

Acceso a los recursos genéticos y conocimientos tradicionales en México, el caso del maíz olotón

Cesar Solís Gracidas*

Resumen:

Este artículo busca exponer un caso práctico por medio del cual un acuerdo de beneficios compartidos entre una empresa transnacional y una comunidad local incide como mecanismo de apropiación de recursos genéticos y conocimientos tradicionales cuya aplicación técnica puede generar beneficios económicos que no son transmitidos a las personas, aun contando con la existencia de instrumentos internacionales que tutelan la transmisión de bienes naturales. Por ello, en el presente texto, se expone el aparato cuestionable de protección de la diversidad biológica y cultural que pertenece a individuos que forman parte de comunidades que han trabajado y conocen elementos biológicos, como es el caso del maíz olotón, y se da cuenta del resultado del proceso de asignación de beneficios.

Abstract:

This article seeks to expose a practical case in which a benefit-sharing agreement between a transnational company and a local community, acts as a mechanism for the appropriation of genetic resources and traditional knowledge whose technical application can generate economic benefits that are not passed on to the people, despite the existence of international legal agreements that safeguard the transmission of natural goods. For this reason, this text exposes the questionable apparatus of protection of biological and cultural diversity that belongs to individuals who are part of communities that have worked with and know biological elements, such as the case of olotón corn, and describes the result of the process of assigning benefits.

Sumario: Introducción / I. La biopiratería / II. Precisiones sobre el maíz olotón / III. Contenidos del acuerdo entre MARS y la comunidad de Totontepec Villa de Morelos, Oaxaca / IV. Perspectivas a manera de conclusión / Fuentes de consulta

* Licenciado en Derecho por la UAM-A.

Introducción

El acceso a recursos genéticos y conocimientos tradicionales es regulado por instrumentos internacionales en materia de diversidad biológica. Al respecto, el presente ensayo busca exemplificar que la aplicación formal de los instrumentos internacionales puede ser relativizada por corporaciones que buscan la apropiación de los recursos naturales y de la sabiduría intergeneracional.

Para demostrar lo anterior se expondrán nociones sobre la biopiratería y sus alcances, además de establecer un marco referencial sobre el maíz olotón, recurso genético mexicano que fue objeto de un acuerdo sobre beneficios compartidos, signado entre una comunidad agraria y una transnacional estadounidense.

En ese contexto se realizará un análisis sobre el acuerdo de beneficios compartidos, para dar cuenta de su contenido y alcances, a fin de observar cómo se trasladó el recurso genético y conocimientos tradicionales a favor de una transnacional, con beneficios escasos a la población de la comunidad, lo cual representa un medio de apropiación de riqueza cultural y biológica, bajo la aplicación de instrumentos jurídicos que en apariencia buscan proteger tales bienes.

I. La biopiratería

La apropiación de conocimientos tradicionales y recursos genéticos no representa un fenómeno novedoso. A lo largo de la historia, como una expresión del colonialismo en diversas partes del mundo, se extrajeron elementos naturales. Ejemplos de ello, se ubican en torno a las exploraciones realizadas por Marco Polo, las cuales expoliaron distintas especies y frutos¹ del oriente asiático y dieron lugar a la búsqueda de una ruta a “las Indias”, que entre otros efectos produjo el arribo de los europeos al continente americano.

En ese contexto, distintos alimentos originarios o domesticados en México y Centroamérica, ahora se producen en otros países, entre ellos, el jitomate,²

¹ Yoonus Imran *et. al.*, “Biopiracy: Abolish Corporate Hijacking of Indigenous Medicinal Entities”, pp. 1-2.

² Gino Délices *et. al.*, “Biogeografía del tomate *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* (*Solanaceae*) en su centro de origen (sur de América) y de domesticación (Méjico)”, pp. 1023-1036.

el aguacate,³ el amaranto,⁴ la chía,⁵ el cacao,⁶ la vainilla⁷ y el maíz.⁸ En contraste, otras especies, de origen europeo o asiático se atrajeron al continente americano, al seguir las necesidades de nuevos habitantes.

Al respecto, la respuesta conceptual al traslado de conocimientos o recursos genéticos ha resultado en la acuñación del término “biopiratería”, el cual refiere al robo sistemático del conocimiento tradicional y de la naturaleza.

Este término fue utilizado por primera ocasión por el grupo activista canadiense *Rural Advancement Foundation International* (RAFI) en 1994⁹ que afirmó la alarmante apropiación y patentamiento de recursos genéticos y conocimientos tradicionales indígenas por diversos entes de Estados Unidos.

Además, el término fue utilizado como el título del texto de Vandana Shiva, quien realizó severos cuestionamientos respecto de la apropiación y patentamiento de la naturaleza viva. La pensadora al retomar el caso *Diamond vs. Chakrabarty*, señaló que el cambio de la bacteria *pseudomonas*, al habersele trasplantado contenido genético de otros tres tipos de bacteria, dio lugar a establecer que ese microorganismo no era un producto de la naturaleza, sino una invención y por tanto resultaba patentable, a pesar de que se trató de un intercambio genético y no de la creación de un nuevo ente.¹⁰ En ese contexto, sobre la biotecnología, la pensadora realizó el siguiente apunte:

La biotecnología, como servidora del capital en la era postindustrial, hace posible colonizar y controlar lo que es autónomo, libre y autorregenerador. A través de la ciencia reduccionista, el capital llega donde nunca antes había llegado. La fragmentación del reduccionismo abre espacios para la explotación y la invasión. El desarrollo

³ Sandra Pérez Álvarez *et. al.*, “El aguacatero (*Persea americana Mill*)”, pp. 111-123.

⁴ Erick A. Aguilera-Cauich *et. al.*, “Amaranto: distribución y diversidad morfológica del recurso genético en partes de la región Maya (sureste de México, Guatemala y Honduras)”, pp. 2-12.

⁵ Andrés Xingú López *et. al.*, “Chía (*Salvia hispanica L.*) situación actual y tendencias futuras”, pp. 1619-1631.

⁶ Miguel Á. Ramírez-Guillermo *et. al.*, “Variación morfológica de frutos y semillas de cacao (*Theobroma cacao L.*) de plantaciones en Tabasco, México”, pp. 117-125.

⁷ Teresita Rodríguez López, “Exploración actual sobre el conocimiento y uso de la vainilla (vainilla *planifolia Andrews*) en las Tierras Bajas Mayas del Norte, Yucatán, México”, pp. 169-184.

⁸ Marco A. Caballero-García *et. al.*, “Validación empírica de la teoría multicéntrica del origen y diversidad del maíz en México”, pp. 357-366.

⁹ Rural Advanced Foundation International, “President’s Message: Of Pirates and Patents”.

¹⁰ Vandana Shiva, *Biopiracy: The Plunder of Nature and Knowledge*, pp. 19-21.

tecnológico bajo el patriarcado capitalista avanza constantemente desde lo que ya ha transformado y consumido, impulsado por su apetito depredador, hacia lo que aún no ha sido consumido.¹¹ Al respecto, existen ejemplos de biopiratería sobre distintos organismos en Sri Lanka, India, Brasil, Sudáfrica, Filipinas o Australia, en especial plantas con fines medicinales.¹² Como contramedida a la biopiratería, el Convenio sobre Diversidad Biológica estableció la soberanía de los Estados sobre sus recursos genéticos y conocimientos tradicionales.

