

## EL MARCO NORMATIVO COMO FOMENTO A LA I+D+I CIENTÍFICO-TECNOLÓGICA EN ARGENTINA: LA EDICIÓN GENÉTICA EN EL CAMPO AGROPECUARIO Y SU REGULACIÓN GEOPOLÍTICA

Gisele Bilański

CONICET-IDAES/UNSAM y UNLAM, Argentina  
<https://orcid.org/0000-0003-0503-9118>  
gbilanski@unsam.edu.ar

**Cómo citar este artículo/Citation:** Bilański, Gisele (2023). El marco normativo como fomento a la I+D+i científico-tecnológica en Argentina: la edición genética en el campo agropecuario y su regulación geopolítica. *Arbor*, 199(809): a712. <https://doi.org/10.3989/arbor.2023.809001>

Recibido: 15 octubre 2022. Aceptado: 14 marzo 2023. Publicado: 6 octubre 2023.

**RESUMEN:** Argentina fue el primer país del mundo en establecer que los organismos que resulten de nuevas técnicas de edición genética (GE, en sus siglas en inglés) no estarán alcanzados por la normativa para Organismos Genéticamente Modificados (OGM), siempre y cuando una primera evaluación concluya que no incluye ADN de otra especie. Esto es relevante porque las evaluaciones para comercializar un OGM son tan extensas y costosas que solo son accesibles para unas pocas empresas multinacionales, que monopolizan la innovación fundamental, las licencias y los productos derivados. Esta simplificación regulatoria coincide con el descubrimiento de técnicas como CRISPR-Cas9, mucho más baratas y simples que las previas, y con potencial para desarrollarse con reducidos presupuestos de investigación. Este trabajo indaga cómo el Estado argentino utiliza la legislación sobre biotecnología para fomentar la investigación, el desarrollo y la innovación (I+D+i), indagando en los límites y posibilidades de esta estrategia. Para ello se basa en la legislación y las políticas públicas competentes; observaciones en reuniones y conferencias biotecnológicas; y en entrevistas semi-estructuradas realizadas durante 2019 a científicos y empresarios que trabajaban con CRISPR. Así, encuentra que la legislación opera como fomento para los desarrollos locales, pero las ventajas que ofrecen las nuevas técnicas de edición genética dependen de una serie de acciones y estrategias geopolíticas. Entendiendo por regulación al conjunto de acciones y omisiones de los actores interesados, a escala mundial y con intereses contrapuestos, la investigación concluye que es esta regulación geopolítica la que condiciona la innovación biotecnológica en Argentina. Así, la posibilidad de aprovechar esa “ventana de oportunidad” que habilitan las nuevas técnicas descansa en una serie de variables que configuran nuevas relaciones de interdependencia global.

**PALABRAS CLAVE:** regulación; normativa; innovación; edición genética; geopolítica.

## THE REGULATORY FRAMEWORK TO PROMOTE OF SCIENTIFIC-TECHNOLOGICAL R&D&I IN ARGENTINA: GENE EDITING IN THE AGRICULTURAL FIELD AND ITS GEOPOLITICAL REGULATION

**Copyright:** © 2023 CSIC. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia de uso y distribución *Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional (CC BY 4.0)*.

**ABSTRACT:** Argentina was the first country in the world to establish that organisms resulting from new gene editing techniques (GE) would not be covered by the legislation for Genetically Modified Organisms (GMOs), as long as a first evaluation concludes that they do not have DNA from another species. This is relevant, because the evaluations to commercialize a GMO are so extensive and expensive that they are only accessible to a few multinational companies that monopolize fundamental innovation, licenses and derivative products. This regulatory simplification coincides with the discovery of techniques such as CRISPR-Cas9, which are much cheaper and simpler than previous ones, and have the potential to be developed with reduced research budgets. This paper analyses how the Argentine state uses biotechnology legislation to promote research, development and innovation (R&D&I), investigating the limits and possibilities of this strategy. It is based on the relevant legislation and public policies; observations at biotech meetings and conferences; and in semi-structured interviews with scientists and entrepreneurs working with CRISPR, held during 2019. Thus, it finds that the legislation works to promote local development, but the advantages offered by the new gene editing techniques depend on a series of geopolitical actions and strategies. Understanding regulation as the set of actions and omissions of interested actors, on a global scale and with conflicting interests, the research concludes that it is this geopolitical regulation that conditions biotechnological innovation in Argentina. Thus, the possibility of taking advantage of this “window of opportunity” enabled by the new techniques, rests on a series of variables that configure new relationships of global interdependence.

**KEYWORDS:** Regulation; legislation; innovation; gene editing; geopolitics.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los recientes avances en ingeniería genética utilizan nucleasas de diseño dirigidas al sitio (SDNs, en sus siglas en inglés, *Site Directed Nuclease*), que permiten orientar la edición a los genes de interés (Wolt, Wang y Yang, 2016). Técnicas como las *Zinc Finger Nucleases* (ZFNs) y las *Transcriptional Activator-Like Effector Nucleases* (TALENs) orientan la edición al gen objetivo a través de nucleasas programables obtenidas del dominio de unión de ADN basado en proteínas (Wolt, Wang y Yang, 2016). La herramienta conocida como *Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats* (CRISPR), en cambio, utiliza un único ARN guía para dirigir la endonucleasa derivada de una bacteria (Cas9). El descubrimiento en 2012 del potencial de la asociación CRISPR-Cas9 para editar el genoma, marcó un antes y un después en la historia de la ingeniería genética. Cuatro características vuelven revolucionaria a esta tecnología: (1) *accesibilidad*, no requiere demasiados conocimientos ni grandes inversiones en infraestructura o herramientas moleculares; (2) *eficiencia*, produce un elevado porcentaje final de secuencias modificadas en un lugar concreto; (3) *especificidad*, induce modificaciones precisas con pocos efectos secundarios indeseados; y (4) *versatilidad*, rápidamente aparecieron variantes para ejercer un mayor control de la técnica y adaptarla a los requerimientos de cada investigador (Santaló Pedro, 2017). CRISPR «es más precisa, más barata, más segura y más accesible técnicamente» que las ZFNs y las TALENs (Polcz y Lewis, 2016, p. 415). Cualquiera puede comprar en internet un CRISPR *kit* por menos de 200 dólares, por lo que la técnica rápidamente comenzó a utilizarse en todo el mundo. Esta popularización fue interpretada como un proceso de democratización en el acceso a la edición genómica, al eliminar algunas de las tradicionales barreras al ingreso (Polcz y Lewis, 2016), al punto de empezar a alterar la gobernanza de la biotecnología (Martin *et al.*, 2020).

Las nuevas técnicas de mejoramiento (NBT, en sus siglas en inglés) (Whelan y Lema, 2019) o la edición genómica mediante nucleasas diseñadas (GEEN, en sus siglas en inglés) permiten realizar diferentes intervenciones sobre los organismos que pueden o no incluir la introducción de ADN exógeno<sup>1</sup>. Esto implica que el organismo resultante puede ser transgénico o no. En última instancia, ello será determinado observando el proceso utilizado y/o los atributos del organismo. Las dificultades para definir los tipos de edición se trasladaron rápidamente a una preocupación por la legislación. La reacción inmediata de los gobiernos fue revisar sus normativas para analizar si estas nuevas técnicas estaban contempladas y cómo. Las posturas se dividieron mayoritariamente entre quienes sostienen que todo organismo editado genéticamente debe evaluarse con el mismo rigor que un OGM, incorpore o no ADN exógeno; y quienes proponen evaluar caso por caso a los organismos que resultan de la aplicación de distintas técnicas de GEEN, distinguiendo aquellos que efectivamente incluyen ADN exógeno de los que no, y que entonces no difieren sustantivamente de un organismo que pudo obtenerse mediante otras técnicas convencionales de cría o cultivo (Duensing *et al.*, 2018). En este artículo referiremos a los organismos editados (GE) distinguiéndolos de los transgénicos, para los que reservamos la categoría de OGM, por lo que cabe aclarar que estos últimos podrían producirse también con NBT o GEEN como ZFN, TALEN o CRISPR-Cas9.

