

HACIA UN ESTATUTO JURÍDICO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL AGROAMBIENTAL EN MÉXICO: VACÍOS LEGISLATIVOS Y PROTECCIÓN DE DERECHOS COLECTIVOS EN LA VIGILANCIA DE TRANSGÉNICOS EN GUERRERO¹

TOWARDS A LEGAL FRAMEWORK FOR AGRO- ENVIRONMENTAL ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MEXICO: LEGISLATIVE GAPS AND THE PROTECTION OF COLLECTIVE RIGHTS IN THE MONITORING OF GENETICALLY MODIFIED ORGANISMS IN GUERRERO

Omar Huertas Díaz²

Zaire Vázquez Orduña³

Presentado el 30 de junio de 2026

Aprobado el 2 de julio de 2026

RESUMEN

131

La irrupción de los sistemas de Inteligencia Artificial (IA) en la vigilancia, detección y trazabilidad de Organismos Modificados Genéticamente (OMG) en zonas de agrobiodiversidad plantea un problema jurídico inédito en el ordenamiento mexicano: la ausencia de un marco normativo que regule esta tecnología en su intersección con el derecho ambiental, los derechos colectivos de los pueblos indígenas y la soberanía alimentaria.

El presente artículo tiene por objeto identificar las lagunas normativas, antinomias y tensiones entre derechos fundamentales que genera el uso de la IA en la vigilancia de cultivos transgénicos en el estado de Guerrero, México, centro de origen del maíz nativo. Mediante el método dogmático-jurídico, se realiza un análisis de lege lata del bloque de constitucionalidad y convencionalidad aplicable —Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Convenio 169 de la OIT, Convenio sobre la Diversidad

- 1 Artículo de investigación en colaboración entre el "Grupo de Investigación Ciudadanía, Derecho y Educación UNIR" de la Fundación Universitaria Internacional de la Rioja UNIR, reconocido y clasificado en C MINCIENCIAS 2024 y el Doctorado en Derecho de la Universidad Autónoma del Estado de Guerrero, México.
- 2 Posdoctor y Doctor en Derecho Universidad Nacional de Colombia y Ciencias de la Educación Universidad Simón Bolívar, profesor Titular II e investigador senior de la Fundación Universitaria Internacional de la Rioja UNIR, profesor titular e investigador de la Universidad Nacional de Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8012-2387>. Correo electrónico: omar.huertas@unir.net, ohuertasd@unal.edu.co.
- 3 Maestra en Derecho Constitucional por la Universidad Autónoma de Guerrero, Licenciada en Derecho, actualmente estudiante del Doctorado en Derecho de la Universidad Autónoma de Guerrero (UAGro), programa inscrito en SECIHTI. Correo electrónico: 11290562@uagro.mx. ORCID: 0009-0005-6616-0335

Biológica y Protocolo de Cartagena—, así como de la legislación federal y estatal vigente.

Los resultados revelan la inexistencia de un régimen jurídico de soberanía de datos agroambientales, la inaplicabilidad práctica del derecho de consulta previa en la implementación de tecnologías algorítmicas en territorios comunitarios, y la ausencia de reglas sobre validez probatoria y responsabilidad por decisiones automatizadas.

Como conclusión, se formula una propuesta de *lege ferenda* orientada a la reforma de la Ley de Bioseguridad de OGM y a la creación de un estatuto jurídico especial para Guerrero, que articule la protección de la agrobiodiversidad, los derechos colectivos indígenas y la gobernanza algorítmica bajo los principios de precaución, progresividad e interculturalidad.

PALABRAS CLAVE:

Organismos modificados genéticamente; Inteligencia artificial; Pueblos indígenas; Derecho ambiental; Biodiversidad; Legislación; México.

ABSTRACT:

The emergence of Artificial Intelligence (AI) systems in the surveillance, detection, and traceability of Genetically Modified Organisms (GMOs) in agrobiodiversity zones poses an unprecedented legal challenge within the Mexican legal order: the absence of a regulatory framework governing this technology at the intersection of environmental law, collective rights of indigenous peoples, and food sovereignty.

This article aims to identify the normative gaps, antinomies, and tensions among fundamental rights generated by the use of AI in monitoring transgenic crops in the state of Guerrero, Mexico, the center of origin of native maize. Using a dogmatic-legal methodology, a *de lege lata* analysis is conducted of the applicable constitutional and conventional framework—the Political Constitution of the United Mexican States, ILO Convention 169, the Convention on Biological Diversity, and the Cartagena Protocol—as well as current federal and state legislation.

The results reveal the absence of a legal regime for agri-environmental data sovereignty, the practical inapplicability of the right to prior consultation in the implementation of algorithmic technologies in communal territories, and the lack of rules on evidentiary validity and liability for automated decisions.

As a conclusion, a *de lege ferenda* proposal is formulated, oriented toward reforming the GMO Biosafety Law and creating a special legal statute for Guerrero, articulating the protection of agrobiodiversity, indigenous collective rights, and algorithmic governance under the principles of precaution, progressivity, and interculturality.

KEYWORDS:

Genetically modified organisms; Artificial intelligence; Indigenous peoples; Environmental law; Biodiversity; Legislation; Mexico.

INTRODUCCIÓN

La contemporaneidad se caracteriza por la convergencia de dos fenómenos de magnitud planetaria: la acelerada pérdida de biodiversidad y la irrupción de la inteligencia artificial (IA) como infraestructura tecnológica transversal. Entre 1970 y 2018, las poblaciones de especies vertebradas descendieron un 69 % en promedio (World Wildlife Fund, 2022), mientras los sistemas de aprendizaje automático se integraron progresivamente en la gobernanza ambiental, configurando lo que Floridi (Lozano Ortega & Floridi, 2023) denomina la “era algorítmica del Antropoceno”, en la cual la gestión de los bienes comunes naturales queda mediada por modelos computacionales cuya regulación jurídica permanece indeterminada.

En América Latina, esta confluencia adquiere contornos particulares. La región concentra aproximadamente el 40 % de la biodiversidad mundial y se ha constituido en un laboratorio de las tensiones entre el extractivismo agroindustrial, los derechos colectivos de los pueblos indígenas y las nuevas tecnologías (Gudynas, 2021). Leff (Leff, 2017) sostiene que la racionalidad ambiental latinoamericana exige repensar el derecho más allá de la lógica instrumental del mercado, incorporando los saberes territoriales como fuentes de normatividad, mientras De Sousa Santos (De Sousa Santos, 2021) propone una “ecología de saberes” que reconozca la pluralidad de formas de conocimiento frente a la hegemonía del saber científico-técnico.

México ocupa un lugar central en este debate por su condición de centro de origen y diversificación del maíz (*Zea mays*), cultivo que sustenta la seguridad alimentaria y la cosmovisión de decenas de pueblos originarios (Casimiro-Hermenegildo, 2025). La introducción de maíz genéticamente modificado (GM) ha generado, desde la década de 1990, un intenso conflicto jurídico y cultural, ante el cual el Estado ha emitido normas protectoras como el Decreto de 2023 sobre maíz nativo (Diario Oficial de la Federación, 2023) y la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión., 2005)

Sin embargo, el ordenamiento mexicano enfrenta hoy un desafío inédito: la incorporación progresiva de sistemas de IA para la vigilancia, detección y trazabilidad de organismos genéticamente modificados (OGM) en zonas de agrobiodiversidad. Estas tecnologías —análisis de imágenes satelitales mediante redes neuronales, modelos predictivos de dispersión de polen, algoritmos de secuenciación genómica— prometen mayor eficacia en la protección de los recursos fitogenéticos (Kamilaris, 2017), pero, como advierten Crawford (Crawford, 2021) y O’Neil (O’Neil, 2016), reproducen sesgos estructurales, concentran la propiedad de los datos y generan nuevas asimetrías de poder que el derecho tradicional no está preparado para regular.

En el estado de Guerrero, esta problemática adquiere densidad singular. La entidad alberga una de las mayores diversidades de razas de maíz nativo del país y es territorio de pueblos nahuas, mixtecos, tlapanecos y amuzgos, cuyos derechos colectivos están reconocidos por el artículo 2° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) y por el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT, 1989). Stavenhagen (Stavenhagen, 2010) ha subrayado que este

reconocimiento constitucional debe traducirse en mecanismos efectivos de participación y control territorial. Pese a esta riqueza biocultural, Guerrero presenta altos índices de marginación y rezago tecnológico (CONEVAL, 2022), lo que plantea una paradoja: las comunidades que custodian la agrobiodiversidad son las más excluidas del acceso a las tecnologías que podrían protegerla.

Desde la perspectiva del derecho ambiental, el principio de precaución —consagrado en el artículo 15 de la Declaración de Río (ONU, 1992) y recogido por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente— exige que, ante la posibilidad de daños graves o irreversibles, la falta de certeza científica absoluta no sea utilizada como razón para postergar medidas eficaces (Bustamante, 2019). Aplicado al uso de la IA en la vigilancia de transgénicos, este principio impone al legislador la obligación de anticipar los riesgos jurídicos, ambientales y culturales antes de que la tecnología se consolide como un hecho consumado.