El concepto de soberanía implica que la biopiratería, al involucrar la apropiación indebida de recursos y conocimiento tradicional, que representan bienes de importancia, social, económica y cultural, lesionen los intereses de comunidades asentadas en el Estado y al Estado en sí mismo,¹³ lo que incluye los bienes tangibles o intangibles como lo son los genes.¹⁴ Al seguir un método de clasificación de la biopiratería, el lugar de las medidas legales implica el último eslabón para la protección de los recursos genéticos y el conocimiento tradicional después de la apropiación propiamente realizada, la inequidad de trato y afinidad de intereses.¹⁵ Al respecto se señaló lo siguiente:

Por lo tanto, la biopiratería describe los resultados de la apropiación, monopolización y patentamiento de recursos biológicos y genéticos como inherentemente problemáticos y complejos, que implican más que el procesamiento científico, sino también impactos perjudiciales epistemológicos, sociológicos y simbólicos.

...

En respuesta, la crítica de la biopiratería sigue siendo válida, pero —irónicamente— puede que no siempre incorpore plenamente los resultados de su propio éxito y los cambios en los acuerdos y la concienciación sobre cuestiones de derechos, justicia y sostenibilidad a

¹¹ *Ibid.*, p. 45.

¹² Imran, *op. cit.*, pp. 2-3.

¹³ Zinatal Zainol *et. al.*, “Biopiracy and states’ sovereignty over their biological resources”, pp. 12403-12407.

¹⁴ Rafael J. Pérez Miranda, *La privatización de la naturaleza vivay el derecho económico internacional. De la soberanía de las naciones sobre sus recursos genéticos a la apropiación de la vida por las corporaciones*, p. 46.

¹⁵ David Goyes, *Biopiracy from a green criminological perspective*, pp. 22-26.

los que el sistema ha tenido que responder. En particular, centrarse en los DPI (Derechos de Propiedad Intelectual) y las patentes puede dar lugar a análisis demasiado estrechos y a reflexiones demasiado limitadas sobre la evolución futura.

De diversas maneras, los estudios de investigación y los debates han contribuido a dar forma al desarrollo de convenios, tratados y protocolos que se han adoptado a escala nacional e internacional. En el futuro, una dirección para la investigación puede ser poner más énfasis en el proceso de demanda económica constante que crea la intensificación de la apropiación y explotación de los recursos naturales análisis de la idea de una ‘espiral cada vez mayor de biopiratería’ que afecta desproporcionadamente a las comunidades rurales, los afrodescendientes, los grupos indígenas y los campesinos. Por lo tanto, se aplica una lente más amplia. Este punto de vista puede complementarse con la propuesta presentada por Javed, según la cual ‘en beneficio de los pueblos de todos los países, lo que se necesita es perseguir la idea de un patrimonio común de conocimientos que reconozca las fuentes de todos los elementos del conocimiento y permita su libre uso. Tal aspiración sólo puede alcanzarse cuando se deja de lado la noción de derechos de patente’.¹⁶

Por tanto, el enfoque de la biopiratería implica el reconocimiento de un mecanismo de apropiación indebido sobre recursos genéticos o conocimientos tradicionales que se encuentran en países cuya biodiversidad y riqueza cultural es relevante. La impronta del concepto se encuentra en la apropiación de los recursos y su posterior uso y salvaguarda por medio del derecho de propiedad intelectual, además de impedir una correcta distribución de beneficios derivados de aquellos elementos encontrados en los recursos genéticos o bien en los saberes tradicionales, como lo establece el Convenio sobre Diversidad Biológica¹⁷ y el Protocolo de Nagoya sobre acceso a los recursos genéticos y participación justa y equitativa de los beneficios que se deriven de su utilización.¹⁸

¹⁶ David Goyes y Nigel South, “Biopiracy and Bioprospecting”, pp. 253-263.

¹⁷ ONU, Convenio sobre Diversidad Biológica, artículos 1º, 8º, inciso j, 15.7 y 19; Anina Vincent, “Access and Benefit Sharing in the Context of Genetic Resources in Digital Era”, pp. 9-11; Jack Kloppenburg et. al., “The Nagoya Protocol and nitrogen-fixing maize: Close encounters between Indigenous Oaxacans and the men from Mars (Inc.)”, p. 2.

¹⁸ ONU, *Protocolo de Nagoya sobre acceso a los recursos genéticos y la participación justa y*

Tales beneficios pueden provenir del uso de recursos genéticos y/o conocimientos tradicionales por parte de empresas que buscan obtener fines crematísticos, en particular en aspectos relativos a la biotecnología, a través de procesos de biología sintética, tales como: la genética dirigida, la edición genética, digitalización de secuencias genómicas, ingeniería metabólica, xenobiología entre otros aspectos.¹⁹

En el siguiente apartado, se discutirán algunos elementos de un recurso genético nacional, el maíz de la especie olotón, presente en diversos puntos de la geografía mexicana, para efectos de establecer un marco referencial del aprovechamiento empresarial que se busca realizar sobre este recurso nacional.

II. Precisiones sobre el maíz olotón

Diversas especies de maíz (*zea mays*) se pueden encontrar en el territorio nacional, por lo que se ha estudiado su origen a partir de teorías, de entre las que destaca la denominada “evolución progresiva del teocintle” propuesta por George Beadle.²⁰ Esta teoría, ha derivado en distintas hipótesis sobre su domesticación.

Una de estas hipótesis refiere que la adaptación del maíz tuvo un origen multicéntrico a partir de diversas poblaciones de la planta, desde hace 8,000 años. Otra hipótesis de carácter unicéntrico, presupone que las poblaciones de teocintle²¹ encontradas en el centro de la cuenca del Río Balsas (en el territorio actual que se encuentra en el oriente del estado de Michoacán, el suroeste del estado de México y el norte del estado de Guerrero) dieron lugar a procesos de domesticación del maíz.²²

equitativa y los beneficios que se deriven de su utilización al Convenio sobre Diversidad Biológica, artículos 5°, 6°, 7°, 8° y 9°.

¹⁹ Felicity Keiper y Ana Atanassova, “Regulation of Synthetic Biology: Developments Under the Convention on Biological Diversity and Its Protocols”, pp. 5-7.

²⁰ Jeff Bennetzen *et. al.*, “Genetic Evidence and the Origin of Maize”, pp. 84-85.

²¹ Al respecto, los autores refieren que el teocintle como ancestro del maíz, es una planta herbácea perenne y anual, con tallos ramificados y altura de 2 a 6 metros, que presenta un aspecto exterior similar al maíz, al contar con tallo, hojas y espiga. Los especialistas observaron que la inflorescencia femenina, que en el maíz es una mazorca con semilla desnuda, se presenta, en el caso del “teocintle”, en forma de mazorca de dos hileras con semilla protegida por un segmento duro, además de que el número de semillas producidas en cada espiga femenina del teocintle es menor a la del maíz. Takeo A. Kato Yamakake *et. al.*, *Origen y diversificación del maíz, una revisión analítica*, pp. 21-22 y 50-52.

²² *Ibid.*, p. 17.