Apoyándose en la misma distinción técnica y terminológica, Argentina fue el primer país del mundo en establecer que los GE (no transgénicos) no estarán contemplados por la normativa para OGM (Whelan y Lema, 2019). Esta decisión es central, porque el marco normativo sobre las biotecnologías históricamente condicionó el destino de la I+D+i y su aplicación al sector agropecuario. En ese contexto, la desregulación de los editados es un esfuerzo deliberado de los funcionarios del Estado por intentar revertir ciertas relaciones de dependencia, pero en un mundo donde la posibilidad de controlar las prácticas unilateralmente se desvanece y el destino de la I+D+i y sus aplicaciones alcanza escala global. Dicho de otro modo, así como las leyes no solo producen efectos fronteras adentro, tampoco logran determinar el destino de las prácticas: estas descansan en una serie de factores culturales, sociales, económicos y decisiones geopolíticas, conformadas por las acciones y omisiones de distintos actores interesados, que llamaremos *regulación*. Así, este trabajo indaga en el uso pragmático que el Estado argentino hace de la legislación sobre biotecnología, indagando sus límites y posibilidades como estrategia de

1 Gupta *et al.* (2021) distinguen tres posibles tipos de variaciones según el enfoque adoptado: el SDN-1 realiza pequeñas inserciones o deleciones, generalmente aleatorias, en pares de bases, sin añadir ADN extraño; el SDN-2 utiliza una pequeña plantilla de ADN para generar un cambio específico mediante recombinación homóloga; y el SDN-3 utiliza un enfoque similar al SDN-2, pero los fragmentos de inserción son secuencias de ADN más grandes, por lo que puede considerarse transgénico.

fomento a la I+D+i en el sector. Asimismo, se propone comprender las instancias intermedias entre la legislación y otras formas de regulación.

## 2. BIOTECNOLOGÍA Y AGRICULTURA EN ARGENTINA, UN VÍNCULO CLAVE

En términos materiales y simbólicos, el campo siempre fue central para la historia argentina (Hernández, 2007). Durante la década de 1970, las transformaciones tecnológicas asociadas a la revolución verde y las mejoras en los precios internacionales de la soja consolidaron el dinamismo del sector agrícola, que recuperó su lugar privilegiado en la canasta exportadora (Bisang, 2007). Se produjo un enorme incremento en su productividad, gracias al desarrollo comercial de la soja y la utilización del método de siembra directa (Bisang, 2007). Esto revitalizó también la I+D científico-tecnológica aplicada al campo, del que ya no solo se esperaba que abasteciera al mercado interno de materias primas y alimentos, sino también que fuera el motor del proceso de acumulación, proveyendo las divisas que permitieran expandir el desarrollo industrial (Barsky y Gelman, 2009). El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) estuvo a cargo de los planes de modernización del campo, y también se transformó durante el proceso: reorientó la generación de tecnología al interés por mejorar la productividad, y su público objetivo pasó de la familia rural al productor viable, con capacidad económica para asimilar los paquetes tecnológicos (Calandra, 2009).

Durante la década de 1980, se anunciaba «un nuevo paradigma tecnológico basado en los desarrollos biotecnológicos [...] como una “ventana de oportunidad” para los países en vías de desarrollo con cierta tradición de investigación en ciencias biológicas» (Thomas, Fressoli y Gianella, 2011, p. 116). La biotecnología se convertía en uno de los focos predilectos de las políticas públicas de fomento científico-tecnológico. En ese marco, Argentina fue pionera en adoptar los transgénicos: en 1996 aprobó la comercialización y producción de semillas de soja transgénica, y comenzó a sembrar la primera variedad de soja OGM resistente al glifosato, la *Roundup Ready* (RR) de la empresa Monsanto (Bilański, 2022). Esta modificación permitía utilizar un único pesticida que ya no dañaría la planta. La adopción del paquete tecnológico se articuló con la siembra directa y transformó la práctica agrícola, reduciendo sustantivamente los tiempos, costos de personal y gastos fijos dedicados a cada campaña (Hernández, 2007). Así, la biotecnología vegetal evidenció un rápido desarrollo. Al extender la frontera cultivable, «reducir los costos del control de malezas y disminuir los ciclos de laboreo (incentivando el doble cultivo sobre la misma tierra en una campaña agrícola), se aumentó radicalmente la productividad agraria» (Arancibia, 2012, p. 83). La RR que para la temporada 1996/1997 representaba solo el 0,07% del cultivo de soja en el país, alcanzó el 80% en 1998/1999 (Vara, 2004).

La soja transgénica representa del 20 al 25% de las exportaciones argentinas (Craviotti, 2017), constituyendo un componente central de su inserción en la división internacional del trabajo. Entre 2007 y 2011 la transferencia de los productores al Estado representó alrededor del 46% del total de las ventas, arrojando un promedio anual de 4,7 mil millones de dólares, gracias a los impuestos a la exportación y las restricciones a la exportación de bienes salarios (Freytes y O'Farrell, 2017). Con ello, la contribución del sector agrario a la recaudación total de impuestos al comercio exterior pasó del 4% en 2001 al 18% en 2007, y se volvió clave para la recuperación económica de un país en crisis (Córdoba, 2019).

De este modo, los transgénicos se volvieron un elemento clave de la estructura económica y redistributiva argentina, mientras consolidaban una dependencia respecto de los proveedores de los paquetes tecnológicos. La centralidad se reflejaba en los laboratorios: en la década de 1990 había decenas de proyectos de I+D con transgénicos, pero la creciente vocación por monetizar la innovación desarrollando productos comercializables pronto evidenció los obstáculos para que esos resultados salieran del laboratorio (Bilański, 2022). Ambas cuestiones se explican por el marco legal que se estableció para los OGM.

## 3. LEGISLAR LAS BIOTECNOLOGÍAS: LA DOBLE DEPENDENCIA DE LOS TRANSGÉNICOS

Durante la década de 1990 se crearon diversas instituciones gubernamentales a cargo de la evaluación y control de las investigaciones biotecnológicas; y de la liberación y/o utilización de sus productos. A pesar de sucesivos cambios de nombre y estatuto, son la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca (SAGyP) y/o el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGyP) quienes elaboran las normas y políticas vinculadas a las biotecnologías. En 1991, bajo la órbita de la SAGyP, se creó la Comisión Nacional Asesora de Biotecnología Agropecuaria (CONABIA), que se convirtió en el organismo más importante en la materia.

CONABIA formuló la normativa sobre OGM y estableció las evaluaciones a las que deben someterse. Estas últimas las realiza el desarrollador y luego las presenta ante los organismos estatales correspondientes: la evaluación de los riesgos para los agroecosistemas, el diseño de las medidas de bioseguridad y el manejo de riesgos están a cargo de CONABIA; la evaluación de aptitud alimentaria para el consumo humano y/o animal del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA); la fiscalización del desarrollo de las actividades la realizan el Instituto Nacional de Semillas (INASE) y el SENASA; y finalmente el dictamen sobre los impactos productivos y comerciales depende de la Dirección de Mercados Agrícolas del MAGyP.

