

# Acceso a los recursos fitogenéticos e información digital de secuencias: ¿El desarrollo de nuevas tecnologías afecta el reconocimiento al conocimiento tradicional?

Arcelia González Merino<sup>1</sup>

**Resumen.** El acceso a los recursos genéticos, así como el compartimiento justo y equitativo para los proveedores, ha sido un tema de gran controversia a nivel internacional desde hace casi tres décadas, desde que entrara en vigor el Convenio de Diversidad Biológica (CDB), en 1993.

México es parte del CDB, desde 1993, y del Protocolo de Nagoya sobre el Acceso a los Recursos Genéticos y la Participación Justa y Equitativa que derivan de su Utilización (desde 2014), por lo que el reconocimiento sobre las contribuciones del conocimiento tradicional constituye un reto para nuestro país. El desarrollo de la biotecnología moderna y el uso digital de secuencias constituye también un enorme reto para afrontar esta problemática.

El objetivo del presente trabajo es analizar el posible impacto de la información digital de secuencias genéticas para el reconocimiento del conocimiento tradicional sobre los recursos fitogenéticos. Se pretende abordar esta problemática desde los conceptos críticos: de Gobernanza, de Claus Offe; Ciencia Ciudadana, de Alan Irwin, y el de Resistencia, de Andrew Feenberg.

**Palabras clave:** Conocimiento tradicional indígena, Información digital de secuencias, Acceso a los recursos genéticos, Protocolo de Nagoya, México.

**Abstract.** Access to genetic resources and the fair and equitable sharing for providers, has been a subject of great controversy at the international level for more than four decades, since the coming into force of the Convention on Biological Diversity (CBD) in 1993.

Mexico has been part of the CBD since 1993 and the Nagoya Protocol on Access to Genetic Resources and the Fair and Equitable Participation that derive from their Utilization (since 2011), so the recognition of the contributions of traditional knowledge constitutes a challenge for

<sup>1</sup> Departamento de Sociología, Área: Impactos Sociales de la Biotecnología, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, e-mail: arcel.2013@gmail.com.

*our country. The development of modern biotechnology and the digital use of sequences constitutes a challenge for this problem. The objective of this work is to analyze the possible impact of digital information on genetic sequences for the recognition of traditional knowledge on plant genetic resources. It is intended to address this problem from the critical concept of governance, of Claus Offe, citizen science of Alan Irwin and resistance, of Andrew Feenberg.*

**Key words:** *Indigenous traditional knowledge, Digital sequence information, Genetic resources access, Nagoya Protocol, Mexico.*

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la biotecnología moderna, desde la década de los ochenta del siglo XX, ha constituido un gran desafío para poder compensar, de forma justa y equitativa, a los que poseen conocimiento tradicional y realizan innovaciones sobre los recursos genéticos. Estos últimos constituyen la materia prima del desarrollo de la biotecnología moderna.

Con el Convenio de la Diversidad Biológica (CDB), que entró en vigor en 1993, y el Protocolo de Nagoya (PN), en vigor desde el 2014, se intenta impulsar el tercer objetivo del CDB, que plantea:

la participación justa y equitativa en los beneficios que deriven de la utilización de los recursos genéticos, mediante, entre otras cosas, un acceso adecuado a esos recursos y una transferencia apropiada de las tecnologías pertinentes, teniendo en cuenta los derechos sobre esos recursos y a esas tecnologías [...], y establecer disposiciones para que se desarrollen las condiciones para el acceso a los recursos genéticos y asegurar la participación en los beneficios, de la parte que provee dichos recursos genéticos. (Naciones Unidas, 1992).

Estos dos convenios han tratado de promover, a nivel internacional, el acceso con la repartición justa y equitativa.

El desarrollo de la tecnología que posibilita digitalizar la información genética ha transformado, de forma radical, la problemática sobre el acceso a los recursos genéticos y el compartimiento de beneficios derivado de su uso. Con la Información Digital de Secuencias (IDS), el uso de los recursos genéticos ya no requiere, de forma estricta, del acceso físico al Ácido Desoxirribonucleico (ADN). El ADN es el material que, de acuerdo a la biotecnología moderna, tiene la capacidad de modificar y transferir características nuevas de un gen a otro gen (Smyth *et al.*, 2020). Esta situación, sin duda, constituye un

parteaguas ya que, al no requerir del acceso físico al material genético, pone en duda el reconocimiento a la contribución que hace el conocimiento tradicional –cuando está asociado– y, con ello, suceda entonces el compartimiento de beneficios establecido en el PN.

Si bien, no existe un concepto aprobado a nivel internacional respecto a la IDS, se sabe que ésta posibilita la obtención de valor de un recurso genético sin estar en posesión del mismo o de su ADN (FAO, 2019). La IDS se refiere también a la habilidad de secuenciar todo, o parte, de las múltiples muestras que tienen como origen diferentes fuentes. Estas tecnologías digitales posibilitan el análisis, almacenamiento y distribución de los diferentes datos respecto al material genético con bajos o casi nulos costos (Smyth *et al.*, 2020).

El objetivo del presente trabajo es analizar el posible impacto social que puede tener la utilización de la información digital de secuencias para el compartimiento justo y equitativo, resultado del acceso a los recursos genéticos asociados al conocimiento tradicional de las comunidades y pueblos indígenas en México.

El trabajo está compuesto por cuatro apartados. En el primero se explica la perspectiva teórica desde la cual se propone analizar esta problemática, con ello se pretende abordar y utilizar, bajo una perspectiva crítica, el concepto de gobernanza, ciencia ciudadana y resistencia. En el segundo apartado se analizan los antecedentes y la situación actual en torno a la problemática de la utilización de la IDS, dentro del CDB, el PT y el Tratado Internacional de los Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura (TIRFAA). En el tercer apartado, se analiza el debate en torno al concepto de IDS y las implicaciones sociales de esta tecnología. Finalmente, en el cuarto apartado se abordan las posibles implicaciones sociales que tiene para México, tanto la regulación del acceso a los recursos genéticos como el de incluir la IDS. Al final se presentan las conclusiones.

## **Gobernanza, ciencia ciudadana y resistencia**

El concepto de gobernanza, sin duda, constituye un paradigma en torno al debate sobre la forma de gobernar dentro de las ciencias sociales y la ciencia política. Gobernanza es el término que se ha venido utilizando, desde la década de los noventa del siglo XX, para referirse a una nueva forma de gobierno, en la que se cuestiona la capacidad del Estado para gobernar de manera jerárquica. El significado de gobernanza es amplio y diverso, pero en general, el término se ha utilizado para aludir a un cambio en la forma de gobernar, un cambio en el que el Estado está perdiendo, o ha perdido, su capacidad para gobernar de manera vertical.

Gobernanza también alude a la participación de otros actores, en algunas ocasiones excluyendo al Estado; en otras incluyéndolo, pero agregando a otros actores, como la sociedad civil, organizaciones no gubernamentales, o el mismo mercado; en el arte de gobernar, ya no de manera vertical, sino, en muchas ocasiones, de manera horizontal.