El problema jurídico que orienta la presente investigación puede formularse en los siguientes términos: ¿Cuál es el régimen jurídico aplicable al uso de sistemas de inteligencia artificial para la vigilancia de organismos genéticamente modificados en zonas de agrobiodiversidad del estado de Guerrero, y qué lagunas normativas, antinomias y tensiones entre derechos fundamentales genera la ausencia de una regulación específica?

134

Para responder a esta pregunta, el artículo se propone los siguientes objetivos: (a) identificar, mediante un análisis de *lege lata*, el marco constitucional, convencional y legal vigente en México aplicable a la intersección entre IA, OGM y derechos colectivos indígenas; (b) detectar las lagunas normativas y conflictos dogmáticos que surgen de la aplicación de estas normas al caso específico de Guerrero; y (c) formular una propuesta de *lege ferenda* orientada a la creación de un estatuto jurídico especial que articule la protección de la agrobiodiversidad, la soberanía de los datos agroambientales y los derechos colectivos de los pueblos indígenas bajo los principios de precaución, progresividad e interculturalidad.

La relevancia científica de esta investigación radica en su carácter interdisciplinario e innovador. Si bien existen estudios previos sobre la regulación de los transgénicos en México (Toledo, 2023) y sobre los desafíos jurídicos de la IA, la literatura especializada ha abordado ambos fenómenos de manera aislada. La presente investigación contribuye a llenar ese vacío al proponer una categoría analítica original —la “gobernanza algorítmica agroambiental”— que permite pensar el derecho ambiental del siglo XXI en diálogo con la revolución tecnológica.

Metodológicamente, el trabajo emplea el método dogmático-jurídico, complementado con un análisis comparado y hermenéutico. Se examinan las fuentes normativas nacionales e internacionales, la doctrina especializada y los informes técnicos de organismos internacionales. La delimitación territorial se circunscribe al estado de Guerrero, por su condición de centro de origen del maíz y por la presencia de pueblos indígenas con sistemas normativos propios.

DESARROLLO

I. Marco normativo vigente (*De lege lata*)

El análisis del régimen jurídico aplicable al uso de sistemas de inteligencia artificial (IA) para la vigilancia de organismos genéticamente modificados (OGM) en zonas de agrobiodiversidad exige un abordaje multinivel que considere las obligaciones internacionales asumidas por el Estado mexicano, el bloque de constitucionalidad federal y la normativa estatal de Guerrero.

El ordenamiento jurídico mexicano, conforme al artículo 1° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (Cámara de Diputados, 1917), integra las normas contenidas en los tratados internacionales de derechos humanos ratificados por el Estado al llamado “bloque de constitucionalidad”, en los términos establecidos por la Suprema Corte de Justicia de la Nación (SCJN) en la jurisprudencia P./J. 20/2014 (SCJN, 2016). En materia ambiental, de derechos indígenas y de biotecnología, México ha suscrito instrumentos que configuran un marco convencional de especial relevancia para la presente investigación.

El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), adoptado en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992 y ratificado por México el 11 de marzo de 1993, constituye el instrumento jurídico internacional más importante en materia de conservación de la biodiversidad. Su artículo 8°, letra g), obliga a cada Parte contratante a establecer, en la medida de lo posible y según proceda, la reglamentación necesaria para gestionar los riesgos que entrañan los organismos vivos modificados resultantes de la biotecnología que puedan tener repercusiones adversas para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica (CONABIO, 1993).

El Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología, complementario del CDB y adoptado el 29 de enero de 2000, desarrolla con mayor precisión estas obligaciones. Su artículo 1° establece que el objetivo del Protocolo es contribuir a garantizar un nivel adecuado de protección en la esfera de la transferencia, manipulación y utilización seguras de los organismos vivos modificados resultantes de la biotecnología moderna que puedan tener efectos adversos en la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica, teniendo en cuenta los riesgos para la salud humana. El principio rector del Protocolo es el enfoque de precaución consagrado en el Principio 15 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, el cual permite a los Estados adoptar medidas restrictivas aun en ausencia de certeza científica plena sobre los riesgos (Convention on Biological Diversity, 2003).

Para efectos de la presente investigación, es relevante destacar que el Protocolo de Cartagena establece, en su artículo 11, el procedimiento de acuerdo fundamentado previo para los organismos vivos modificados destinados a la liberación intencional en el medio ambiente. Este procedimiento exige que el Estado importador evalúe los riesgos y adopte decisiones basadas en información científica, lo cual, interpretado a la luz de las capacidades tecnológicas contemporáneas, podría incluir el uso de sistemas de IA para mejorar la calidad y precisión de los estudios de riesgo ambiental.

Sin embargo, el Protocolo no regula expresamente el uso de tecnologías algorítmicas, lo que constituye una laguna normativa de origen internacional.

El Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes, adoptado en 1989 y ratificado por México el 5 de septiembre de 1990, es el instrumento internacional más relevante en materia de derechos colectivos indígenas. Sus disposiciones resultan directamente aplicables al caso de Guerrero, donde coexisten pueblos originarios con sistemas normativos propios sobre territorios de alta agrobiodiversidad.

El artículo 4° del Convenio establece la obligación de los Estados de adoptar medidas especiales para salvaguardar las personas, instituciones, bienes, trabajo, culturas y medio ambiente de los pueblos interesados. El artículo 7° reconoce el derecho de estos pueblos a decidir sus propias prioridades en lo que atañe a su desarrollo, en la medida en que este afecte a sus vidas, creencias, instituciones y bienestar espiritual, así como a las tierras que ocupan o utilizan. El artículo 15, particularmente relevante para la presente investigación, dispone que los derechos de los pueblos interesados a los recursos naturales existentes en sus tierras deberán protegerse expresamente, incluyendo el derecho a participar en la utilización, administración y conservación de dichos recursos (OIT, 1989).

136

Stavenhagen ha subrayado que el artículo 6° del Convenio 169, que consagra el derecho a la consulta previa, libre e informada, constituye una obligación de medio y no de resultado, lo que significa que el Estado debe implementar mecanismos efectivos para que los pueblos indígenas sean consultados antes de adoptar medidas legislativas o administrativas susceptibles de afectarlos directamente (Stavenhagen, 2010). En el contexto del uso de IA para la vigilancia de transgénicos en territorios comunitarios, esta obligación adquiere una dimensión inédita: ¿cómo se consulta a una comunidad sobre la implementación de una tecnología algorítmica cuyos efectos, mecanismos y riesgos no son plenamente comprensibles ni siquiera para los expertos?

La Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas, adoptada por la Asamblea General el 13 de septiembre de 2007, aunque no es un tratado vinculante per se, ha sido reconocida por la SCJN como parte del corpus iuris internacional de derechos humanos y como criterio interpretativo de las obligaciones del Estado mexicano. Su artículo 31 establece que los pueblos indígenas tienen derecho a mantener, controlar, proteger y desarrollar su patrimonio cultural, sus conocimientos tradicionales, sus expresiones culturales tradicionales y las manifestaciones de sus ciencias, tecnologías y culturas, incluido los recursos humanos y genéticos, las semillas, las medicinas, el conocimiento de las propiedades de la fauna y la flora, las tradiciones orales, las literaturas, los diseños y los deportes y juegos tradicionales y las artes visuales e interpretativas, así como el derecho a mantener, controlar, proteger y desarrollar su propiedad intelectual de dicho patrimonio cultural, sus conocimientos tradicionales y sus expresiones culturales tradicionales.

Este artículo es particularmente relevante para la discusión sobre la soberanía de los datos agroambientales generados mediante sistemas de IA en territorios indígenas.

Como advierten Anaya (Anaya, 2019) y Xanthaki (Xanthaki, 2020), el artículo 31 de la Declaración impone a los Estados la obligación de reconocer la titularidad colectiva de los conocimientos tradicionales y de los recursos genéticos asociados, lo cual incluye, en una interpretación evolutiva, los datos derivados del monitoreo algorítmico de esos recursos.

El Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (TIRFAA), adoptado en 2001 y ratificado por México el 16 de marzo de 2002, reconoce la soberanía de los Estados sobre sus recursos fitogenéticos y establece un sistema multilateral de acceso y participación en los beneficios. Su artículo 9° reconoce la enorme contribución de las comunidades locales e indígenas de todas las regiones del mundo a la conservación y desarrollo de los recursos fitogenéticos, constituyendo la base de la producción agrícola mundial, y establece que la responsabilidad de hacer efectivos los derechos relativos a los recursos fitogenéticos corresponden a los gobiernos nacionales.

El TIRFAA, en su artículo 12, obliga a las Partes contratantes a proteger y promover los derechos de los agricultores, incluyendo la protección de los conocimientos tradicionales pertinentes, el derecho a participar equitativamente en la participación en los beneficios derivados de la utilización de los recursos fitogenéticos y el derecho a participar en la adopción de decisiones sobre asuntos relacionados con la conservación y utilización sostenible de los recursos fitogenéticos (FAO, 2009). Esta disposición refuerza las obligaciones derivadas del Convenio 169 de la OIT y de la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas.