Mientras Argentina y otros países establecían normativas para garantizar la inocuidad de los transgénicos y los mecanismos apropiados para su control, otras regiones no alcanzaban semejante consenso. Con el argumento de proteger a sus consumidores, en 1998 la Unión Europea (UE) decidió provisoriamente dejar de aprobar la comercialización de nuevos OGM en su territorio (Bilański, 2020). La suspensión duraría hasta determinar la inocuidad de los OGM o desarrollar mecanismos apropiados para su seguimiento. Así, quedaba virtualmente prohibida en Europa la comercialización de transgénicos o derivados, a excepción de los que ya habían aprobado previamente (Poth, 2013). Esta situación se prolongó durante seis años y repercutió con fuerza en Argentina, que veía comprometidas sus exportaciones. Fue en respuesta a ello que creó la Dirección de Mercados Agrícolas, cuya función es evaluar el posible impacto de los productos en los mercados internacionales (Poth, 2013).

Con esta incorporación, Argentina consolidaba una “política espejo”, que implica que sólo aprobaría la producción y comercialización de aquellas semillas transgénicas ya aprobadas por los mercados europeos (Vara, Piaz y Arancibia, 2012, p. 148). Esa estrategia, que le permitió continuar exportando a Europa, le imprimió un carácter periférico a su sistema regulatorio, al asumir una posición dependiente de los países centrales (Pellegrini, 2014). En sintonía, Argentina estableció un marco legal flexible para las biotecnologías, que permitió a la normativa nacional adaptarse rápidamente a los cambios políticos y económicos, al componerse de resoluciones de Secretarías y Ministerios, o decretos presidenciales, evitando llegar a las instancias deliberativas del poder legislativo (Bilański, 2020).

Aunque las evaluaciones buscan garantizar la seguridad de los resultados de la I+D con transgénesis –y, con ello, favorecer su inserción comercial–, son tan extensas y onerosas que solo pueden afrontarlas unas pocas empresas multinacionales. Como resume Pellegrini:

«Obtener una nueva semilla transgénica implica una inversión de 100 millones de dólares, y un tiempo que varía entre ocho y diez años. [Pero] es en realidad la última fase de desarrollo la que demanda el mayor capital, donde se siguen los requisitos que exige el sistema regulatorio» (Pellegrini, 2014, p. 139).

De este modo, una vez que el potencial de la transgénesis fue evidente y comenzaron a imponerse complejas evaluaciones para comercializar sus productos, los costos se incrementaron hasta volverse inaccesibles para casi todas las instituciones de investigación argentinas. Algunas pudieron respaldar sus pesquisas, pero no las evaluaciones para su producción masiva, por lo que comenzaron a asociarse con empresas privadas que pudieran afrontar los ensayos (Pellegrini, 2014). Mientras los institutos públicos perdían capacidad de acción, las empresas privadas comenzaron a aparecer como actores relevantes. Consultado sobre los actores que presentaron productos OGM para su evaluación, un evaluador de inocuidad de OGM del SENASA nos confirmaba en 2019 que «hasta ahora el sector público nada. El INTA está trabajando, pero hasta ahora no presentó nada, siempre es más difícil para ellos justamente desarrollar estudios y financiarlos porque pueden ser costosos»<sup>2</sup>.

La normativa sobre OGM fomentó la concentración de la innovación fundamental de los paquetes tecnológicos en pocos actores con muchos recursos, que pueden hacer experimentos a escalas y costos inalcanzables para la periferia. Actualmente «sólo tres empresas en el mundo concentran el 60% de las ventas de semillas y el 70% de los agroquímicos»<sup>3</sup>. Para dimensionar, los valores absolutos de inversión en I+D que realizan empresas como Monsanto, son similares al gasto total en I+D que hace un país como Argentina (Bisang, Campi y Cesa, 2009). Con sede en los países donde «se dieron las condiciones de estructura para el impulso de la innovación funda-

2 Entrevista personal mantenida por el autor el 04-07-2019.

3 Schrauf, Gustavo (24 abril 2019). Qué se discute cuando se habla de ley de semillas. *Infocampo*. <https://www.infocampo.com.ar/que-se-discute-cuando-se-habla-de-ley-de-semillas/>

mental» (Sztulwark y Girard, 2020, p. 20), las grandes empresas multinacionales (obtentoras) tienen la licencia del OGM y se dedican a producir *eventos*<sup>4</sup>, mientras las nacionales, que no pudieron afrontar los costos de los procedimientos evaluatorios, se dedicaron a adaptar aquellos a las condiciones locales (adaptadoras), pagando la licencia del OGM. Casi la totalidad de los eventos transgénicos aprobados en Argentina fueron solicitados por grandes multinacionales; y de los 493 aprobados en el mundo durante 2017, solo 29 se realizaron en países en desarrollo, mientras el restante 94% provenía de países desarrollados, pertenecientes al oligopolio de empresas transnacionales (Sztulwark y Girard, 2020).

De este modo, la incorporación del paquete tecnológico, que permitió una expansión sin precedentes del sector agrícola, significó también un cambio cualitativo y cuantitativo en el uso de insumos y servicios externos (Perlmutter, 2017), que se volvieron clave para el sustento de la competitividad. En consecuencia, el incremento de la productividad agrícola estuvo acompañado por «una pérdida de autonomía de los productores (...) y la expansión de relaciones asimétricas y de subordinación de productores hacia proveedores, a causa de la concentración de la oferta en un número acotado de empresas» (Freytes y O'Farrell, 2017, p. 183).

En síntesis, el marco legal en torno a los OGM permitió a Argentina exportar sus cultivos transgénicos y generar divisas para salir de la crisis económica, pero obstaculizó su participación en la innovación fundamental. Se consolidó así una doble dependencia, de los proveedores de paquetes transgénicos y de los importadores de los cultivos resultantes, que condicionó el destino de los transgénicos en Argentina, tanto en los laboratorios como en los campos.

### 3.1. La ley y la trampa: jugar en los márgenes

Sin embargo, las obtentoras de variedades nacionales conservan «recursos nada desdeñables, que ponen en juego a la hora de legitimar sus intereses en la arena pública y negociar sus acuerdos con otros actores» (Craviotti, 2017, p. 127). Entre ellos, su capital económico, el conocimiento sobre los ambientes e idiosincrasias locales, los vínculos establecidos, y cierto capital simbólico por su condición de empresa nacional (Craviotti, 2017, p. 127). En sintonía, sostenemos que la flexibilidad del marco legal para las biotecnologías también es una herramienta, que permitió a Argentina adaptarse rápidamente a los avatares de comercio internacional para favorecer la comercialización de sus productos y proteger a los productores locales frente a las grandes empresas transnacionales.