Guy Peters ha sido uno de los autores que analiza la noción de gobernanza, explica que el término se ha venido usando para cuestionar la capacidad efectiva del Estado para gobernar, por lo que se plantea la idea de una sustitución, centrada en redes sociales, donde justamente son los actores sociales quienes desarrollan esta capacidad. Sin embargo, desde la perspectiva de Peters, la gobernanza no excluye la participación del Estado, sino que incluye una diversidad de actores, en donde el Estado cumple una función también, interactuando con actores sociales, aunque ya no verticalmente (Peters, 2014).

Renate Mayntz y Claus Offe han señalado que el concepto comenzó a ser utilizado por el Banco Mundial para referirse al gobierno del Estado de forma no jerárquica (Mayntz, 2006; Offe, 2009). Renate Mayntz señala que el concepto de gobernanza alude a acciones de cooperación entre el Estado y la sociedad civil. Desde la perspectiva de Mayntz, el origen de la gobernanza tiene sus raíces en la crisis económica que viviera el capitalismo de las economías más industrializadas en la década de los setenta, cuando la política, centrada en el papel del Estado como rector de la economía, se puso en cuestionamiento. De esta forma, se dudó de la capacidad del Estado para enfrentar los problemas económicos del momento: endeudamiento y déficit fiscal, entre otros (Mayntz, 2006).

Mayntz agrega que, a raíz de esta crisis, se da un cambio trascendente, ya que surgen organizaciones con gran poder, con capacidad de acción, además de que se desarrolla una autonomía en distintos sectores de la sociedad como la economía, la ciencia, la educación, etc., hecho que posibilita una interacción directa entre organizaciones sociales y estatales. Con esta crisis también se desarrolla una creciente regulación privada y de formas mixtas, entre el Estado y la sociedad. Mayntz señala que aun cuando se cuenta con una multiplicidad de actores participando en la regulación de lo público, la gobernanza no necesariamente implica un nuevo y buen funcionamiento del acto de gobernar, aunque sí un cambio estructural político (Mayntz, 2006).

Sin duda, el concepto de gobernanza implica un cambio en la ciencia política, que pasa del interés en el concepto de gobernar por el de gobernanza, aunque, para algunos autores, el concepto de gobernanza implica imputabilidad de las acciones. Es la perspectiva teórica crítica de Offe la que ha enfatizado la ambigüedad del concepto, de modo que nos explica que el término no hace referencia a un sujeto al cual se le puedan

imputar acciones concretas. Offe agrega que en el concepto de gobernanza se incluyen actores heterogéneos, con intereses diferentes y, en muchas ocasiones intereses encontrados; sin embargo, en el concepto gobernanza, otros autores le restan importancia al conflicto de interés que existe entre el Estado y los actores sociales. Offe señala que el concepto de gobernanza, no sólo no considera el conflicto de interés que existe entre el Estado y la sociedad civil, sino que también puede considerar la capacidad del Estado para incluir actores no estatales participando en la política pública (Offe, 2009).

La aportación principal de Claus Offe radica en el análisis crítico del concepto de gobernanza, en contraposición al uso del mismo concepto, para enfatizar la creciente participación de la sociedad civil en múltiples aspectos, que incluyen la toma de decisiones en materia de política ambiental, tecnológica y en la resolución de problemas sociales localizados, entre otros. Uno de los cuestionamientos que Offe realiza a este concepto es que en este uso se da una imputabilidad de las acciones. Al aludir a una serie de características como legítimo, eficiente, responsable, horizontal, hacen de la gobernanza un concepto acrítico de la situación política que analiza (Offe, 2009).

La reflexión crítica de Claus Offe sobre el concepto de gobernanza, lo lleva a señalar que es un concepto ambiguo, en el que no queda clara la responsabilidad de los actores involucrados y en el que, en su uso, no se distingue el conflicto de interés que existe entre el Estado y la sociedad civil. Offe señala que, más bien en el uso del concepto se trata de emplear los poderes cognitivos de los ciudadanos a fin de usarlos como recursos en política pública (Offe, 2009).

Así que con la noción de gobernanza se trata de incluir una mayor participación de la sociedad civil en las decisiones en materia política, en general. El concepto de sociedad civil, sin embargo, también ha sido objeto de cuestionamientos.

El concepto de ciencia ciudadana también ha sido una de las nociones para explicar la participación de la sociedad “sin credenciales profesionales” en el desarrollo de la tecnología, contribuyendo a la producción de conocimiento científico.

Aunque el concepto de ciencia ciudadana no es reciente, es importante destacar a algunos de los autores que han contribuido al uso y expansión del concepto. El término ha sido atribuido a Alan Irwin, en 1995, para referirse a un nuevo paradigma, donde la labor de investigación es resultado de profesionales expertos con la participación del público no experto. Irwin, en el Reino Unido, explicó el término de ciencia ciudadana como una actividad en la cual las labores de investigación eran planteadas, de manera conjunta, por científicos profesionales y el público (Hecker *et al.*, 2018).

En el “nuevo continente”, en los Estados Unidos, Rick Bonney comenzó a utilizar la categoría de ciencia ciudadana en las actividades de proyectos en el Laboratorio de

Ornitología. Más adelante, durante el gobierno de Barac Obama, el director de la Oficina de Ciencia y Política Tecnológica de la Casa Blanca definió el concepto de ciencia ciudadana como un proceso en el cual el público participa en el desarrollo de la ciencia, coleccionando y analizando datos e interpretando los resultados de investigaciones científicas, así como en el desarrollo de tecnologías (Hecker *et al.*, 2018).

La amplitud del tipo de actividades en las que participa la sociedad, sin una formación científica, va desde la conciencia en los problemas ambientales, monitoreo de la biodiversidad biológica, producción de energía y agrícola, participación en la política, uso y construcción de datos que contribuyen a la protección ambiental, a la salud y justicia social, astronomía, etc. Ciencia ciudadana se considera así, como la producción de conocimiento realizada por gente que no está afiliada o reconocida con credenciales académicas o de investigación. Esta ciencia ciudadana incluye a la ciencia amateur, conocimiento indígena, entre otras categorías (Kimura y Kinchy, 2016; Hecker *et al.*, 2018). En general, se ha identificado con el término de ciencia ciudadana para explicar el activismo de los movimientos sociales. Dichos movimientos han contribuido, en gran medida, a la mejora en salud, medio ambiente, actividades dentro de la geografía y, en general, la participación en investigación científica.

Así, lo relevante de la ciencia ciudadana es que los actores participantes no se limitan a una acción de protesta y movilización, sino que contribuyen a la generación de conocimiento científico. De esta manera, tiene como una de sus razones fundamentales los propios movimientos o actores sociales que han demandado, históricamente, ser incluidos en el desarrollo de la ciencia, la tecnología, los problemas del medio ambiente, etc. A este fenómeno también se le ha llamado modernización epistémica (Kimura y Kinchy, 2016).

