista (Gebbers & Adamchuk 2010; Karunathilake et al. 2023), otros comienzan a problematizar las dimensiones éticas vinculadas a la justicia social, la autonomía de los productores y la vulnerabilidad estructural de ciertos colectivos rurales (Klerkx et al. (2019; Huyer et al. 2021; Uddin et al. 2022). No obstante, estos enfoques suelen presentarse de manera aislada, sin una articulación bioética integral que permita comprender las tensiones entre dichas categorías.

La bioética global y la bioética ambiental latinoamericana aportan marcos conceptuales valiosos para superar la fragmentación existente. Autores como Ten Have, H. (2016) y Florentino Márquez Vargas, F. (2020) coinciden en señalar que la evaluación ética de las tecnologías requiere considerar los contextos históricos y territoriales en los que estas se desarrollan e implementan, así como las desigualdades estructurales que limitan el acceso, la innovación y su uso. A la luz de esta perspectiva, la agricultura inteligente no puede entenderse solo como una respuesta técnica a los desafíos productivos sino también como un fenómeno ético y político que incide manera directa en la justicia intergeneracional, la dignidad del trabajo rural y la sostenibilidad de los ecosistemas

Bajo este marco, el presente artículo asume una posición crítica y propositiva dentro del estado del arte, al sistematizar cuatro categorías bioéticas recurrentes, sostenibilidad, justicia, vulnerabilidad y autonomía, no como conceptos aislados, sino como dimensiones interdependientes que permiten interrogar el modelo de desarrollo tecnoproductivo que se está consolidando en el agro. Esta lectura busca aportar al debate académico al ampliar la reflexión ética más allá del predominio de enfoques instrumentales y al reconocer a la bioética como un marco analítico fundamental para orientar una gobernanza responsable de la agricultura inteligente

Enfoque bioético

Este artículo de reflexión se basa en una comprensión crítica de la bioética, no limitada al análisis de los dilemas morales propios de la biomedicina, sino que se extiende al estudio de las implicaciones de la implementación de la tecnología en contextos específicos. Van Rensselaer Potter, quien introdujo el término en 1971, propuso entender la bioética como “un puente hacia el futuro”, capaz de articular el conocimiento científico con los valores humanos y de orientar las decisiones tecnológicas hacia la supervivencia, la justicia y la sostenibilidad planetaria (Potter. 1971). Esta perspectiva resulta especialmente pertinente para analizar la agricultura inteligente, donde la innovación, la productividad, la optimización y la justicia social convergen de manera compleja.

La bioética global plantea la necesidad de enfoques contextuales y estructurales para comprender los dilemas éticos del mundo moderno. Desde esta mirada, la bioética no se limita a valorar acciones aisladas, sino que examina las condiciones sistémicas que producen injusticia, marginación y diversas formas de daño social

y ambiental (Ten Have. 2016). En América Latina, esta orientación ha sido desarrollada por autores como Florentino Márquez Vargas. (2020), quien propone una bioética ambiental situada, en la que los territorios, las prácticas agrícolas, las relaciones comunitarias y los ecosistemas también son reconocidos como sujetos de consideración moral. Según Márquez, la bioética está llamada a recuperar una sensibilidad ética ante aquello que es común, vulnerable y con frecuencia excluido por el modelo tecnocrático dominante.

Por su parte, Florencia Luna. (2008) trabajó en el significado de “capaz de vulnerabilidad”, entendida como una herramienta conceptual útil para revisar las diversas formas de fragilidad que pueden afectar a determinados grupos sociales. En lugar de considerar a estas poblaciones como conjuntos homogéneos, la autora propone analizar los factores sociales, históricos y culturales que profundizan las situaciones de inequidad. Esta mirada es relevante para comprender la incorporación de tecnologías en el ámbito agrícola, donde las desigualdades preexistentes inciden de manera significativa en el acceso, la capacidad de decisión y las oportunidades reales que tienen los actores rurales, donde las desigualdades estructurales condicionan quién puede acceder a la innovación, bajo que términos y con qué beneficios.

En este mismo sentido, se destacan autores como Peter Kemp. (2009) y Henk Ten Have. (2016), quienes han resaltado la necesidad de que la bioética asuma un papel activo frente a los desafíos tecnológicos de la sociedad contemporánea, promoviendo una ética cimentada en la responsabilidad, la sostenibilidad y la deliberación democrática. Así, se tiene que, la agricultura inteligente, como expresión del actual paradigma tecnocientífico, no puede ser evaluada al margen de las relaciones de poder que la atraviesan y de los efectos sociales que su implementación puede generar.

Sostenibilidad

La categoría de sostenibilidad aparece mucho en escritos sobre agricultura inteligente, y se asocia con mejorar cómo usamos los recursos, aumentar la eficiencia de la producción o reducir los impactos ambientales medibles. Sin embargo, desde una perspectiva bioética crítica, no debería verse solo como algo técnico o ecológico, sino como una idea que plantea preguntas éticas sobre el futuro que estamos creando, a quién beneficia, con qué principios y a qué costo social o ambiental.

En su forma más completa, la sostenibilidad implica responsabilidad entre generaciones (Potter. 1988), reconocer el valor de la biodiversidad, distribuir los recursos de manera justa y asegurar una vida digna para todos los seres vivos. Potter, al advertir que el avance tecnocientífico afecta la biosfera y a las generaciones futuras, propuso una “bioética de la supervivencia” como una ciencia articulada con valores para defender la vida a largo plazo (Potter. 1971).

En años recientes, este concepto ha sido profundizado por autores como Peter Kemp. (2009) y Henk Ten Have. (2016), quienes plantean que la sostenibilidad debe comprenderse desde una ética global capaz de reconocer las desigualdades y los

riesgos de exclusión asociados a enfoques tecnocráticos. Desde esta perspectiva, el desarrollo sostenible no puede reducirse únicamente a indicadores de productividad o eficiencia, sino que exige considerar los contextos territoriales, las dinámicas culturales y las formas de vida propias de las comunidades rurales.

En el sector agroalimentario, **Kendig Selfa & Thompson. (2024)** proponen una innovación responsable en la que la sostenibilidad tecnológica se vincule con principios de justicia social, participación democrática y resistencia ecológica. Para estos autores, es clave preguntar no solo qué tecnologías se crean, sino también para quién, con qué criterios y con qué sistemas de rendición de cuentas. Por lo tanto, la evaluación bioética de la sostenibilidad en la agricultura inteligente exige ir más allá de la idea de eficiencia, para investigar las dinámicas de poder, el conocimiento ignorado y las consecuencias éticas de los modelos de desarrollo que se promueven.