Encontramos varios casos en que las normativas y su aplicación privilegian la producción nacional cada vez pueden. Un ejemplo es la Resolución N° 71 de 2006<sup>5</sup>, que permitió a los productores argentinos aprobar productos sobre los que Monsanto y Syngenta tenían derechos, pero sin pagarlos, pudiendo comercializándolos a menor precio (Pellegrini, 2014). Esta exceptuaba por 90 días el cumplimiento de dos Resoluciones sobre liberación al medio y registro de OGM a quienes produjeran o comercialicen materiales correspondientes a variedades de híbridos que contuvieran GA21 ya aprobados, que solo Monsanto y Syngenta tenían autorizado comercializar (Bilański, 2020). Aunque actores como la Asociación de Semilleros Argentinos (ASA) rechazaron la medida aduciendo defender la calidad del sistema regulatorio, era claro que estaban salvaguardando los intereses de Monsanto y Syngenta, dos de sus principales socios. Otro caso es la conservación de la Ley 20.247 de Semillas y Creaciones Fitogenéticas de 1973<sup>6</sup>, que preserva el derecho de los agricultores a reutilizar semillas sin pagar regalías al proveedor, pese a la constante presión de las multinacionales semilleras para que sea reformada. Se estima que, gracias a esto, el diferencial de rentabilidad por el uso de la tecnología de la semilla de soja RR fue apropiada en un 88% por los productores, 11% por las empresas de semillas y solamente 1% por Monsanto, dueña de la patente (Freytes y O'Farrell, 2017). Los múltiples intentos por cambiar esta ley se recrudecieron en 2012 cuando Monsanto lanzó una nueva tecnología en soja, la Intacta RR2 (Perlmutter, 2017). En 2016 se presentaron varios proyectos de modificación de la ley, que contaron con apoyo del oficialismo, algunos sectores de la oposición, y también de la ASA, la Federación Agraria Argentina (FAA), la Sociedad Rural Argentina (SRA), Confederaciones Rurales Argentinas (CRA) y la Confederación Intercooperativa Agropecuaria (CONINAGRO), quienes argumenta-

4 Un *evento* es una categoría nativa usada por los entes reguladores para referir a una nueva transformación (genética) realizada sobre un organismo. Estos eventos pueden ser simples o apilados (acumulación de eventos simples).

5 Disponible en: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/110000-114999/114114/norma.htm>

6 Disponible en: <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/30000-34999/34822/norma.htm>

ban que el abuso del uso propio de las semillas (garantizado por la Ley) ocasionaba la *bolsa blanca*, esto es, la comercialización de semillas por fuera de los círculos legales, porque carecen de rótulos que garantizan su origen, calidad y variedad (Perelmuter, 2017).

Los conflictos en torno a estas normativas evidencian hasta qué punto estas afectan el equilibrio entre ganadores y perdedores, y que estos no coinciden con las fronteras estatales, en tanto varios actores locales parecen defender los intereses de las multinacionales. Veremos que este tipo de conflicto se reactualiza con la aparición de nuevas técnicas que amenazan con trastocar el *status quo*.

#### 4. LEGISLAR PARA DESREGULAR: LA EDICIÓN GENÉTICA

Al ser más baratas y simples, las nuevas técnicas como CRISPR son accesibles para más países, especialmente los del sur (Martin *et al.*, 2020), por su potencial para desarrollarse con presupuestos reducidos. En Argentina, por la centralidad del sector agropecuario en la canasta exportadora, representó una ventana de oportunidad para mejorar la participación en el intercambio global de productos biotecnológicos. Como sostiene el coordinador del Programa Nacional de Biotecnología del INTA, «la edición génica es una herramienta que no podemos dejar pasar por ciertas particularidades que tiene, sobre todo porque es una tecnología en la que podemos jugar todos. Con la biotecnología basada en transgénicos había ciertas limitaciones para jugar»<sup>7</sup>. Funcionarios de la Dirección de Biotecnología sostenían que la edición genética daría lugar a un proceso de democratización, que permitirá a variados actores participar de la elaboración de productos destinados al sector agroindustrial, a diferencia de la concentración en pocas multinacionales de los transgénicos<sup>8</sup>.

Para aprovechar esta ventana de oportunidad, Argentina plasmó su decisión de distinguir a los GE de los OGM (Whelan, Gutti y Lema, 2020), mediante la Resolución N° 173 de 2015 de la SAGyP. Esta estableció el proceso necesario para definir si un producto se encontraba alcanzado por la normativa vigente para los OGM o no, y estipuló que corresponde a la CONABIA decidirlo caso por caso (Whelan y Lema, 2019). El procedimiento no distingue según la técnica usada, sino que observa el tipo de transformación realizada en el organismo. Entonces, si la evaluación concluye que el organismo no tiene ningún gen distinto al que tendría en su versión convencional, será tratado como cualquier otra nueva variedad convencional y no como un OGM.

También se incorporó la Instancia de Consulta Previa (ICP), que permite realizar la evaluación cuando el producto está aún en fase de diseño. Esto brinda a los desarrolladores la oportunidad de recibir en una etapa temprana una clasificación reglamentaria de los productos de sus esfuerzos de I+D. En consecuencia, pueden estimar mejor los tiempos y costos que demandará el desarrollo, información clave para su continuidad. Si los estudios presentados sobre el producto final coinciden con los presentados en la ICP, esta mantiene su validez, acelerando los procesos de evaluación (Dederer y Hamburger, 2019).

Así, la desregulación de los GE facilita a los desarrolladores locales comercializar los resultados de sus investigaciones. Los eventos basados en NBT que ya recurrieron a la ICP respaldan la tendencia: el 59% fueron presentados por instituciones públicas nacionales (como INTA y CONICET), que representan solo el 8% del total de las solicitudes para OGM aprobadas en el país (Whelan, Gutti y Lema, 2020), confirmando que la desregulación estimula que los laboratorios públicos accedan al mercado comercial con ingeniería genética.

##### 4.1. Posicionamientos frente a la edición genética en el mundo

Una vez establecida la normativa argentina, varios países comenzaron a distinguir GE de OGM adoptando criterios similares, entre ellos, Israel, Chile, Brasil y Colombia (Eriksson *et al.*, 2019). Otros, como Estados Unidos, avanzaron en la misma dirección con sus cultivos, pero mediante procedimientos que resultan confusos para los

7 Bichos de campo (18 diciembre 2018). Sergio Feingold, del INTA: "La edición génica no es como hacer cerveza artesanal". *Bichos de Campo*. Disponible en: <https://bichosdecampo.com/sergio-feingold-del-inta-la-edicion-genica-no-es-como-hacer-cerveza-artesanal/> [último acceso, 29-06-2023]

8 Bichos de campo (05 diciembre 2018). Agustina Whelan - Lic. en Biotecnología de la Secretaría de Agroindustria [Video]. Youtube. Disponible en: [https://www.youtube.com/watch?v=uEzQnlzalk4&list=PLz2kLDOgzvIFFg7G8nlZDzpjzA0\\_RHfK&index=2&amp;t=0s](https://www.youtube.com/watch?v=uEzQnlzalk4&list=PLz2kLDOgzvIFFg7G8nlZDzpjzA0_RHfK&index=2&amp;t=0s) [último acceso, 29-06-2023]

desarrolladores. Esto porque, a diferencia del modelo argentino donde hay un solo punto de entrada a la regulación (CONABIA), en Estados Unidos son múltiples y recaen en varias agencias a la vez, que consideran aspectos diferentes: el Departamento de Agricultura (USDA), la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) y la Agencia de Protección Ambiental (EPA) (Hamburger, 2019). Algo similar ocurre en Australia y Canadá (ídem).