El avance de la ciencia ciudadana, para muchos estudiosos de la materia, ha contribuido, en general, al fortalecimiento de la investigación científica.

De esta forma, ciencia ciudadana incluye un amplio rango de perspectivas y conocimientos, desde algunas teóricas, hasta el conocimiento tradicional y el indígena, perspectiva que se pretende rescatar en este trabajo.

Los movimientos democráticos en el desarrollo de la tecnología, bajo una perspectiva de resistencia, ha sido una propuesta teórica de Andrew Feenberg, misma que también es de interés en este trabajo. Feenberg plantea que para que sea posible el desarrollo de tecnologías que no atenten contra el medio ambiente y además resulten de beneficio para la sociedad en su conjunto, debe considerarse una alianza democrática de actores que, desde la resistencia al poder tecnológico que afecta sus intereses, actúe e

improvisé “resistencias micropolíticas”. Estas resistencias pueden incidir en el diseño y desarrollo futuro de la tecnología (Feenberg, 2005).

En suma, no es posible plantear la posibilidad de que se reconozcan los derechos colectivos de las comunidades indígenas, por su conocimiento tradicional y por la contribución histórica que han realizado en términos de conservación y mejoramiento a los recursos genéticos, desde el concepto de gobernanza, si por ella entendemos la cooperación entre el Estado, la iniciativa privada y las organizaciones no gubernamentales, sin considerar incluir a las comunidades indígenas, además si no se considera el conflicto de interés que existe entre el Estado y las organizaciones no gubernamentales, y entre el propio aparato gubernamental y las comunidades indígenas.

La determinación histórica y origen del concepto de gobernanza, en la década de los noventa, en la que el Banco Mundial consideró estratégica una refuncionalización del papel del Estado dentro de la economía, dada sus limitaciones para resolver los problemas de deuda, déficit, entre otros, plantea nuevas características del papel del Estado en el ámbito de la economía y, por consiguiente, una nueva forma de gobernar en la que se debilita la verticalidad en el propio gobierno, como ya se mencionó.

El concepto de gobernanza, asimismo, tiene una connotación normativa que lleva a considerar que la propia noción de gobernanza incluye una forma adecuada de gobernar. Esta cualidad normativa la difundieron instituciones como el Banco Mundial y el Fondo Monetario Internacional (FMI), para plantearla como condición inherente a los préstamos otorgados a los diferentes países en desarrollo (Serna, 2010). Ahora bien, si por gobernanza entendemos la creciente participación de organizaciones no gubernamentales, comunidades campesinas e indígenas que, desde la denuncia y la resistencia, han logrado incidir en la toma de decisiones, este concepto podría ser útil para comprender la importancia de movimientos sociales que cuestionan al poder, un ejemplo de esto es la “Demanda colectiva ante la siembra de maíz transgénico en México ante el juzgado federal 12 en materia civil” el 5 de julio de 2013 (Marielle y Ruiz, 2021).

Por otro lado, si analizamos las iniciativas que se desarrollan, a nivel global, en materia de acceso a los recursos genéticos, por parte de acuerdos y tratados internacionales, no representan una alternativa democrática para defender los derechos de las comunidades indígenas o una repartición de los beneficios resultado del acceso a los recursos genéticos, en donde se encuentre asociado el conocimiento tradicional. A nivel nacional, las iniciativas sobre acceso a los recursos genéticos, en términos de política a implementar, debe contemplar el conflicto de interés y exigir el reconocimiento del saber tradicional como parte de la ciencia ciudadana.

Desde la perspectiva de este trabajo y ante el avance inusitado de la biotecnología moderna, junto con el desarrollo de tecnologías digitales, se plantea que la posibilidad de que se reconozcan los derechos de las comunidades indígenas será a través de la ciencia ciudadana, considerando que dentro de ésta se encuentra el conocimiento de las comunidades indígenas. También, la perspectiva teórica de este trabajo es planteada desde la visión de los movimientos de resistencia que pueden incidir en el desarrollo de la tecnología.

### **El Convenio de Diversidad Biológica, los Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura y la Información Digital de Secuencias**

El reconocimiento de la contribución histórica que ha realizado el conocimiento indígena en la conservación y mejoramiento de la diversidad biológica, ha sido considerado dentro del Convenio de Diversidad Biológica (CDB), desde que entró en vigor en 1993 (Danielson *et al.*, 2018). El CDB plantea la “participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos” (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2011). Con el objetivo de cumplir con esta disposición, en octubre de 2010 se adoptó el Protocolo de Nagoya sobre Acceso a los Recursos Genéticos y Participación Justa y Equitativa en los Beneficios que se Deriven de su Utilización al Convenio de Diversidad Biológica (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2011).

El Protocolo de Nagoya (PN) tiene como finalidad “la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos, incluso por medio del acceso apropiado a los recursos genéticos y por medio de la transferencia apropiada de tecnologías pertinentes...” (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2011: 6). El PN contempla que se adopten medidas legislativas y de política, y que se otorguen los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos que están en posesión de comunidades indígenas y locales, lo que incluye también el conocimiento de éstas (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2011: 6).

El desarrollo de la biotecnología moderna, y con ella las tecnologías de secuenciación del Ácido Desoxirribonucleico (ADN), ponen en duda que efectivamente se pueda realizar o implementar uno de los objetivos más importantes, tanto del CDB como del PN, que es esta distribución justa y equitativa, asociada a los conocimientos tradicionales de las comunidades indígenas, como ya se había mencionado. Una de las causas fundamentales de ello, se debe a que el libre acceso a la información de secuencias genéticas ha aumentado, minando la obligación de acceder al material biológico físicamente,

donde podría ser más evidente la contribución que se ha venido planteando. Así mismo, el desarrollo tecnológico, como el aumento en la capacidad informática para almacenar y transferir datos; la posibilidad de secuenciar fragmentos de ADN a un menor precio y, en general, la tendencia a comercializar la información, han contribuido a este libre acceso (CIBIOGEM, 2019).

Ante el avance de la generación y utilización de información digital sobre secuencias (IDS) de recursos genéticos, el análisis de datos, su difusión en bases de datos, públicas y privadas, se inició, en el año 2016, una discusión sobre los posibles efectos de la IDS de recursos genéticos para lograr el reparto justo y equitativo, en la conferencia de las Naciones Unidas, en la revisión del CDB. A partir de esta conferencia, se impulsó el trabajo y discusión de las posibles consecuencias del desarrollo de la IDS para lograr uno de los objetivos principales del PN.

Esta problemática también ha sido analizada por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO) y la Organización Mundial del Comercio (OMC) entendiendo el concepto de IDS de manera distinta (Smyth *et al.*, 2020).

La Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura también se ha involucrado en la discusión y problemática sobre el tema de la IDS de recursos genéticos para la alimentación y la agricultura, y ha realizado estudios sobre la utilización de la información resultante de la IDS para: la caracterización; selección y el mejoramiento genético; la conservación y la identificación de los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura (FAO, 2019).

