

Estudios Sociales

Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional

Volumen 35, Número 65. Enero - Junio 2025
Revista Electrónica. ISSN: 2395-9169

Ensayo

Los alimentos genéticamente modificados en la nueva sociedad del riesgo

Genetically modified foods in the new risk society

DOI: <https://doi.org/10.24836/es.v35i65.1579>
e251579

Lorena Gallardo*

<https://orcid.org/0000-0001-9327-9511>

[lorenamaz@yahoo.com.ar](mailto:lorenamaz@yaho.com.ar)

Fecha de recepción: 12 de septiembre de 2024.

Fecha de aceptación: 09 de marzo de 2025.

*Facultad de Derecho y Ciencias Sociales y Políticas
Universidad Nacional del Nordeste. Argentina
Salta N° 459, 3400, Corrientes, Argentina.

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C.
Hermosillo, Sonora, México.



Resumen

Objetivo: analizar los conceptos inherentes a la denominada “sociedad del riesgo”, y explorar cómo los organismos genéticamente modificados se inscriben dentro de los nuevos riesgos característicos de la era tecnológica actual. Planteamiento: la biotecnología alimentaria moderna, con sus alteraciones en las estructuras genéticas naturales, es considerada una actividad productora de riesgos nuevos e inciertos, difíciles de predecir o medir bajo parámetros tradicionales. El trabajo se enfoca en identificar las causas por las cuales los organismos genéticamente modificados representan un desafío regulatorio y de gestión en la sociedad del riesgo. Abordaje metodológico: el análisis se realiza a través de un enfoque constructivista que considera el riesgo como una construcción social, fundamentado en las teorías de autores como Beck, Luhmann y Giddens. Se exploran aspectos científicos, jurídicos y sociales que permiten enfatizar la naturaleza incierta de los riesgos asociados a los organismos genéticamente modificados. Conclusiones: los organismos genéticamente modificados presentan riesgos difíciles de evaluar mediante los enfoques científicos tradicionales, debido a su naturaleza incierta e indeterminada. Resulta necesario, a efectos de mitigar los riesgos potenciales de los mismos, desarrollar marcos regulatorios más robustos que superen las nociones obsoletas de riesgo previsible y cuantificable, enfocándose en la incertidumbre y en la protección integral de los derechos humanos.

Palabras clave: alimentación contemporánea, OGM, incertidumbre, nuevos riesgos, biotecnología, alimentos.

Abstract

Objective: To analyze the inherent concepts of the so-called "risk society" and explore how genetically modified organisms fit the new risk's characteristic of the current technological era. Approach: Modern food biotechnology, with its alterations in natural genetic structures, is considered a producer of new and uncertain risks that are difficult to predict or measure under traditional parameters. This paper identifies why genetically modified organisms represent a regulatory and management challenge in the risk society. Methodological approach: The analysis adopts a constructivist approach that considers risk as a social construction, grounded on the theories of authors such as Beck, Luhmann and Giddens. Scientific, legal, and social aspects are explored, emphasizing the uncertain nature of the risks associated with genetically modified organisms. Conclusions: Due to their uncertain and indeterminate nature, genetically modified organisms present risks that are difficult to assess by traditional scientific approaches. It is necessary to mitigate the potential risks of genetically modified organisms by developing stronger regulatory frameworks that go beyond obsolete notions of predictable and quantifiable risk, focusing instead on uncertainty and the comprehensive protection of human rights.

Keywords: contemporary food, GMOs, uncertainty, new risks, biotechnology, food

Introducción

El acelerado desarrollo de la ciencia y la tecnología ha propiciado un replanteo del concepto de riesgo, especialmente respecto de ciertas actividades como las derivadas de la biotecnología moderna. Las técnicas de producción de organismos genéticamente modificados (en adelante, OGM) en su actual estado evolutivo, caracterizadas por la alteración a la estructura genética natural de los productos, la limitada experiencia en su producción y el insuficiente tiempo de observación para evaluar los efectos derivados de su consumo, hacen que la incertidumbre e indeterminación de sus riesgos, constituyan características intrínsecas de la actividad. Es decir, consideramos a la biotecnología alimentaria moderna una actividad particularmente propensa a la generación de nuevos riesgos.

Los llamados nuevos riesgos se caracterizan por su carácter de inciertos hasta el momento en que se materializan, a menudo tras períodos de latencia indeterminados, lo que obstaculiza su análisis bajo los parámetros tradicionales del riesgo previsible, cuantificable y calculable. Por lo tanto, se vuelve crucial contemplar y regular estas nuevas actividades y situaciones bajo las actuales concepciones del riesgo, fundamentadas, principalmente, en la indeterminación del conocimiento científico, para enfrentar los desafíos que presentan los OGM en la sociedad actual.

Abordaje metodológico

El ensayo realiza un enfoque teórico y analítico, basándose en la revisión de literatura sobre teorías sociológicas del riesgo y la incertidumbre. Se desarrollan análisis conceptuales de términos clave como riesgo, incertidumbre y nuevos riesgos, a través de un enfoque constructivista que considera al riesgo como una construcción social, con fundamento en las teorías de autores como Ulrich Beck, Luhmann y Giddens.

Se exploran, asimismo, mediante la revisión de fuentes académicas y científicas relacionadas con la biotecnología y, en particular, con su faceta alimentaria, aspectos científicos, jurídicos y sociales que enfatizan la naturaleza incierta de los riesgos asociados a los OGM y se examinan las características específicas de los mismos.

Dado que estos riesgos involucran incertidumbre científica, valores en disputa y decisiones con alto impacto social, el estudio también se inscribe en el marco de la ciencia posnormal, propuesta por Funtowicz y Ravetz. Desde esta perspectiva, se reconoce que la evaluación de los riesgos biotecnológicos trasciende el análisis puramente técnico y requiere la participación de una comunidad ampliada de evaluación, en la que se integran no solo científicos, sino también actores sociales, políticos y jurídicos que inciden en la toma de decisiones. La búsqueda de las fuentes se llevó a cabo, primordialmente, mediante el acceso a bases de datos, repositorios y revistas especializadas en sociología, seguridad alimentaria, derecho y afines; y a través de la determinación de conceptos clave como: OGM, riesgos, sesgos en la investigación, salud humana y alimentos genéticamente modificados.

Para el análisis, se incluyeron artículos que cumplieron con los siguientes criterios de inclusión: estudios científicos primarios o revisiones sistemáticas, estudios basados en ensayos clínicos o toxicológicos, evaluación específica de la seguridad de los OGM en la agricultura y/o producción de alimentos, estudios con resultados concluyentes y no preliminares. Se consideraron investigaciones con diferentes posturas sobre la seguridad de los OGM.