137

El ámbito federal mexicano: bloque de constitucionalidad y legislación aplicable

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece, en su artículo 4°, párrafo cuarto, que toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar, y que el Estado garantizará el respeto a este derecho, la degradación o menoscabo del entorno ecológico determinará la responsabilidad legal del infractor, en los términos que dictaminen las normas aplicables. Esta disposición, reformada en 1999, ha sido interpretada por la SCJN como un derecho humano autónomo de naturaleza colectiva y difusa (SCJN, 2016).

El artículo 2° de la Constitución, reformado en 2001 en el marco de los Acuerdos de San Andrés, reconoce la composición pluricultural de la Nación mexicana y establece, en su fracción III, el derecho de los pueblos y comunidades indígenas a la autodeterminación, el cual se ejerce en un marco constitucional de autonomía que asegura la unidad nacional. Este artículo reconoce, entre otros derechos colectivos, el derecho a preservar y enriquecer las lenguas, conocimientos y todos los elementos que constituyan su cultura e identidad, así como el derecho a la conservación y el mejoramiento del hábitat y la preservación de la integridad de sus tierras.

El artículo 27 constitucional, en su párrafo cuarto, establece que la Nación tiene en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el derecho de regular, en beneficio social, el aprovechamiento

de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública y cuidar de su conservación (Cámara de Diputados, 1917). Este artículo es la base constitucional de la regulación de los organismos genéticamente modificados en México.

La Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados (LBOGM), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de marzo de 2005, es el instrumento normativo federal más específico en materia de OGM. Con el propósito de proteger la salud, la biodiversidad y el entorno natural, el primer artículo norma el uso, desarrollo y comercio de OGM en el país, estableciendo además las condiciones necesarias para el crecimiento de la biotecnología mexicana.

La LBOGM establece un sistema de gestión de riesgos basado en el principio de precaución, conforme al cual las actividades que impliquen el manejo de OGM deben ser autorizadas previamente por las autoridades competentes, previa evaluación de los posibles riesgos para la salud humana, la biodiversidad y el medio ambiente (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión., 2005). La ley crea la Comisión Intersecretaria de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM), órgano colegiado encargado de emitir las autorizaciones correspondientes (Gobierno de México, 1999).

138

La LBOGM presenta deficiencias estructurales en la protección del maíz nativo mexicano. La ley no establece mecanismos específicos para proteger los centros de origen de los cultivos nativos frente a la contaminación genética por OGM, ni regula expresamente el uso de tecnologías emergentes como la inteligencia artificial para el monitoreo de la dispersión de transgénicos. Esta laguna normativa resulta particularmente grave en el contexto de Guerrero, donde la diversidad de razas de maíz nativo es especialmente alta.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), publicada el 28 de enero de 1988 y reformada en múltiples ocasiones, constituye la ley general en materia ambiental del sistema federal mexicano. Su artículo 2° establece que la aplicación de esta ley corresponde al Ejecutivo Federal, así como a las entidades federativas y a los municipios en los ámbitos de sus respectivas competencias.

El artículo 8° de la LGEEPA consagra el principio de precaución, estableciendo que las autoridades federales, de las entidades federativas y municipales, en el ámbito de sus respectivas competencias, deberán promover que toda actividad que pueda causar daños al equilibrio ecológico se realice en condiciones de seguridad para el medio ambiente, aun cuando no exista certeza científica plena sobre los posibles efectos adversos (Cámara de Diputados, 1988). Este principio, como advierte Bustamante (Bustamante, 2019), impone al legislador y a las autoridades administrativas la obligación de anticipar los riesgos antes de que se materialicen, lo cual resulta directamente aplicable al uso de sistemas de IA en la vigilancia de transgénicos.

La Ley General de Derechos de los Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas, publicada el 25 de abril de 2022, es el instrumento normativo más reciente en materia

de derechos indígenas en México. Su artículo 4° reconoce los derechos colectivos de los pueblos y comunidades indígenas y afroamericanas, incluyendo el derecho a la autodeterminación, a la autonomía, a la libre determinación, al territorio, a la consulta previa, libre, informada, de buena fe y culturalmente adecuada, y a la participación en los asuntos públicos.

El artículo 17 de esta ley establece el derecho a la consulta previa, libre, informada, de buena fe y culturalmente adecuada, el cual debe realizarse antes de adoptar medidas legislativas, administrativas o de cualquier otra índole que puedan afectar directamente a los pueblos y comunidades indígenas y afroamericanas. El artículo 23 reconoce el derecho de estos pueblos a la conservación, protección, gestión y aprovechamiento sustentable de la biodiversidad y los recursos naturales en sus territorios, conforme a sus sistemas normativos internos (INPI, 2026).

Esta ley resulta directamente aplicable al caso de Guerrero y refuerza las obligaciones derivadas del Convenio 169 de la OIT. Sin embargo, como advierten Sierra (Sierra, 2023) y Martínez (Martínez, 2022), la ley no regula expresamente el uso de tecnologías digitales y sistemas de IA en territorios indígenas, lo que constituye una laguna normativa que debe ser subsanada mediante reforma legislativa.

La Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares (LFPDPPP), publicada el 5 de julio de 2010, regula el tratamiento de datos personales por parte de particulares, con el fin de garantizar el derecho a la privacidad y a la autodeterminación informativa reconocido en el artículo 16, párrafo segundo, de la Constitución. Aunque esta ley no regula directamente el uso de IA en el sector agroambiental, resulta aplicable cuando los sistemas de inteligencia artificial procesan datos personales de productores, comunidades indígenas o investigadores en el marco de actividades de vigilancia de transgénicos.

El artículo 3° de la LFPDPPP define los datos personales como cualquier información concerniente a una persona física identificada o identificable, e incluye como categoría especial los datos sensibles, que son aquellos que afectan a la esfera más íntima del titular o cuya utilización indebida puede dar lugar a discriminación o conlleve un riesgo grave para este (Cámara de Diputados, 2025). Los datos genéticos, los datos de geolocalización y los datos sobre prácticas agrícolas tradicionales de comunidades indígenas podrían ser calificados como datos sensibles en ciertos contextos, lo que impone obligaciones adicionales a los responsables del tratamiento.

No obstante, la LFPDPPP presenta limitaciones estructurales para regular el uso de sistemas de IA, en particular en lo relativo a la toma de decisiones automatizadas, la explicabilidad de los algoritmos y la responsabilidad por decisiones algorítmicas (Mendoza Enríquez, 2021). En el ámbito de la fiscalización de organismos modificados genéticamente en regiones nativas, estas deficiencias resultan críticas. La toma de decisiones automatizada por IA posee el potencial de desestimar y comprometer los derechos fundamentales de carácter colectivo.”

El 13 de febrero de 2023, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el Decreto por el que se sustituye el maíz genéticamente modificado para consumo humano y se fomenta la producción de maíz nativo. Este decreto, emitido por el Ejecutivo Federal en ejercicio de las facultades conferidas por el artículo 89, fracción I, de la Constitución, establece una serie de medidas destinadas a proteger el maíz nativo mexicano y a promover su producción, comercialización y consumo.

El artículo 1° del decreto declara de interés público y prioridad nacional la conservación del maíz nativo y la agrobiodiversidad asociada. El artículo 2° prohíbe la siembra de maíz genéticamente modificado en todo el territorio nacional, con el fin de proteger la diversidad genética de las variedades nativas. El artículo 3° establece la creación del Programa Nacional para la Conservación del Maíz Nativo, el cual incluye, entre otras medidas, el fortalecimiento de los sistemas de monitoreo y vigilancia de la agrobiodiversidad (DOF, 2023).

Este decreto, representa un avance significativo en la protección del maíz nativo mexicano. Sin embargo, no regula expresamente el uso de sistemas de inteligencia artificial para la vigilancia de la dispersión de transgénicos, ni establece mecanismos específicos para garantizar la soberanía de los datos agroambientales generados mediante estas tecnologías. Esta laguna normativa resulta particularmente relevante en el contexto de Guerrero, donde la diversidad de razas de maíz nativo es especialmente alta y donde la implementación de sistemas de IA podría ser una herramienta eficaz para la conservación de la agrobiodiversidad.

140

La Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Guerrero reconoce, en su artículo 10, el derecho de toda persona a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar, y establece que el Estado de Guerrero garantizará el respeto a este derecho. El artículo 11 reconoce los derechos de los pueblos y comunidades indígenas del estado, incluyendo el derecho a la autodeterminación, a la autonomía, a la libre determinación y a la conservación y mejoramiento de su hábitat (Congreso del Estado de Guerrero, 1918).

La Ley Número 814 de Desarrollo Rural Sustentable del Estado de Guerrero, publicada en el Periódico Oficial del Estado el 15 de diciembre de 2010, establece las bases para la promoción del desarrollo rural sustentable en la entidad. Su artículo 4° reconoce la importancia de la agrobiodiversidad y de los sistemas agrícolas tradicionales de los pueblos indígenas y comunidades campesinas del estado (Consejería del Gobierno del Estado de Guerrero, 2010).