Respecto a la IDS de recursos genéticos para la alimentación y la agricultura (RGAA), ha sido almacenada en medios digitales o electrónicos. La IDS de dominio público engloba aproximadamente 1700 bases de datos en línea, existentes principalmente en países desarrollados. Cabe señalar que el hecho de que estas bases de datos estén disponibles en un medio público, no necesariamente significa su accesibilidad (FAO, 2019).

## **Información Digital de Secuencias. Debate sobre el concepto y sus implicaciones sociales**

Aunque no existe una definición oficial ni consensuada sobre el término “información digital de secuencias”, en general se entiende como la habilidad para secuenciar todo, o parte, de cientos o miles de muestras de plantas que tienen como origen diversas fuentes.

Además, esta tecnología digital permite almacenar, distribuir y analizar datos incorporados con bajos o cero costos marginales (Smyth *et al.*, 2020). De esta forma, la IDS es un tema controversial tanto en el CDB, como en el PN. La discusión se concentra en torno a los datos de las secuencias que son generados a través de muestras de secuencias biológicas, y que están frecuentemente disponibles en bases de datos accesibles al público.

La definición del término “información digital de secuencias” es objeto de un gran debate y motivo de reuniones internacionales, dentro de la Conferencia de las Partes (COP) del CDB. Parte de la discusión gira en torno a la información genética que está incluida o cubierta por el PN. Es decir, qué información digital de ADN, Ácido Ribonucleico (ARN), o secuencias de amino ácidos están incluidas dentro de los estatutos del PN. El problema se encuentra en que el PN no hace referencia a datos digitales (Smyth *et al.*, 2020).

El debate de incluir, o no, dentro del PN la IDS, podría generar varios problemas de relevancia múltiple:

- a) el uso de la información digital en reemplazo del material físico, del material biológico;
- b) la incapacidad para rastrear esta información digital en bases de datos, y establecer criterios en el compartimiento justo y equitativo del beneficio que derive del acceso a los recursos genéticos (Smyth *et al.*, 2020);
- c) problemas de vigilancia para buscar el origen de la información genética que fue la base de la subsecuente información genética;
- d) podría evitar “subir” la información genética de los recursos en una base de datos como en los bancos genéticos (Watanabe, 2019).

El CDB, en su 13va reunión de la Conferencia de las Partes, llevada a cabo en el año de 2016, en Cancún, México, convocó a esta misma a discutir la pertinencia de incluir la IDS dentro del PN. En esta reunión se conformó un grupo de expertos y personas de interés para discutir sobre la problemática. Posteriormente, en 2018, el mismo grupo de expertos se reunieron en Montreal para bordar otravez la temática. El debate se enfocó en los siguientes temas: a) la pérdida de control sobre el patrimonio natural; b) los beneficios a los países poseedores de las bases de datos y, para el caso de algunos países en desarrollo, dificultades para acceder a esas bases de datos (Watanabe, 2019).

En su 14va reunión de la COP, en Sharm El-Sheikh, Egipto, en noviembre de 2018, se planteó el objetivo de discutir el concepto mismo de IDS. La Comisión de Expertos, encargada de analizar el concepto y sus implicaciones, señaló que se han utilizado

diferentes nociones, entre ellas: datos sobre secuencias genéticas, información sobre secuencias genéticas, información de recursos genéticos desmaterializados, entre otras. Uno de los problemas que se presentan en la definición de IDS, es la magnitud del término, es decir, IDS incluye las secuencias de ADN y ARN, pero una consideración más amplia podría incluir las secuencias de aminoácidos de las proteínas, y un aspecto no menos controversial es que podría incluir el recurso genético, como los conocimientos tradicionales (FAO, 2021)

La Food and Agriculture Organization (FAO) señala que la IDS es una herramienta esencial en la conservación y utilización sostenible de los recursos genéticos para la alimentación y la agricultura. Considera también que las naciones necesitan de la información digital de secuencias y de su intercambio, el cual contribuye a atender cuestiones de salud, seguridad alimentaria y medio ambiente (FAO, 2021).

Si bien, la IDS es una tecnología que permite incidir en la conservación y utilización sostenible de los recursos genéticos, la inclusión de la IDS en el PN podría afectar esta misma conservación de la diversidad biológica, así como traer dificultades para determinar el valor económico y el monitoreo del acceso y uso de la IDS (Watanabe, 2019). Hasta el momento no se ha incluido la IDS dentro del PN.

Posterior al año 2020, el Grupo de Trabajo de Composición Abierta sobre el Marco Mundial de la Diversidad Biológica emitió un documento, en donde se plasmaron un conjunto de opiniones formuladas por los representantes de los países miembros del CDB, comunidades locales y observadores, y en el cual se recomienda que la Conferencia de las Partes, en su 15va. reunión adopte algunas de las siguientes propuestas:

Establecer un mecanismo multilateral de participación en los beneficios que funcione de la siguiente manera:

- 1) Todas las partes, que son países desarrollados, tomarán medidas legislativas, administrativas o de política... para garantizar que (al menos) un 1% del precio minorista de todos los ingresos comerciales, que resulten de la utilización de recursos genéticos, conocimientos tradicionales asociados a recursos genéticos o información digital sobre secuencias de recursos genéticos, se comparta a través del mecanismo multilateral de participación en los beneficios para apoyar la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica...;
- 2) Todos los beneficios monetarios compartidos, en el marco del mecanismo multilateral de participación en los beneficios, se depositarán en un fondo mundial de la diversidad biológica, gestionado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial, en calidad de mecanismo financiero del Convenio, y este fondo mundial estará abierto a contribuciones voluntarias de todas las fuentes;

- 3) El fondo mundial de la diversidad biológica se utilizará, de manera abierta, competitiva y basada en proyectos para apoyar las actividades sobre el terreno, dirigidas a la conservación de la diversidad biológica y la utilización sostenible de sus componentes, de conformidad con el enfoque basado en los ecosistemas, llevadas a cabo por pueblos indígenas, comunidades locales y otros, en pos de las prioridades de gastos determinadas periódicamente por la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas a través de evaluaciones científicas... (Grupo de Trabajo de Composición Abierta, 2021).

Estas propuestas, que podrían ser debatibles, han quedado en programas a realizar, sin embargo, no se han implementado. Sería conveniente que cada país implemente estrategias, de acuerdo a su situación, respecto a la riqueza en diversidad biológica y a la contribución que han realizado las comunidades indígenas al conocimiento tradicional.

Nuevas tecnologías, como la edición de genes y la biología sintética, están haciendo uso de la IDS. La edición de genes se empezó a desarrollar y difundir a principios del siglo XXI, y consiste en utilizar una técnica (CRISPR-CAS 9, CRISPR-CAS 12 o CRISPR-CAS 13) que posibilita la modificación en el genoma completo de una planta de una forma más rápida, precisa y eficiente que la modificación genética convencional. Sin embargo, la edición de genes necesita, previamente, haber secuenciado el propio genoma (Smyth *et al.*, 2020).