El espacio temporal de las investigaciones consultadas se limitó a una antigüedad de diez años, a excepción de las fuentes clásicas de naturaleza sociológica, y las pesquisas se realizaron tanto en idioma castellano como en inglés.

Al abordar el riesgo desde un paradigma constructivista, el análisis enfatiza la dimensión social y conceptual del fenómeno, lo que, como elección metodológica, presenta ciertas limitaciones, al restringir la consideración de enfoques empíricos que permitan complementar el análisis de la magnitud real de los riesgos asociados a los OGM. Asimismo, el recurso a fuentes secundarias impide la recolección de datos propios que contrasten o complementen los estudios revisados, lo que podría condicionar las conclusiones a los enfoques predominantes en la literatura disponible.

Sobre la incertidumbre

Las actividades vinculadas a la producción y comercialización de OGM, llevan consigo, como característica ineludible, un importante factor de riesgo, constituido por el daño potencial que de su consumo podría derivar, el cual es esencialmente indeterminado y en gran medida no individualizable, de pronóstico incierto y conjetural. Podemos afirmar, en este contexto, que la biotecnología moderna constituye una actividad en la cual reina la incertidumbre. Si bien la noción de riesgo es inseparable de la idea de incertidumbre, existe una diferencia conceptual fundamental entre ambos: su posibilidad de medición. La incertidumbre se considera inmensurable. Se pueden realizar previsiones respecto de la misma, pero ello configura sólo una especulación: “la incertidumbre apunta a lo desconocido” (Chávarro, 2018).

La incertidumbre caracteriza a una situación aleatoria donde los posibles resultados de una acción no son conocidos y, en consecuencia, sus probabilidades de ocurrencia no son medibles. En todo caso, la incertidumbre será gestionable socialmente en la medida que pueda ser definida y expresada en forma de riesgo (Alaminos y Alaminos-Fernández, 2022).

Como explican Yanes-Estévez y Oreja-Rodríguez (2003), a pesar de los innumerables intentos por definir a la incertidumbre, en la generalidad de los casos y con

el objeto de obtener mayores precisiones, se opta por combinar las conceptualizaciones existentes, aunque pertenezcan éstas a distintos ámbitos de estudio, coincidiendo en la premisa central de que la incertidumbre se encuentra estrechamente vinculada a la falta de información sobre acontecimientos futuros del entorno con que el individuo afronta el proceso decisorio.

El concepto de incertidumbre está conformado por tres dimensiones: carencia de información sobre factores ambientales asociados a una situación de toma de decisiones, desconocimiento de los resultados de una decisión específica y la habilidad o inhabilidad para asignar probabilidades sobre el éxito o fracaso de una decisión (Duncan, 1972).

Los nuevos tipos de incertidumbre tienen un impacto en la configuración del mundo y las formas de vida. No constituyen una situación transitoria o superable, sino que forman un componente estructural permanente en la vida social moderna. Davidson destaca que un entorno de verdadera incertidumbre se produce cuando un individuo no puede especificar y/u ordenar un conjunto de proyecciones en relación al futuro, ya sea porque no puede concebir una nómina completa de las consecuencias que ocurrirán, o porque no puede asignar probabilidades a todas las consecuencias porque “la evidencia es insuficiente para establecer una probabilidad” (1991, 134).

En realidad, no estamos en presencia de un no-conocimiento. El hombre moderno cuenta, indudablemente, con un caudal de conocimiento mucho mayor que en otros tiempos, pero lo que se ha modificado es el tipo de conocimiento en cuestión. Nos referimos a un conocimiento que es “de por sí precario en cuanto que es distinto del conocimiento cierto, y el objeto de dicho conocimiento es también incierto” (Beck y Beck Gernsheim, 2003, p. 13).

¿Podría la incertidumbre ser producto de una era que propone el fin del determinismo físico? O quizás el proceso se dé a la inversa: en el ámbito de la física

cuántica, cuando Heisenberg formuló el principio de incertidumbre, “marcó el final del sueño de una teoría de la ciencia cuyo modelo sería un modelo totalmente determinista del universo” (Vignale, 2019, Principio de incertidumbre, párrafo 1).

El concepto de riesgo

Los riesgos no pueden ser definidos de una vez y para siempre, ya que su valoración implica un proceso continuo de descubrimiento y resignificación (Vallejos-Romero, Mayorga-Rojel, Garrido y Boso, 2022). No obstante, adoptamos para el desarrollo de este trabajo un concepto de riesgo que no es sinónimo de simple amenaza o peligro, sino que refiere a peligros que se analizan activamente en relación con posibilidades futuras.¹ Los orígenes del término riesgo son inciertos. Se cree que éste pudo estar relacionado con la antigua navegación mercante, siendo adoptado por los marineros españoles, particularmente andaluces, en referencia a las vicisitudes transcurridas durante los recorridos por el océano (Jerez- Ramírez, 2023). Para Carr e Ibarra (2009), el término es acuñado en las ciudades de la costa italiana ya alrededor de los Siglos XII y XIII.

Giddens (2000) sostiene que la idea de riesgo no existía en la Edad Media, haciendo su aparición recién en los siglos XVI y XVII cuando exploradores occidentales realizaban sus viajes. Enseña el autor que la expresión derivaría de la lengua española o portuguesa, idiomas en los que se habría utilizado para hacer referencia a la navegación en aguas desconocidas.

Luhmann (2006), por su parte, halla la génesis del riesgo en el período de transición entre la Edad Media y la Modernidad. Esta expresión aparece ya en algunos escritos medievales, pero es recién con el surgimiento de la imprenta que se habría extendido a Italia y España. Posteriormente, la palabra riesgo se trasladó al ámbito financiero,

¹ Así lo acepta Douglas (1996, p.74), sosteniendo que “una gran parte del análisis del riesgo está relacionado con el intento de convertir las incertidumbres en probabilidades”.

indicando el cálculo de las consecuencias probables de las decisiones inversoras. Para Beck (2013), el concepto de riesgo ingresa en escena cuando la confianza en la seguridad se diluye, y deja de tener relevancia cuando la, hasta ese momento potencial calamidad, finalmente ocurre. En base a esta concepción, ubica al riesgo en un estado intermedio entre seguridad y destrucción. El riesgo no es equivalente a catástrofe, sino que amenaza con ella (Giusso, 2023).

Se reconocen distintas tipologías de riesgo: el *externo*, dado por las sujeciones de la tradición o de la naturaleza (riesgo característico de la sociedad industrial tradicional); y el manufacturado, consistente en el riesgo creado por el impacto del conocimiento y respecto del cual, según Giddens, no existe suficiente experiencia histórica (2000). En la actualidad, se han invertido las posiciones, existiendo un indudable predominio del riesgo manufacturado por sobre el riesgo externo.