En ese contexto en la presencia del maíz dentro de la dieta y relaciones socioculturales y económicas mexicanas puede rastrearse desde las culturas originarias prehispánicas, según restos arqueológicos, manuscritos y testimonios antes, durante y después del proceso de conquista por parte de España.²³ La siembra del cultivo puede encontrarse en diversas regiones que van desde altitudes a nivel del mar, hasta los 4,000 metros, y en espacios que presentan precipitación pluvial desde los 400 hasta los 3,000 milímetros.

Entre los usos del maíz se encuentran aquellos alimenticios: en bebidas, procesos de nixtamalización, envolturas de cigarros u otro preparados, como los tamales, en biomasa (olote); y otros usos no alimenticios en el sector industrial y comercial, donde se utiliza el maíz para elaboración de motivos artísticos, juguetes, como forraje o para la obtención de compuestos químicos comercializables que se utilizan en alimentos, medicinas y cosméticos como mieles, azucares, almidones, aceites, ácido láctico, dextrina, maltodextrina, sorbitol o etanol, entre otras sustancias.²⁴

Al respecto, la mejor producción de maíz, en general, se logra en climas con temperatura media de meses calurosos entre los 21 y 27 °C.²⁵ Al seguir la clasificación propuesta por Wellhausen,²⁶ de conformidad con el arreglo propuesto por Ortega-Paczka²⁷ y que refiere Kato,²⁸ en el territorio nacional el maíz se distribuye en distintos grupos que corresponden a varias regiones geográficas del país, a saber:

- Distribución del Grupo I, en partes altas del centro y norte del país y que incluye las especies con característica de la mazorca en forma cónica, las cuales son: cónico norteño, chalqueño, palomero toluqueño, cacahuazintle, dulce, arrocillo y cónico.
- Distribución del Grupo II, que se encuentra en alturas intermedias de temporal y costas semiáridas de riego, con característica de la mazorca con 8 hileras de grano, que incluye, entre otros, a los maíces: jala, tabloncillo y bolita.

²³ Rocío Fernández Suárez *et. al.*, “Importancia de los maíces nativos de México en la dieta nacional. Una revisión indispensable”, pp. 275-283.

²⁴ Kato Yamakake, *op. cit.*, pp. 33-36.

²⁵ *Ibid.*, p. 22.

²⁶ E. J. Wellhausen *et. al.*, *Razas de maíz en México, su origen, características y distribución*, pp. 45-198.

²⁷ Rafael Ortega Paczka, “La diversidad del maíz en México”, pp. 133-141.

²⁸ Kato Yamakake, *op. cit.*, pp. 77-81.

- Distribución del Grupo III, que se encuentra en partes altas e intermedios del sur de México, con la característica de la mazorca cilíndrica, abultada en la base con más de 12 o más hileras, y que incluye, entre otros, a los maíces de los tipos siguientes: tuxpeño, celaya, nal-tel, vandeño, olotillo, tehua, zapalote chico, zapalote grande, tepecintle, comiteco y olotón.
- Distribución del Grupo IV, que se encuentra en los estados a lo largo de la costa del Océano Pacífico y que incluye a los tipos de maíz chapalote y reventador con la característica de la mazorca de textura de grado cristalino.²⁹

Así las cosas, entre las especies identificadas en el Grupo III mencionado, se encuentra el tipo de maíz olotón. Entre sus características físicas³⁰ se señalan las siguientes:

- Altura de la planta entre 2.5 a 3 metros.
- Periodo vegetativo mediano.
- Abundantes hojas por planta, en promedio 16.
- Índice de venación mediano.
- Adaptado a altitudes elevadas de entre 2,000 a 2,400 metros.
- Espigas largas con número mediano de ramificaciones, en promedio 16.8.
- Las mazorcas son de medianas a largas con abultamiento común el endospermo es cristalino blanco o amarillo.
- El diámetro de la mazorca se encuentra entre 40 a 44 mm y el del olate entre 25 a 30 milímetros.
- El nombre de la mazorca deriva de la palabra olate, que representa el rafis y el tamo de la mazorca. Se le llama olotón a la variedad con olate grueso en relación con la longitud que presenta el grano.
- Se encuentra en los estados de Chiapas, Oaxaca y al sur de Jalisco.
- Se trata de una especie introducida de Guatemala hacia México, desde épocas prehispánicas.

²⁹ *Ibid.*, pp. 74-81.

³⁰ Wellhausen, *op. cit.*, pp. 75-78.

- Es cultivado dentro de los sistemas de milpa: 1) roza, tumba y quema, que implica el cultivo en periodo de 2 a 5 años y el descanso del terreno en periodos largos. La roza implica el corte de árboles pequeños y arbustos, la tumba de árboles gruesos y al secarse esa vegetación tumada, la quema para abrir el espacio para la siembra y 2) sistema de descanso intermedio que se parece al anterior, pero sin el paso de la tumba, pues se siembra en sitios sin grandes árboles, con periodos de descanso largos en el uso de la tierra, sin remoción amplia del suelo, pero con el uso de terrazas u otras obras para retener la humedad. Este sistema depende de la época de temporal.³¹
- Coloración: blanco, amarillo, morado y en ocasiones rojo.³²
- Los usos del fruto son similares a los de cualquier maíz. Como alimento puede ingerirse en mazorca o se utilizan procesos de nixtamalización para la producción de tortillas, atoles, tamales, pozol, además de los usos que puede observar como forraje y combustible.

A parte de tales características físicas, se ha observado que las raíces del maíz olotón³³ contribuyen a la fijación de nitrógeno en las tierras donde se cultiva, dado que producen ciertos exudados compuestos por azúcares, aminoácidos, ácidos orgánicos, vitaminas y polímeros moleculares que se liberan de partes laterales o roturas aéreas de la planta y forman una sustancia gelatinosa que se conoce como mucílago. Esta sustancia permite la tolerancia de la planta al estrés hídrico, aparte de limitar la deficiencia alimenticia del organismo y producir ciertas células especializadas llamadas “células de borde”.

Este tipo de células en la raíz subterránea de la milpa, cuentan con funciones de resistencia a la fricción de la Tierra para promover el crecimiento de la raíz, aparte de ayudar en la colonización de bacterias benéficas y contrarrestar los daños físicos derivados del estrés por sequía, aparte de favorecer la producción de agentes antimicrobianos y reducir la toxicidad química, derivada de eventos de contaminación.³⁴

³¹ Ortega Paczka, *op. cit.*, pp. 91-95 y 122.

³² *Ibid.*, pp. 136-137.

³³ Kloppenburg, *op. cit.*, p. 4. Al respecto los autores observaron que en el estudio de Pankiewicz *et. al.*, se menciona como epónimo del maíz olotón al “maíz sierra mixe”.

³⁴ V. C. S. Pankiewicz *et. al.*, “Nitrogen fixation and mucilage production on maize aerial roots is controlled by aerial root development and border cell functions”.