La biología sintética, en la opinión de los Comités Científicos de la Comisión Europea sobre Biología Sintética, es:

...la aplicación de la ciencia, la tecnología y la ingeniería, para facilitar y acelerar el diseño y la manufactura y/o la modificación de materiales genéticos en organismos vivos. La biología sintética tiene como base el desarrollo de la ingeniería genética, la biología molecular y la microbiología, incluye también avances de la química, la ingeniería y la ciencia de materiales. Utiliza las tecnologías de la ingeniería genética, pero es más rápida (UNCTAD, 2019).

Con el avance de la biología sintética se pueden obtener un sinnúmero de beneficios, entre ellos, beneficios en la agricultura, como mayor resistencia a insectos, en la salud, algunos medicamentos y vacunas (Smyth *et al.*, 2020).

La biología sintética, así como la edición de genes, están utilizando la secuenciación de genomas de cultivos y plantas de gran importancia agrícola (Smyth *et al.*, 2020). No obstante, ésta podría tener efectos adversos para el acceso y el compartimiento justo y equitativo de beneficios debido a su desarrollo, ya que incluye la publicación de secuencias genéticas en bases de datos públicas y privadas, con problemas de trazabilidad,

es decir, con la dificultad para rastrear el origen de la información genética, base del desarrollo de la secuencia genética (UNCTAD, 2019: 20).

En suma, el desarrollo de nuevas tecnologías, como la IDS, implica grandes desafíos, pues si bien, representa ventajas como el rápido acceso a la información sobre recursos genéticos, almacenamiento de datos y secuenciación de información genética a un menor precio, lo que contribuye a programas de conservación de diversidad biológica, no obstante, justo por su fácil accesibilidad, no requiere del material físico para obtener dicha información genética, lo que no permite que se dé a conocer la contribución del conocimiento tradicional sobre esta información, debido a que la IDS no exige características de trazabilidad, no exige información sobre su origen.

### **El tema del Acceso a los Recursos Genéticos y Compartimiento de Beneficios en el Protocolo de Nagoya. El caso de México**

México es parte del CDB desde 1993. También ha ratificado el PN, desde 2011, por lo que está comprometido a implementar este protocolo, y por tanto implementar el artículo 3, referido al acceso a los recursos genéticos y el compartimiento justo y equitativo de los beneficios que deriven del propio acceso. El PN señala que este acuerdo establece criterios que dan base sólida, tanto a proveedores como usuarios de los recursos genéticos (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2011).

Señala también, en su artículo 6, que:

1. En el ejercicio sobre los derechos soberanos sobre los recursos naturales, y sujeto a la legislación o los requisitos reglamentarios nacionales sobre acceso y participación en los beneficios, el acceso a los recursos genéticos estará sujeto al consentimiento informado previo de la parte que aporta dichos recursos que es el país de origen de dichos recursos o una Parte que haya adquirido los recursos genéticos conforme al Convenio... (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2011: 6).

Esto implica que en términos del compartimiento de beneficios se encuentran incluidas las comunidades indígenas, también señala que:

2. Conforme a las leyes nacionales, cada Parte aportará, según proceda, con miras a asegurar que se obtenga el consentimiento fundamentado previo o la aprobación y participación de las comunidades indígenas y locales para el acceso a los recursos genéticos cuando éstas tengan el derecho establecido a otorgar acceso a dichos recursos (Secretaría sobre la Diversidad Biológica, 2011: 6).

En la segunda parte de este artículo 6, como se puede observar, quedan incluidas las comunidades indígenas y que, para ello, debe existir un consentimiento fundamentado previo, lo que, evidentemente, implica una consulta anticipada de éstas, cuando sea el caso.

La relevancia de implementar el artículo 3 del PN no deriva solamente en compromiso que ha adquirido el gobierno de México al ratificarlo, sino que, en muchos de los casos, el conocimiento tradicional plasmado en los recursos genéticos queda sin el reconocimiento de la aportación desde el origen del recurso genético. El conocimiento tradicional indígena es el que ha contribuido a la enorme riqueza en diversidad biológica, que hoy sitúa a México en el quinto lugar como país megadiverso. Brasil ocupa el primer lugar, Colombia el segundo, China el tercero e Indonesia el cuarto (CONABIO, 2006). (Ver Tabla 1)

**Tabla 1. Posición de México con respecto otros países megadiversos**

	País	Plantas Vasculares	Mamíferos	Aves	Reptiles	Anfibios
Lugar de México		5	3	11	2	5
	Brasil	56,215	648	1,712	630	779
	Colombia	48,000	456	1,815	520	634
	China	32,200	502	1221	387	334
	Indonesia	29,375	670	1,604	511	300
	<b>México</b>	<b>21,989-22,424</b>	<b>564</b>	<b>1123-1150</b>	<b>864</b>	<b>376</b>

Fuente: Lorente-Bousquets y Ocegueda, 2008: 282-322.

Los países megadiversos hoy concentran 70 % de la diversidad biológica a nivel mundial. Esta diversidad incluye mamíferos, reptiles, plantas vasculares y aves. De manera específica, México ocupa el quinto lugar en variedad de plantas, tercero en mamíferos y el segundo lugar en reptiles (CONABIO, 2006).

La consideración de país megadiverso no sólo tiene que ver con la riqueza de múltiples especies, sino con el endemismo con el que cuenta. Asimismo, debe contar con al menos 5,000 variedades endémicas (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2018). Endémico se refiere a que sólo habitan en nuestro país (puede referir a todo el conjunto o a determinadas zonas). En México, entre 50 y 60% de las especies de plantas conocidas son endémicas: 48% del total de anfibios; 45% de los reptiles; 42% de las especies de agua dulce; 31% de los mamíferos y 11% de aves (CONABIO, 2009).

Múltiples organismos internacionales han reconocido el vínculo estrecho que existe entre la riqueza en diversidad biológica y la existencia de las comunidades indígenas habitando en estas áreas megadiversas. Uno de estos organismos es la FAO, que ha reconocido que son las comunidades indígenas quienes conservan, restauran y mejoran los recursos naturales. Estas comunidades también preservan la diversidad biológica, fundamental para la seguridad alimentaria, así como para el desarrollo de la biotecnología moderna. La conservación y resguardo que los pueblos indígenas realizan está directamente relacionado a su cosmovisión, su cultura, su convicción de sentirse parte de la naturaleza y, por lo tanto, su conciencia de cuidarla y resguardarla (FAO, 2017).

Las comunidades y pueblos indígenas de México se caracterizan también por ser un grupo social multicultural. De acuerdo con la Comisión Nacional de Derechos Humanos y el Programa Especial de los Pueblos Indígenas 2014-2018, existen 15.7 millones de indígenas y 68 lenguas (CNDH, 2020). Esta riqueza cultural y étnica está directamente relacionada con la riqueza en diversidad biológica y endémica de nuestro país. De ahí, la necesidad de plantear esta mencionada repartición justa y equitativa, resultado del acceso a los recursos genéticos, no es más que el acceso a la diversidad biológica, de la cual las comunidades y pueblos indígenas son, en gran parte, responsables.