Por su parte, los riesgos tradicionales son fruto de la actividad individual, y su efecto es temporario. Son riesgos considerados voluntarios y la contrapartida de una ganancia. En cambio, los riesgos del estado industrial de bienestar son producto de la vida social y, por lo tanto, considerados colectivos. Han dado surgimiento al sistema de los seguros (pasando la seguridad social a ser un problema de todos), obligando al Estado a generar normas apropiadas para minimizar la incertidumbre social (Bechmann, 2009).

Luhmann (2006) contempla al riesgo desde una doble perspectiva: el riesgo - seguridad, y el riesgo -peligro.

En cuanto a la primera, el autor plantea a la seguridad como una variable, como un concepto vacío, correlato del riesgo que permite reflexionar sobre el mismo. El concepto de seguridad es una mera ficción social, siendo imposible alcanzar un estado de seguridad absoluta. Constituye éste un esquema de observación que permite calcular las decisiones bajo el punto de vista de su riesgo. Pero concluye que, en realidad, todas las alternativas

del abanico decisional serían riesgosas dado que “sigue siendo insegura la cuestión de si dejar pasar la oportunidad, renunciar a ella, hace o no que se pierda algo” (p. 66).

Respecto al riesgo-peligro, se parte de la existencia de incertidumbre en cuanto a daños futuros, existiendo en este contexto dos posibilidades: que el daño sea considerado consecuencia de una decisión, en cuyo caso nos encontraremos en presencia de un *riesgo* (o *riesgo de la decisión*); o que el mismo se considere provocado externamente, por el entorno, supuesto en el cual hablaremos de *peligro*.

No existe conducta libre de riesgo, por lo tanto, no existe decisión que no lo genere. Y si, coincidiendo con Luhmann, entendiéramos que “en el mundo moderno también no decidir constituye una decisión” (2006, p. 74), concluiríamos que el riesgo es inherente a toda acción u omisión, es decir, se encuentra latente en la vida de todo sujeto. Es por este motivo que ni mayores investigaciones ni conocimientos más profundos permitirían un tránsito del riesgo a la plena seguridad, dado que, a mayor conocimiento, también mayor conciencia del riesgo, y consecuentemente mayor incertidumbre y mayor riesgo.

Por nuestra parte, consideramos que el riesgo constituye una idea compleja que debe ser analizada no solo desde su dimensión jurídica, sino también como fenómeno social.

El riesgo en su dimensión social

“La modernidad es una cultura del riesgo” (Giddens, 1995, p. 12). Los riesgos indican la probabilidad de que ocurran ciertos eventos y procesos en el futuro, trayendo a la actualidad una situación que aún no se ha materializado. En este trabajo adoptamos el paradigma constructivista que concibe al riesgo como un constructo social, es decir, consideramos que el riesgo no es una realidad dada, sino que está determinado por su valoración por parte de la sociedad (Lupton, 2023).

Es esta es una cuestión que va más allá del alcance de una sola disciplina, ya que involucra diversos bienes jurídicos como la seguridad, la salud, el ambiente, entre otros. “Los nuevos riesgos son híbridos”, señala Muñoz Moore (2021, p. 66), dado que constituyen el resultante de decisiones humanas en las que se combinan desde la política, hasta las percepciones culturales, atravesando la economía, el derecho, las matemáticas, los medios de comunicación, las tecnologías, etc. Por este motivo, el concepto de riesgo es especialmente relevante en la actualidad, tanto en el ámbito de la técnica y de lo jurídico, como de lo humano.

La idea de riesgo se entiende como un estado intermedio particular entre la seguridad y la destrucción, y está determinada por los estándares culturales de lo que se considera una vida tolerable. Esto implica que los riesgos involucran una relación que integra el saber técnico con las percepciones y normas culturales (Cohen, 2017). En este sentido, resulta relevante señalar el rol fundamental de los medios de comunicación en la construcción y moldeado de las realidades de las sociedades, definiendo la percepción, caracterización y legitimación (o no) de los riesgos.

La idea de amenaza e inseguridad es inherente a la humanidad desde sus albores. En la Edad Media, por ejemplo, las enfermedades y plagas, las guerras y conflictos, las hambrunas, las precarias condiciones sanitarias, generaban una amenaza para los pueblos posiblemente más atroz que aquellas que las sociedades actuales enfrentan. Pero el discurso social del riesgo convive históricamente en permanente conflicto con el discurso del progreso, lo que Beck (2008) denomina “las dos caras del riesgo” (p. 20).

Alrededor de los Siglos XIII y XIV en la Europa Mediterránea, se generaliza el denominado cálculo racional del riesgo, el que comienza a brindar una seguridad socialmente construida a las actividades peligrosas, de manera que éstas pudiesen ofrecer rentabilidad en términos económicos. Con Kaufmann (1992, como se citó en Bechmann,

2009), entendemos que el debate social sobre el problema del peligro que la sociedad se genera a sí misma, debe darse sobre tres ejes: en primer lugar, se deben considerar las consecuencias derivadas del uso de las tecnologías avanzadas y su alto potencial para producir catástrofes devastadoras. Una característica de estas tecnologías es que el control total no es posible: los accidentes nunca pueden descartarse del todo. En este contexto, nos encontramos ante la problemática social de *aceptación* de posibles catástrofes artificiales y de la evaluación del grado de riesgo que la sociedad está dispuesta a asumir como aceptable.

En segundo lugar, se presenta la discusión enfocada hacia las intenciones y las consecuencias de las acciones tecnológicas. Es decir, que el propósito inicial de la tecnología se vea superado por sus efectos secundarios.

El tercer eje de análisis aparece en las consecuencias de las acciones diarias. Una de las características de varios de los peligros que surgen de los actos cotidianos radica en el largo intervalo de tiempo entre la acción y el resultado dañoso (es el caso del daño ecológico a largo plazo derivado de pequeños actos cotidianos).

El riesgo ante el fenómeno de la tecnología. Los nuevos riesgos

“Todo el mundo reconoce ahora el carácter esencialmente variable de la ciencia” (Giddens, 2000, p. 16). Coincidimos con Giddens en que el desarrollo de la ciencia y la técnica en la modernidad reducen ciertos riesgos existentes pero, a su vez, nuevos riesgos son introducidos como producto del desarrollo de nuevas actividades².