Además de tales propiedades, destacan algunas características relativas a la fijación de nitrógeno a través del mucílago mencionado con anterioridad al seguir prácticas de cultivo tradicionales. Al respecto, en un estudio diverso se concluyó lo siguiente:

Las raíces aéreas en la base del brote de maíz, también conocidas como raíces de refuerzo o raíces adventicias nodales, a menudo pueden alcanzar el suelo y se cree que proporcionan anclaje para evitar el encamado, pero también pueden contribuir a la absorción de nutrientes y agua, así como al intercambio de gases. Sin embargo, se sabe muy poco sobre el papel de las raíces aéreas que no alcanzan el suelo y el mucílago que producen. Aquí, demostramos que una variedad mexicana de maíz puede adquirir 29%-82% de su nitrógeno del aire y que al menos parte de este N es fijado por bacterias diazotróficas presentes en el mucílago de las raíces aéreas.

...

Aproximadamente a mitad de su desarrollo (de julio a septiembre), estas raíces aéreas de maíz segregan cantidades significativas de mucílago rico en arabinosa, fucosa y galactosa cuando hay humedad.

...

Basándonos en el ARA,³⁵ podemos concluir que el mucílago del maíz Sierra Mixe alberga diazotrofos nativos y también puede apoyar la actividad fijadora de N₂ de los diazotrofos inoculados exógenamente, *H. seropedicae*, *A. brasiliense* y *B. unamae*. Sin embargo, estos datos no demostraron que las raíces aéreas tuvieran la capacidad de absorber y asimilar el N fijado. Para probar si el N₂ atmosférico fijado por los diazotrofos asociados al mucílago podía ser transferido y utilizado por el maíz Sierra Mixe, se utilizó un experimento más

³⁵ Se refiere al análisis de reducción del acetileno, el cual es un método de prueba donde las muestras recolectadas son incubadas por tiempo deseado en matraces que incluyen acetileno y a las que se hace pasar una corriente de gas helio, utilizan una manguera equipada con una aguja hipodérmica y una segunda aguja que sirve como respiradero. El periodo de incubación dura 24 horas bajo distintas presiones atmosféricas para medir el acetileno a las 18 y 24 horas de iniciada la prueba. Al respecto de la reducción del acetileno, se determina a partir del aumento de la concentración de otro gas llamado etileno en el mismo periodo. Con información de W. A. Rice y E. A. Paul, "The acetylene reduction assay for measuring nitrogen fixation in waterlogged soil", pp. 1049-1056.

directo de enriquecimiento de gas $^{15}\text{N}_2$. Las raíces aéreas, junto con su mucílago generado, inoculadas con *A. brasiliense* Sp7 mostraron una incorporación significativa de gas $^{15}\text{N}_2$ en comparación con las raíces tratadas con gas $^{14}\text{N}_2$, y el análisis de espectrometría de masas de relación isotópica (IRMS) confirmó un enriquecimiento significativo de ^{15}N en la clorofila (convertida en feofitina para el análisis) de estas raíces en comparación con los controles negativos.³⁶

Con base en el estudio antes mencionado, sin que resulte el único de su especie³⁷ y que trató la química de planta como un ‘descubrimiento’ revolucionario, cuando solo era una función ambiental natural³⁸ y el cual no descartó el uso de técnicas de cultivo tradicional, previas a la colecta del mucílago, se determinó que el maíz olotón produce en su raíz subterránea y en sus raíces aéreas, el mucílago, que, entre otras propiedades fisicoquímicas, permite una mayor fijación del nitrógeno atmosférico. Lo anterior, favorece la fertilización del suelo, aspecto que, entre otras ventajas, permite prescindir de agroquímicos para la siembra del maíz y su crecimiento o bien, puede favorecer el crecimiento y productividad de los cultivos de maíz en espacios donde el suelo resulte pobre en nutrientes necesarios para las plantas. Al respecto, en el siguiente apartado se abordará el acuerdo entre la empresa MARS y la comunidad de Totontepec Villa de Morelos, Oaxaca, el cual ha sido calificado como biopiratería por parte de ciertos espacios gubernamentales nacionales.

³⁶ A. van Deynze *et. al.*, “Nitrogen fixation in a landrace of maize is supported by a mucilage-associated diazotrophic microbiota”.

³⁷ El estudio se realizó con fondos de MARS Inc., empresa propietaria y relacionada con la moral BioN2, quien fue la que suscribió el acuerdo de acceso y beneficios compartidos para aprovechar el maíz olotón y sus derivados, como se verá en el siguiente apartado. Además, en MARS. “Mars US Entities Covered Under Privacy Shield Application”, se da cuenta de las entidades de MARS US que se encuentran bajo el esquema *Privacy Shield Application*. En la lista de morales se puede hallar BioN2. En ese contexto en Kloppenburg, *op. cit.*, p. 6, se da cuenta de la autorización para el acuerdo de beneficios compartidos realizada por el Gobierno mexicano y la opacidad en distintos datos sobre la persona o entidad que cuenta con el derecho de acceso a los recursos genéticos, así como otros datos que se mantuvieron confidenciales, pues establece que el Protocolo de Nagoya fue omiso en definir los alcances de la confidencialidad de datos aportados por aquellos agentes que buscan acceder a los recursos genéticos. En el mismo artículo de investigación, se informó sobre la liga que contiene el certificado del acuerdo de beneficios compartidos, la información que corresponde a: ABSCH. Internationally recognized certificate of compliance constituted from information on the permit or its equivalent made available to the access and Benefit-sharing Clearing-House, donde se puede constatar la confidencialidad manejada por la transnacional.

³⁸ Kloppenburg, *op. cit.*, pp. 2-3.

III. Contenidos del acuerdo entre MARS y la comunidad de Totontepec Villa de Morelos, Oaxaca

Para el presente apartado se utilizó la versión testada del acuerdo del 16 de noviembre de 2015³⁹ suscrito por una empresa subsidiaria de MARS (BioN₂) y el Comisariado de bienes comunales en representación de la Comunidad de Totontepec Villa de Morelos, Oaxaca. Del acuerdo en mención, destacan los siguientes contenidos:

- Con fundamento en el artículo 102 de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable, el cual establece objetivos del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), el 15 de Julio de 2015, se concedió el acceso y recolección de recursos genéticos a la empresa subsidiaria (en el carácter contractual de ‘usuario’) en los estados de Oaxaca y Yucatán, con presuntos fines de investigación científica. En esos términos se instruyó al usuario para celebrar un acuerdo que rija el acceso y utilización de los recursos genéticos con fines científicos.⁴⁰
- Por medio de diverso oficio del SNICS se indicó el usuario que notificara a la comunidad proveedora y al mismo Servicio Nacional, el cambio de intención que pudiese surgir para la utilización de los recursos genéticos con fines crematísticos. Por lo que de ocurrir esa circunstancia se debería celebrar un acuerdo con el proveedor para efectos de la distribución justa y equitativa de beneficios que surgieron a partir de la utilización de los recursos con fines comerciales.⁴¹
- La subsidiaria conservó la reserva y fuente de los recursos genéticos y derivados, como consecuencia de la presunta investigación científica realizada en tierras comunales de Totontepec Villa de Morelos en el estado de Oaxaca.⁴²

³⁹ A pesar de una búsqueda exhaustiva del documento para efectos de su obtención en una página Web gubernamental, se halló una versión pública testada del acuerdo en una nota informativa, publicada el 7 de febrero de 2024 en *Animal Político* un medio de comunicación privado. Paris Martínez, “Pueblo de Oaxaca entregó maíz olotón a empresa de EU, pero le dan a cambio solo 1% de las ganancias”. El documento contiene el acuerdo mencionado con 9 páginas, sin anexos y parte del diverso contrato para el acceso y distribución de beneficios que rige la investigación científica. Se puede descargar en PDF y se encuentra al final de la nota periodística.