La Unión Europea va en otra dirección. En 2018 aún no estaba claro si los editados serían considerados OGM o no (Duensing *et. al.*, 2018). A mediados de ese año, un fallo del Tribunal de Justicia de la Unión Europea (TJUE) sentó jurisprudencia en la materia, estableciendo que los organismos resultantes de nuevas técnicas de edición genética debían ser considerados transgénicos (Vives-Vallés y Collonnier, 2020). Sin embargo, esto no clausuró las controversias. Hamburger (2019) sostiene que hay un consenso predominante sobre las deficiencias y la inadecuación del enfoque regulatorio vigente pero también falta de voluntad política para cambiarlo. Algunos hablan directamente de una desviación de la UE: mientras que la mayoría de los países aplica el enfoque caso por caso y evalúa el producto resultante, que analiza la constitución del organismo antes que los procedimientos con que se realiza (Eriksson *et. al.*, 2019), los fallos recientes del TJUE imponen un enfoque basado en el proceso. Como comentan Lemarie y Murette (2022) es probable que la elección entre un tipo y otro de regulación tenga graves consecuencias en términos de ganancias y pérdidas para varios agentes económicos, pero es especialmente relevante desde el comercio internacional, en tanto las diferencias en las regulaciones tienen impactos significativos en los mercados internacionales. Por ello, varios actores (como científicos e industriales) presionan para que la UE armonice su legislación con la de los demás países (Vives-Vallés y Collonnier, 2020), aduciendo que las diferencias conducirán a interrupciones en el comercio internacional y tendrán consecuencias para la seguridad alimentaria (Bilański, 2022). Esto no solo ilumina la ausencia de un criterio uniforme entre las instituciones competentes de cada Estado y región, sino también la cantidad de actores sociales interesados en inclinar la balanza hacia uno u otro lado de la distinción entre GE y OGM.

## 5. LA REGULACIÓN DE LAS PRÁCTICAS

Según Marchant y Allenby (2017), todos los países tienen interés en armonizar la regulación sobre edición genética y se esfuerzan por ello, para minimizar el riesgo de las nuevas tecnologías sin dejar de explotar sus potenciales beneficios. Identifican nueve razones para esto: la seguridad mutua; compartir la carga que requiere alcanzar una meta; las acciones de un Estado tienen impacto global; minimizar las disputas de intercambio internacional; garantizar la seguridad en los intercambios; garantizar iguales derechos y protección ciudadana; protegerse de los impactos transfronterizos y promover la eficiencia. Los autores analizan diversos tipos de *ley blanda*, entendida como instrumentos o arreglos que crean expectativas sustantivas pero que no pueden imponerse directamente, a diferencia de la *ley dura* como los tratados y estatutos.

La noción de regulación que utilizamos aquí se alinea con esta idea de ley blanda, pero la hace extensiva a los arreglos y acciones de actores distintos de los organismos designados como competentes para ordenar las prácticas biotecnológicas. Mientras Marchant y Allenby (2017) recomiendan armonizar los principios de gestión y evaluación de riesgos mediante códigos establecidos por una organización internacional, no resulta posible identificar ninguna con poder para tomar esta decisión que, lejos de ser neutral (o de afectar solo aspectos presumiblemente globales como la salud y el medioambiente), tiene el potencial de barajar y dar de nuevo las cartas ganadoras y perdedoras del agronegocio global. En este sentido, nuestro trabajo no persigue un objetivo normativo sino analítico: comprender las instancias intermedias entre la regulación explícita, esto es, la legislación elaborada por el Estado central y otras instituciones competentes desde arriba, y otras formas de regulación.

Al comparar la normativa sobre algodón OGM en Argentina y China, Van Zwanenberg *et al.* (2011) identificaron una serie de procesos políticos y económicos que la socavan, como la estructura del mercado de semillas, el control de la propiedad intelectual y el riesgo de bioseguridad. Sostienen así que, «en la práctica, en ambos entornos han surgido iniciativas reguladoras descentradas, diseñadas principalmente por el sector privado» (Van Zwanenberg *et al.*, 2011, p. 183). Con ello, muestran que los factores que ordenan las prácticas de los actores exceden y eluden las legislaciones establecidas. En el mismo sentido, Martin *et al.* (2020) encuentran que el cambio tecnológico se produce en un régimen socio-técnico específico, conformado por un conjunto de creencias compartidas, valores, expectativas, rutinas, regulaciones, prácticas institucionalizadas y capacidades que orientan y coordinan

las acciones de los grupos sociales. En coincidencia, entendemos que la regulación se conforma de mecanismos informales, civiles, o híbridos estatales-civiles de control de la tecnología, plausibles de ser introducidos por actores locales, empresas que operan en diversas jurisdicciones, o redes internacionales de actores públicos y privados (Van Zwanenberg *et al.*, 2011). Así, constituyen el marco de incentivos y sanciones en el que se desarrollan las prácticas, y que resulta justamente de las acciones y omisiones de los distintos grupos sociales interesados. Por ejemplo, cuando una innovación intenta generar prácticas o productos radicalmente alternativos en contexto de informalidad debe «hacer frente a varios tipos de presiones de selección institucionales, de mercado y de infraestructura que tienden a favorecer las formas establecidas de proporcionar bienes y servicios» (Arza y Van Zwanenberg, 2014, p. 69). De este modo, según estos autores, lo que ordena las prácticas es el resultado de una relación social entre múltiples actores, con diferentes intereses y recursos.

### 5.1. Geopolítica de la regulación, del trigo a los caballos

A continuación presentaremos dos casos en que la aplicación de distintas tecnologías, una OGM y otra GE, encuentran obstáculos dentro y fuera de las fronteras del Estado. Ello nos permitirá comprender por qué la regulación de las prácticas con edición genética tiene escala global, e identificar los límites del fomento vía desregulación en Argentina. Tal como afirman Saldaña-Tejeda *et al.*, «trasladar el locus de la responsabilidad más allá del Estado-nación nos ayudaría a visibilizar el papel del mercado como actor clave de la gobernanza» (Saldaña-Tejeda *et al.*, 2022, p. 1275). Es que si bien la distinción normativa impulsa la I+D+i en este campo, no logra sortear algunos obstáculos para su comercialización. Como bien señalan Lemarié y Marette (2022), las condiciones económicas y las opciones regulatorias son importantes, pero también es esencial comprender las preferencias de los consumidores, las organizaciones de la cadena de suministros y las estrategias de derechos de propiedad intelectual para saber si estas innovaciones con GE llegarán a los mercados de alimentos y cuál será su impacto social.

El trigo HB4 es el primer trigo transgénico del mundo, resistente a sequía y al glufosinato de amonio (por tanto, a plagas y malezas). Es resultado de un proyecto del Instituto de Agrobiotecnología del Litoral y Bioceres –una empresa argentina de biotecnología agropecuaria–, parte del consorcio público-privado Instituto Nacional de Agrobiotecnología de Rosario (INDEAR). Este OGM aprobó todas las instancias evaluatorias nacionales hasta llegar a la Dirección de Mercados. Esta consideró que la liberación del HB4 podía frenar el comercio internacional, en tanto algunos de los principales importadores, como Brasil, amenazaban con dejar de comprar trigo nacional de aprobarse esta variedad. Entre los motivos de la resistencia, aducían el rechazo social al consumo de OGM (especialmente al tratarse de un cultivo de extendido consumo humano), y el riesgo de contaminación de las semillas sobre las variedades convencionales locales. Finalmente, la comercialización del HB4 fue aprobada en 2020, a condición de que el evento fuera admitido por Brasil.

La aprobación condicionada del HB4 puso en alerta a los integrantes de la cadena triguera nacional. Mientras organizaciones como la ASA y la Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (Aapresid) se manifestaron a favor; los opositores alegan que la aprobación generará un daño irreversible al mercado argentino de trigo, porque actualmente Brasil adquiere menos de la mitad del total exportado (Bilański, 2022). A ellos se suman decenas de agrupaciones socioambientales y ecologistas. Actualmente, esta variedad fue aceptada por Australia, Nueva Zelanda, Colombia y Nigeria, mientras que Estados Unidos aprobó su consumo y Brasil el de su harina, por lo que ya comenzó a sembrarse bajo el sistema de “identidad reservada”. En respuesta, diversas iniciativas judiciales presentadas por o ante gobiernos provinciales y municipales buscan impedir el cultivo a nivel local (Flax, 2022).