En el riesgo “tradicional”, a diferencia de la incertidumbre, sí es viable establecer cuáles son las opciones posibles y determinar las probabilidades de cada una de ellas. El riesgo se evalúa y se gestiona analizando las probabilidades de cada una de esas opciones

² En igual sentido Douglas (1996) expresa que “el desarrollo industrial jamás elimina del todo los peligros; al excluir una fuente de peligro introduce otra” (p. 45).

posibles. En suma, la diferencia entre riesgo e incertidumbre no reside en las chances de control sobre el resultado, sino en la oportunidad de conocer todas las opciones posibles y sus probabilidades (riesgo), o no (incertidumbre). Pero, resulta innegable que el desenfrenado desarrollo que han sufrido la ciencia y la técnica en los últimos tiempos, ha traído aparejado el surgimiento de riesgos con características propias. “Nuestra era no es más peligrosa (...) que las de generaciones anteriores, pero el balance de riesgos (...) ha cambiado. Vivimos en un mundo donde los peligros creados por nosotros mismos son tan amenazadores, o más, que los que proceden del exterior” (Giddens, 2000, p. 47).

En las nuevas situaciones de riesgo las consecuencias de los daños son ilimitadas en el tiempo y en el espacio. Los efectos dañosos desconocen fronteras y dejan su marca a través del tiempo. El importante número de variables presentes y sus interrelaciones en la producción de este fenómeno (lo que dificulta en la mayoría de los casos la identificación de una sola causa) hace que los daños encuentren su origen en causas colectivas.

Los nuevos riesgos son abstractos, se llegan a conocer (como ya anticipamos) a través de los medios de comunicación con base en pruebas y mediciones científicas, aunque no presentan la posibilidad de ser verificados por parte de la sociedad misma. Es decir, se experimentan a través de la comunicación social. Ello trae como consecuencia el fenómeno de una creciente pérdida de la *soberanía cognitiva* por parte de la sociedad, la cual, ante la imposibilidad de anticipar los riesgos inherentes al desarrollo productivo y tecnológico a gran escala, “cede involuntariamente su capacidad de percepción a expertos, gobiernos y medios de comunicación” (García-Farjat y Goycolea, 2021, p. 57).

En este contexto, es posible afirmar que uno de los grandes conflictos que se presentan en la actualidad es la imposibilidad de cuantificar estos nuevos riesgos vinculados al desarrollo científico y tecnológico, dado que los mismos a menudo son

invisibles, impredecibles e imperceptibles para los futuros afectados, y ello dificulta en gran medida la reconstrucción de las cadenas causales (Muñoz Moore, 2021). En considerable parte de los casos, la tecnología moderna permite detectar sus riesgos solo cuando los mismos ya han sido introducidos, y no existe manera de controlar su producción, sino solo la tentativa de minimizar sus consecuencias (Tronto, 2020). Es por esta razón que, en los tiempos que corren, se hizo necesaria una nueva construcción del riesgo, que acerca este concepto cada vez más al de la clásica idea de incertidumbre: el *riesgo incierto*.

La diferencia decisiva entre los riesgos tradicionales y los derivados de los tiempos contemporáneos, reside en que los riesgos que proceden de las tecnologías actuales y del fenómeno de la industria, constituyen el resultado de decisiones conscientes, fruto de la unión del saber técnico y el cálculo económico, determinados por intereses particulares y por la consideración de que el riesgo es la consecuencia inevitable del progreso. Concretamente, son riesgos producidos por la propia sociedad, riesgos que se presentan a través de mecanismos pacíficos, y en nombre de la ciencia y el progreso, gozan de la protección de los Estados (Beck, 2008).

Estos nuevos riesgos se han extendido de manera inconmensurable, poniendo en peligro a “todo el colectivo social sin distinción fronteriza” (García Farjat y Goycolea, 2021). El estado de inquietud causado por la amenaza y el peligro impregna el día a día con un sentimiento de desconfianza. Las certezas se desmoronan, generando angustia, miedo y ansiedad, y cuando ello se combina con vulnerabilidades económicas, de salud y sociales, se amplifica el impacto de las catástrofes en la población, afectando especialmente a los sectores de menores recursos (Cohen, 2020).

Surge en este contexto la “ciencia posnormal”, la que propone un nuevo modelo de ciencia que parte de reconocer que el conocimiento científico actual no permite una

predicción absoluta ni un control total sobre las consecuencias futuras de determinadas acciones y hechos, ya que el clásico experimento en condiciones controladas es sustituido por una nueva tipología de experimentos que, por obra de prácticas tecnológicas, se caracterizan por ejecutarse a gran escala, siendo el laboratorio reemplazado por comunidades y regiones, y donde el estímulo no admite ser detenido a discreción. Es, por ello, una ciencia que se ve obligada a enfrentar muchas incertidumbres (Funtowicz y Ravetz, 2000).

La ciencia posnormal se desarrolla en contraste a la ciencia entendida como “normal” por Thomas Kuhn, y se asienta sobre cuatro pilares básicos: los hechos son inciertos, existen valores en disputa, se ponen en juego bienes jurídicos de gran relevancia y se requiere la toma de decisiones urgentes (Funtowicz e Hidalgo, 2023).

En esta realidad compleja, la necesidad de dominar estas incertidumbres y de tomar decisiones, hace que la verdad científica sea sustituida por la calidad del conocimiento, la que requiere la intervención de una comunidad de pares amplia, extendida, con multiplicidad de perspectivas, reconociéndose al conocimiento generado fuera del ámbito científico como equivalente en valor. Por su parte, las corrientes que entienden que no existe una mayor exposición a los riesgos por parte de las sociedades contemporáneas en comparación a las sociedades precedentes, si bien reconocen la existencia de nuevos riesgos en la actualidad, sostienen que los mismos resultan sensiblemente menores que en otros tiempos a causa de la gran cantidad de mecanismos institucionales implementados para la prevención; y apoyan sus argumentos en índices como los de longevidad o de nivel de desarrollo humano de las sociedades actuales (Gil Calvo, 1999).

Admiten, sin embargo, que sí se percibe un incremento en la *preocupación* de la sociedad respecto del fenómeno del riesgo, una sensación que podría no tener vinculación

directa con la existencia real del mismo, y que se debe, entre otros factores, a un efecto mediático-amarillista causado por la prensa (ibidem).

Sobre los OGM

La biotecnología se define como una tecnología basada en la biología que utiliza organismos o sus partes para fabricar o modificar productos, o mejorar las características de plantas, animales y microorganismos según las necesidades de los seres humanos (Nguyen y Ly, 2019). Este proceso implica modificar organismos o sistemas biológicos para un propósito específico, con aplicaciones que abarcan desde la agricultura hasta la creación de productos farmacéuticos (Cummings, Volk, Ulanova, Lam y Ng, 2021), demostrando su versatilidad y relevancia en múltiples sectores.

Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), se define como “la aplicación de la Ciencia y la Tecnología a los organismos vivos, así como a sus partes, productos y a los modelos de éstos, para alterar materiales vivos o no vivos con objeto de producir conocimiento, bienes y servicios” (OECD, 2005, p. 8). De manera similar, el Convenio sobre Diversidad Biológica de 1992 la describe como "toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos" (artículo 2), destacando su capacidad para modificar productos y procesos a través de la utilización de organismos y sistemas biológicos.