Justicia

La justicia, desde el enfoque de la bioética, se considera un principio regulador que guía la toma de decisiones morales hacia la igualdad en la distribución de riesgos, beneficios, deberes y oportunidades, reconociendo tanto la igualdad inherente a todos los seres humanos como las diferencias contextuales que deben ser atendidas de manera diferenciada. A diferencia de su definición clásica en la teoría liberal de derechos, la justicia en bioética incorpora una preocupación clara por las condiciones estructurales que generan o mantienen la vulnerabilidad, lo que implica no solo distribuir de manera equitativa, sino también transformar los sistemas que fomentan la desigualdad (**Rawls 2001; Luna 2008; Ten Have. (2016)**).

En este contexto, la justicia en bioética no se restringe únicamente al acceso a servicios o tecnologías, sino que se relaciona con el reconocimiento de las capacidades, culturas y voces de los grupos que han sido históricamente marginados, y exige la creación de mecanismos deliberativos que aseguren su participación en el proceso de toma de decisiones. En tal sentido, la justicia en bioética articula al menos tres dimensiones complementarias: la distributiva, la relacional y la participativa, estrechamente vinculadas con los principios de autonomía, dignidad y solidaridad (**Rivera 2023; Luna 2008**). En palabras de **Henk Ten Have. (2016)** en contextos marcados por desigualdades globales, el principio de justicia debe traducirse en acciones orientadas a transformar las asimetrías de poder y a proteger a quienes se encuentran en condiciones de mayor desventaja, mediante un enfoque que integre ética, derechos humanos y responsabilidad política.

Vulnerabilidad

La vulnerabilidad es una categoría clave en bioética, principalmente en espacios donde persisten desigualdades estructurales, relaciones asimétricas de poder y formas diferentes de exposición al daño. En este marco, la vulnerabilidad se comprende como una realidad social y política alineada con factores, históricos, institucionales y culturales que sitúan a determinados grupos en mayores condiciones de riesgo

o marginación (Luna 2009; Fineman 2008). En virtud de lo anterior, Florencia Luna. (2009) propone comprender la vulnerabilidad como una realidad compleja y estratificada, en la que las personas y los grupos no se encuentran expuestos del mismo modo, sino que pueden enfrentar distintas formas de vulnerabilidad económica, epistémica, tecnológica e institucional, que se superponen o se refuerzan entre sí.

Al respecto, Henk Ten Have. (2016) destaca que la justicia exige reconocer y atender las condiciones de vulnerabilidad mediante políticas orientadas a proteger la dignidad, la autonomía y los derechos de quienes se encuentran en situaciones de desventaja. Ello supone no solo disminuir, riesgos inmediatos, sino también transformar, las estructuras que reproducen dependencia, desigualdad o exclusión, garantizando una participación efectiva, un acceso equitativo a los recursos y el respeto por la diversidad cultural y los distintos saberes. En consecuencia, la vulnerabilidad no se limita a fundamentar medidas de protección, sino que demanda compromisos éticos y políticos dirigidos a la transformación social y al fortalecimiento de las capacidades humanas.

Autonomía

La autonomía ocupa un lugar central en la bioética y se entiende como la capacidad de las personas para tomar decisiones libres, informadas y reflexivas sobre su propia vida. En su postulado clásico, Beauchamp & Childress. (2019) la relacionan con el autogobierno personal, es decir, con la posibilidad de decidir sin coerciones externas ni interferencias injustificadas. Sin embargo, esta comprensión liberal e individualizada ha sido ampliamente discutida en las últimas décadas, a medida que distintos autores han resaltado el papel de la interdependencia, las condiciones materiales y las relaciones de poder en el ejercicio real de la autonomía (Mackenzie & Stoljar 2000). Desde esta postura, no basta con afirmar que las personas son autónomas en abstracto; también es necesario garantizar las condiciones sociales, políticas, tecnológicas y culturales que hagan posible una decisión verdaderamente libre y con sentido.

Florencia Luna. (2008) sostiene que la autonomía debe comprenderse de manera relacional y situada, especialmente cuando se trata de grupos históricamente marginados. Esto implica considerar no solo la libertad formal de elegir, sino también las posibilidades reales de reflexionar, de comprender y de decidir en entornos complejos o mediados por la tecnología.

De igual forma, Henk Ten Have. (2016) y Peter Kemp. (2009) plantean que la autonomía, en el campo bioético, puede ampliarse hacia una dimensión colectiva que incorpore la participación, el dialogo y el reconocimiento de los saberes locales, en particular frente a los procesos de innovación tecnológica. En este sentido, la autonomía se encuentra estrechamente vinculada con la justicia y la dignidad, y no puede entenderse al margen de las estructuras que la posibilitan o la restringen. Así, en bioética la autonomía no se agota en la libertad de escoger, sino que

también, comprende la capacidad de actuar con agencia en condiciones de equidad, reconocimiento y participación efectiva.

En términos generales, la revisión realizada muestra que, aunque la literatura sobre agricultura inteligente ha crecido de manera significativa en los últimos años, los estudios que integran, desde la bioética, sus efectos sociales y territoriales siguen siendo limitados. El presente trabajo se ubica en ese campo todavía insuficientemente desarrollado y propone una lectura interpretativa orientada no solo a reconocer las categorías bioéticas más frecuentes, sino también, a examinarlas de manera articulada y crítica. Con ello se busca contribuir a una comprensión más amplia de los dilemas que surgen cuando la innovación tecnológica llega a contextos rurales atravesados por desigualdades persistentes, relaciones de dependencia y diversas formas de vulnerabilidad histórica.

METODOLOGÍA

Este artículo se inscribe en el género de reflexión académica, entendida como una modalidad que no se limita a describir hallazgos empíricos, sino que busca construir una postura crítica fundamentada en la lectura, interpretación y diálogo argumentado con fuentes académicas relevantes (Ruíz. 2012). A diferencia de los artículos empíricos o de revisión sistemática, este enfoque privilegia el análisis interpretativo y la problematización conceptual de un objeto de estudio: los dilemas bioéticos que emergen en torno a la agricultura inteligente.

Se llevó a cabo una revisión documental cualificada, orientada a identificar la literatura académica publicada entre enero de 2014 y diciembre de 2024, disponible en revistas científicas indexadas, repositorios institucionales y bases de datos especializadas. La búsqueda se realizó en Scopus, Web of Science, SciELO, Redalyc y repositorios institucionales, así como en revistas de acceso abierto especializadas. Se utilizaron términos clave como *smart farming*, *precision agriculture*, *bioethics*, *digital agriculture*, *justice*, *sustainability*, *autonomy* y *vulnerability*, en español e inglés. El proceso siguió un protocolo adaptado desde la metodología Prisma, para asegurar la trazabilidad en la selección y exclusión de documentos. La última búsqueda se efectuó el 15 de diciembre de 2024.

Los criterios de inclusión que se consideraron fueron:

- Artículos académicos revisados por pares y publicados en revistas indexadas.
- Estudios que aborden explícita o implícitamente alguna de las siguientes categorías bioéticas: justicia, sostenibilidad, autonomía o vulnerabilidad.
- Producciones con enfoques interdisciplinarios (bioética, sociología rural, ética tecnológica, estudios de ciencia y tecnología).
- Acceso completo al texto para su análisis riguroso.