En este sentido, es claro que los grupos interesados a favor y en contra de una tecnología no se corresponden con ninguna frontera política sino con intereses que encuentran eco a escala mundial. Esto es particularmente cierto para los actores que se involucran por motivos ecológicos o técnicos, en tanto los intereses económicos y/o políticos anclan en particularidades locales que vuelven sus reclamos más específicos y heterogéneos, difíciles de extrapolar. Además, como sostienen Bartkowski y Baum (2019), si los consumidores creen que un producto es riesgoso para su salud, pueden resolver el problema al no consumir el producto; pero si consideran que el producto tendrá efectos negativos sobre el medio ambiente o el equilibrio económico de un sector, sus decisiones individuales no bastarán, y mostrar desacuerdo se vuelve una estrategia más relevante.

Una controversia similar ocurrió en torno al anuncio de los *caballos editados*, realizado por una empresa argentina dedicada a la clonación de equinos, que estaba incorporando líneas de trabajo con CRISPR-Cas9 (Vichera *et al.*, 2018). La meta de largo plazo era mejorar la dotación genética de los equinos y ganar certezas en la transmisión del ADN de una generación a la otra, para poder precisar qué características se heredan y cuáles no. Según el CEO de la empresa:

«Nosotros hicimos la edición de las células y después hicimos los embriones por clonación, los llegamos a hacer, los verificamos, mandamos a secuenciar su ADN y vimos que estaban las modificaciones genéticas, estaban listos para transferirse, pero no los transferimos porque en ese momento, eh... digamos, dimos a conocer un poco la noticia, nosotros, y se armó como un revuelo muy grande»<sup>9</sup>.

Según relata, anunciaron el éxito de la prueba de concepto, pero se interpretó que habían dado nacimiento a los caballos genéticamente editados, por primera vez en el mundo. Esto suscitó una rápida reacción por parte de algunos grupos sociales, como las asociaciones vinculadas al polo. A diferencia de los ejemplares clonados, los OGM no se permiten en las competencias, por lo que la aceptación de métodos de cría con nuevas técnicas de GE es objeto de disputa (Bilański, 2022). Las consecuencias no demoraron en este negocio millonario que constituye la principal demanda de equinos de alto valor genético: nadie invertiría dinero en un caballo que no podrá competir, por muy buena que fuera su genética. Así, la admisión de los ejemplares editados en los planteles es una variable ineludible para su producción, que marca los ritmos de la cría y la incorporación de nuevas tecnologías al sector, en línea con las preferencias del consumidor identificadas por Lemarié y Marette (2022). El escándalo demostró que todavía no había lugar allí para los caballos CRISPR, por lo que, aunque viable, a esta aplicación le convenía esperar.

Además, como muchos de estos animales se exportan, el rechazo pronto alcanzó dimensiones internacionales. El CEO de la empresa afirmaba que «llamaron desde otros países también, al Ministerio de Agricultura de Argentina, preguntando si nosotros teníamos caballos modificados genéticamente, bueno, un lío»<sup>10</sup>. Ante esa incertidumbre, y para dar tranquilidad a los importadores de equinos argentinos, el Ministerio de Agricultura y la CONABIA contactaron a la empresa sugiriendo hacer una presentación espontánea en la que declararan que los embriones no habían sido transferidos. Un investigador del CONICET que colaboraba con la empresa lo relató así:

«CONABIA pero espantada, una citación jurada diciendo venga a darme explicaciones por qué salió esta noticia... [...] Firmar una declaración jurada que no hay ningún embrión transferido, y con abogado y con el dueño de la empresa firmando que no hay ningún embrión transferido porque esto de Europa me lo piden, porque si no no me dejan mandar más caballos»<sup>11</sup>.

Resulta claro que estas innovaciones biotecnológicas, tanto los caballos GE como el trigo OGM, ponen en riesgo los mercados comerciales existentes, al amenazar el *status quo* de ganadores y perdedores. Esto se agrava cuando se producen en países como Argentina, que no se adhirió a los protocolos de etiquetado y trazabilidad, que brindan ciertas garantías sobre el origen de los organismos. Pero a diferencia del trigo HB4, donde existen productores interesados por sembrar sus semillas y una demanda global de alimentos que sostener, los caballos aun no cuentan con un mercado interesado que amerite afrontar las resistencias. Ante las alarmas que encendió en los importadores y en el mundo de los deportes ecuestres, y con la advertencia estatal, el CEO afirmaba que «desde el directorio de la empresa se decidió frenar un poco con este proyecto»<sup>12</sup>, pues no estaban dadas las condiciones para obtener la autorización comercial. Así anticipaba lo que creía que pasaría, de continuar en esa dirección:

«Ponele que lo presentábamos, con estas estrategias, y CONABIA dice bueno, sí, dale, aprobado, vos tenés un animal que está no regulado, después las asociaciones de criadores u otras se te ponen en contra, entonces vos decís no, igual no lo quiero hacer porque no quiero tener quilombo con este, con este y con este»<sup>13</sup>.

9 Entrevista personal mantenida por el autor el 10-07-2019.

10 Entrevista personal mantenida por el autor el 10-07-2019.

11 Entrevista personal mantenida por el autor el 19-03-2019.

12 Entrevista personal mantenida por el autor el 10-07-2019.

13 Entrevista personal mantenida por el autor el 10-07-2019.

De este modo, vemos que lo que acaba fomentando o desalentando ciertas líneas de I+D+i con técnicas de vanguardia son una serie de prácticas de los actores interesados, que cuentan con distintos motivos y mecanismos de presión, y que se organizan en torno a las normativas pero a la vez las trascienden. El progresivo desplazamiento de la política económica global hacia Oriente, el rechazo social hacia algunas aplicaciones de las biotecnologías, y las propias características técnicas de CRISPR, añaden variables e interlocutores a la discusión. En este sentido, si hasta principios del siglo XXI lo que constituía un desarrollo científico-tecnológico aceptable –y, en consecuencia, comercializable–, se dirimía entre Estados Unidos y Europa, la emergencia de mercados alternativos en las últimas dos décadas amenaza su capacidad para incidir en el destino del intercambio.

El incremento de la demanda de productos agropecuarios argentinos por parte de potencias emergentes (como China) y grandes mercados del sur (como África y la propia Latinoamérica) hace estallar la concentración de los centros. Los importadores se multiplican y pasan a ser países periféricos y/o en vías de desarrollo, con legislaciones sobre biotecnología más parecidas a la argentina. En la UE, hay quienes argumentan que la imposibilidad de distinguir eficazmente a los productos GE y sus derivados hará que los mismos acaben siendo consumidos más tarde o más temprano,<sup>14</sup> de forma que retrasar su aceptación solo atenta contra las propias iniciativas en I+D. Según Sprink *et al.* (2016), los investigadores europeos en GE afirmaban que la incertidumbre sobre si podrían realizar sus pruebas de campo provocaba el rechazo a sus solicitudes de financiación y estimulaba a las empresas a trasladar las inversiones en I+D fuera de la UE. Así, los entornos regulatorios restrictivos pueden ralentizar o detener la I+D, desincentivar la inversión e incluso impulsarla hacia otros países (Lemarié y Marette, 2021). Justamente, observando la industria de la reproducción humana, Saldaña-Tejeda *et al.* revelan como «los servicios (que incluyen usuarios, proveedores de servicios, recursos materiales, etc.) cruzan fronteras en busca de lugares que ofrezcan opciones tecnológicas, legales, económicas y éticas ausentes en sus lugares de origen» (2022, p. 1275). Sumado a ello, la guerra entre Rusia y Ucrania, proveedor de cultivos para la UE, presiona a la región a aceptar que OGM y derivados ingresen a su territorio, ante la falta de alternativas comerciales (Berkhout, Bergevoet y van Berkum, 2022).