Cabe señalar que, y de acuerdo a información de la SEMARNAT, México ha otorgado ocho permisos de acceso a los recursos genéticos, entre los que se encuentra el acceso a una variedad de maíz, llamado maíz Olotón, de una comunidad de Oaxaca, variedad cuya característica sobresaliente consiste en la capacidad de fijar nitrógeno, este acceso se otorgó en 2016 (Argueta, 2021). El caso de este cultivo ha sido catalogado de biopiratería, ya que esta característica (fijación de nitrógeno) fue presentada por investigadores de la Universidad de Wisconsin y Mars Inc., quienes publicaron resultados acerca de esto sin reconocer el origen del recurso genético.

Otro acuerdo caso fue el chayote. El contrato se dio entre el Grupo Interdisciplinario de Investigación en *Sechium edule* en México (GISEM) y la Universidad de Tsukuba (UT). En este contrato se concede el acceso a cinco variedades de chayote a la UT, que solicitaba el acceso a fin de realizar investigación en comportamiento agronómico, premejoramiento y criopreservación, y se acordó que los materiales obtenidos se utilizarían comercialmente. El acceso se concedió con fines de investigación y se planteó la posibilidad de reparto de beneficios a los productores de chayote que otorgaron el recurso. Esta negociación fue supervisada por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), el Punto Focal Nacional del Protocolo de Nagoya y por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) (INIFAP, 2016).

### **Protocolos Comunitarios Bioculturales**

A diez años de haber ratificado el PN y con la finalidad de implementarlo, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) inició, en 2018, el proyecto de trabajar con cinco comunidades indígenas para implementar el PN (SEMARNAT, 2018). El objetivo fue proporcionar apoyo en el desarrollo de Protocolos Comunitarios Bioculturales (PCB), en los cuales, las comunidades indígenas y locales establecerían sus propios criterios de conservación y uso sustentable de sus recursos genéticos, considerando el conocimiento tradicional asociado a ellos. Esta iniciativa también contempló que las comunidades indígenas diseñen sus criterios de distribución de beneficios potenciales, derivados de la utilización de estos recursos (SEMARNAT, 2018).

Las comunidades que han desarrollado su PCB son: San José de los Laureles, en Morelos, perteneciente al pueblo náhuatl; Ek Balam, en Yucatán, perteneciente al pueblo maya; Calpulálpam de Méndez, en Oaxaca, perteneciente al pueblo zapoteca; Punta Chueca y Desemboque, en Sonora, perteneciente al pueblo Seri, e Isla Yunen, en Michoacán, perteneciente al pueblo purépecha (SEMARNAT, 2018).

Otro pueblo indígena que ha logrado desarrollar sus criterios de acceso a los recursos genéticos, desde la propuesta de reparto justo y equitativo, es el Pueblo Indígena Popoloca de Santa Ana Telextoc, en Tehuacán, Puebla. Este protocolo se ha realizado dentro del planteamiento del proyecto “Fortalecimiento de Capacidades Nacionales para la Implementación del Protocolo de Nagoya sobre acceso a los Recursos Genéticos y Participación justa y Equitativa en los Beneficios que se deriven de su Utilización, del Convenio sobre Diversidad Biológica”, impulsado por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y SEMARNAT, con la intervención de la Red Indígena de Turismo de México (A.C.) (RITA) (Pueblo Indígena Popoloca, 2020).

La iniciativa de realizar este protocolo biocultural comenzó el 7 de julio de 2019. Desde la perspectiva del Pueblo Popoloca, el objetivo de este protocolo es proteger los recursos naturales, su territorio, la cultura, sus conocimientos tradicionales y su identidad. La actividad económica principal es la agricultura de autoconsumo y los cultivos más relevantes son: maguey, palma de espina, palma blanca. También cuentan con un sistema de producción agrícola protegido de siembra de jitomate (Pueblo Indígena Popoloca, 2020).

Dentro de las condiciones establecidas por el Pueblo Indígena Popoloca en el Protocolo Biocultural se señala que se deben respetar las prácticas, costumbres, valores y tradiciones del pueblo. Respecto a la utilización de los recursos genéticos, naturales y conocimientos tradicionales, considerando también las innovaciones de la comunidad,

se aclara que esto se realizará de acuerdo a las condiciones y términos del consentimiento fundamentado previo. El reparto justo y equitativo de los beneficios derivados de la comercialización o de otros usos de los recursos genéticos del Pueblo Popoloca, también se llevará a cabo de acuerdo a los criterios de las condiciones convenidas por ambas partes (Pueblo Popoloca, 2020: 52).

Asimismo, dentro de los criterios para lograr esa distribución están contemplados el reparto monetario, en especie o alguna otra forma de compensación, que establezca la propia comunidad. Se incluyen también beneficios sociales de acuerdo a las características culturales del Pueblo Popoloca. Consideraciones de riesgos ambientales y el promover la participación de la comunidad indígena, también están incluidas (Pueblo Indígena Popoloca, 2020).

#### ***Iniciativas de participación y discusión sobre el Acceso a los Recursos Genéticos para el reparto justo y equitativo derivado del acceso***

El Sector Primario y Recursos Renovables, de la SEMARNAT (específicamente, la directora de este organismo, la Dra. Adelita San Vicente), junto con académicos del Instituto de Investigaciones Jurídicas, de la Universidad Nacional Autónoma de México, la Maestría en Derecho, de la Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco y de la Universidad Veracruzana, realizaron un Coloquio Internacional titulado “Acceso a recursos genéticos y conocimiento tradicional asociado en el marco del Protocolo de Nagoya”, cuyo objetivo fue impulsar la discusión, amplia y participativa, en torno al tema del acceso a los recursos genéticos y el compartimiento justo y equitativo, proceso que no se dio cuando se firmó el PN, en 2011 (Instituto de investigaciones Jurídicas, 2021). Cabe señalar que la SEMARNAT cumple hoy el papel de implementar el PN, asimismo, junto con el Fondo Mundial del Medio Ambiente, impulsó el Proyecto de las Capacidades Nacionales para la Implementación del Protocolo de Nagoya, a partir de 2016 y hasta 2020, sin embargo, se ha extendido a 2021.