Los criterios de exclusión fueron:

- Trabajos puramente técnicos o agronómicos, sin reflexión ética ni social.
- Estudios de tipo comercial o promocional sin sustento académico.

- Documentos sin rigor metodológico identificable o con duplicación de contenido.

Para organizar el análisis, se diseñó una matriz cualitativa estructurada en torno a las categorías bioéticas centrales del estudio: sostenibilidad, justicia, autonomía y vulnerabilidad. Este instrumento permitió codificar los contenidos temáticos relevantes, identificar patrones argumentativos y reconocer puntos de convergencia o disenso entre las diversas perspectivas abordadas. De enfoque inductivo y exploratorio, la matriz se construyó bajo principios de análisis temático reflexivo, lo que facilitó la integración crítica entre los marcos conceptuales y los aportes empíricos de las fuentes revisadas. La selección final comprendió 36 documentos, cuyo examen riguroso sirvió como base para la construcción de un marco interpretativo sobre las tensiones éticas que atraviesan el despliegue de tecnologías inteligentes en el agro.

En línea con autores como [Florencia Luna. \(2008\)](#), [Florentino Márquez Vargas. \(2020\)](#), [Peter Kemp. \(2009\)](#) y [Van Rensselaer Potter. \(1971\)](#), esta reflexión parte del supuesto de que la bioética crítica no se limita al análisis normativo de casos, sino que requiere una lectura situada, ética, social y política de las tecnologías, especialmente en contextos marcados por desigualdades estructurales.

En coherencia con ello, el análisis se nutre de marcos conceptuales de la bioética aplicada ([Kendig et al. 2024](#)), la ética de la inteligencia artificial ([Ryan 2023](#)), la sociología rural crítica ([Rose & Chilvers 2018](#)) y la filosofía de la tecnología ([Leisinger 2016](#)). Estos enfoques permiten repensar la agricultura digital no como un proceso neutro, sino como un campo de disputa ética y política, en el que se juega la dignidad humana, la sostenibilidad ecológica y la justicia en la distribución del conocimiento.

Además del análisis interpretativo desarrollado a partir de la lectura reflexiva de los textos, se procedió a cuantificar la frecuencia con que las categorías bioéticas clave como sostenibilidad, justicia, vulnerabilidad y autonomía, fueron abordadas en los documentos seleccionados. Este ejercicio permitió identificar patrones de atención en el ámbito académico. Los resultados muestran que la categoría de sostenibilidad fue la más representada (n=34), lo que refleja una fuerte preocupación por los impactos ecológicos y tecnológicos en los sistemas agrícolas. Le siguen justicia (n=31), vinculada a la equidad en el acceso y distribución de tecnologías; vulnerabilidad (n=29), referida a los riesgos estructurales que enfrentan ciertos actores sociales; y autonomía (n=27), relacionada con la capacidad de decisión de los productores frente a sistemas algorítmicos complejos ([Ver Tabla 1](#))

Tabla 1: *Distribución de Frecuencia - Categorías Bioéticas.*

Categoría	Frecuencia
Sostenibilidad	34
Justicia	31
Vulnerabilidad	29
Autonomía	27

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se elaboró un registro geográfico de los estudios, que evidencia una clara concentración en países del Norte Global. Destacan Países Bajos (n=7), Reino Unido (n=5), Canadá (n=5) y Estados Unidos (n=4) como los contextos más representados. Esta distribución indica que, existe una producción académica significativa generada por instituciones del hemisferio norte, lo que puede repercutir en un sesgo potencial en la forma en que se conceptualizan los dilemas bioéticos vinculados a la agricultura inteligente. Pese a ello, se identificaron algunas contribuciones desde el Sur Global, incluyendo Colombia (n=2), que resultan fundamentales para incorporar visiones más contextualizadas y políticamente sensibles a las realidades agrarias no hegemónicas (Ver Tabla 2).

Tabla 2: *Publicaciones por Países*

País	Frecuencia
Países Bajos	7
Reino Unido	5
Canadá	5
Estados Unidos	4
Colombia	2
Alemania	2
Nueva Zelanda	1
Bélgica	1
Macedonia del Norte	1
Indonesia	1
Polonia	1
Noruega	1
Italia	1
Suiza	1
Grecia	1
República de Corea	1
Suecia	1

Fuente: Elaboración propia

La inclusión de este análisis complementario enriquece la reflexión al aportar una visión sistematizada de la distribución temática y geográfica de los debates bioéticos identificados. Este panorama no solo permite reconocer patrones de atención académica y vacíos regionales, sino que también profundiza la comprensión crítica del campo, manteniendo la coherencia con el enfoque interpretativo que orienta el desarrollo del artículo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La revisión de la literatura permitió identificar cuatro categorías bioéticas centrales en las discusiones actuales sobre la agricultura inteligente: sostenibilidad, justicia, vulnerabilidad y autonomía. Aunque los estudios analizados incorporan al menos una de estas dimensiones, su presencia no es homogénea. La sostenibilidad aparece como el tema más recurrente, mientras que la autonomía, pese a su

relevancia para la agencia y la autodeterminación de los actores involucrados, recibe una atención relativamente menor. Asimismo, se observa que pocas investigaciones relacionan estos hallazgos con marcos normativos internacionales o con experiencias concretas en territorios rurales, lo que reduce el vínculo entre la reflexión conceptual y las realidades prácticas del campo. Esta tendencia sugiere que muchos enfoques priorizan los aspectos ecológicos y de productividad por encima de aquellos relacionados con el control sobre las decisiones tecnológicas o con el rol activo de los productores rurales en su implementación (Klerkx et al. 2019).

Asimismo, las dimensiones de justicia y vulnerabilidad tienden a abordarse con mayor frecuencia en estudios centrados en contextos del Sur Global o en poblaciones campesinas y de pequeños productores. Aunque este énfasis resulta comprensible —dado el peso de las desigualdades estructurales en dichos escenarios—, también podría implicar un sesgo importante: el de invisibilizar los dilemas éticos presentes en entornos tecnificados o agroindustriales del Norte Global. Un análisis comparativo entre estos contextos permitiría visibilizar similitudes y diferencias en el impacto ético de la digitalización agrícola, lo que fortalecería las recomendaciones para políticas públicas y estrategias de gobernanza tecnológica. Investigaciones como las de Clapp & Ruder. (2020), Uddin. (2022) y Huyer et al. (2021) advierten que muchas de las innovaciones asociadas a la agricultura inteligente no solo reproducen relaciones históricamente desiguales de poder, sino que además pueden profundizar la dependencia de los agricultores respecto a plataformas digitales, erosionando su soberanía sobre los datos, las decisiones y los saberes locales.