## 5.2. Límites de la legislación como estímulo a la I+D

La experiencia en transgénesis dejó claro que la posibilidad de aprovechar la reducción de tiempos y costos que habilitan las NBT depende, principalmente, del modo en que se legislen: necesitan un marco legal simplificado y menos instancias evaluatorias. Sin embargo, como evidencian los casos analizados, esto no garantiza el éxito. Dado el peso de los grandes importadores sobre lo que Argentina produce y comercia, las posibilidades de su I+D+i requieren además cierta armonización regulatoria y la aceptación pública de los bienes y servicios elaborados con estas nuevas técnicas. En línea con los hallazgos de investigaciones recientes (Bartkowski y Baum, 2019; Lemarié y Marette, 2022), esto será clave para decidir el futuro de la innovación biotecnológica local.

Con ello, el rol de los funcionarios gubernamentales será central. Al momento, los de la SAGyP y la Dirección de Biotecnología tuvieron un rol activo, especialmente en Asia y África (Bilański, 2022). Participaron de encuentros internacionales, publicaron artículos, dialogaron con la prensa y ofrecieron capacitaciones a funcionarios de otros países, ya que la CONABIA actúa como Centro de Referencia en bioseguridad de OGM para la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). El propósito era consolidar un bloque de presión, que promueva la adopción de regulaciones similares a la argentina, para mitigar «los obstáculos innecesarios para la adopción de nuevos productos agrícolas»<sup>15</sup>. Con el apoyo de países de América, Asia y África, se presentó ante la Organización Mundial del Comercio la Declaración internacional sobre aplicaciones agrícolas de la biotecnología de precisión, que insta a los demás países a adoptar «los lineamientos necesarios para evitar asincronías regulatorias y las potenciales interrupciones comerciales resultantes».

14 Véase la declaración enviada por científicos de la UE al Parlamento, la Comisión y el Consejo Europeo en 2019: [https://www.cragenomica.es/sites/default/files/2019-07/open\\_statement\\_0.pdf](https://www.cragenomica.es/sites/default/files/2019-07/open_statement_0.pdf) [último acceso, 21-02-2023].

15 MAGyP (02 noviembre 2018). Argentina presentó ante la Organización Mundial del Comercio una Declaración sobre Biotecnologías de Precisión aplicadas al sector. MAGyP. Disponible en: [https://magyp.gob.ar/sitio/areas/prensa/?accion=noticia&id\\_info=181102094553](https://magyp.gob.ar/sitio/areas/prensa/?accion=noticia&id_info=181102094553) [último acceso, 29-06-2023].

## 6. CONCLUSIONES

Este trabajo identificó diferentes dispositivos que regulan las prácticas con ingeniería genética, y orientan la I+D+i y la comercialización de sus resultados. Más allá de los mecanismos formales, existen otros que responden a dinámicas más difusas, y que surgen de la interacción entre actores con intenciones antagónicas. Estas explican, por ejemplo, la coexistencia de estímulos contrapuestos entre los discursos y las acciones de las agencias estatales argentinas, que realizan esfuerzos en innovación científico-tecnológica, mientras frenan la comercialización de sus productos. Así, científicos y tecnólogos desarrollan sus prácticas en ámbitos donde las leyes juegan muy poco e importan más condicionantes como las restricciones presupuestarias, la aceptación pública de sus propuestas, o la disponibilidad de equipamientos e insumos. En línea con estudios recientes realizados en países centrales (Martin *et al.*, 2020; Lemarié y Marette, 2022), el análisis de las prácticas con GE en la periferia sur (Bilański, 2022) también revela que, aunque las decisiones legales fomentan los desarrollos locales, la posibilidad de aprovechar la ventana de oportunidad que ofrecen las nuevas técnicas depende de acciones y estrategias geopolíticas. Estas configuran nuevas relaciones de interdependencia internacional pero, lejos de implicar un fatalismo estructuralista para el destino de los países periféricos (y su producción), revela que la dependencia de los centros es siempre relativa y abre márgenes para su transformación.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo resulta de mi investigación doctoral, realizada con becas del CONICET y la UNSAM, y la financiación brindada por UNLAM mediante los Programas PROINCE y CyTMA2. Los comentarios de los evaluadores enriquecieron enormemente esta versión final.

## REFERENCIAS

- Arancibia, Florencia (2012). Las palabras y “las sojas”: un enfoque desde la sociología de la ciencia y la tecnología. *Apuntes de Investigación*, XVI, (22), 82-95.
- Arza, Valeria y Van Zwanenberg, Patrick (2014). Innovation in informal settings but in which direction? The case of small cotton farming systems in Argentina. *Innovation and Development*, 4(1), 55-72, <https://doi.org/10.1080/2157930X.2013.876801>
- Barsky, Osvaldo y Gelman, Jorge (2009). *Historia del agro argentino: desde la Conquista hasta comienzos del Siglo XXI*. Buenos Aires: Sudamericana.
- Bartkowski, Bartosz y Baum, Chad (2019). Dealing with rejection: An application of the exit–voice framework to genome-edited food. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 7, 57, <https://doi.org/10.3389/fbioe.2019.00057>
- Berkhout, Petra; Bergevoet, Ron y van Berkum, Siemen (2022). A brief analysis of the impact of the war in Ukraine on food security. *Policy Document 2022-033*. Países Bajos: Wageningen Economic Research.
- Bilański, Gisele (2020). Clonación de mamíferos: regulación y participación pública en Argentina y Reino Unido. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 15(44), 43-70.
- Bilański, Gisele (2022). *Entre las promesas de desarrollo y las prácticas con edición genética: la innovación biotecnológica en la periferia* (Tesis doctoral inédita). UNSAM, Buenos Aires. [https://ri.unsam.edu.ar/bitstream/123456789/2035/1/TDOC\\_IDAES\\_2022\\_BGA.pdf](https://ri.unsam.edu.ar/bitstream/123456789/2035/1/TDOC_IDAES_2022_BGA.pdf)
- Bisang, Roberto (2007). El desarrollo agropecuario en las últimas décadas: ¿volver a creer? En Bernardo Kosacoff (ed.), *Crisis, recuperación y nuevos dilemas. La economía argentina 2002-2007*. Buenos Aires: CEPAL, 187-260.
- Bisang, Roberto; Campi, Mercedes y Cesa, Verónica (2009). *Biología y desarrollo*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Calandra, Mariana (2009). El INTA y sus órdenes simbólicos en pugna. En Carla Gras y Valeria Hernández (Coords.), *La Argentina rural: De la agricultura familiar a los agronegocios*. Buenos Aires: Biblos, 193-213.
- Córdoba, María Soledad (2019). *La solidaridad en tiempos del agronegocio*. San Martín: UNSAM Edita.
- Craviotti, Clara (2017). Agentes, alianzas y controversias en redes globales: la producción de variedades de semillas de soja en Argentina. *Revista CTS*, 12(35), 109-130.
- Dederer, Hans-Georg y Hamburger, David (2019). *Regulation of Genome Editing in Plant Biotechnology. A Comparative Analysis of Regulatory Frameworks of Selected Countries and the EU*. Suiza: Springer Nature.
- Duensing, Nina; Sprink, Thorben; Parrott, Wayne; Fedorova, María; Lema, Martín; Wolt, Jeffrey y Bartsch, Detlef (2018). Novel Features and Considerations for ERA and Regulation of Crops Produced by Genome Editing. *Frontiers in bioengineering and biotechnology*, 6, <https://doi.org/10.3389/fbioe.2018.00079>
- Eriksson, Dennis; Kershen, Drew; Nepomuceno, Alexandre; Pogson, Barry; Prieto, Humberto; Purnhagen, Kai; Smyth, Stuart; Wesseler, Justus y Whelan, Agustina (2019). A comparison of the EU regulatory approach to directed mutagenesis with that of other jurisdictions, consequences for international trade and potential steps forward. *New phytologist*, (222), 1673-1684, <https://doi.org/10.1111/nph.15627>
- Flax, Javier (2022). Interdisciplina, deliberación y justicia ambiental: el caso del trigo HB4. *Erasmus. Revista para el diálogo intercultural*, 24, 1-45.