El actual gobierno ha establecido ocho criterios, a partir del 2020 para la implementación del PN (Argueta, 2021):

- 1) El ejercicio de los derechos soberanos de los recursos genéticos es exclusivo del Estado, sin menoscabar los derechos de los pueblos y comunidades indígenas;
- 2) Las autoridades tienen la obligación de proteger los derechos humanos y de las comunidades y pueblos indígenas y afro-mexicanas en la implementación del Protocolo de Nagoya;

- 3) Los derechos humanos y bioculturales de los pueblos y comunidades indígenas y afroamericanas deberán protegerse de manera especial, en la implementación del PN del acceso a los recursos genéticos y distribución justa y equitativa;
- 4) El acceso a los recursos genéticos incluye el acceso a los recursos con fines de investigación y comerciales;
- 5) Tratándose de comunidades indígenas y afroamericanas, se deberá obtener su consentimiento, garantizando medidas de protección de su conocimiento y de la información digital de secuencias de sus recursos genéticos y las que deriven de éstas, así como su participación justa y equitativa de los recursos. Se considera que las secuencias digitales tienen el mismo valor que el recurso genético físico;
- 6) Los pueblos, comunidades indígenas y afroamericanas tienen derecho al consentimiento fundamentado previo;
- 7) Los pueblos y comunidades indígenas y afroamericanas tienen derecho a los beneficios derivados del acceso a los recursos genéticos, donde haya conocimiento asociado;
- 8) Los pueblos y comunidades indígenas y afroamericanas tienen derechos a las condiciones mutuamente acordadas para el acceso a los recursos genéticos (Argueta, 2021).

Después de cinco sesiones, se realizaron una serie de talleres y al final se llegó a algunas de las siguientes reflexiones:

- a) Se necesita una reforma constitucional en donde se reconozcan a los pueblos indígenas como sujetos de derecho. Se planteó también que se debe difundir qué es el Convenio de Diversidad Biológica, el Protocolo de Nagoya y los derechos de los pueblos indígenas;
- b) Se planteó también el derecho a la libre determinación de los pueblos indígenas;
- c) Se comentó que se debe establecer el enfoque de derechos colectivos y la consulta previamente informada;
- d) Facilitar al público el acceso a la ciencia;
- e) Se debe fortalecer la legislación y revisar cómo el PN puede beneficiar a las comunidades indígenas;
- f) Se deben establecer puntos de monitoreo para investigar la trazabilidad de los recursos genéticos;
- g) Analizar qué capacidad tienen las comunidades indígenas para establecer los acuerdos de acceso a los recursos genéticos;
- h) Se debe establecer una estructura nacional que acompañen a las comunidades indígenas para que pueden tener claros los beneficios que pueden tener, por su conocimiento asociado a los recursos genéticos;
- i) Es necesario divulgar el origen de la patente (Coloquio Internacional sobre Acceso a los Recursos Genéticos y Conocimiento Tradicional asociado en el marco del Protocolo de Nagoya, 2021).

### ***Propiedad intelectual y acceso a los recursos genéticos***

México cuenta con un sistema de propiedad intelectual en el que se pueden proteger un sinnúmero de organismos vivos incluyendo organismos vegetales, microorganismos, entre otros.

Hasta hace unos años, las secuencias genéticas sólo eran patentables en países como Estados Unidos, sin embargo, como las secuencias genéticas son consideradas como una innovación, ya pueden ser objeto de obtener una patente también en nuestro país.

Dentro de los criterios establecidos por el gobierno mexicano, se ha propuesto que las secuencias genéticas de los recursos genéticos de los pueblos y las comunidades indígenas sean protegidas, así como que el valor de las secuencias digitales sea el mismo que el del recurso genético físico, sin embargo, todavía se encuentra en debate si se debe incluir, o no, la información digital de secuencias dentro del PN.

### **CONCLUSIONES**

El desarrollo de la información digital de secuencias genéticas, tecnología utilizada como de punta en la edición de genes y la biología sintética (tecnologías que no son más que desarrollos avanzados de la biotecnología moderna), vienen a complejizar aún más la problemática del acceso a los recursos genéticos y el reparto justo y equitativo del conocimiento tradicional asociado.

Es decir, desde que entró en vigor el Protocolo de Nagoya, en 2014, la problemática de cómo compensar a las comunidades indígenas por su conocimiento tradicional asociado a los recursos genéticos utilizados por empresas, institutos e investigadores a los que se autoriza el acceso al recurso genético, mediante un contrato de acceso, se complejizó debido a la situación en la que viven los pueblos y comunidades indígenas.

El reparto justo y equitativo –por la enorme contribución que los pueblos y comunidades indígenas han llevado a cabo, por miles de años, con relación a la diversidad biológica, la conservación y el mejoramiento de los recursos– ha tenido problemas debido a que no se realizó una consulta previa a las comunidades indígenas para conocer sus criterios y necesidades de compensación.

Los Protocolos Comunitarios Bioculturales parecieran abonar para que sean los propios pueblos y comunidades indígenas quienes planteen sus propios criterios para el reparto justo y equitativo. Sin embargo, aún existen demandas para que se les reco-

nozca como sujetos de derecho, adicional a sus derechos sobre su territorio y a la libre autodeterminación.

La inclusión del acceso a los recursos genéticos y el reconocimiento a las comunidades indígenas por su contribución, por parte de diferentes organismos internacionales como el Convenio de Diversidad Biológica, el Protocolo de Nagoya, la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, no representa un proceso de gobernanza, más bien, expresa un interés insistente porque se permita el acceso a los recursos genéticos de los países megadiversos.

El conocimiento tradicional es parte de la ciencia ciudadana, la que posibilita la participación de las organizaciones no gubernamentales y las comunidades indígenas en la conservación y mejoramiento de los recursos genéticos, dado que el origen del concepto está vinculado a los movimientos sociales, los que demandan ser reconocidos en su participación al conocimiento científico.

En el caso de la IDS, incluirla o no en el PN, es un gran desafío para México, debido a que su inclusión podría obstruir el reconocimiento de la contribución del saber tradicional en los recursos genéticos y la diversidad biológica. No obstante, si se lograra la inclusión, sería conveniente que en las bases de datos, donde se encuentra la información de la IDS, se exigiera especificar el origen del recurso, es decir, condiciones de trazabilidad.