Esta preocupación es coherente con lo planteado por Ryan. (2023), quienes señalan que si bien los sistemas inteligentes tienen el potencial de contribuir al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, su expansión sin una brújula ética clara podría terminar reforzando —en lugar de resolver— los desequilibrios que ya existen en el mundo rural. Por ello, los hallazgos invitan no solo a describir las tensiones bioéticas, sino a proponer acciones concretas que orienten la implementación tecnológica hacia modelos más inclusivos, sostenibles y respetuosos de la autonomía y la justicia social.

Autonomía en disputa: co-agencia, exclusión digital y soberanía tecnológica

En el contexto de la agricultura inteligente, la autonomía de los agricultores y actores rurales se presenta como una de las cuestiones bioéticas más controvertidas. El problema no radica únicamente en la llegada de nuevas tecnologías al campo, sino en cómo estas se diseñan, se regulan y se imponen. En muchos casos, los agricultores se ven cada vez más dependientes de sistemas algorítmicos poco transparentes, plataformas digitales cerradas y contratos que limitan su capacidad de toma de decisiones. Este hallazgo confirma la observación evaluativa de que es preciso precisar con mayor fuerza los riesgos asociados a la dependencia tecnológica y a la opacidad de los procesos algorítmicos. Esta situación dificulta que los productores

tomen decisiones informadas, gestionen sus procesos o controlen los datos que ellos mismos generan.

Como advierte [Carbonell. \(2016\)](#), se ha configurado una verdadera “división del big data”, en la que los agricultores proporcionan información valiosa sin recibir a cambio claridad ni control sobre cómo se utiliza. En la misma línea, [Klerkx Jakku & Labarthe. \(2019\)](#) cuestionan el discurso del empoderamiento digital, que a menudo encubre formas de dependencia estructural: en lugar de convertirse en protagonistas tecnológicos, los productores quedan atrapados como consumidores de servicios que no entienden del todo.

Frente a este panorama, han surgido propuestas orientadas a recuperar el sentido de agencia de los agricultores. Por ejemplo, [Dara et al. \(2022\)](#) sugieren desarrollar herramientas de “inteligencia artificial explicable” que permitan comprender cómo se toman las decisiones que afectan a los cultivos o a los animales. [Ryan. \(2023\)](#), por su parte, insiste en que la voz del agricultor debe ser escuchada desde el diseño de las plataformas, evitando que el saber técnico reemplace el conocimiento práctico que ya existe en el campo.

Desde la perspectiva de la robótica, [Widianto & Juarto \(2023\)](#) subrayan la importancia de interfaces intuitivas y accesibles, especialmente para quienes no cuentan con una formación digital avanzada. Incorporar este tipo de desarrollos resulta esencial para que las tecnologías respondan a la diversidad de capacidades, necesidades y realidades presentes en los entornos rurales. Cuando esta dimensión se ignora, no solo surgen dificultades operativas y de barrera de uso, sino que también se produce una exclusión funcional de quienes, en principio, deberían verse beneficiados.

En el campo de la ganadería, [Tuytens et al. \(2022\)](#) señalan que ciertos procesos de automatización pueden relegar el conocimiento empírico acumulado por los trabajadores, al otorgar a sensores y sistemas de monitoreo un rol predominante en la interpretación del comportamiento animal. Esta situación no solo transforma las prácticas técnicas tradicionales, sino que también incide en la dignidad laboral y la identidad de quienes desempeñan estas tareas.

Frente a estos desafíos, [Neethirajan. \(2023\)](#) propone comprender la autonomía desde una lógica de coagencia entre humanos y máquinas, en la que la tecnología no reemplace las decisiones del productor, sino que las complemente en diálogo con su experiencia y las particularidades del contexto. Para avanzar en esta dirección, se requiere un enfoque de diseño ético que vaya más allá de los indicadores de productividad e incorpore también la autonomía operativa, cultural y decisional de los actores rurales.

En esta misma línea, [Eastwood et al. \(2019\)](#) recuerdan que la autonomía no se limita al uso de las tecnologías, sino que empieza mucho antes: en quienes participan en su concepción y desarrollo. En su estudio en Nueva Zelanda, muestran cómo los agricultores son frecuentemente excluidos de las fases iniciales, lo que afecta su capacidad para incidir en tecnologías que luego deben adoptar.

Jakobsen. (2023) complementan esta mirada al señalar que las soluciones tecnológicas deben adaptarse a los territorios rurales, y no imponerse desde modelos urbanos o estandarizados. En este sentido, tener autonomía también implica poder rechazar tecnologías que no responden a las prioridades de una comunidad. Finalmente, **Uddin et al. (2022)** advierten que, en ausencia de marcos legales sólidos sobre propiedad de datos y consentimiento digital, los agricultores, sobre todo en el Sur Global quedan especialmente vulnerables. La autonomía, en este caso, no es solo una cuestión de decisión personal, sino también de justicia estructural y soberanía tecnológica.

Justicia y digitalización del agro

Entre los distintos desafíos éticos que plantea la agricultura inteligente, la justicia ocupa un lugar destacado. La mayoría de los estudios revisados coinciden en señalar que la incorporación de tecnologías al sector agroalimentario no ocurre en un terreno parejo. Por el contrario, tiende a reproducir y a veces acentuar desigualdades preexistentes. Estas inequidades no se limitan al acceso a la infraestructura digital, sino que se extienden a cuestiones como la concentración de datos, la dependencia tecnológica, las brechas regionales y la distribución asimétrica de riesgos y beneficios.

Lejos de constituir una respuesta neutral o universalmente beneficiosa, la agricultura inteligente también puede dar lugar a nuevas modalidades de exclusión. En esta dirección **Clapp & Ruder. (2020)** y **Uddin et al. (2022)**, examinan como la concentración de infraestructuras digitales en manos de grandes corporaciones favorece dinámicas de “acaparamiento de datos”, reduciendo la soberanía tecnológica de los productores, particularmente en países y regiones del Sur Global. De manera complementaria, **Sikor & Newell. (2014)** plantean analizar estos procesos desde la justicia ambiental, enfoque que permite comprender cómo la innovación tecnológica redefine disputas históricas en torno al acceso y control de los recursos como la tierra, el agua y el conocimiento.

Otros trabajos complementan esta mirada con análisis más focalizados. Por ejemplo, **Klerkx, Jakku & Labarthe (2019)** plantean que los sistemas de innovación agroalimentaria suelen favorecer a los actores con mayores recursos, relegando a pequeños productores o comunidades sin capacidad técnica o institucional. **Gebbers & Adamchuk (2010)** llegan a una conclusión similar: la adopción de tecnologías de precisión está fuertemente correlacionada con el tamaño de la explotación, lo que crea una brecha no solo en el acceso, sino también en la capacidad de traducir esa tecnología en beneficios tangibles.