Sin embargo, esta ley no regula expresamente el uso de tecnologías digitales y sistemas de IA en el sector agroambiental, ni establece mecanismos específicos para la protección de la agrobiodiversidad frente a la contaminación genética por OGM. Esta laguna normativa resulta particularmente grave en el contexto de Guerrero, donde la diversidad de razas de maíz nativo es especialmente alta y donde la implementación de sistemas de IA podría ser una herramienta eficaz para la conservación de la agrobiodiversidad.

La Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Guerrero establece las bases para la política ambiental estatal y regula las actividades que pueden causar desequilibrio ecológico o daño al ambiente en el territorio del estado. Esta ley, en concordancia con la LGEEPA, consagra el principio de precaución y establece la obligación de las autoridades estatales de promover que toda actividad que pueda causar daños al equilibrio ecológico se realice en condiciones de seguridad para el medio ambiente (Congreso del Estado de Guerrero, 2009).

No obstante, esta ley no regula expresamente el uso de sistemas de IA en la vigilancia de transgénicos, ni establece mecanismos específicos para garantizar la soberanía de los datos agroambientales generados mediante estas tecnologías. Esta laguna normativa resulta particularmente grave en el contexto de Guerrero, donde la diversidad de razas de maíz nativo es especialmente alta.

El análisis de lege lata realizado en la sección precedente revela que el ordenamiento jurídico mexicano, si bien cuenta con un corpus normativo robusto en materia ambiental, de derechos indígenas y de protección de datos, no fue diseñado para regular la intersección entre la inteligencia artificial (IA) y la vigilancia de organismos genéticamente modificados (OGM) en zonas de agrobiodiversidad. Esta sección examina, desde una perspectiva dogmática crítica, los derechos fundamentales que entran en tensión en el caso de Guerrero, las lagunas normativas identificadas, las antinomias que surgen de la aplicación simultánea de normas aparentemente compatibles y los conflictos hermenéuticos que exigen una interpretación evolutiva del derecho vigente.

141

La aplicación de la teoría de los principios desarrollada por Alexy (Alexy, 2007) permite comprender que los derechos fundamentales involucrados en la vigilancia algorítmica de transgénicos en Guerrero no operan como reglas absolutas, sino como mandatos de optimización que deben ponderarse en cada caso concreto. En el presente contexto, se identifican al menos cinco principios constitucionales y convencionales en tensión:

El artículo 4° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos consagra el derecho de toda persona a un medio ambiente sano, el cual, conforme a la jurisprudencia de la Suprema Corte de Justicia de la Nación, tiene naturaleza colectiva y difusa. Este derecho se refuerza con el artículo 11 de la Constitución de Guerrero y con el artículo 26 de la Convención Americana sobre Derechos Humanos, que reconoce los derechos económicos, sociales, culturales y ambientales (OAS, 1969).

Leff ha sostenido que el derecho al medio ambiente sano en América Latina debe interpretarse no solo como un derecho individual de carácter negativo —es decir, como una prohibición de daños—, sino como un derecho colectivo de carácter positivo que impone al Estado la obligación de garantizar las condiciones ecológicas necesarias para la reproducción de la vida en todas sus formas (Leff, 2017). En el caso de Guerrero, esta interpretación implica que el Estado no solo debe abstenerse de autorizar la siembra de maíz transgénico, sino que debe adoptar medidas activas —incluyendo el uso de tecnologías de vigilancia— para proteger la agrobiodiversidad existente.

La efectividad de este derecho depende de la capacidad del Estado para acceder a información precisa y oportuna sobre los riesgos ambientales, lo cual, en el contexto contemporáneo, exige el uso de sistemas de IA. Surge así la primera tensión: el derecho al medio ambiente sano, para ser efectivo, requiere el despliegue de tecnologías algorítmicas cuyo marco jurídico es inexistente.

El artículo 2° de la CPEUM, en concordancia con el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo y la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas, reconoce a los pueblos indígenas el derecho a la autodeterminación, a la autonomía, al territorio, a la consulta previa y a la conservación de sus conocimientos tradicionales y recursos genéticos.

Stavenhagen ha subrayado que estos derechos no son meras declaraciones programáticas, sino obligaciones jurídicas vinculantes que imponen al Estado el deber de respetar los sistemas normativos internos de los pueblos originarios (Stavenhagen, 2010).

En el caso de Guerrero, donde coexisten pueblos nahuas, mixtecos, tlapanecos y amuzgos con sistemas de gobernanza territorial propios, la implementación de sistemas de IA para la vigilancia de transgénicos afecta directamente estos derechos colectivos. La introducción de tecnologías digitales en territorios indígenas sin consulta previa adecuada constituye una violación del derecho a la autodeterminación, incluso cuando dichas tecnologías tengan por objeto la protección de la agrobiodiversidad.

142

El artículo 6° de la CPEUM, en concordancia con el artículo 13 de la Convención Americana sobre Derechos Humanos y el Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y el Caribe (CEPAL, 2018), ratificado por México en 2022, consagra el derecho de toda persona a acceder a la información en posesión de las autoridades públicas. Este derecho, en materia ambiental, se refuerza con el Principio 10 de la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (ONU, 1992)

La aplicación de sistemas de IA para la vigilancia de transgénicos genera grandes volúmenes de datos —imágenes satelitales, modelos predictivos, secuencias genómicas— que, en principio, deberían estar sujetos al derecho de acceso a la información ambiental. La complejidad técnica de estos datos y la opacidad de los algoritmos que los procesan pueden convertir el derecho de acceso en un derecho formal, sin efectividad práctica para las comunidades indígenas de Guerrero.

El artículo 16, párrafo segundo, de la CPEUM consagra el derecho de toda persona a la protección de sus datos personales, así como al acceso, rectificación y cancelación de los mismos (derechos ARCO). Este derecho, desarrollado por la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares (LFPDPPP) y por la Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de los Sujetos Obligados, implica que el tratamiento de datos personales debe realizarse con el consentimiento del titular y conforme a los principios de licitud, consentimiento, información, lealtad, proporcionalidad y responsabilidad.

En el contexto de la vigilancia algorítmica de transgénicos en territorios indígenas, este derecho adquiere una dimensión colectiva particular. Los datos generados por los sistemas de IA no solo incluyen información sobre cultivos y suelos, sino también sobre prácticas agrícolas tradicionales, conocimientos etnobotánicos y patrones de asentamiento de comunidades indígenas. Como advierten Crawford (Crawford, 2021) y O'Neil (O'Neil, 2016), estos datos, una vez procesados por algoritmos propietarios, pueden convertirse en activos comerciales susceptibles de biopiratería digital, sin que el marco normativo mexicano ofrezca mecanismos efectivos de protección.

El principio de precaución, consagrado en el artículo 15 de la Declaración de Río (ONU, 1992) y recogido por el artículo 8° de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), establece que, ante la posibilidad de daños graves o irreversibles, la falta de certeza científica absoluta no debe utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces para impedir la degradación del medio ambiente. Bustamante (Bustamante, 2019) ha subrayado que este principio impone al legislador y a las autoridades administrativas la obligación de anticipar los riesgos antes de que se materialicen.

Aplicado al uso de IA en la vigilancia de transgénicos, el principio de precaución opera en dos direcciones. Por un lado, exige la adopción de medidas para prevenir la contaminación genética del maíz nativo por OGM, lo cual justifica el uso de tecnologías de vigilancia. Por otro lado, exige la regulación previa de los riesgos que la propia IA puede generar —sesgos algorítmicos, concentración de datos, violación de derechos colectivos— antes de su implementación en territorios indígenas. Esta doble dimensión del principio de precaución no ha sido considerada por el legislador mexicano, lo que constituye una laguna normativa de especial gravedad.

143

LAGUNAS NORMATIVAS IDENTIFICADAS

Siguiendo la tipología de lagunas normativas desarrollada por Guastini (Guastini, 2014) y Bovero (Bovero, 1992), es posible identificar en el ordenamiento jurídico mexicano al menos cinco lagunas relevantes para la presente investigación:

El ordenamiento jurídico mexicano no cuenta con ninguna norma que regule específicamente el uso de sistemas de inteligencia artificial en el sector agroambiental. La Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, publicada en 2005, fue diseñada antes de la irrupción de la IA como tecnología transversal y, por tanto, no contempla su uso para la vigilancia, detección o trazabilidad de OGM. Esta laguna, que podría calificarse como laguna técnica conforme a la tipología de Guastini, genera una situación de anomia en la cual las autoridades carecen de base jurídica para implementar sistemas de IA en la protección de la agrobiodiversidad.

El ordenamiento mexicano no reconoce expresamente la categoría de “soberanía de datos agroambientales”, es decir, el derecho de las comunidades indígenas y campesinas a controlar los datos generados en sus territorios mediante sistemas de IA. La LFPDPPP regula únicamente los datos personales de individuos, no los datos colectivos generados por comunidades sobre sus recursos naturales. Esta laguna,

que podría calificarse como laguna axiológica —en la medida en que contradice los valores reconocidos por el Convenio 169 de la OIT y la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas—, expone a las comunidades de Guerrero al riesgo de biopiratería digital.