En México, las comunidades y pueblos indígenas siguen luchando como movimientos de resistencia, exigiendo que se reconozcan sus derechos, los que van más allá de su conocimiento tradicional sobre los recursos genéticos, ya que exigen también el derecho sobre su territorio, lo que valdría la pena tomar en cuenta.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arato, Andrew (2001). "Surgimiento, ocaso y reconstrucción del concepto de sociedad civil y lineamientos para la investigación futura". En: Olvera, Alberto J. (Ed.). *La Sociedad Civil*. México: El Colegio de México. Disponible en: [www.jstor.org/stable/j.ctv6mtcjq.8](http://www.jstor.org/stable/j.ctv6mtcjq.8)
- Argueta, Arturo (2021). Coloquio Internacional "Acceso a recursos genéticos y conocimiento tradicional asociado en el marco del Protocolo de Nagoya", 24 de agosto al 28 de septiembre de 2021. Disponible en: [www.facebook.com/Semarnat/videos/375555774094051](https://www.facebook.com/Semarnat/videos/375555774094051)
- CIBIOGEM (2019). Contexto general de la "información digital sobre secuencias y la biodiversidad. Disponible en: <https://www.cbd.int/abs/DSI-views/2019/Mexico-DSI.pdf>
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (2018). "México megadiverso". Disponible en: <https://www.gob.mx/conanp/articulos/mexico-megadiverso-173682>
- Comisión Nacional de Derechos Humanos (CNDH) (2020). Pueblos y Comunidades Indígenas. Disponible en [www.informe.chdh.org.mx/menu.aspx](http://www.informe.chdh.org.mx/menu.aspx)
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) (2009), Cuarto Informe Nacional de México al Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB). Disponible en: [http://www.conabio.gob.mx/institucion/cooperacion\\_internacional/doctos/4oInforme\\_CONABIO.pdf](http://www.conabio.gob.mx/institucion/cooperacion_internacional/doctos/4oInforme_CONABIO.pdf)
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) (2006). Capital Natural y Bienestar Social. Disponible en: [www.conabio.gob.mx](http://www.conabio.gob.mx)
- Danielsen, F., Burgess, N.D., Coronado, I., Enghoff, M., Holt, S., Jensen, P.M., Poulsen, M.K., Rueda, R.M. (2018). "The value of indigenous and local knowledge as citizen science". En: Hecker, S. *et al.* (eds.), *Citizen Science. Innovation in Open Science, Society and Policy*, University College London: UCL, Press.
- FAO (2021). Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura. "Información Digital sobre Secuencias de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura: Oportunidades de Innovación, Desafíos y Repercusiones", 13-15 de abril de 2021. Disponible en: <http://www.fao.org/cgrfa/topics/digital-sequence-information/es/>.
- FAO (2019). Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura. Información Digital sobre Secuencias "De Recursos Genéticos para la Alimentación y para la Agricultura y su Importancia para la Seguridad Alimentaria". Disponible en: <http://www.fao.org/3/my588es/my588es.pdf>

- FAO (2017). "6 formas en que los pueblos indígenas ayudan al mundo a lograr el #HambreCero". Disponible en: [www.fao.org/zhc/detail-events/es/c/1028079/](http://www.fao.org/zhc/detail-events/es/c/1028079/)
- Feenberg, A. (2005). "Teoría crítica de la tecnología", en *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad-CTS*, 2(5): 109-123. Buenos Aires, Argentina: Centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior.
- Grupo de Trabajo de Composición Abierta sobre el Marco Mundial de la Diversidad Biológica (2021). Información Digital de Secuencias sobre Recursos Genéticos. Tercera Reunión, (en línea) del 23 de agosto al 3 de septiembre.
- Instituto de Investigaciones Jurídicas (2021). Coloquio sobre Acceso a los Recursos y Conocimiento Tradicional, Asociado en el Marco del Protocolo de Nagoya, agosto-septiembre de 2021. Disponible en: <https://www.juridicas.unam.mx/actividades-academicas/2705-coloquio-internacional-acceso-a-recursos-geneticos-y-conocimiento-tradicional-asociado-en-el-marco-del-protocolo-de-nagoya>
- Hecker, S., Haklay, M., Bowser, A., Makuch, Z., Johannes, V., Bonn, A. (2018). "Innovation in open science, society and policy –setting the agenda for citizen science". En: Hecker, S. *et al.* (eds.), *Citizen Science. Innovation in Open Science, Society and Policy*, University College London: UCL, Press.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) (2016). Consolidan JICA e INIFAP proyecto de recursos genéticos en chayote. Disponible en: [www.gob.mx/inifap/prensa/consolidan-jica-e-inifap-proyecto-de-recursos-geneticos-en-chayote](http://www.gob.mx/inifap/prensa/consolidan-jica-e-inifap-proyecto-de-recursos-geneticos-en-chayote)
- Kimura A.H. y Kinchy, A. (2016). "Citizen Science: Probing the Virtues and Contexts of Participatory Research", en *Engaging Science, Technology and Society*, 2: 331-361.
- Lorente-Bousquets, J. y Ocegueda, S. (2008). "Estado del conocimiento de la biota, en capital natural de México". Vol 1: *Conocimiento actual de la biodiversidad*. México: Conabio.
- Marielle, C. y Ruiz, A. (2021). "La demanda colectiva", en *La Jornada del Campo*, No. 163, 17 de abril de 2021.
- Mayntz R. (2006). "Governance en el Estado Moderno", en *Revista POSTDATA, Revista de Reflexión y Análisis Político*, (11): 103-117. Buenos Aires, Argentina.
- Naciones Unidas (1992). "Convenio de la Diversidad Biológica". Disponible en: [www.cdb.int](http://www.cdb.int).
- Offe, C. (2009). "Governance. An Empty Signifier", en *Constellations*, 16: 4, Blackwell Publishing.
- Peters G. (2014). "Is governance for everybody?", en *Policy and Society*, 33: 301-306. Elsevier. [www.elsevier.com/locate/pulsoc](http://www.elsevier.com/locate/pulsoc). Disponible en: [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

- Pueblo Indígena Popoloca (2020). Protocolo Comunitario Biocultural del Pueblo Indígena Popoloca Santa Ana Teloxtoc. PNUD, SEMARNAT, GEF, RITA, Tehuacán Puebla. Disponible en: <https://absch.cbd.int/database/PPP/ABSCH-PPP-SCBD-253669>
- Secretaría del Convenio de Diversidad Biológica (2011). Protocolo de Nagoya sobre Acceso a los Recursos Genéticos y Participación Justa y Equitativa en los Beneficios que se Deriven de su Utilización. Texto y Anexo. Montreal: Naciones Unidas.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) (2018). “Trabaja SEMARNAT con comunidades indígenas para la implementación del Protocolo de Nagoya”. Disponible en: [www.gob.mx/semarnat/prensa/trabaja-semarnat-con-comunidades-indigenas-para-la-implentacion-del-protocolo-de-nagoya](http://www.gob.mx/semarnat/prensa/trabaja-semarnat-con-comunidades-indigenas-para-la-implentacion-del-protocolo-de-nagoya)
- Serna (2010). “El concepto de gobernanza en Globalización y gobernanza: Las transformaciones del estado y sus implicaciones para el derecho público (pp.21-519. Disponible en: <https://archivos.jurídicas.unam.mx/www/bjv/libros/6/2818/5.pdf>
- Smyth, S.J., Macall, D.M., Phillips, P.W.B., De Beer, J. (2020). “Implications of biological information digitization: Access and benefit sharing of plant genetic resources”, en *The Journal of World of Intellectual Property*, 2020(23): 267-287.
- UNCTAD (2019). United Nations Conference on Trade and Development, “Synthetic Biology and its potential implications for biotrade and Access and benefit-sharing”, UNCTAD/DITC/TED/INF/2019/12. Disponible en: [www.unctad.org/system/files/oficial-document/ditctedinf2019d12\\_en.pdf](http://www.unctad.org/system/files/oficial-document/ditctedinf2019d12_en.pdf)
- Watanabe, M.E. (2019). “The Nagoya Protocol: The Conundrum of Defining Digital Sequence Information”, en *BioScience*, junio 2019, 69(6). Disponible en: <https://academic.out.com/bioscience>