Es decir, esta rama de la ciencia consiste en la utilización de agentes biológicos con la finalidad de intervenir en la estructura genética natural de diversos organismos, con el propósito de obtener características deseadas en posteriores generaciones de los mismos. A pesar de que la biotecnología opera en diversos campos y con múltiples finalidades, como son la investigación fundamental (conocimiento de los mecanismos fisiológicos, secuencias de los genomas, etc.), la agricultura (ganadería, grandes cultivos, flores,

árboles, peces), la industria farmacéutica (proteínas terapéuticas, vacunas, etc.), la industria alimentaria (gusto, conservación, etc.), la industria química (aceites, plásticos, etc.) o la descontaminación (hidrocarburos, suelos) , nos interesa indagar en este trabajo acerca de las consecuencias que la actividad biotecnológica agroalimentaria presenta, fundamentalmente, en la salud de los consumidores y, por extensión, su impacto en el campo jurídico.

OGM y riesgo

Si bien este artículo hace hincapié en los potenciales riesgos para la salud que podrían derivar para los consumidores de OGM, resulta importante enfatizar que, cuando se analizan los riesgos en el campo del vegetal genéticamente modificado (alimentos que se producen saltándose las barreras naturales entre especies), no pueden soslayarse los riesgos vinculados a la interacción de la planta con el ecosistema donde se desarrolla. Por ejemplo, la manipulación genética del vegetal puede producir la generación de cambios fenotípicos no deseados e impredecibles, diversos de aquellos derivados de las cruces espontáneas entre especies emparentadas o entre variedades de una misma especie, provocando que los transgenes puedan terminar insertados en distintas variedades nativas, produciéndose la diseminación de especies portadoras de estos caracteres no intencionados. En este contexto, existe también el riesgo de que se modifiquen los procesos evolutivos y, en concreto, se produzca la pérdida de diversidad genética que diferencia a las especies nativas de las modificadas, haciendo que la diversidad heredada de innumerables generaciones anteriores se vea alterada de manera irreversible (Trejo-Pastor et al., 2021).

Es esta una tecnología cuyas consecuencias la ciencia discute y aún no ha podido determinar de manera certera, lo cual resulta especialmente preocupante si consideramos que el producto obtenido a través del mismo llega actualmente a la mesa de miles de

consumidores en todo el mundo (Gallardo, 2020). Como explican Gómez-Camponovo y Fernández (2020), dada la naturaleza de la evidencia disponible (la que surge, mayoritariamente, de ensayos in vitro o en laboratorio con animales) existen muchas incertezas, lo que dificulta extrapolar los hallazgos a la población humana.

Bergel sostiene que la incertidumbre en los resultados conforma el elemento distintivo de la producción de OGM en el campo alimentario (2015). No obstante, la postura científica de los defensores de estas tecnologías hace que el fenómeno presente oscilaciones entre la incertidumbre y el riesgo. Ciertos efectos de estas actividades han sido aparentemente identificados y clasificados como inocuos por estos sectores. Pizan-Marquina (2022), por ejemplo, explica que los cultivos transgénicos aportan múltiples ventajas a la agricultura, ya que la incorporación de genes de otras especies les permite enfrentar diversos desafíos. Entre los principales problemas que afectan la producción agrícola están las plagas y enfermedades, responsables de grandes pérdidas económicas; sin embargo, la modificación genética, como la inclusión del gen OXDC Flammulina en el maíz, ha permitido crear variedades resistentes. De igual manera, la tolerancia a la sequía se ha mejorado con la introducción de genes de metalotioneína en cultivos como el garbanzo; los suelos con bajos niveles de nitrógeno que afectan el crecimiento vegetal, pueden revertir su amenaza a los cultivos mediante la optimización de la proteína MdPRP, favoreciendo el desarrollo radicular, como ocurre en el manzano transgénico; y la contaminación de los suelos por metales pesados, puede ser reducida. Da cuenta el referido autor de que, hasta la fecha, no se han documentado casos de enfermedades vinculadas al consumo de transgénicos.

Empero, este tipo de evaluaciones no necesariamente refleja con precisión la realidad de los impactos³ asociados al consumo de estos organismos (Fonseca-Benvenuto, Venter, Bedin-Zanatta, Onofre-Nodari y Agapito-Tenfen, 2022).

Es así que, considerando los potenciales daños derivados de este tipo de actividad (basada en la manipulación genética entre especies que son naturalmente incompatibles), caracterizados por su indeterminación (teniendo en cuenta la complejidad de los ecosistemas, así como los altos costos y la dificultad del monitoreo de los OGM, podría llevar años demostrar sus efectos) y, consecuentemente, por su imposibilidad de ser cuantificados, entendemos que, siguiendo las corrientes sociológicas modernas, las consecuencias de la producción y consumo de OGM se encuadran dentro de la categoría específica de nuevos riesgos.

Consideramos a los nuevos riesgos como un peligro o amenaza inherente al sistema tecnológico industrial global y, en este sentido, somos conscientes de que el riesgo cero no existe, y menos aun en ciertas actividades y productos característicos de estos tiempos, como la producción y consumo de OGM. Y es así que, si bien el discurso público y científico así lo sostienen, ya no se trata de optar entre alternativas seguras y arriesgadas, sino entre una serie de alternativas arriesgadas. Se presenta, concretamente, el fenómeno de competencia entre riesgos con el objeto de definir cuál resulta el “menos malo” de todos (Beck, 2013).

Entendemos que la incertidumbre asociada a esta actividad se ve agravada por la aplicación del Principio de Equivalencia Sustancial en ciertos países, principales productores y exportadores de estos organismos, como Estados Unidos, Canadá y Argentina.

³ En el ámbito de la salud humana, se señalan como potenciales peligros la posibilidad de generación de efectos genotóxicos y citotóxicos no deseados, como genes resistentes a antibióticos, alergenicidad, alteración hormonal, efectos hematológicos e incluso la muerte (Al-Eitan y Alnemri, 2022).

El concepto de Equivalencia Sustancial (según la OCDE, la FAO y la OMS) supone que, si un alimento o componente alimenticio nuevo es sustancialmente equivalente a un alimento o componente alimenticio ya existente, puede ser tratado de la misma manera con respecto a la seguridad. Es decir, el resultado de la operatividad de este principio, cuando es positivo, equipara productos de origen agropecuario tradicional a los modificados genéticamente, al confirmar que estos últimos no comportan ningún riesgo adverso adicional.