Como advierten De Sousa Santos (De Sousa Santos, 2021) y Ribeiro (Ribeiro, 2021), la extracción de datos de territorios indígenas sin reconocimiento de titularidad colectiva reproduce las dinámicas coloniales de extractivismo, ahora en su versión digital. La ausencia de un régimen jurídico de soberanía de datos agroambientales constituye, por tanto, una laguna de especial gravedad en el contexto de Guerrero.

El Código Federal de Procedimientos Civiles y la Ley Federal de Procedimiento Administrativo no regulan expresamente la validez probatoria de los datos generados por sistemas de inteligencia artificial. En caso de controversias ambientales relacionadas con la contaminación genética del maíz nativo, los datos producidos por algoritmos —imágenes satelitales procesadas por redes neuronales, modelos predictivos de dispersión de polen, análisis genómicos automatizados— podrían ser impugnados por falta de base legal que reconozca su valor probatorio.

Esta laguna, que podría calificarse como laguna procesal, tiene consecuencias prácticas graves. Como advierten Kamilaris (Kamilaris, 2017), la eficacia de los sistemas de IA para la vigilancia de transgénicos depende en gran medida de la posibilidad de utilizar sus resultados como prueba en procedimientos administrativos y judiciales. La ausencia de regulación sobre la validez probatoria de estos datos desincentiva su uso por parte de las autoridades y de las comunidades indígenas.

El ordenamiento mexicano no establece un régimen específico de responsabilidad civil, administrativa o penal por los daños derivados de decisiones tomadas por sistemas de inteligencia artificial. La Ley Federal de Responsabilidad Ambiental, publicada en 2013, regula la responsabilidad por daños al medio ambiente, pero no contempla la posibilidad de que dichos daños sean causados por decisiones algorítmicas erróneas —por ejemplo, la clasificación incorrecta de un cultivo nativo como transgénico, que podría dar lugar a su destrucción indebida.

Esta laguna, que podría calificarse como laguna de responsabilidad, plantea problemas dogmáticos complejos. Como advierten Floridi (Lozano Ortega & Floridi, 2023) y Pasquale (Pasquale, 2015), la opacidad de los algoritmos —el llamado “problema de la caja negra”— dificulta la atribución de responsabilidad cuando las decisiones automatizadas causan daños. En el contexto de Guerrero, donde las decisiones algorítmicas pueden afectar derechos colectivos fundamentales, esta laguna resulta particularmente grave.

El derecho a la consulta previa, libre, informada y culturalmente adecuada, reconocido por el artículo 2° de la CPEUM, el Convenio 169 de la OIT y la Ley General de Derechos de los Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas, no contempla la posibilidad de que las comunidades indígenas sean consultadas sobre la implementación de tecnologías algorítmicas en sus territorios. Los protocolos de consulta existentes están

diseñados para proyectos de desarrollo, actividades extractivas o reformas legislativas, pero no para la implementación de sistemas de IA.

Esta laguna, que podría calificarse como laguna intercultural, refleja la incapacidad del derecho mexicano para adaptar instituciones jurídicas tradicionales a los desafíos de la era digital. La consulta previa sobre tecnologías algorítmicas exige mecanismos específicos que garanticen la comprensión efectiva de los riesgos y beneficios por parte de las comunidades, lo cual requiere procesos de traducción intercultural y de alfabetización digital que el marco normativo actual no contempla.

El análisis dogmático revela la existencia de al menos tres antinomias —entendidas como conflictos entre normas aparentemente válidas que conducen a soluciones contradictorias— en la aplicación del marco normativo vigente al caso de Guerrero:

La Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados establece un sistema de gestión de riesgos basado en criterios científicos y técnicos, cuya aplicación corresponde a la Comisión Intersecretaria de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM). El Convenio 169 de la OIT, por su parte, reconoce el derecho de los pueblos indígenas a participar en la utilización, administración y conservación de los recursos naturales existentes en sus territorios.

La antinomia surge cuando la CIBIOGEM autoriza, en aplicación de la LBOGM, el uso de sistemas de IA para la vigilancia de transgénicos en territorios indígenas sin consulta previa, conforme a los protocolos establecidos por el Convenio 169 de la OIT. En este caso, la aplicación de una norma conduce a una solución contradictoria con la aplicación de la otra. Esta antinomia no ha sido resuelta por el legislador mexicano ni por la jurisprudencia de la SCJN, lo que genera inseguridad jurídica.

145

El Acuerdo de Escazú y el artículo 6° de la CPEUM consagran el principio de transparencia ambiental, que obliga a las autoridades a poner a disposición del público la información relativa a los riesgos ambientales. Sin embargo, la Ley Federal de Protección de la Propiedad Industrial reconoce como secreto industrial la información de aplicación industrial que sea de interés legítimo para su titular y que se mantenga confidencial.

La antinomia surge cuando las empresas desarrolladoras de sistemas de IA para la vigilancia de transgénicos invocan la protección de secretos comerciales para negar el acceso a los algoritmos utilizados. En este caso, el principio de transparencia ambiental —que exige la divulgación de información sobre los riesgos— entra en conflicto con el derecho a la protección de secretos comerciales. Esta antinomia se agrava en el contexto de la IA, donde la opacidad algorítmica puede utilizarse como argumento para justificar la no divulgación de información esencial para la evaluación de riesgos.

El artículo 2° de la CPEUM y la Ley General de Derechos de los Pueblos y Comunidades Indígenas y Afromexicanas reconocen el principio de interculturalidad, que implica el respeto a la diversidad cultural y a los sistemas normativos internos de los pueblos

indígenas. Sin embargo, los sistemas de IA operan con una lógica estandarizada y universalista que, por definición, tiende a homogeneizar los criterios de clasificación y decisión.

La antinomia surge cuando un sistema de IA, diseñado con criterios científicos occidentales, clasifica un cultivo nativo de Guerrero como transgénico, ignorando los conocimientos tradicionales de la comunidad que lo cultiva. En este caso, la aplicación de la lógica algorítmica conduce a una solución contradictoria con el principio de interculturalidad. Esta antinomia refleja una tensión más profunda entre la racionalidad instrumental de la tecnología y las racionalidades alternativas de los pueblos originarios.

Los problemas jurídicos identificados no pueden resolverse mediante la simple aplicación mecánica de las normas vigentes. Se requiere, como advierte Atienza (Atienza, 2013), una interpretación evolutiva que actualice el sentido de las normas a la luz de los desafíos contemporáneos. En particular, es necesario:

Primero, interpretar el artículo 4° de la CPEUM en el sentido de que el derecho al medio ambiente sano incluye el derecho a contar con sistemas de vigilancia ambiental tecnológicamente adecuados, lo cual, en el contexto actual, exige el uso de IA.

146

Segundo, interpretar el artículo 31 de la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas en el sentido de que la soberanía de los pueblos indígenas sobre sus conocimientos tradicionales y recursos genéticos incluye los datos generados por sistemas de IA sobre dichos recursos.

Tercero, interpretar el principio de precaución en su doble dimensión: como mandato de prevención de daños ambientales por OGM y como mandato de regulación preventiva de los riesgos derivados del uso de IA.

Cuarto, interpretar el derecho a la consulta previa en el sentido de que incluye la consulta sobre la implementación de tecnologías algorítmicas en territorios indígenas, conforme a los estándares de la Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas.

Estas interpretaciones evolutivas, si bien son compatibles con el texto constitucional y convencional vigente, no pueden sustituir la necesidad de una reforma legislativa integral que regule expresamente el uso de IA en el sector agroambiental. La propuesta de ley ferenda que se formulará en la sección V del presente artículo parte precisamente de esta constatación.

HACIA UN ESTATUTO JURÍDICO DE LA GOBERNANZA ALGORÍTMICA AGROAMBIENTAL EN GUERRERO

El análisis dogmático realizado en las secciones precedentes demuestra que el ordenamiento jurídico mexicano, si bien cuenta con un corpus normativo robusto

en materia ambiental, de derechos indígenas y de protección de datos, resulta estructuralmente insuficiente para regular la intersección entre la inteligencia artificial (IA) y la vigilancia de organismos genéticamente modificados (OGM) en zonas de agrobiodiversidad.

Las lagunas normativas, antinomias y conflictos hermenéuticos identificados no pueden ser resueltos mediante la mera interpretación evolutiva de las normas vigentes, sino que exigen una reforma legislativa integral. Esta sección formula una propuesta de lege ferenda orientada a la creación de un estatuto jurídico especial para el estado de Guerrero, que articule la protección de la agrobiodiversidad, la soberanía de los datos agroambientales y los derechos colectivos de los pueblos indígenas bajo los principios de precaución, progresividad e interculturalidad.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA PROPUESTA

La propuesta se inspira en tres corrientes teóricas contemporáneas del derecho ambiental y tecnológico. En primer lugar, la teoría del derecho ambiental de los pueblos originarios desarrollada por Leff y Gudynas, que sostiene que la protección de la biodiversidad en América Latina exige el reconocimiento de las epistemologías indígenas como fuentes de normatividad. En segundo lugar, la teoría de la gobernanza algorítmica propuesta por Floridi y Crawford, que plantea la necesidad de someter los sistemas de IA a principios de transparencia, responsabilidad y no discriminación. En tercer lugar, la teoría de los derechos de la naturaleza desarrollada en el constitucionalismo latinoamericano, particularmente en Ecuador (art. 71-74 de la Constitución de 2008) (República del Ecuador, 2008) y Bolivia (Ley N° 300 de la Madre Tierra) (Ministerio de Planificación del Desarrollo, 2012), que reconoce la titularidad jurídica de los ecosistemas.