⁴⁰ *Ibid.*, p. 1.

⁴¹ *Id.*

⁴² *Ibid.*, p. 2.

- Ambas partes sometieron la interpretación de las disposiciones legales a los criterios de la entonces Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).⁴³
- Las obligaciones del acuerdo aplicaron a partir del 1 de agosto de 2015.⁴⁴
- Se acordó que el término ‘recursos genéticos’ hizo referencia a las semillas, partes de plantas, incluyendo flores, hojas, tallos, raíces aéreas y subterráneas, mucílago, microorganismos asociados, suelos adyacentes, ácidos nucleicos y sus preparaciones, relativos a los descritos de la variedad de maíz *Zea mays mays* cuya raza principal es el olotón.⁴⁵
- Se determinó que el término ‘derivado’ comprendía los compuestos bioquímicos o moleculares que se presentan de manera natural y se encuentran producidos, pues los recursos genéticos, aun cuando no contengan unidades funcionales de la herencia.⁴⁶
- Se acordó también que el término ‘producto’, implica un bien que incorpora recursos genéticos o cualquiera de sus partes genéticas o componentes o derivados y que eso es susceptible de comercialización a cambio de una compensación monetaria en el mercado abierto.⁴⁷

Dentro del clausulado se fijaron los siguientes puntos:

- Que las actividades comerciales regían el acceso, recolecta, uso y exportación de recursos genéticos y derivados para actividades comerciales, las cuales incluían comercialización, licencias, venta de productos desarrollados a través del uso de recursos genéticos y derivados, relativos a la fijación de nitrógeno, rasgos de utilización del nitrógeno y otros nutrientes, otras características benéficas agronómicas, carbohidratos, oligosacáridos, glicanos, glicoproteínas y microorganismos asociados con el maíz, productos que deriven del maíz para promover el rendimiento, vigor y salud general de las plantas, lo que influyó el manejo de plagas y enfermedades, la remediación de los suelos y el uso de nutrición y salud animal y veterinaria. Respecto del uso veterinario, este comprendió a perros, gatos y otros animales.⁴⁸

⁴³ *Ibid.*, p. 3.

⁴⁴ *Ibid.*, p. 4.

⁴⁵ *Id.*

⁴⁶ *Id.*

⁴⁷ *Id.*

⁴⁸ *Id.*

- Se estableció que el conocimiento tradicional significaba el conocimiento técnico, habilidades, innovaciones, prácticas, enseñanzas y conocimientos que hayan sido creados y mantenidos en el contexto colectivo por las comunidades indígenas y locales, asociados a la identidad social y patrimonio cultural de la comunidad y transmitidos intergeneracionalmente por lo que si el usuario pretendiera utilizar el conocimiento tradicional asociado a los recursos genéticos deberá obtener el consentimiento previo e informado de la comunidad.⁴⁹
- Otros conocimientos tradicionales de origen no identificable se establecieron como las prácticas asociadas a los recursos genéticos no atribuibles o confinadas a la comunidad. Sobre el particular es que otorgó consentimiento del proveedor para utilizar los conocimientos tradicionales de origen no identificable previa obtención de beneficios.⁵⁰
- En cuanto a la distribución justa y equitativa de los beneficios monetarios, se otorgó al usuario el derecho exclusivo sobre los productos previo pago al proveedor del 1% de los ingresos netos anuales que el proveedor obtenga por la venta de cada producto. En el caso de ventas que combinaran uno o más elementos derivados de los recursos genéticos o sus derivados con uno o más elementos derivados de otras fuentes, se acordó que el proveedor pagaría 1% de la parte proporcional de los ingresos totales anuales atribuibles al elemento extraído de recursos genéticos que se encuentra en el producto.⁵¹
- Respecto de la propiedad intelectual, se estableció que el usuario no buscará patentes o protección las variedades vegetales de los recursos genéticos y solo podría solicitar las patentes y protección de las variedades cuando resultar apropiado en lo relativo a invenciones desarrolladas con los recursos genéticos y derivados que incluyen invenciones incorporadas en formas modificadas o invenciones relacionadas a los derivados o la obtención de variedades vegetales relativas.⁵²
- Se estableció que el usuario podría formalizar instrumentos con terceros para llevar a cabo sus actividades comerciales otorgando una no-

⁴⁹ *Ibid.*, pp. 4-5.

⁵⁰ *Ibid.*, p. 5.

⁵¹ *Id.*

⁵² *Id.*

tificación al proveedor y al SNICS, a más tardar 60 días después de la formalización. El usuario se comprometió a restringir el uso de recursos genéticos y derivados dentro de las actividades comerciales descritas en el acuerdo.⁵³

- Se estableció la obligación de informes anuales dirigidos al proveedor y al SNICS, a darse en forma anual, cada 1 de septiembre. Los informes deben detallar actividades comerciales correspondientes al periodo de 12 meses e identificar a los terceros que recibieron muestras de recursos genéticos y derivados.⁵⁴
- También se estableció la recolección de muestras para depósito. Al respecto se aceptó que el usuario pudiera recolectar muestras de semillas de al menos 3 kilos de cada variedad de maíz y que dichas semillas se podían depositar en el SNICS. El Servicio Nacional llevaría a cabo pruebas de las semillas para remitirlas a depósito de bancos genéticos pertinentes y datos sobre los lugares de recolección, sin perjuicio de aceptar una colecta adicional de semillas por una cantidad máxima a fijarse entre el proveedor y el usuario.⁵⁵
- Se acordó que el proveedor mantuviera materiales confidenciales, información y datos recibidos del usuario por un periodo de 15 años a partir de la fecha de su recepción.⁵⁶
- En cuanto a la resolución de controversias, esta se sujetó a medios alternativos y en su caso procedimientos judiciales, sometiéndose a la jurisdicción de los tribunales federales mexicanos.⁵⁷
- Se acordó que la interpretación del acuerdo se llevaría a cabo por autoridades con jurisdicción, si bien se había señalado de manera previa que sólo la SAGARPA tendría autoridad con jurisdicción sobre el asunto.⁵⁸
- Se observó que los recursos genéticos y derivados no se podrían usar como armas biológicas y en prácticas que dañarán al medio ambiente o la salud humana.⁵⁹

⁵³ *Ibid.*, pp. 5-6.

⁵⁴ *Ibid.*, p. 6.

⁵⁵ *Id.*

⁵⁶ *Id.*

⁵⁷ *Ibid.*, pp. 6 y 8.

⁵⁸ Según la declaración 1º realizada de manera conjunta entre las partes, la cual se encuentra en la página 3 del instrumento.

⁵⁹ *Ibid.*, p. 7.