La operatividad de este principio ha resultado el fundamento de los sectores interesados en la oposición, por ejemplo, a un etiquetado especial para alimentos modificados genéticamente, o sus derivados (Soares, 2023); y se ha convertido en la base rectora de los experimentos receptados por gran parte de la literatura científica disponible, según las afirmaciones de Gómez-Camponovo y Fernández (2020), quienes llevaron a cabo una revisión sistemática de 118 estudios científicos sobre evidencias epidemiológicas, analizando la posible relación entre el consumo de alimentos genéticamente modificados (particularmente aquellos con resistencia a insectos plaga mediante la incorporación de proteínas Cry derivadas de *Bacillus thuringiensis*) y posibles efectos adversos en la salud humana.

Sin embargo, se alega la ineffectividad del Principio de Equivalencia Sustancial para determinar de manera suficiente y acabada el carácter de inocuos de los OGM (Fonseca Benevenuto et al., 2022). En el caso del mal de la Encefalopatía Espongiforme Bovina, las proteínas infecciosas habrían sido idénticas en su secuencia de aminoácidos a las no patológicas, variando sólo en su disposición espacial. Según el Principio de Equivalencia Sustancial, en este caso, un organismo infectado sería idéntico a un organismo sano (Gallardo, 2017). Con sustento en este principio, los beneficiarios de la producción de OGM fundamentan que estos organismos son inocuos para la salud, argumentando la

inexistencia de evidencias de riesgo ambiental o de riesgos para la salud humana o animal (Hoehnel, Zannini, y Arendt, 2022).

Sin embargo, este argumento deja planteado un escenario de respetables dudas sobre la solidez y la seriedad de las investigaciones realizadas y sus resultados, ya que la ausencia de evidencia nunca puede ser utilizada como evidencia de ausencia: “la ausencia de receptores específicos en mamíferos no puede ser uno de los principales argumentos para descartar la toxicidad para la salud humana” (Gómez-Camponovo y Fernández, 2020, sección de Discusión, párrafo 2). Esta falta de pruebas puede deberse tanto a la realización de análisis exhaustivos como a la insuficiencia de los estudios llevados a cabo.

En otras palabras, la carencia de estudios rigurosos, imparciales y honestos en este ámbito⁴, junto con procedimientos de autorización que podrían considerarse sesgados o alineados con los intereses corporativos, impiden una afirmación seria y creíble de la ausencia de riesgos asociados a los OGM. Esto, a su vez, genera un clima de incertidumbre y desconfianza social hacia estas prácticas.

Es este un claro ejemplo de las deficiencias estructurales que presenta el sistema de evaluación de estos organismos, evidenciándose la necesidad de adoptar procedimientos más prudentes y ajustados a la incertidumbre. En este sentido, el Principio de Precaución asume un rol fundamental, al constituirse como una acción cautelar frente a la sospecha científicamente sustentada de que una actividad puede generar un daño grave a la salud o al medio ambiente.

⁴ Cuhra (2015) identifica una amplia participación industrial en estudios sobre cultivos tolerantes al glifosato y destacó deficiencias metodológicas en los trabajos financiados por la industria. Guillemaud, Lombaert y Bourguet (2016) presentaron evidencia cuantitativa de estudios sobre cultivos Bt: el 40% de esos estudios evidenciaban conflictos de interés, con una frecuencia un 50% mayor de resultados favorables a la industria cuando dichos conflictos estaban presentes. Krimsky (2015) sostiene que los intereses corporativos podrían distorsionar las investigaciones sobre los efectos en la salud de los OGM, mientras que Lotter (2009) examinó cómo los mecanismos de financiación pueden socavar la integridad de la investigación mediante protocolos deficientes. Novotny (2018) vinculó aún más los lazos industriales con los resultados favorables de los estudios y la posible influencia regulatoria.

Evaluación de la seguridad y regulaciones internacionales

Si bien la incertidumbre y la dificultad de evaluar los efectos a largo plazo de los OGM han sido señaladas como elementos centrales del debate, es importante considerar que existen protocolos técnicos y marcos regulatorios desarrollados por organismos internacionales que han establecido metodologías específicas para la evaluación de su seguridad.

A efectos de brindar un paneo general sobre los principios receptados por la comunidad internacional, resulta necesario referir, en primer lugar, al Convenio sobre la Diversidad Biológica, aprobado el 5 de junio de 1992 en el marco de la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Define a la biotecnología y establece en su Art. 19, donde regula específicamente los aspectos vinculados a esta actividad, la necesidad de establecer un Protocolo de procedimientos adecuados en la esfera de la transferencia, manipulación y utilización de OGM. Asimismo, establece la obligación de los países productores de brindar toda información acerca del uso, seguridad y posibles efectos adversos vinculados a los OGM a aquellos Estados donde estos vayan a ser liberados.

Otra importante secuela de la reunión celebrada en Río de Janeiro, Brasil, del 3 al 14 de junio de 1992, fue la Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo. La misma tiene como logro principal dentro del ámbito que nos ocupa y dentro de su Principio 15, la consagración expresa del Principio de Precaución.

El Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica, por su parte, se aplica a todos los organismos vivos modificados que puedan tener efectos adversos sobre la diversidad biológica y la salud humana, estableciendo en su Art. 15 que las evaluaciones del riesgo deben llevarse a cabo mediante

procedimientos científicos sólidos con la finalidad de determinar y evaluar posibles efectos adversos de los OGM. Establece los requisitos que debe cumplir el etiquetado de los organismos vivos modificados objeto de movimientos transfronterizos intencionales, según estén destinados a uso directo como alimento humano o animal, a uso confinado o a su introducción intencional en el medio ambiente (Art. 18); y, además, establece un mecanismo común de evaluación del riesgo, entre otras disposiciones.

Por su parte, el Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, redactado en armonía con el Convenio sobre la Diversidad Biológica, “tiene por objetivo la conservación y la utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura como base de una agricultura sostenible y de la seguridad alimentaria”.

En cuanto a la evaluación del riesgo, la comercialización de alimentos o piensos modificados genéticamente requiere una autorización que se obtiene a posteriori de la realización de un proceso de evaluación que en la Unión Europea lleva a cabo la AESA (Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria).

Estados Unidos no cuenta con un proceso obligatorio de evaluación de seguridad de alimentos modificados genéticamente. El sometimiento de los mismos a la autoridad de la FDA previamente a su comercialización se realiza de manera voluntaria por el productor (FDA, 2024), y la entidad se limita a realizar la evaluación únicamente de los datos que el mismo decida proveerle. Es decir, las compañías pueden colocar OGM en el mercado, sin siquiera notificar a la FDA, bajo su responsabilidad ante la producción de daños a los consumidores. En 2024, la FDA junto con la Agencia de Protección Ambiental (EPA) y el Departamento de Agricultura (USDA), ha desarrollado un plan para actualizar y aclarar las regulaciones relacionadas con los productos biotecnológicos.