También hay quienes señalan una geografía desigual en la apropiación tecnológica. **Assimakopoulos et al. (2024)** observan que la inteligencia artificial agrícola ha tenido su mayor desarrollo en países con capacidad institucional y capital tecnológico, mientras que otras regiones permanecen al margen del proceso. Desde la ganadería

inteligente, Tuytens et al. (2022) llaman la atención sobre la homogeneización de modelos productivos, que terminan ignorando las particularidades socioculturales y ecológicas de los territorios, con consecuencias no solo para los animales, sino también para los trabajadores que los cuidan.

Algunos estudios proponen marcos normativos alternativos. Harfouche et al. (2024), por ejemplo, plantean que los procesos de innovación en biotecnología agrícola deben regirse por principios de equidad, transparencia y sostenibilidad, e incorporar mecanismos que aseguren una distribución justa de riesgos y beneficios. Dara et al. (2022) van más allá y sugieren que el diseño de plataformas digitales debería integrar, desde su inicio, criterios de justicia algorítmica, para prevenir sesgos que agraven desigualdades ya existentes.

La dimensión contractual también entra en juego. Carbonell. (2016) señala que muchos contratos vinculados al uso de plataformas tecnológicas en el agro son estructuralmente desiguales, lo que impide que los agricultores participen activamente en la toma de decisiones sobre sus datos o procesos. En un plano más territorial, Jakobsen. (2023) proponen que los modelos de comunidades rurales inteligentes deben construirse desde una lógica inclusiva que respete el conocimiento local y no imponga soluciones importadas de entornos urbanos o industriales.

Finalmente, Widiyanto & Juarto. (2023) advierten que las tecnologías robóticas promovidas a nivel global no están diseñadas para los pequeños productores. Esto genera lo que ellos denominan una “doble exclusión”: por falta de infraestructura y por no estar contemplados en el modelo de negocio que sustenta estas innovaciones.

En conjunto, estos estudios trazan un panorama claro: la digitalización del agro no es automáticamente justa ni equitativa. Si no se acompaña de marcos éticos sólidos, políticas redistributivas y modelos verdaderamente participativos, la agricultura inteligente corre el riesgo de reproducir y, en algunos casos, intensificar las brechas estructurales que ya afectan al mundo rural.

La sostenibilidad como principio bioético, no como estrategia comercial

La sostenibilidad es, sin duda, uno de los conceptos más invocados en el debate sobre agricultura inteligente. Sin embargo, no siempre significa lo mismo. En la literatura revisada, su interpretación varía considerablemente: algunos estudios la vinculan casi exclusivamente con la eficiencia técnica y la reducción del impacto ambiental, mientras que otros la amplían para incluir dimensiones sociales, laborales y éticas que muchas veces pasan desapercibidas en los discursos tecnológicos más optimistas.

Diversos estudios muestran que la sostenibilidad en la agricultura inteligente admite distintas interpretaciones. Gebbers & Adamchuk. (2010), por ejemplo, la relacionan principalmente con la eficiencia ecológica, entendida como un mejor aprovechamiento de los recursos, una aplicación más precisa de fertilizantes y un monitoreo más detallado de los suelos. Lo anterior, trata de una visión encaminada

al provecho y a la optimización productiva, aunque con frecuencia es accesible solo para quienes tienen el respaldo financiero para incorporar estas tecnologías en sus procesos.

Por otro lado, **Klerkx, Jakku & Labarthe. (2019)** advierten que reducir la sostenibilidad a indicadores técnicos o ambientales resulta ineficiente. Para estos autores, es necesario considerar las condiciones laborales que surgen en los sistemas agrícolas digitalizados, donde, con la incorporación de nuevas tecnologías, pueden generarse tensiones entre la eficiencia productiva, la calidad del trabajo y la justicia social.

En una línea complementaria, **Neethirajan (2023)** introduce la idea de “sostenibilidad inclusiva”, según la cual no basta con automatizar procesos o reducir emisiones: en la ganadería inteligente también deben considerarse el bienestar animal y la dignidad de quienes realizan las labores de cuidado.

Otras investigaciones añaden matices relevantes. **Dawkins. (2021)** advierte sobre el riesgo de ocultar el sufrimiento animal tras una apariencia de neutralidad tecnológica, pues aunque sensores y algoritmos pueden registrar comportamientos, no reemplazan el juicio ético. Por su parte, **Sanyaolu & Sadowski. (2024)** examinan el caso de Polonia y muestran cómo la digitalización agrícola ha incrementado las presiones ambientales y sociales sobre los pequeños productores, generando una tensión persistente entre los discursos de sostenibilidad y las condiciones estructurales de precariedad.

Desde una mirada más crítica, **Clapp & Ruder. (2020)** advierten que muchas tecnologías de precisión refuerzan modelos extractivistas, especialmente si no van acompañadas de marcos normativos sólidos o de procesos de gobernanza inclusiva. Este punto conecta con los hallazgos de **Dara et al. (2022)**, quienes sugieren que los criterios de sostenibilidad deberían incorporarse desde el diseño de las plataformas digitales, no como un agregado posterior, sino como un principio rector.

Una preocupación compartida por varios autores es la necesidad de fomentar la reflexión ética en el proceso tecnológico. **van der Burg et al. (2019)** resalta el hablar de sostenibilidad sin involucrar a usuarios, desarrolladores y científicos en conversaciones éticas es correr el riesgo de vaciar el concepto de contenido. Es un llamado a pensar no solo en el “qué” se automatiza, sino también en el “por qué” y el “para quién”.

Desde América Latina, el estudio de **Taramuel. (2024)** sobre la agricultura de precisión en la producción de aguacate muestra un desfase entre el discurso de sostenibilidad tecnológica y la realidad de los pequeños productores, que muchas veces quedan fuera del acceso a esas innovaciones. De forma similar, **Brower-Toland et al. (2024)** observan cómo el concepto de sostenibilidad, en el agro estadounidense, ha sido despolitizado y neutralizado, utilizado más como herramienta retórica que como motor de cambio.

Para que la sostenibilidad tenga un efecto real y no sea solo una etiqueta, **Manning et al. (2022)** insisten en que debe abordarse desde una perspectiva ética

de la cadena alimentaria, que incluya transparencia, trazabilidad, responsabilidad ambiental y participación efectiva de todos los actores. Sin estos componentes, afirman, la sostenibilidad corre el riesgo de convertirse en un argumento comercial sin transformación estructural.

Por su parte, [Kendig et al. \(2024\)](#) proponen que cualquier decisión tecnológica en el agro debería estar guiada por valores sostenibles explícitos: respeto por la diversidad agroecológica y cultural, compromiso con la equidad entre generaciones y protección de los ecosistemas. Desde esta perspectiva, la sostenibilidad en la agricultura inteligente no puede reducirse a cifras de eficiencia ni a métricas ambientales. Pensarla seriamente exige un enfoque ético y contextual, que tenga en cuenta el bienestar humano y animal, las relaciones de poder, la equidad territorial y la justicia ambiental. Solo así podrá ser una herramienta real para construir un futuro más justo y habitable en el campo.