- Se estableció también, la responsabilidad sobre el uso de recursos genéticos y derivados de manera no autorizada y el procedimiento para dirimir alguna controversia.⁶⁰
- De igual forma se acordó que el usuario podría ceder delegar a transferir sus derechos a cualquier afiliado o propietario, sin notificación previa al proveedor y sólo se obligaría a notificar un cambio de control a más tardar 30 días después de la fecha de dicho cambio.⁶¹
- Además, se acordó sobre la rescisión y la terminación del acuerdo comercial, señalándose que ambas partes deberían tomar medidas para evitar perjuicios y notificar al SNICS, al respecto.⁶²

Derivado del análisis del acuerdo alcanzado, se observan algunas anomalías. En primer lugar, las previsiones establecidas en el artículo 102 de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable⁶³ para el SNICS son las siguientes:

Artículo 102. El Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas tendrá los siguientes objetivos:

- I. Establecer y en su caso proponer, conjuntamente con las demás dependencias e instituciones vinculadas, políticas, acciones y acuerdos internacionales sobre conservación, acceso, uso y manejo integral de los recursos fitogenéticos, derechos de protección de los obtentores y análisis de calidad de semillas;
- II. Establecer lineamientos para la certificación y análisis de calidad de semillas;
- III. Promover la participación de los diversos sectores involucrados en la protección de los derechos de los obtentores de variedades vegetales;
- IV. Difundir los actos relativos a la protección de los derechos del obtentor de variedades vegetales; e
- V. Instrumentar las medidas de inspección y certificación para garantizar la inocuidad de los organismos genéticamente modificados, en los términos del artículo 97.

⁶⁰ *Id.*

⁶¹ *Id.*

⁶² *Ibid.*, p. 8.

⁶³ Ley de Desarrollo Rural Sustentable, artículo 102.

En el cumplimiento de las acciones incluidas en los objetivos que enumera este artículo se estará a las previsiones determinadas por la Ley Federal de Variedades Vegetales y su reglamento.

De los contenidos del artículo en mención no se desprende una facultad o atribución específica del SNICS para conceder a un particular, la colecta científica o la colecta con fines comerciales de recursos genéticos y sus derivados. Cabe señalar que, en el reglamento de la ley,⁶⁴ tampoco se encuentran previsiones sobre la autorización para la colecta y usos diversos sobre los recursos genéticos y sus derivados.

Además, la colecta científica previa al anuncio de la utilización de recursos genéticos y sus derivados con fines comerciales confirió ventajas al usuario, tales como la reserva y fuente de los recursos genéticos y derivados obtenidos, antes de su manifestación para efectos de obtener un acuerdo con fines crematísticos.⁶⁵

Se desconoce la fecha en que se suscribió el acuerdo de colecta de recursos genéticos y sus derivados con fines científicos, pero entre la autorización para tales efectos brindada por el SNICS el usuario y la fecha de entrada en vigor de las obligaciones contractuales comerciales distó casi un mes calendario, si bien como lo refieren Kloppenburg, la transnacional tenía contacto con personas que conocían las propiedades del maíz olotón desde 2005 y dado que México ratificó el Protocolo de Nagoya en 2012, ello implicó el cambio de estrategia de la transnacional.⁶⁶

La correlación de términos recursos genéticos, derivados y conocimiento tradicional no identificable, otorgaron amplitud en el favorecimiento a la empresa transnacional subsidiaria para apropiarse de todos los contenidos del maíz olotón y sus derivados, así como prácticas tradicionales que la empresa podría haber observado o detectado para el cultivo de la planta, por encima del ejercicio soberano de recursos genéticos y sus derivados que establecen tanto el Convenio sobre Diversidad Biológica como el Protocolo de Nagoya, sobre lo cual puede criticarse a la ambigüedad y flexibilidad de este último instrumento, particularmente lo concerniente a los artículos 6 y 12 donde se

⁶⁴ Reglamento de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable en Materia de Organismos, Instancias de Representación, Sistemas y Servicios Especializados, artículos 43, 44 y 45.

⁶⁵ Pérez Miranda, *op. cit.*, pp. 48 y 51.

⁶⁶ Kloppenburg, *op. cit.*, p. 8.

instruyen a los estados que tomen en cuenta la participación de las comunidades indígenas y locales, en consideración, de manera apropiada y cuando resulte aplicable.⁶⁷

Ahora bien, ¿qué tan justo y equitativo, es lo justo y equitativo? Los beneficios acordados en el rango de 1% por la venta de cada producto o la parte proporcional correspondiente en los productos mezclados, puede significar una desventaja cuantitativa al lado de los servicios ambientales provistos por la planta y que, de manera enunciativa, más no limitativa, vas más allá de la fijación del nitrógeno atmosférico, toda vez que las aplicaciones que se le pueden dar a ese servicio ambiental, escapan de la definición del producto.

Además, se observan ventajas respecto al ámbito de las invenciones patentables. El usuario acordó que no buscaría patentes o protección en el ámbito de variedades vegetales, sobre los recursos obtenidos, sin perjuicio de las invenciones que pudiera obtener en el desarrollo de los recursos genéticos y sus derivados. Si bien, en el acuerdo existen previsiones sobre compartir información con terceros para la realización de actividades comerciales.⁶⁸

De igual forma, otra desventaja en perjuicio del proveedor se encuentra respecto a la cesión de derechos a cualquier afiliado o al propietario de la empresa, con notificación posterior a la fecha de realizado el acto jurídico.

IV. Perspectivas a manera de conclusión

La biopiratería implica el robo de los recursos genéticos y del conocimiento tradicional sin llevar a cabo un proceso en el cual se establezca el acceso a beneficios compartidos. En ese aspecto, el acuerdo alcanzado entre la empresa subsidiaria transnacional y la comunidad oaxaqueña, al menos respecto de los objetivos en la colecta de recursos genéticos y sus derivados, así como el uso comercial de estos, no resulta biopiratería.

Sin embargo, el vicio legal respecto a la autoridad que concedió el acceso en los recursos genéticos, conocimientos tradicionales y derivados de los anteriores, pudo haber conducido el instrumento a una evidente inconstitucionalidad. Pero ese vicio no se ubicaba en el ámbito de los derechos y obligaciones suscritos entre las partes dentro del acuerdo.

⁶⁷ *Ibid.*, p. 5.

⁶⁸ *Ibid.*, pp. 46-47.

Aparte, al conocer la realidad de distintos pueblos y comunidades nacionales, se presupone un espacio de fragilidad al entender los alcances de un instrumento contractual que no redactaron, sino que les fue impuesto, al seguir los preceptos de los convenios internacionales. En ese aspecto, la comunidad oaxaqueña no contó con la posibilidad de modificar el instrumento, para efectos de favorecer la protección del recurso genético y sus derivados, esto es, el maíz olotón, la milpa y sus servicios ambientales. Y la comunidad tampoco pudo asegurar, además, una justa y equitativa distribución de los beneficios derivados del uso del recurso genético y sus frutos.

Al respecto, aparte de lo advertido por distintos autores respecto a la flexibilidad con la que puede abordarse el Protocolo de Nagoya, sería positivo incorporar, en la correlación de normas ambientales, preceptos de distintos acuerdos relativos a transparencia, acceso a la información y acceso a la justicia. Lo anterior, porque al conocer el instrumento contractual suscrito entre la transnacional y la comunidad de Totontepec Villa de Morelos, Oaxaca, únicamente puede observarse el final del proceso, sin que se adviertan las etapas anteriores a la suscripción del instrumento contractual.