El plan identifica cinco áreas principales de regulación: plantas modificadas, animales modificados, microorganismos modificados, medicamentos humanos y dispositivos médicos, y cuestiones intersectoriales. Las agencias tienen la intención de clarificar y agilizar la supervisión regulatoria de estos productos, actualizar el intercambio de información y emprender proyectos piloto para mejorar la comunicación y coordinación en la supervisión de microorganismos modificados (EPA, 024).

Conclusiones

La discusión en torno a las actividades de la biotecnología moderna relacionadas con la producción de vegetales modificados genéticamente, trasciende las fronteras de la ciencia moderna, poniendo en cuestión sus propios fundamentos. La presencia de un significativo factor de riesgo incierto inherente a la actividad, que se caracteriza por un daño potencial que es esencialmente indeterminado, en gran medida no individualizable, y susceptible de provocar desastres de considerables dimensiones, evidencia las limitaciones de los sistemas tradicionales de evaluación del riesgo, basados en las obsoletas nociones de riesgo previsible, calculable y cuantificable, y reconoce la urgencia de un cambio sistémico.

En este marco, la ciencia posnormal, que reconoce que el conocimiento científico actual no puede predecir ni controlar las consecuencias futuras de determinadas actividades, se presenta como un enfoque epistémico alternativo, reivindicando la pluralidad de saberes y promoviendo la participación de diversos sectores de la sociedad en la evaluación de la calidad del conocimiento.

En este sentido, concluimos que resulta necesario contemplar y regular estas nuevas situaciones mediante un enfoque que considere las actuales construcciones del concepto de riesgo, creando espacios donde diversos actores sociales y pluralidad de conocimientos puedan participar de los procesos de evaluación de estas nuevas tecnologías alimentarias.

Esto permitiría avanzar hacia sistemas de producción más democráticos y reflexivos que propongan nuevos mecanismos para gobernar y habitar la incertidumbre, en un marco de respeto a los derechos humanos más fundamentales, como el derecho a la salud, a una alimentación adecuada y a la información.

Referencias bibliográficas

- Alaminos, A. y Alaminos-Fernández, P. (2022). L'incertezza europea in tempi di pandemia. Tra la salute e l'economia. *Società Mutamento Politica*, 13(25), 9-21. doi: <https://doi.org/10.36253/smp-14256>
- Al-Eitan, L. y Alnemri, M. (2022). Biosafety and biosecurity in the era of biotechnology: The Middle East region. *Journal of Biosafety and Biosecurity*, 4(2), 130-145, <https://doi.org/10.1016/j.jobbb.2022.11.002>
- Bechmann, G. (2009). Riesgo y sociedad post-moderna. En J. L. Luján y J. Echeverría, J. (Eds.), *Gobernar los riesgos. Ciencia y valores en la sociedad del riesgo* (pp. 17-34). Madrid: Biblioteca Nueva.
- Beck, U. y Beck-Gernsheim, E. (2003). *La individualización. El individualismo institucionalizado y sus consecuencias sociales y políticas*. Barcelona: Paidós.
- Beck, U. (2008). *La sociedad del riesgo del riesgo mundial. En busca de la seguridad perdida*. Barcelona: Paidós Ibérica.
- Bergel, D. (2015). La responsabilidad civil derivada de los cultivos y productos transgénicos. En F. A. Trigo Represas y M. I. Benavente (Dirs.), *Reparación de daños a la persona* (Vol. III). Buenos Aires: La Ley.
- Carr, S. e Ibarra, A. (2009). Las construcciones del riesgo. En J. L. Luján, y J. Echeverría, (Eds.), *Gobernar los riesgos. Ciencia y valores en la sociedad del riesgo* (pp. 51-72). Madrid: Biblioteca Nueva.
- Chávarro, L. A. (2018). Riesgo e incertidumbre como características de la sociedad actual: ideas, percepciones y representaciones. *Revista Reflexiones*, 97(1), 65-75. Recuperado de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/reflexiones/article/view/31400/32761>
- Cohen, M. A. (2017). Riesgo ambiental: la aportación de Ulrich Beck. *Acta sociológica*, 73, 171-194, <https://www.revistas.unam.mx/index.php/ras/article/view/61058>
- Cohen, M. A. (2020). Riesgo, depredación y enfermedad: Covid-19. *Sociológica (México)*, 35(100), 15-44. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-01732020000200015&lng=es&tlng=es
- Convenio sobre Diversidad Biológica. (1992). *Artículo 2º*. Recuperado de <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>
- Cuhra, M. (2015). Review of GMO safety assessment studies: glyphosate residues in Roundup Ready crops is an ignored issue. *Environmental Sciences Europe*, 27, 1-14, doi: <https://doi.org/10.1186/s12302-015-0052-7>
- Cummings, C. L., Volk, K. M., Ulanova, A. A., Lam, D. T. y Ng, P. R. (2021). Emerging Biosecurity Threats and Responses: A Review of Published and Gray Literature. En B. D. Trump, M. V. Florin, E. Perkins e I. Linkov (Eds.) *Emerging Threats of Synthetic Biology and Biotechnology*. NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security (pp. 13-36). Países Bajos: Springer.
- Davidson, P. (1991). Is Probability Theory Relevant for Uncertainty? A Post Keynesian Perspective. *The Journal of Economic Perspectives*, 5(1), 129-143. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/1942706>
- Douglas, M. (1996). *La aceptabilidad del riesgo según las ciencias sociales*. Barcelona: Paidós Ibérica.
- Duncan, R. (1972). Characteristics of Organizational Environments and Perceived Environmental Uncertainty. *Administrative Science Quarterly*, 17(3), 318-319, doi: <https://doi.org/10.2307/2392145>
- EPA Press Office. (2024). EPA, FDA and USDA Issues Updates to the Joint Regulatory Plan for Biotechnology. *U.S. Environmental Protection Agency*. Recuperado de <https://www.epa.gov/newsreleases/epa-fda-and-usda-issues-updates-joint-regulatory-plan-biotechnology>