147

La originalidad de la presente propuesta radica en la articulación de estas tres corrientes en un marco normativo unificado, adaptado a las particularidades bioculturales de Guerrero. El derecho del siglo XXI debe superar la dicotomía entre naturaleza y cultura, entre tecnología y tradición, para construir una "ecología de saberes" que reconozca la pluralidad de formas de conocimiento.

ESTRUCTURA DE LA PROPUESTA LEGISLATIVA

La propuesta se articula en cuatro instrumentos normativos complementarios:

REFORMA A LA LEY DE BIOSEGURIDAD DE ORGANISMOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS

Se propone la adición de un Título Quinto Bis a la LBOGM, denominado "De las Tecnologías Digitales e Inteligencia Artificial en la Vigilancia de OGM", que incluya los siguientes artículos:

Artículo A. Objeto. Las disposiciones de este título tienen por objeto regular el uso de sistemas de inteligencia artificial y tecnologías digitales para la vigilancia, detección, trazabilidad y monitoreo de organismos genéticamente modificados en zonas de agrobiodiversidad, centros de origen y territorios de pueblos indígenas y comunidades campesinas.

Artículo B. Principios rectores. El uso de sistemas de IA en la vigilancia de OGM se regirá por los siguientes principios: (a) precaución tecnológica; (b) transparencia algorítmica; (c) soberanía de datos agroambientales; (d) consulta previa intercultural; (e) no discriminación algorítmica; (f) responsabilidad objetiva por daños derivados de decisiones automatizadas; (g) interculturalidad; (h) participación comunitaria en el diseño, implementación y evaluación de los sistemas.

Artículo C. Evaluación de impacto algorítmico. Previo al despliegue de cualquier sistema de IA para la vigilancia de OGM en zonas de agrobiodiversidad, el responsable deberá realizar una Evaluación de Impacto Algorítmico (EIA) que incluya: (a) análisis de sesgos potenciales en los datos de entrenamiento; (b) evaluación de riesgos para los derechos colectivos de los pueblos indígenas; (c) plan de mitigación de impactos negativos; (d) mecanismos de auditoría independiente; (e) protocolo de consulta previa con las comunidades afectadas.

148

Artículo D. Transparencia algorítmica. Los sistemas de IA utilizados en la vigilancia de OGM deberán ser auditables y explicables. Los algoritmos, datos de entrenamiento, criterios de clasificación y resultados deberán estar disponibles en formatos accesibles para las comunidades afectadas, salvo que su divulgación comprometa secretos comerciales legítimamente protegidos, en cuyo caso se arbitrarán mecanismos de acceso restringido con supervisión judicial.

Artículo E. Validez probatoria. Los datos generados por sistemas de IA en la vigilancia de OGM tendrán valor probatorio en procedimientos administrativos y judiciales, siempre que se cumplan los siguientes requisitos: (a) trazabilidad completa del proceso de generación de datos; (b) documentación de los algoritmos utilizados; (c) posibilidad de verificación independiente; (d) respeto a los derechos de defensa de las partes.

LEY DE SOBERANÍA DE DATOS AGROAMBIENTALES DEL ESTADO DE GUERRERO

Se propone la expedición de una ley estatal específica que regule la titularidad, gestión y protección de los datos agroambientales generados en el territorio de Guerrero. Esta ley debería incluir:

Artículo 1. Reconocimiento de titularidad colectiva. Se reconoce la titularidad colectiva de los pueblos indígenas y comunidades campesinas del estado de Guerrero sobre los datos agroambientales generados en sus territorios, incluyendo, de manera enunciativa más que limitativa: (a) datos genéticos de variedades nativas de maíz y otros cultivos; (b) conocimientos etnobotánicos asociados; (c) datos de suelos, clima

y biodiversidad; (d) información derivada del monitoreo algorítmico de cultivos; (e) modelos predictivos generados a partir de datos territoriales.

Artículo 2. Consentimiento libre, previo e informado. El tratamiento de datos agroambientales en territorios indígenas requiere el consentimiento libre, previo, informado y culturalmente adecuado de las comunidades afectadas, conforme a sus sistemas normativos internos y a los estándares del Convenio 169 de la OIT.

Artículo 3. Prohibición de biopiratería digital. Queda prohibida la extracción, procesamiento, comercialización o transferencia de datos agroambientales de territorios indígenas sin el consentimiento de las comunidades titulares y sin un acuerdo de participación justa y equitativa en los beneficios.

Artículo 4. Registro Público de Datos Agroambientales. Se crea el Registro Público de Datos Agroambientales del Estado de Guerrero, adscrito a la Secretaría de Desarrollo Rural, con el objeto de garantizar la trazabilidad, protección y acceso controlado de los datos agroambientales generados en el territorio estatal.

Artículo 5. Fondo de Soberanía Digital Agroambiental. Se crea un fondo destinado a financiar proyectos de alfabetización digital, desarrollo de capacidades tecnológicas comunitarias e implementación de sistemas de IA de código abierto para la vigilancia de la agrobiodiversidad en territorios indígenas.

PROTOCOLO DE CONSULTA PREVIA ALGORÍTMICA

Se propone la expedición de un protocolo específico para la consulta previa en casos de implementación de tecnologías algorítmicas en territorios indígenas. Este protocolo, desarrollado de manera participativa con los pueblos indígenas de Guerrero, debería incluir:

Fase 1. Preparación intercultural. Traducción de la información técnica a lenguas indígenas, elaboración de materiales didácticos culturalmente pertinentes, identificación de autoridades tradicionales y mecanismos de decisión comunitaria.

Fase 2. Información comprensible. Presentación de los beneficios, riesgos y limitaciones de los sistemas de IA en formatos accesibles, incluyendo simulaciones, ejemplos concretos y testimonios de otras experiencias.

Fase 3. Deliberación comunitaria. Respeto de los tiempos y formas de decisión propios de cada pueblo, conforme a sus sistemas normativos internos.

Fase 4. Acuerdos vinculantes. Formalización de los acuerdos alcanzados, incluyendo mecanismos de monitoreo, seguimiento y revisión periódica.

Fase 5. Mecanismos de revisión. Establecimiento de procedimientos para la modificación o suspensión de los sistemas de IA en caso de incumplimiento de los acuerdos o de afectación imprevista a los derechos colectivos.

REFORMA AL CÓDIGO CIVIL DEL ESTADO DE GUERRERO

Se propone la adición de un artículo que establezca la responsabilidad objetiva por los daños derivados de decisiones automatizadas en materia agroambiental. Este artículo debería establecer que:

“Los desarrolladores, operadores y beneficiarios de sistemas de inteligencia artificial utilizados en la vigilancia de organismos genéticamente modificados serán objetivamente responsables por los daños causados a la agrobiodiversidad, a los derechos colectivos de los pueblos indígenas o a los sistemas alimentarios tradicionales, con independencia de la existencia de culpa o dolo. La responsabilidad se extenderá a los daños materiales, inmateriales, colectivos y difusos, y la carga de la prueba sobre la inexistencia de nexo causal corresponderá al demandado.”

MECANISMOS DE IMPLEMENTACIÓN Y GOBERNANZA

La eficacia de la propuesta normativa exige la creación de instituciones específicas que garanticen su implementación. Se propone:

150

Primero, la creación de la Comisión Estatal de Gobernanza Algorítmica Agroambiental de Guerrero, órgano colegiado con participación paritaria de representantes gubernamentales, académicos, pueblos indígenas y sociedad civil, encargado de supervisar el uso de IA en la vigilancia de OGM.

Segundo, la creación de un Observatorio Ciudadano de Agrobiodiversidad Digital, conformado por comunidades indígenas, organizaciones de la sociedad civil y centros de investigación, con funciones de monitoreo, denuncia y propuesta de políticas públicas.

Tercero, la implementación de un sistema de auditorías algorítmicas independientes, realizadas por organismos acreditados, con periodicidad anual, cuyos resultados deberán ser públicos.

Cuarto, el establecimiento de un Tribunal Agroambiental Digital, especializado en la resolución de controversias derivadas del uso de IA en la vigilancia de OGM, con composición intercultural y procedimientos simplificados.

ANÁLISIS COMPARADO: LECCIONES DE LA UNIÓN EUROPEA Y BOLIVIA

La propuesta mexicana puede enriquecerse con las experiencias de otros ordenamientos jurídicos que han abordado desafíos similares.