- Freytes, Carlos y O'Farrell, Juan (2017). Conflictos distributivos en la agricultura de exportación en la Argentina reciente (2003-2015). *Desarrollo económico*, 57(221), 181-196.
- Gupta, Shweta; Kumar, Adarsh; Patel, Rupali y Kumar, Vinay (2021). Genetically modified crop regulations: scope and opportunity using the CRISPR-Cas9 genome editing approach. *Molecular Biology Reports*, 48, 4851-4863, <https://doi.org/10.1007/s11033-021-06477-9>
- Hamburger, David (2019). Comparative Analysis: The Regulation of Plants Derived from Genome Editing in Argentina, Australia, Canada, the European Union, Japan and the United States. En Hans-Georg Dederer y David Hamburger (Eds.), *Regulation of Genome Editing in Plant Biotechnology. A Comparative Analysis of Regulatory Frameworks of Selected Countries and the EU*. Suiza: Springer Nature, 313-363.
- Hernández, Valeria (2007). El fenómeno económico y cultural del boom de la soja y el empresariado innovador. *Desarrollo Económico*, 47(187), 331-365.
- Lemarié, Stéphane y Marette, Stéphan (2022). The socio-economic factors affecting the emergence and impacts of new genomic techniques in agriculture: A scoping review. *Trends in Food Science & Technology*, 129, 38-48, <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.07.013>
- Marchant, Gary y Allenby, Brad (2017). Soft law: New tools for governing emerging technologies. *Bulletin of the Atomic Scientists*, 73(2), 108-114, <https://doi.org/10.1080/00963402.2017.1288447>
- Martin, Paul; Morrison, Michael; Turkmendag, Ilke; Nerlich, Brigitte; McMahon, Aisling; de Saille, Stevienna y Bartlett, Andrew (2020). Genome editing: the dynamics of continuity, convergence, and change in the engineering of life. *New Genetics and Society*, 39(2), 219-242, <https://doi.org/10.1080/14636778.2020.1730166>
- Pellegrini, Pablo (2014). *Transgénicos: ciencia, agricultura y controversias en la Argentina*. Bernal: UNQ.
- Perelmuter, Tamara (2017). Ley de semillas en Argentina: avatares de una reforma que (aún) no fue. *Revista Interdisciplinaria de Estudios Agrarios*, 47, 75-110.
- Polcz, Sarah y Lewis, Anna (2016). CRISPR-Cas9 and the non-germline non-controversy. *Journal of Law and the Biosciences*, 3(2), 1-13, <https://doi.org/10.1093/jlb/lsw016>
- Poth, Carla (2013). Reconstruyendo la institucionalidad del modelo biotecnológico agrario. Un enfoque sobre la Comisión Nacional de Biotecnología Agropecuaria. En Carla Gras y Valeria Hernández (Coords.), *El agro como negocio: producción, sociedad y territorios en la globalización*. Buenos Aires: Biblos, 289-322.
- Saldaña-Tejeda, Abril; Aparicio, Alberto; González-Santos, Sandra; Arguedas-Ramírez, Gabriela; Cavalcanti, Juliana; Shaw, Malissa y Perler, Laura (2022). Policy landscapes on human genome editing: a perspective from Latin America. *Trends in biotechnology*, 40(11), 1275-1278, <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2022.07.018>
- Santaló Pedro, Josep (2017). Edición genómica. La hora de la reflexión. *Revista de Bioética y Derecho*, 40, 157-165.
- Sprink, Thorben; Eriksson, Dennis; Schiemann, Joachim. y Hartung, Frank (2016). Regulatory hurdles for genome editing: process- vs. product-based approaches in different regulatory contexts. *Plant Cell Report*, 35, 1493-1506, <https://doi.org/10.1007/s00299-016-1990-2>
- Sztulwark, Sebastián y Girard, Melisa (2020). La edición génica y la estructura económica de la agrobiotecnología mundial. Una mirada desde los países adoptantes. *Revista CTS*, 15(44), 11-41.
- Thomas, Hernán; Fressoli, Mariano y Gianella, Carlos (2011). ¿Ventanas de oportunidad en biotecnología? Dinámicas de investigación y desarrollo en el Mercosur: el caso de la clonación animal (Brasil-Argentina, 1990-2005). En Guillermo Rozenwurcel; Hernán Thomas; Gabriel Bezchinsky y Carlos Gianella (Comps.), *Tecnología + recursos naturales: innovación a escala Mercosur 2.0*, 113-163.
- Van Zwanenberg, Patrick; Ely, Adrian; Smith, Adrian; Chuanbo, Chen; Shijun, Ding; Fazio, María Eugenia y Goldberg, Laura (2011). Regulatory harmonization and agricultural biotechnology in Argentina and China: Critical assessment of state-centered and decentered approaches. *Regulation & Governance*, 5, 166-186, <https://doi.org/10.1111/j.1748-5991.2010.01096.x>
- Vara, Ana María (2004). Transgénicos en Argentina: más allá del boom de la soja. *Revista CTS*, 1(3), 101-129.
- Vara, Ana María; Piaz, Agustín y Arancibia, Florencia (2012). Biotecnología agrícola y "sojización" en la Argentina: controversia pública, construcción de consenso y ampliación del marco regulatorio. *Política & Sociedad*, 11(20), 135-170.
- Vichera Gabriel; Viale, Diego; Olivera, Ramiro; Arnold, Victoria; Grundnig, Ana; Baston, Juan; Miriuka, Santiago y Moro, Lucía (2018). 20 Generation of myostatin knockout horse embryos using clustered regularly interspaced short palindromic repeats/CRISPR-associated gene 9 and somatic cell nuclear transfer. *Reproduction, Fertility and Development*, 31(1), 136-136, <https://doi.org/10.1071/RDv31n1Ab20>
- Vives-Vallés, Juan y Collonnier Cécile (2020). The Judgment of the CJEU of 25 July 2018 on Mutagenesis: Interpretation and Interim Legislative Proposal. *Front. Plant Sci*, 10, 1813, <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01813>
- Whelan, Agustina y Lema, Martín (2019). Regulation of Genome Editing in Plant Biotechnology: Argentina. En Hans-Georg Dederer y David Hamburger (Eds.), *Regulation of Genome Editing in Plant Biotechnology. A Comparative Analysis of Regulatory Frameworks of Selected Countries and the EU*. Suiza: Springer, 19-62.
- Whelan, Agustina; Gutti, Patricia y Lema, Martín (2020) Gene Editing Regulation and Innovation Economics. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 8, 303, DOI: 10.3389/fbioe.2020.00303
- Wolt, Jeffrey; Wang, Kan y Yang, Bing (2016). The Regulatory Status of Genome-edited Crops. *Plant Biotechnology Journal*, 14(2), 510-518, <https://doi.org/10.1111/pbi.12444>