- Fonseca-Benvenuto, R., Venter, H., Bedin-Zanatta, C., Onofre-Nodari, R., Agapito-Tenfen, S. (2022). Alterations in genetically modified crops assessed by omics studies: Systematic review and meta-analysis. *Trends in Food Science & Technology*, 120, 323-337, doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.01.002>
- Funtowicz, S. y Ravetz, J. (2000). *La ciencia posnormal. Ciencia con la gente*. Barcelona: Icaria Antrazyt.
- Funtowicz, S. e Hidalgo, C. (2023). Epistemología política: ciencia con la gente. *Revista CTS*, 19(55), 215-228, doi: <https://doi.org/10.52712/issn.1850-0013-454>
- Gallardo, L. (2017). La seguridad de los organismos modificados genéticamente en el ámbito alimentario. Principios fundamentales. *Ars Iuris Salmanticensis*, 5(1), 163-187. Recuperado de <https://revistas.usal.es/cuatro/index.php/ais/article/view/16885/17496>
- Gallardo, L. (2020). La biotecnología alimentaria: mitos, realidades y derecho. En De Bianchetti, A. (Comp.), *XVI Jornadas y VI Internacional de Comunicaciones Científicas de la Facultad de Derecho y Ciencias Sociales y Políticas UNNE*, 259-261. Corrientes, Moglia Ediciones. https://repositorio.unne.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/29670/RIUNNE_FDCSP_AC_Gallardo_L.pdf?sequence=1
- García-Farjat, M. J. y Goycolea, W. G. (2021). Riesgo, comunicación y globalización del riesgo en tiempos de pandemia. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad-CTS*, 16, 55-65. Recuperado de <https://ojs.revistacts.net/index.php/CTS/article/view/201>
- Giddens, A. (1995). *Modernidad e identidad del yo. El yo y la sociedad en la época contemporánea*. Barcelona: Ed. Península.
- Giddens, A. (2000). *Un mundo desbocado. Los efectos de la globalización en nuestras vidas*. Madrid: Grupo Santillana.
- Gil-Calvo, E. (1999). Desinstitucionalización. En R. Ramos-Torre y F. García Selgas (Eds.), *Globalización, riesgo, reflexividad. Tres temas de la teoría social contemporánea* (275-291). Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas.
- Giusso, C. M. (2023). *Tras las huellas del agua: visibilizar lo intangible como herramienta de concientización ambiental* [Conferencia]. Congreso de Pensamiento Visual y Comunicación, La Plata, Argentina. Recuperado de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/168626>
- Gómez-Camponovo, M. y Fernández, G. (2020). Evidence of Food Safety in Relation to Cry Proteins in Genetically Modified Foods. *Revista de la Universidad Industrial de Santander*, 52(4), 440-449, doi: <https://doi.org/10.18273/revsal.v52n4-2020011>
- Guillemaud, T., Lombaert, E. y Bourguet, D. (2016). Conflicts of Interest in GM Bt Crop Efficacy and Durability Studies. *PLoS ONE*, 11(12), 1-14, doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0167777>
- Hoehnel, A., Zannini, E. y Arendt, E. (2022). Targeted formulation of plant-based protein-foods: Supporting the food system's transformation in the context of human health, environmental sustainability and consumer trends. *Trends in Food Science & Technology*, 128, 238-252, doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.08.007>
- Jerez-Ramírez, D. (2023). Riesgo: estudio social y sociogénesis del concepto. *LATAM - Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(5), 620-639, doi: <https://doi.org/10.56712/latam.v4i5.1342>
- Krimsky, S. (2015). An Illusory Consensus behind GMO Health Assessment. *Science, Technology, & Human Values*, 40(6), 883-914, doi: <https://doi.org/10.1177/0162243915598381>
- Lotter, D. (2009). The Genetic Engineering of Food and the Failure of Science – Part 2: Academic Capitalism and the Loss of Scientific Integrity. *The International Journal of Sociology of Agriculture and Food*, 16(1), 50-68, <https://doi.org/10.48416/ijsaf.v16i1.283>
- Luhmann, N. (2006). *Sociología del riesgo*. México D. F.: Universidad Iberoamericana.
- Lupton, D. (2023). *Risk*. Londres: Routledge.
- Muñoz-Moore, J. E. (2021). Una introducción al principio de precaución desde la teoría de la sociedad del riesgo de Ulrich Beck. *Lucerna Iuris Et Investigatio*, 1, 63-78, doi: <http://dx.doi.org/10.15381/lucerna.v0i1.18375>
- Nguyen, B. D. y Ly, B. (2019). Current Research, Challenges, and Perspectives of Biotechnology: An Overview. *Vietnam Journal of Agricultural Sciences*, 1(2), 187-199, doi: <https://doi.org/10.31817/vjas.2018.1.2.09>
- Novotny, E. (2018). Retraction by corruption: the 2012 Seralini paper. *Journal of Biological Physics and Chemistry*, 18(1), 32-56, doi: <https://doi.org/10.4024/19NO17F.jbpc.18.01>
- Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD, 2005). A framework for biotechnology statistics. [https://one.oecd.org/document/DSTI/EAS/STP/NESTI\(2005\)8/FINAL/en/pdf](https://one.oecd.org/document/DSTI/EAS/STP/NESTI(2005)8/FINAL/en/pdf)
- Pizan-Marquina, J. J. (2022). Cultivos Transgénicos: el Futuro de la Agricultura. *High Tech- Engineering Journal*, 2(2), 35-43, doi: <https://doi.org/10.46363/high-tech.v2i2.3>

- Soares, S. (2023). 20 anos de transgênicos no Brasil: reflexões para Lula 3.0. *Estudios Rurales. Publicación del Centro de Estudios de la Argentina Rural*, 13(27), doi: <https://doi.org/10.48160/22504001er27.480>
- Trejo-Pastor, V., Espinosa-Calderón, A., Mendoza-Castillo, M., Kato-Yamakake, T., Morales-Floriano, M., Tadeo-Robledo, M., Wegier, A. (2021). Grano de maíz comercializado en México como potencial dispersor de eventos transgénicos. *Revista fitotecnica mexicana*, 44(2), 251-259, doi: <https://doi.org/10.35196/rfm.2021.2.251>
- Tronto, J. (2020). *¿Riesgo o cuidado?* Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Fundación Medifé Edita.
- U.S. Food and Drug Administration (FDA, 2024). *Foods Derived from Plants Produced Using Genome Editing: Guidance for Industry*. <https://www.fda.gov/media/176427/download>
- Vallejos-Romero, A., Mayorga-Rojel, A., Garrido, J. y Boso, A. (2022). Construcción social y narrativas socioambientales del riesgo. Lineamientos para su observación en instituciones políticas. *Andamios*, 19(49), 441-462, doi: <https://doi.org/10.29092/uacm.v19i49.937>
- Vignale, S. (2019). Ciencias sociales y principio de incertidumbre. *Revista Bordes*. Recuperado de <https://revistabordes.unpaz.edu.ar/ciencias-sociales-y-principio-de-incertidumbre/>
- Yanes-Estévez, V. y Oreja-Rodríguez, J.R. (2003). *La incertidumbre percibida del entorno como condicionante de las decisiones estratégicas. Un análisis de la empresa en Canarias*. Fundación Santa Cruz de Tenerife: FYDE-Caja Canarias.