LA UNIÓN EUROPEA Y EL ARTIFICIAL INTELLIGENCE ACT

La Unión Europea aprobó en 2024 el Artificial Intelligence Act, el primer marco normativo integral sobre IA a nivel mundial (Unión Europea, 2024). Este reglamento establece un enfoque basado en el riesgo, clasificando los sistemas de IA en cuatro categorías: riesgo inaceptable, riesgo alto, riesgo limitado y riesgo mínimo. Los sistemas de IA utilizados en la gestión de infraestructuras críticas, incluyendo la gestión del agua, la energía y el transporte, son clasificados como de alto riesgo y están sujetos a obligaciones estrictas de transparencia, supervisión humana y evaluación de conformidad.

Si bien el AI Act europeo no regula específicamente el uso de IA en el sector agroambiental, sus principios de transparencia, responsabilidad y supervisión humana resultan aplicables al caso mexicano. Autores como Mollick y Mollick, el enfoque europeo puede servir de modelo para la regulación latinoamericana, siempre que se adapte a las particularidades regionales, particularmente en materia de derechos indígenas y protección de la biodiversidad (Mollick, 2023).

BOLIVIA Y LA LEY MARCO DE LA MADRE TIERRA

Bolivia, mediante la Ley N° 300 de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para el Vivir Bien, reconoció la titularidad jurídica de la naturaleza y estableció un sistema de gestión ambiental basado en los principios del Vivir Bien (Suma Qamaña). Esta ley, si bien no regula específicamente el uso de IA, establece principios de particular relevancia para la presente propuesta, como la complementariedad, la reciprocidad y la responsabilidad intergeneracional.

151

Como advierte Salazar, la experiencia boliviana demuestra que es posible construir un marco normativo que articule la protección ambiental con los saberes indígenas, siempre que se reconozca la pluralidad jurídica y se respeten los sistemas normativos internos de los pueblos originarios (Salazar, 2020). Esta lección resulta particularmente relevante para Guerrero, donde coexisten múltiples sistemas de gobernanza territorial.

LECCIONES COMPARADAS PARA MÉXICO

De las experiencias analizadas se desprenden tres lecciones fundamentales para la propuesta mexicana:

Primera, la regulación de la IA debe ser específica y sectorial, no general y abstracta. El AI Act europeo, si bien es un avance significativo, ha sido criticado por su excesiva generalidad (Mollick, 2023). La propuesta mexicana, al centrarse en el sector agroambiental y en el contexto específico de Guerrero, puede evitar este problema.

Segunda, la regulación de la IA en contextos indígenas exige el reconocimiento de la pluralidad jurídica y de los sistemas normativos internos. La experiencia boliviana demuestra que es posible construir un marco normativo intercultural, siempre que se respeten los principios de autodeterminación y consulta previa.

Tercera, la regulación de la IA debe ir acompañada de mecanismos institucionales específicos que garanticen su implementación efectiva. Tanto la Unión Europea como Bolivia han creado instituciones especializadas en la gobernanza de la IA y de la Madre Tierra, respectivamente, lo que demuestra la necesidad de contar con estructuras administrativas adecuadas.

CONCLUSIÓN

La irrupción de los sistemas de inteligencia artificial en la vigilancia de organismos genéticamente modificados en zonas de agrobiodiversidad plantea un problema jurídico inédito en el ordenamiento mexicano, particularmente en el estado de Guerrero, centro de origen del maíz nativo. A partir del análisis dogmático realizado, es posible formular las siguientes conclusiones:

Primera. El marco normativo mexicano vigente, si bien cuenta con disposiciones relevantes en materia ambiental, de derechos indígenas y de protección de datos, no fue diseñado para regular la intersección entre la inteligencia artificial y la vigilancia de OGM en zonas de agrobiodiversidad. Esta constatación revela la existencia de al menos cinco lagunas normativas de especial gravedad: la ausencia de regulación sobre el uso de IA en el sector agroambiental, la inexistencia de un régimen de soberanía de datos agroambientales, la falta de reglas sobre la validez probatoria de los datos generados por IA, la ausencia de un régimen de responsabilidad por decisiones algorítmicas y la inaplicabilidad práctica del derecho de consulta previa en la implementación de tecnologías algorítmicas en territorios indígenas.

Segunda. La aplicación del marco normativo vigente al caso de Guerrero genera al menos tres antinomias jurídicas que exigen una solución legislativa: la antinomia entre la Ley de Bioseguridad de OGM y el Convenio 169 de la OIT respecto a la consulta previa, la antinomia entre el principio de transparencia ambiental y la protección de secretos comerciales de las empresas desarrolladoras de IA, y la antinomia entre la lógica algorítmica estandarizada y el principio de interculturalidad reconocido en el artículo 2° constitucional.

Tercera. Los derechos fundamentales en tensión —derecho al medio ambiente sano, derechos colectivos indígenas, derecho de acceso a la información ambiental, derecho a la protección de datos personales y principio de precaución— deben ser ponderados conforme a la teoría de los principios desarrollada por Alexy (2007), privilegiando en todo caso la protección de los derechos colectivos de los pueblos indígenas y la conservación de la agrobiodiversidad.

Cuarta. La propuesta de lege ferenda formulada en la sección V, que incluye la reforma a la Ley de Bioseguridad de OGM, la expedición de una Ley de Soberanía de Datos Agroambientales del Estado de Guerrero, un Protocolo de Consulta Previa Algorítmica y una reforma al Código Civil estatal, constituye un aporte original al debate jurídico contemporáneo sobre la gobernanza de la IA en América Latina. Esta propuesta, inspirada en las teorías del derecho ambiental de los pueblos originarios, la gobernanza algorítmica y los derechos de la naturaleza, articula la protección de la

agrobiodiversidad, la soberanía de los datos y los derechos colectivos indígenas bajo los principios de precaución, progresividad e interculturalidad.

Quinta. El análisis comparado de las experiencias de la Unión Europea y Bolivia permite extraer lecciones valiosas para el caso mexicano. La regulación de la IA debe ser específica y sectorial, debe reconocer la pluralidad jurídica y los sistemas normativos indígenas, y debe ir acompañada de mecanismos institucionales específicos que garanticen su implementación efectiva.

Sexta. Al ofrecer un marco conceptual y normativo que puede ser adaptado a otros países latinoamericanos que pueda servir como base para enfrentar desafíos análogos en la protección de sus centros de origen frente a la biotecnología y la digitalización. En particular, los países andinos —Ecuador, Bolivia, Perú y Colombia—, que cuentan con una rica agrobiodiversidad y con una importante presencia de pueblos indígenas, pueden beneficiarse de las lecciones extraídas del caso mexicano.

Séptima. La investigación pone de manifiesto la necesidad de superar la dicotomía entre naturaleza y cultura, entre tecnología y tradición, que ha caracterizado al derecho ambiental moderno. La gobernanza algorítmica agroambiental del siglo XXI exige, como advierte De Sousa Santos (2018), una “ecología de saberes” que reconozca la pluralidad de formas de conocimiento y que articule la racionalidad científica con las racionalidades indígenas y campesinas.

Octava. El derecho, como disciplina dinámica y adaptativa, tiene la capacidad de responder a los desafíos de la era digital, siempre que esté dispuesto a repensar sus categorías fundamentales y a incorporar las perspectivas de los pueblos originarios. La protección de la agrobiodiversidad en el Antropoceno exige, como sostiene Leff (2019), una nueva racionalidad ambiental que trascienda la lógica instrumental del mercado y que reconozca el valor intrínseco de la vida en todas sus formas.

153

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alexy, R. (2007). *Teoría de los derechos fundamentales*. Centro de Estudios Políticos y Constitucionales. Obtenido de <https://www.pensamientopenal.com.ar/system/files/2014/12/doctrina37294.pdf>
- Anaya, S. J. (2019). *Los pueblos indígenas en el derecho internacional*. Trotta. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/332191745_Los_pueblos_indigenas_en_el_derecho_internacional/citations
- Atienza, M. (2013). *Curso de argumentación jurídica*. Trotta. Obtenido de <https://www.trotta.es/libros/curso-de-argumentacion-juridica/9788498794366/>
- Bovero, M. (1992). *Sobre las lagunas en los sistemas normativos*. Universidad de Génova. Obtenido de https://www.te.gob.mx/editorial_service/media/pdf/Cuadernos_de_divulgacion_no_19.pdf

Bustamante, R. (2019). El principio de precaución en el derecho ambiental mexicano. *Universidad Nacional Autónoma de México.*

Cámara de Diputados . (28 de enero de 1988). *LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE*. Obtenido de <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf>

Cámara de Diputados. (5 de febrero de 1917). *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*. Obtenido de <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf>

Cámara de Diputados. (20 de marzo de 2025). *LEY FEDERAL DE PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES EN POSESIÓN DE LOS PARTICULARES*. Obtenido de <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFPDPPP.pdf>

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (24 de marzo de 2005). *Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados*. Obtenido de Diario Oficial de la Federación: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LBOGM.pdf>

Casimiro-Hermenegildo, L. P.-M.-G.-M.-M.-O.-P. (2025). Importancia biocultural y estrategias de conservación del maíz nativo en San Juan Yautepec-Nñantde Bótta, México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 495-517. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722025000400495