De igual forma, la representación del comisariado de la comunidad no puede igualar la voluntad de toda la comunidad. Esta voluntad incluye, de manera especial, a los campesinos y aquellas personas que conocen el maíz olotón desde el punto de vista tradicional. Esas personas debieron ser consideradas porque sus dinámicas de vida están en contacto con el maíz olotón, porque así les fue transmitido por sus ascendientes de generación en generación. Además de que, al seguir el instrumento contractual, la dinámica del maíz olotón, los ciclos de siembra y cosecha y los beneficios que acarrea la presencia de la planta en la zona geográfica fueron apropiados por la transnacional.

En tal contexto, algunas leyes mexicanas prevén procesos de consulta y participación ciudadana, en consonancia con acuerdos internacionales que impulsan la intervención pública en asuntos ambientales. Esa intervención y procesos de consulta se encuentran ausentes en el marco de la legislación internacional sobre la diversidad biológica y dejan a las comunidades y pueblos originarios a merced de los intereses de distintas corporaciones, quienes tomarán las medidas pertinentes para acceder a los recursos genéticos y conocimientos tradicionales que requieran para la consecución de fines comerciales.

Además, al seguir el principio contractual *contra proferentem*, múltiples contenidos del acuerdo favorecieron, en su interpretación y alcances, a la empresa transnacional subsidiaria de MARS, para efectos de obtener los beneficios derivados de los recursos genéticos y de presuntos conocimientos tradicionales no identificables, en apariencia no extraídos de los usos tradicionales de siembra y cosecha del maíz olotón.

Debe señalarse que se cumplieron todos los aspectos que establece el Convenio sobre Diversidad Biológica y el Protocolo de Nagoya, al menos en la parte formal, excepción hecha de las presuntas facultades del SNICS en materia de autorización para la obtención de recursos genéticos de conocimientos tradicionales.

Pero en la parte de material, en los beneficios compartidos, genera un dilema: o el acceso a beneficios compartidos es una mera formalidad previa a la apropiación de los recursos genéticos y el conocimiento tradicional o bien, representa una dimensión de justicia y equidad en los frutos que pueden obtenerse tras el uso de bienes obtenidos de la naturaleza y de la mente y actos de las personas.

Por ello se mantiene la pregunta: ¿Qué tan justo y equitativo es lo justo y equitativo que prevén los acuerdos e instrumentos operacionales sobre diversidad biológica? Ello porque, el cumplimiento de las formalidades permitió el acceso a recursos genéticos y conocimientos vitales, de uno de los cultivos más importantes para el país, cuyos servicios ambientales, de poderse sintetizar podrían coadyuvar a la disminución en el uso de fertilizantes y al enriquecimiento de suelos, con posibles ganancias en favor de una transnacional en el orden del 99% el total del valor de los productos que puedan realizarse.

Fuentes de consulta

Bibliográficas

Kato Yamakake, Takeo Ángel, Cristina Mapes Sánchez, Luz Ma. Mera Obando, José A. Serratos Hernández y Robert A. Bye Boettler. *Origen y diversificación del maíz, una revisión analítica*. 1^a ed., México, UNAM, CONABIO, México, 2009. https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/versiones_digitales/Origen_deMaiz.pdf (consultado el 15 de enero de 2025).

- Pérez Miranda, Rafael Julio. *La privatización de la naturaleza viva y el derecho económico internacional. De la soberanía de las naciones sobre sus recursos genéticos a la apropiación de la vida por las corporaciones*. UAM-A., 2020.

Shiva, Vandana. *Biopiracy: The Plunder of Nature and Knowledge*. Massachusetts, South End Press, 1997.

Wellhausen, E. J., L. M. Roberts y E Hernández. *Razas de maíz en México, su origen, características y distribución*. 1^a ed., México, Programa de agricultura cooperativo de la Secretaría de Agricultura y Ganadería de México, D.F. y la Fundación Rockefeller, 1951. https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/50301000/Races_of_Maize_Raza_Mexico_0_Book.pdf (consultado el 8 de enero de 2025).

Ortega Paczka, Rafael. "La diversidad del maíz en México". *Sin maíz no hay país*, Gustavo Esteva y Catherine Marielle (coords.), 1^a ed. México, Consejo Nacional para la Cultura y las Artes-Dirección General de Culturas Populares e Indígenas. https://www.researchgate.net/profile/Rafael-Paczka/publication/342903259_La_diversidad_del_maiz_en_Mexico (consultado el 14 de enero de 2025).

Organización de Naciones Unidas. *Protocolo de Nagoya sobre acceso a los recursos genéticos y la participación justa y equitativa y los beneficios que se deriven de su utilización al Convenio sobre Diversidad Biológica*. Canadá, 2011. <https://www.cbd.int/abs/doc/protocol/nagoya-protocol-es.pdf> (consultado el 6 de enero de 2025).

Hemerográficas

- Aguilera-Cauich, Erick A., Karen Z. Solís-Fernández, Ariadna Ibarra-Morales, Rolando Cifuentes-Velásquez e Ivonne Sánchez-del Pino. "Amaranto: distribución y diversidad morfológica del recurso genético en partes de la región Maya (sureste de México, Guatemala y Honduras)". *Acta botánica mexicana*, Núm. 128, México, INECOL, 2021. <https://doi.org/10.21829/abm128.2021.1738> (consultado el 10 de enero de 2025).

Bennetzen, Jeff, Edward Buckler, Vicky Chandler, John Doebley, Jane Dorweiler, Brandon Gaut, Michael Freeling, Sarah Hake, Elizabeth Kellogg, R. Scott Poethig, Virginia Walbot, Susan Wessler. "Genetic Evidence and the Origin of Maize". *Latin American Antiquity*, No. 1, Vol. 12, 2001, pp. 84-86. Doi: 10.2307/971759 (consultado el 11 de enero de 2025).

Caballero-García, Marco A., Leobigildo Córdova-Téllez y Agustín López-Herrera. "Validación empírica de la teoría multicéntrica del origen y diversidad del maíz en México". *Revista fitotecnia mexicana*, Núm. 4, Vol. 42, oct.-dic. 2019, México, pp. 357-366. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802019000400357&lng=es&tlng=es (consultado el 12 de enero de 2025).

Délices, Gino, Raúl Otto, Rosalía Núñez Pastrana, Pablo A. Meza, Ricardo Serna-Lagunes y Roberto Gamez Pastrana. "Biogeografía del tomate *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* (*Solanaceae*) en su centro de origen (sur de América) y de domesticación (México)". *Revista de Biología Tropical*, Núm. 4, Vol. 67, 2019, pp. 1023-1036. <https://dx.doi.org/10.15517/rbt.v67i4.33754> (consultado el 12 de enero de 2025).

Fernández Suárez, Rocío, Luis A. Morales Chávez y Amanda Gálvez Mariscal. "Importancia de los maíces nativos de México en la dieta nacional. Una revisión indispensable". *Revista de la Universidad Centroamericana*, Vol. 1, Núm. 1, 2020, pp. 1-12. <https://doi.org/10.15517/ruc.v1i1.33755> (consultado el 12 de enero de 2025).