Vulnerabilidad estructural en la agricultura inteligente

Uno de los aspectos más sensibles en la discusión bioética sobre la agricultura inteligente es la vulnerabilidad. Lejos de ser un fenómeno marginal, este se manifiesta de forma sistemática en diversos estudios que documentan cómo ciertos grupos sociales, especialmente mujeres, jóvenes rurales, comunidades indígenas o campesinas y personas sin conectividad quedan rezagados frente al avance digital en el campo.

Por ejemplo, [Huyer et al. \(2021\)](#) muestran cómo los sesgos estructurales de género y acceso a la tierra hacen que muchas mujeres agricultoras no puedan beneficiarse de las tecnologías promovidas bajo el discurso de modernización. Del mismo modo, [Jakobsen et al. \(2023\)](#) enfatizan que muchas iniciativas de “comunidades rurales inteligentes” reproducen modelos urbanos que no reconocen las condiciones específicas de vida ni las necesidades de los territorios. El resultado es una exclusión silenciosa: los mismos actores que históricamente han tenido menos voz, hoy también tienen menos acceso a lo digital.

La vulnerabilidad no se limita a los humanos. En el ámbito animal, [Tuyttens et al. \(2022\)](#) advierten que la ganadería de precisión puede acentuar el sufrimiento animal cuando se antepone la eficiencia al bienestar animal. En coherencia con ello, [van der Burg et al. \(2019\)](#) subrayan que cuando se prioriza la optimización algorítmica sin un debate ético, se corre el riesgo de invisibilizar al sujeto animal como agente moral.

Desde una óptica más amplia, [Manning et al. \(2022\)](#) plantean que la falta de coordinación ética a lo largo de la cadena alimentaria (desde la producción hasta el consumidor) deja a muchos actores rurales expuestos a decisiones que no comprenden ni controlan. [Dara et al. \(2022\)](#) señalan que la vulnerabilidad también surge cuando los agricultores no entienden cómo funcionan los algoritmos que toman decisiones sobre sus cultivos o ganado y no tienen mecanismos para cuestionarlos.

Ryan (2023) advierte que la automatización en el sector agrícola puede debilitar el tejido social de las comunidades rurales, ocasionando un sentimiento de irrelevancia y desarraigo entre los agricultores tradicionales. Este fenómeno también es reportado por Carbonell (2016), quien analiza cómo los contratos digitales imponen condiciones desfavorables que afectan la soberanía y el poder de negociación del productor. Incluso en contextos donde hay intención de innovación inclusiva, como señala Leisinger (2016), si no se parte de una comprensión ética de la vulnerabilidad, es probable que las soluciones tecnológicas refuercen las desigualdades que pretenden resolver. En esta línea, Ogunyiola et al. (2022) plantean que la vulnerabilidad en el Sur Global no solo es técnica o económica, sino también epistémica: se excluyen saberes campesinos, indígenas y locales del debate sobre tecnología.

En conjunto, los estudios coinciden en que abordar la vulnerabilidad no implica “proteger a los débiles” desde una lógica paternalista, sino reconocer las relaciones de poder que configuran quién tiene voz, acceso y capacidad de decisión frente a las nuevas tecnologías.

Así, desde una mirada integral, hablar de agricultura inteligente desde la bioética no es solo cuestionar la eficiencia de los sistemas o el acceso a los datos, sino reconocer que detrás de cada sensor, algoritmo o robot, hay vidas humanas, animales y territorios que sienten, deciden y resisten. Las cuatro categorías analizadas — sostenibilidad, justicia, autonomía y vulnerabilidad— no pueden entenderse por separado. La sostenibilidad pierde sentido si no incluye a las personas y comunidades que cuidan la tierra; la justicia se desdibuja si se ignoran las desigualdades en el acceso, el uso y la apropiación tecnológica; la autonomía se vacía si los productores no pueden participar ni comprender las herramientas que transforman su trabajo; y la vulnerabilidad se intensifica si seguimos diseñando sistemas que excluyen, silencian o despojan. Reflexionar sobre estas categorías es, ante todo, un llamado a repensar el futuro tecnológico del agro no como un destino inevitable, sino como una construcción colectiva que debe estar guiada por la dignidad, el cuidado y la corresponsabilidad ética.

Tecnologías predominantes en la agricultura inteligente

Entre los hallazgos más claros de esta revisión, destaca que algunas tecnologías se repiten con fuerza en la mayoría de los estudios. Si bien la agricultura inteligente abarca una variedad amplia de herramientas digitales, hay cinco que se posicionan como las más utilizadas y discutidas: sensores, big data, inteligencia artificial (IA), robótica e Internet de las cosas (IoT).

Los sensores constituyen uno de los principales puntos de partida de la actual transformación tecnológica del sector agrícola. Su utilización comprende tareas como medir la humedad del suelo, registrar variables climáticas, detectar plagas o monitorear el comportamiento animal, entre otros. Al proporcionar información en tiempo real, estas herramientas facilitan decisiones más ágiles y ajustadas a las

condiciones específicas de cada cultivo o sistema productivo (Gebbers & Adamchuk 2010). No obstante, junto con sus ventajas operativas surge una cuestión ética relevante: ¿qué ocurre cuando el productor depende crecientemente de estos dispositivos para resolver decisiones cotidianas?, ¿y quién controla la información que ellos generan?

En este escenario, el big data permite almacenar, relacionar y analizar grandes volúmenes de datos con el fin de identificar tendencias o anticipar eventos futuros. Cuando estas capacidades se articulan con sistemas de inteligencia artificial, se amplían las posibilidades de prever enfermedades, planificar cosechas con mayor precisión o automatizar tareas complejas (Ryan 2023; Neethirajan 2023). Sin embargo, distintas investigaciones advierten que, si estos sistemas operan sin transparencia ni participación de los usuarios, pueden desplazar el juicio práctico del agricultor y consolidar dependencias tecnológicas difíciles de revertir (van der Burg et al. 2019; Dara et al. 2022).

La robótica agrícola también aparece con frecuencia, especialmente en grandes explotaciones. Desde drones hasta tractores autónomos o robots para ordeño, estas máquinas están pensadas para aumentar la productividad y reducir el trabajo manual. No obstante, como señalan Manning et al. (2022), estos desarrollos suelen estar diseñados para quienes ya tienen capital y acceso a infraestructura digital, lo que acentúa la brecha entre grandes y pequeños productores.

A esto se suma el Internet de las cosas (IoT), que conecta todos estos dispositivos en sistemas inteligentes que comparten información entre sí. Así, un sensor puede enviar datos a una plataforma digital que, con ayuda de IA, activa un sistema de riego o ajusta automáticamente una dosis de fertilizante. Es una promesa de eficiencia total, pero también un modelo que puede volverse opaco y poco comprensible para el usuario promedio (Harfouche et al. 2024).