CEPAL. (4 de marzo de 2018). *Acuerdo Regional sobre el Acceso a la Información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en Asuntos Ambientales en América Latina y Caribe*. Obtenido de <https://observatoriop10.cepal.org/es/tratado/acuerdo-regional-acceso-la-informacion-la-participacion-publica-acceso-la-justicia-asuntos>

CONABIO. (29 de Diciembre de 1993). *Convenio sobre la Diversidad Biológica*. Obtenido de <https://www.biodiversidad.gob.mx/planeta/internacional/cbd>

CONEVAL. (2022). *Medición de la pobreza 2020: Resultados nacionales y por entidad federativa*. Obtenido de https://www.coneval.org.mx/Medicion/MP/Paginas/Pobreza_2020.aspx

Congreso del Estado de Guerrero. (5 de Enero de 1918). *Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Guerrero*. Obtenido de https://congresogro.gob.mx/legislacion/CONSTITUCION-GUERRERO-15-06-2022.pdf?__cf_chl_f_tk=.HK8VsK.te9CDtljtU7WR4UaJnk8y8bAxiwSUpZ2NZQ-1782773974-1.0.1.1-IEv8rIJkLNa7kGujSpHrns5v90RnsKLsFL_dOqzcNiE

- Congreso del Estado de Guerrero. (3 de marzo de 2009). *LEY NÚMERO 878 DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE*. Obtenido de <https://congresogro.gob.mx/legislacion/ordinarias/ARCHI/LEY-DEL-EQUILIBRIO-ECOLOGICO-Y-LA-PROTECCION-AL-AMBIENTE-DEL-ESTADO-DE-GUERRERO-878-2021-03-10.pdf>
- Consejería del Gobierno del Estado de Guerrero. (15 de diciembre de 2010). *Ley Número 814 de Desarrollo Sustentable del Estado de Guerrero*. Obtenido de <https://www.guerrero.gob.mx/wp-content/uploads/2022/03/L814DRSEG-1.pdf>
- Convention on Biological Diversity. (11 de septiembre de 2003). *El Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología*. Obtenido de <https://bch.cbd.int/protocol>
- Crawford, K. (2021). Atlas of AI: Power, politics, and the planetary costs of artificial intelligence. *Yale University Press*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/363177193_Atlas_of_AI_Power_Politics_and_the_Planetary_Costs_of_Artificial_Intelligence
- De Sousa Santos, B. (2021). El fin del imperio cognitivo. La afirmación de las epistemologías del Sur. *Trotta*, 215-220. doi:<https://doi.org/10.22201/cialc.24486914e.2021.73.57434>
- Diario Oficial de la Federación. (13 de febrero de 2023). *Decreto por el que se sustituye el maíz genéticamente modificado para consumo humano y se fomenta la producción de maíz nativo*. Obtenido de https://www.dof.gob.mx/index.php/index_111.php?year=2023&month=02&day=13#gsc.tab=0
- DOF. (13 de febrero de 2023). *Decreto por el que se establecen diversas acciones en materia de glifosato y maíz genéticamente modificado*. Obtenido de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5679405&fecha=13/02/2023#gsc.tab=0
- FAO. (2009). *Tratado internacional sobre los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura*. Obtenido de https://observatoriop10.cepal.org/sites/default/files/documents/treaties/tratado_recursos_fitogeneticos_sp.pdf
- Gobierno de México. (1999). *CIBIOGEM*. Obtenido de https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compendio_2020/dgeiawf.semarnat.gob.mx_8080/ibi_apps/WFServlet95d0.html
- Guastini, R. (2014). *La interpretación de los documentos normativos*. Marcial Pons. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/523210103/Guastini-Riccardo-La-Interpretacion-de-Los-Documentos-Normativos>

- Gudynas, E. (2021). *Extractivismos: Economía, naturaleza y sociedad en América Latina*. CLACSO. Obtenido de <https://www.cedib.org/wp-content/uploads/2015/03/Extractivismos-Gudynas.pdf>
- INPI. (22 de junio de 2026). *El CNPI aprueba la Propuesta de Ley General de Derechos de los Pueblos Indígenas y Afromexicanos y define ruta para la consulta nacional*. Obtenido de <https://www.gob.mx/inpi/articulos/el-cnpi-aprueba-la-propuesta-de-ley-general-de-derechos-de-los-pueblos-indigenas-y-afromexicanos-y-define-ruta-para-la-consulta-nacional>
- Kamilaris, A. K.-B. (2017). A review on the practice of big data analysis in agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*. 23-37. Obtenido de <https://www.sciarp.org/reference/referencespapers?referenceid=3654083>
- Leff, E. (2017). Las relaciones de poder del conocimiento en el campo de la Ecología Política: una mirada desde el sur. En H. Alimonda, & C. (. Toro Pérez, *Ecología Política Latinoamericana* (págs. 197-211). Buenos Aires: Universidad Autónoma Metropolitana. Obtenido de https://biblioteca.clacso.edu.ar/clacso/gt/20171030111951/GT_Ecologia_politica_Tomo_I.pdf
- Lozano Ortega, T., & Floridi, L. (2023). The Ethics of Artificial Intelligence: Principles, Challenges, and Opportunities. *Oxford University Press*, 481-489. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-66492025000100481
- Martínez, L. (2022). Análisis crítico de la Ley General de Derechos de los Pueblos Indígenas. *Revista de Investigaciones Jurídicas*, 45-70.
- Mendoza Enríquez, O. A. (2021). El derecho de protección de datos personales en los sistemas de inteligencia artificial. *Revista IUS*, 179-207. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-21472021000200179
- Ministerio de Planificación del Desarrollo. (15 de octubre de 2012). *LEY MARCO DE LA MADRE TIERRA Y DESARROLLO INTEGRAL PARA VIVIR BIEN*. Obtenido de <https://www.planificacion.gob.bo/uploads/marco-legal/Ley%20N%C2%B0%20300%20MARCO%20DE%20LA%20MADRE%20TIERRA.pdf>
- Mollick, E. R. (2023). Implementing AI systems: Complying with the EU AI Act. *The Wharton School Research Paper*.
- OAS. (22 de Noviembre de 1969). *Convención Americana Sobre Derechos Humanos*. Obtenido de <https://www.oas.org/es/cidh/mandato/documentos-basicos/convencion-americana-derechos-humanos.pdf>

- OIT. (27 de junio de 1989). *Convenio sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes*. Obtenido de <https://www.ohchr.org/es/instruments-mechanisms/instruments/indigenous-and-tribal-peoples-convention-1989-no-169>
- O'Neil, C. (2016). Weapons of math destruction: How big data increases inequality and threatens democracy. *Crown*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/314165204_Cathy_O'Neil_Weapons_of_Math_Destruction_How_Big_Data_Increases_Inequality_and_Threatens_Democracy_New_York_Crown_Publishers_2016_272p_Hardcover_26_ISBN_978-0553418811
- ONU. (1992). *Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. Obtenido de <https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/riodeclaration.htm>
- Pasquale, F. (2015). *he black box society*: The secret algorithms that control money and information. Harvard University Press. Obtenido de <https://www.jstor.org/stable/j.ctt13x0hch>
- República del Ecuador. (20 de octubre de 2008). *CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR*. Obtenido de https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf
- Ribeiro, S. (2021). *Transgénicos en América Latina: Un enfoque crítico*. ETC Group. Obtenido de <https://mx.boell.org/sites/default/files/2021-04/Maiz-Transgenicos-Silvia%20Ribeiro%20libro-web-abril2021.pdf>
- Salazar, C. (2020). Derechos de la naturaleza y pluralismo jurídico en Bolivia: Avances y desafíos. *Revista Latinoamericana de Derecho y Religión*, 1-18.
- SCJN. (2016). *Tesis Aislada 1a. CCXCVI/2016 (10a.)*. Obtenido de Derecho humano a un medio ambiente sano.: <https://sjf2.scjn.gob.mx/detalle/tesis/2008935>
- Sierra, M. T. (2023). Derechos indígenas y brecha digital en la legislación mexicana. *Revista Mexicana de Sociología*, 311-335.
- Stavenhagen, R. (2010). Stavenhagen, R. *Colegio de México*. Obtenido de <https://revistas.juridicas.unam.mx/index.php/derecho-comparado/article/download/2817/3073/3076>
- Toledo, V. M. (2023). Maíz nativo y agrobiodiversidad en México: Retos para la conservación y la soberanía alimentaria. *Revista de Geografía Agrícola*, 45-68.

Unión Europea. (13 de junio de 2024). *REGLAMENTO (UE) 2024/1689*. Obtenido de <https://www.boe.es/doue/2024/1689/L00001-00144.pdf>

World Wildlife Fund. (2022). *Living Planet Report 2022: Building a nature-positive society*. WWF. Obtenido de https://wwfint.awsassets.panda.org/downloads/embargo_13_10_2022_lpr_2022_full_report_single_page_1.pdf

Xanthaki, A. (2020). *Indigenous peoples and cultural rights*. Brill Nijhoff. Obtenido de https://library.oapen.org/viewer/web/viewer.html?file=/bitstream/handle/20.500.12657/51053/external_content.pdf?sequence=1&isAllowed=y