- sable”. *Revista fitotecnia mexicana*, Vol. 36, México, pp. 275-283. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802013000500004&lng=es&tlang=es (consultado el 14 de enero de 2025).
- Imran, Yoonus, Nalaka Wijekoon, Lakmal Gonawala, Yu-Chung Chiang y K. Ranil De Silva. “Biopiracy: Abolish Corporate Hijacking of Indigenous Medicinal Entities”. *The Scientific World Journal*, 2021. Doi: 10.1155/2021/8898842 (consultado el 5 de enero de 2025).
- Keiper, Felicity y Ana Atanassova. “Regulation of Synthetic Biology: Developments Under the Convention on Biological Diversity and Its Protocols”. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 8. 2020. Doi: 10.3389/fbioe.2020.00310 (consultado el 5 de enero de 2025).
- Kloppenburg, Jack, Claudia Calderon y Jean-Michel Ané. “The Nagoya Protocol and nitrogen-fixing maize: Close encounters between Indigenous Oaxacans and the men from Mars (Inc.)”. *Elem Sci Anth*. January 18 2024. Doi: 10.1525/elementa.2023.00115 (consultado el 26 de enero de 2025).
- Pérez Álvarez, Sandra, Graciela Ávila Quezada y Orlando Coto Arbelo. “El aguacatero (*Persea americana Mill*)”. *Cultivos Tropicales*, Núm. 2, Vol. 36, abril-junio 2015, La Habana, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, pp. 111-123. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362015000200016&lng=es&tlang=es. (consultado el 12 de enero de 2025).
- Ramírez-Guillermo, Miguel Á., Luz C. Lagunes-Espinoza, Carlos F. Ortiz-García, Osman A. Gutiérrez y Roberto de la Rosa-Santamaría. “Variación morfológica de frutos y semillas de cacao (*Theobroma cacao L.*) de plantaciones en Tabasco”. México. *Revista fitotecnia mexicana*, Núm. 2, Vol. 41, abr.-jun. 2018, pp. 117-125. <https://doi.org/10.35196/rfm.2018.2.117-125> (consultado el 12 de enero de 2025).
- Rodríguez López, Teresita. “Exploración actual sobre el conocimiento y uso de la vainilla (*Vanilla planifolia Andrews*) en las Tierras Bajas Mayas del Norte, Yucatán, México”. *Polibotánica*, Núm. 48, Vol. 24, México, IPN, pp. 169-184. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.48.13> (consultado el 12 de enero de 2025).
- Xingú López, Andrés, Andrés González Huerta, Eulogio de la Cruz Torrez, Dora Ma. Sangerman-Jarquín, Guillermo Orozco de Rosas y Martín Rubí Arriaga. “Chía (*Salvia hispanica L.*) situación actual y tendencias futuras”. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, Núm. 7, Vol. 8, sep.-nov. 2017, pp.1619-1631. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342017000701619&lng=es&tlang=es (consultado el 12 de enero de 2025).

Electrónicas

- ABSCH. Internationally recognized certificate of compliance constituted from information on the permit or its equivalent made available to the access and Benefit-sharing Clearing-House. ABSCH-IRCC-MX-207343-3. <https://absch.cbd.int/en/pdf/ircc-certificate/absPermit/ABSCH-IRCC-MX-207343/3>
- Goyes, David R. *Biopiracy from a green criminological perspective*. Research Gate, Noruega, University of Oslo, 2018. <https://www.researchgate.net/publication>

- tion/327729554_Biopiracy_from_a_green_criminological_perspective (consultado el 6 de enero de 2025).
- Goyes, David R. y Nigel South. "Biopiracy and Bioprospecting". *Elgar Encyclopedia of Environmental Sociology*, 2024. Doi: 10.4337/9781803921044.ch06. (consultado el 6 de enero de 2025).
- MARS. "Mars US Entities Covered Under Privacy Shield Application". <https://rus.mars.com/en/mars-us-entities-covered-under-privacy-shield-application>
- Martínez, Paris. "Pueblo de Oaxaca entregó maíz olotón a empresa de EUA, pero le dan a cambio solo 1% de las ganancias". *Animal Político*, 7 de febrero de 2024. <https://animalpolitico.com/estados/maiz-oloton-biopirateria-oaxaca> (consultado el 2 de febrero de 2025).
- Pankievicz Silva, Vânia Carla, Delaux, Pierre Marc Delaux, Valentina Infante, Hally H. Hirsch, Shanmugam Rajasekar, Pablo Zamora, Dhileepkumar Jayaraman, Claudia Irene Calderon, Alan Bennett, y Jean-Michel Ané. "Nitrogen fixation and mucilage production on maize aerial roots is controlled by aerial root development and border cell functions". *Frontiers in plant science*, Vol. 13, 977056. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.977056> (consultado el 2 de febrero de 2025).
- Rice, W. A. y E. A. Paul. "The acetylene reduction assay for measuring nitrogen fixation in waterlogged soil". *Can. J. Microbiol.*, 1971, pp. 1049-1056. https://www2.nrel.colostate.edu/assets/nrel_files/labs/paul-lab/docs/NREL_Paul_Rice_cjm17.pdf (consultado el 12 de enero de 2025).
- Rural Advanced Foundation International. "President's Message: Pirates and Patents". Biennial report. September 1992 to August 1994. <https://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/report/92-94rafibiennialreport.pdf> (consultado el 7 de enero de 2025).
- Van Deynze, Allen, Pablo Zamora, Pierre-Mac Delaux, Cristobal Heitmann, Dhileepkumar Jayaraman, Shanmugam Rajasekar. "Nitrogen fixation in a landrace of maize is supported by a mucilage-associated diazotrophic microbiota". *PLoS Biol.*, 16(8), 2018. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2006352> (consultado el 2 de febrero de 2025).
- Vincent, Anina. "Access and Benefit Sharing in the Context of Genetic Resources in Digital Era". *Trends in Intellectual Property Research*, 2(1) noviembre 2024. Doi: 10.69971/tipr.2.1.2024.18 (consultado el 6 de enero de 2025).
- Zainol, Zinatul, Latifah Amin, Frank Akpoviri y Rosli Ramli. "Biopiracy and states' sovereignty over their biological resources". *African Journal of Biotechnology*, september 2011, Doi: 10.12395-12408. P.12404 (consultado el 6 de enero de 2025).

Legislación

- Ley de Desarrollo Rural Sustentable, publicada el 7 de diciembre de 2001 en el *Diario Oficial de la Federación*; última reforma publicada el 7 de junio de 2024.
- Ley Federal de Variedades Vegetales, publicado el 25 de octubre de 1996 en el *Diario Oficial de la Federación*; última reforma publicada el 11 de mayo de 2022.
- Organización de Naciones Unidas. Convenio sobre Diversidad Biológica. 1992, <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf> (consultado el 6 de enero de 2025).

Reglamento de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable en Materia de Organismos, Instancias de Representación, Sistemas y Servicios Especializados, publicado el 5 de octubre de 2004 en el *Diario Oficial de la Federación*. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LDRS_MOIRSSE.pdf (consultado el 12 de enero de 2025).

Reglamento de la Ley Federal de Variedades Vegetales, publicado el 24 de septiembre de 1998 en el *Diario Oficial de la Federación*.