Lo que se pone en evidencia es que estas tecnologías no solo transforman el cómo se produce, sino también quién decide, qué información circula, y quién queda adentro o afuera del sistema. En ese sentido, hablar de sensores o algoritmos no es solo un tema técnico: también es una discusión ética, política y social sobre el tipo de agricultura que queremos construir.

CONCLUSIONES

La agricultura inteligente, lejos de ser un proceso neutro o exclusivamente técnico, está profundamente atravesado por dilemas bioéticos que exigen ser reconocidos y gestionados con mayor seriedad. La incorporación de tecnologías como inteligencia artificial, robótica, sensores, big data y blockchain en el agro ha abierto oportunidades de optimización y eficiencia, pero también ha generado nuevas formas de exclusión, dependencia y desigualdad que reconfigura las relaciones de poder, saber y decisión en los territorios rurales.

En conjunto, estos hallazgos invitan a pensar la agricultura inteligente no solo como un desafío técnico, sino como un campo de disputas normativas donde se juega

el tipo de sociedad que queremos construir. Si el objetivo es una transformación verdaderamente sostenible y justa del agro, es necesario transitar hacia modelos de gobernanza tecnológica participativos, bioéticamente informados y capaces de reconocer a todos los actores (humanos y no humanos) como sujetos dignos de cuidado, autonomía y justicia. En este sentido, se propone que futuras investigaciones profundicen en estudios de caso comparativos entre contextos del Norte y del Sur Global, así como en el desarrollo de marcos normativos internacionales que garanticen la equidad en el acceso y uso de las tecnologías inteligentes en la agricultura. Asimismo, se sugiere que las políticas públicas incorporen directrices éticas explícitas que incluyan criterios de sostenibilidad, justicia distributiva, protección de la autonomía y reducción de vulnerabilidades, con mecanismos claros de participación de los agricultores en las decisiones tecnológicas.

Desde una perspectiva bioética, los hallazgos aquí analizados invitan a replantear la forma en que se concibe y gobierna la innovación tecnológica en el agro. La agricultura inteligente no debe entenderse únicamente como una estrategia de modernización productiva, sino como un proceso moralmente cargado que involucra decisiones sobre quién define las tecnologías, quién se beneficia de ellas y quién asume sus riesgos. En este sentido, la bioética ofrece un marco crítico indispensable para orientar la transformación digital del sector agrícola hacia modelos más justos, sostenibles y democráticos. Reconocer la interdependencia entre sostenibilidad, justicia, autonomía y vulnerabilidad no solo fortalece la reflexión académica, sino que constituye una condición ética fundamental para imaginar futuros rurales en los que la tecnología esté al servicio de la dignidad humana, del cuidado del territorio y de la equidad social.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Arteaga Sarmiento: Conceptualización, metodología, investigación, análisis formal, curación de datos, redacción del borrador original, revisión y edición, visualización, supervisión y administración del proyecto.

FINANCIACIÓN

El artículo fue producto del proyecto: Análisis bioético del impacto de la agricultura inteligente en una perspectiva de justicia y sostenibilidad, en el contexto de la Provincia de Sabana Centro del Departamento de Cundinamarca. Se declara que no recibió financiación pública ni privada.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

El autor manifiesta que no existen conflictos de interés ni implicaciones éticas en este estudio.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece a la Universidad Militar Nueva Granada y al Doctorado en Bioética, de la Facultad de Educación y Humanidades, por el acompañamiento académico, la formación crítica y el respaldo institucional brindados durante el desarrollo de este artículo.

REFERENCIAS

- Assimakopoulos, F., Vassilakis, C., Margaritis, D., Kotis, K., & Spiliotopoulos, D. (2024). Artificial Intelligence Tools for the Agriculture Value Chain: Status and Prospects. *Electronics*, 13(22), 4362. <https://doi.org/10.3390/electronics13224362>
- Beauchamp, T. L., & Childress, J. F. (2019). Principles of biomedical ethics (8th ed.). *Oxford University Press*.
- Brower-Toland, B., Stevens, J. L., Ralston, L., Kosola, K., & Slewinski, T. L. (2024). A crucial role for technology in sustainable agriculture. *ACS Agricultural Science & Technology*, 4(3), 283–291. <https://doi.org/10.1021/acsagscitech.3c00426>
- Carbonell, I. M. (2016). The ethics of big data in big agriculture. *Internet Policy Review*, 5(1). <https://doi.org/10.14763/2016.1.405>
- Clapp, J., & Ruder, S.-L. (2020). Precision technologies for agriculture: Digital farming, gene-edited crops, and the politics of sustainability. *Global Environmental Politics*, 20(3), 49–69. https://doi.org/10.1162/glep_a_00566
- Dara, R., Hazrati Fard, S. M., & Kaur, J. (2022). Recommendations for ethical and responsible use of artificial intelligence in digital agriculture. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 5, 884192. <https://doi.org/10.3389/frai.2022.884192>
- Dawkins, M. S. (2021). Does Smart Farming Improve or Damage Animal Welfare? Technology and What Animals Want. *Frontiers in Veterinary Science*, 2, 736536. <https://doi.org/10.3389/fanim.2021.736536>
- Eastwood, C., Klerkx, L., Ayre, M., & Dela Rue, B. (2019). Managing socio-ethical challenges in the development of smart farming: From a fragmented to a comprehensive approach for responsible research and innovation. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 32(5–6), 741–768. <https://doi.org/10.1007/s10806-017-9704-5>
- Fineman, M. A. (2008). The vulnerable subject: Anchoring equality in the human condition. *Yale Journal of Law & Feminism*, 20(1), 1–23. https://openyls.law.yale.edu/bitstream/handle/20.500.13051/6993/03_20YaleJL_Feminism1_2008_2009.pdf
- Gebbers, R., & Adamchuk, V. I. (2010). Precision agriculture and food security. *Science*, 327(5967), 828–831. <https://doi.org/10.1126/science.1183899>
- Harfouche, A. L., Petousi, V. & Jung, W. (2024). AI ethics on the road to responsible AI plant science and societal welfare. *Science & Society*, 29(2), 104–107. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2023.12.016>
- Huyer S., Simelton E., Chanana N., Mulema AA & Marty E., (2021) Expanding Opportunities: A Framework for Gender and Socially-Inclusive Climate Resilient Agriculture. *Front. Clim.* 3:718240. <https://doi.org/10.3389/fclim.2021.718240>

- Jakobsen, K., Mikalsen, M., & Lilleng, G. (2023). A literature review of smart technology domains with implications for research on smart rural communities. *Technology in Society*, 75, 102397. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2023.102397>
- Karunathilake, E. M. B. M., Le, A. T., Heo, S., Chung, Y. S., & Mansoor, S. (2023). The path to smart farming: Innovations and opportunities in precision agriculture. *Agriculture*, 13(8), 1593. <https://doi.org/10.3390/agriculture13081593>
- Kendig, C., Selfa, T., & Thompson, P. B. (2024). The need for more inclusive deliberation on ethics and governance in agricultural and food biotechnology. *Journal of Responsible Innovation*, 11, 1. <https://doi.org/10.1080/23299460.2024.2304383>
- Kemp, P. (2009). *La bioética del futuro*. Editorial Trotta.
- Klerkx, L., Jakku, E., & Labarthe, P. (2019). A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0: New contributions and a future research agenda. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 90, 91. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315>
- Leisinger, K. M. (2016). Corporate leadership in times of public distrust. In M. C. C. de Arruda & B. Rok (Eds.), *Understanding ethics and responsibility in a globalizing world* (pp. 15–40). Cham: Springer.
- Luna, F. (2008). Justicia y bioética: Una mirada desde la focalización. *Revista Redbioética/UNESCO*, 1(5), 15–28.
- Luna, F. (2009). Elucidating the concept of vulnerability: Layers not labels. *International Journal of Feminist Approaches to Bioethics*, 2(1), 121–139. <https://doi.org/10.3138/ijfab.2.1.121>
- Luma-Osmani, S., Ismaili, F., Raufi, B., & Zenuni, X. (2020). Causal reasoning application in smart farming and ethics: A systematic review. *Annals of Emerging Technologies in Computing (AETiC)*, 4(4), 10–19. <https://doi.org/10.33166/AETiC.2020.04.002>
- Mackenzie, C., & Stoljar, N. (Eds.). (2000). *Relational autonomy: Feminist perspectives on autonomy, agency, and the social self*. Oxford University Press.
- Manning, L., Jacobs, N., Brewer, S., Kanza, S., Craigon, P. J., Munday, S., Frey, J., Sacks, J., Gutierrez, A., & Pearson, S. (2022). Artificial intelligence and ethics within the food sector: Developing a common language for technology adoption across the supply chain. *Trends in Food Science & Technology*, 125, 33–42. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.04.025>
- Márquez Vargas, F. (2020). Bioética ambiental en perspectiva latinoamericana. *Revista Latinoamericana de Bioética*, 20(2), 13–30. <https://doi.org/10.18359/rubi.4910>
- Neethirajan, S. (2023). The significance and ethics of digital livestock farming. *AgriEngineering*, 5(1), 488–505. <https://doi.org/10.3390/agriengineering5010032>

- Ogunyiola, A., Gardezi, M., & Vij, S. (2022). Smallholder farmers' engagement with climate smart agriculture in Africa: role of local knowledge and upscaling. *Climate Policy*, 22(4), 411–426. <https://doi.org/10.1080/14693062.2021.2023451>
- Ovalle Másmela, J., Romero-Perdomo, F., & Uribe Galvis, C. (2023). *Tecnologías emergentes para el agro y su aplicación en Colombia*. AGROSAVIA. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.estudiodevigilancia.2023.2>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Potter, V. R. (1971). *Bioethics: Bridge to the future*. Prentice-Hall.
- Potter, V. R. (1988). *Global bioethics: Building on the Leopold legacy*. Michigan State University Press.
- Rawls, J. (2001). *Justice as fairness: A restatement* (E. Kelly, Ed.). Harvard University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctv31xf5v0>
- Rivera Sanín, M. L. (2023). Un recorrido analítico de los fundamentos filosóficos del principialismo norteamericano. *Revista Latinoamericana de Bioética*, 23(2), 41–58. <https://doi.org/10.18359/rlbi.6142>
- Rose, D. C., & Chilvers, J. (2018). Agriculture 4.0: Broadening responsible innovation in an era of smart farming. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 2, 87. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2018.00087>
- Ruíz Toro, D. E. (2012). Hacia un instructivo para la redacción de artículos de reflexión. *Hexágono Pedagógico: Revista Científica Virtual de Pedagogía*, 3(1), 3–19. <https://doi.org/10.22519/2145888X.275>
- Ryan, M. (2019). Ethics of using AI and Big Data in agriculture: The case of a large agriculture multinational. *ORBIT Journal*, 2(2). <https://doi.org/10.29297/orbit.v2i2.109>
- Ryan, M. (2023). The social and ethical impacts of artificial intelligence in agriculture: Mapping the agricultural AI literature. *AI & Society*, 38, 2473–2485. <https://doi.org/10.1007/s00146-021-01377-9>
- Sanyaolu, M., & Sadowski, A. (2024). The Role of Precision Agriculture Technologies in Enhancing Sustainable Agriculture. *Sustainability*, 16 (15), 6668. <https://doi.org/10.3390/su16156668>
- Sikor, T., & Newell, P. (2014). Globalizing environmental justice? *Geoforum*, 54, 151–157. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2014.04.009>
- Taramuel-Taramuel, J. P., Jiménez-Hernández, C. N., & Barrios, D. (2024). Precision agriculture in avocado production: Mapping the landscape of scientific and

- technological developments. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 18(2), e17428. <https://doi.org/10.17584/rcch.2024v18i2.17428>
- Ten Have, H. (2016). *Global bioethics: An introduction*. Routledge. London-New York
- Tuytens, F. A. M., Molento, C. F. M., & Benaissa, S. (2022). Twelve threats of precision livestock farming (PLF) for animal welfare. *Frontiers in Veterinary Science*, 9, 889623. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.889623>
- Uddin, M., Chowdhury, A., & Kabir, M. A. (2022). Legal and ethical aspects of deploying artificial intelligence in climate-smart agriculture. *AI & Society*, 38, 1451–1470. <https://doi.org/10.1007/s00146-022-01421-2>
- van der Burg, S., Bogaardt, M.-J., & Wolfert, S. (2019). Ethics of smart farming: Current questions and directions for responsible innovation towards the future. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences*, 90–91, 65–73. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.01.001>
- Widianto, M. H., & Juarto, B. (2023). Smart farming using robots in IoT to increase agriculture yields: A systematic literature review. *Journal of Robotics and Control*, 4(3), 330–341. <https://doi.org/10.18196/jrc.v4i3.18368>
- Zampati, F. (2022). Ethical and legal considerations in smart farming: A farmer's perspective. In H. F. Williamson & S. Leonelli (Eds.), *Towards responsible plant data linkage: Data challenges for agricultural research and development* (pp. 257–273). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-13276-6_13

BIODATA

Wilfrido Javier Arteaga Sarmiento. Ingeniero Industrial (2003) de la Universidad del Atlántico (Colombia) con Master en Gestión del Conocimiento y la Documentación (2013) de la Universidad Montpellier 3 (Francia) y Magíster en Ingeniería Industrial (2019) de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia), Estudiante del Doctorado en Bioética de la Universidad Militar Nueva Granada. Profesor Asistente de la Universidad Militar Nueva Granada (Colombia) desde 2017. Investigador en las áreas de mejoramiento de procesos, logística y creación de valor empresarial. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7890-7751>